

Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt

Planfeststellungsunterlage nach Bundeswasserstraßengesetz

Schutzgut Tiere und Pflanzen, aquatisch - Teilgutachten Aquatische Flora - (Bestand und Prognose)

Unterlage H.5a



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

Auftraggeber:

Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes
Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg

Freie und Hansestadt Hamburg
Hamburg Port Authority

GUTACHTERGEMEINSCHAFT



IBL UmweltPLANUNG GBR



IMS INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

Verfasser IBL UMWELTPLANUNG GBR
IMS INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

Projektleitung: Wolfgang Herr

Bearbeitung: Jens-Uwe Gerdes
Wolfgang Herr
Jens Kroker

Techn. Arbeiten: Till Martin Herr
Robert Richter

Redaktion: Andrea Schammey

Projekt Nr. 633

Datum: 07.02.2007

INHALT

1	EINFÜHRUNG	1
1.1	Anlass und Aufgabenstellung	1
1.2	Allgemeine und methodische Grundlagen	2
1.3	Untersuchungsrahmen	3
1.4	Gebietsbezogenes Zielsystem	8
1.5	Vorhabensmerkmale und -wirkungen (Zusammenfassung)	9
1.5.1	Vorhabensmerkmale.....	9
1.5.1.1	Ausbaumaßnahmen.....	10
1.5.1.2	Begleitende Baumaßnahmen	11
1.5.1.3	Strombau- und Verbringungsmaßnahmen	11
1.5.2	Vorhabenswirkungen	13
2	BESCHREIBUNG UND BEWERTUNG DES IST-ZUSTANDS	15
2.1	Art und Umfang der Datenbasis	15
2.1.1	Kenngößen des Phytoplanktons.....	15
2.1.2	Kenngößen des Phytobenthos	16
2.1.3	Steuernde Umweltfaktoren	17
2.1.4	Literaturangaben	18
2.1.5	Planerischer Ist-Zustand	18
2.2	Bewertung der Datenbasis und Hinweise auf Kenntnislücken	19
2.3	Beschreibung des Ist-Zustands	20
2.3.1	Phytoplankton	20
2.3.1.1	Summarische Biomasseparameter (Chlorophyll a)	20
2.3.1.2	Spezifische Biomasseparameter (Abundanzen, Biovolumina = Biomassen).....	27
2.3.1.3	Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	33
2.3.1.4	Vergleich mit Literaturdaten	36
2.3.1.5	Phytoplankton in Zuflüssen.....	38
2.3.2	Phytobenthos	41
2.3.2.1	Diatomeenflora ausgewählter Standorte entlang der Tideelbe und ihrer Zuflüsse	41
2.3.2.2	Zusammenfassung	44
2.3.2.3	Vergleich mit Literaturdaten	44
2.3.3	Planerischer Ist-Zustand	46
2.4	Bewertung des Ist-Zustands	47

3	BESCHREIBUNG UND BEWERTUNG DER UMWELTAUSWIRKUNGEN	53
3.1	Baubedingte Auswirkungen	53
3.1.1	Baubedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton	53
3.1.1.1	Baubedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton in den einzelnen Wasserkörpern der Tideelbe.....	54
3.1.1.2	Baubedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton in den Nebeneiben.....	57
3.1.1.3	Baubedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton in den Nebenflüssen und Nebengewässern der Tideelbe	57
3.1.2	Baubedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos	58
3.2	Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen.....	58
3.2.1	Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton	58
3.2.1.1	Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton in den einzelnen Wasserkörpern der Tideelbe.....	60
3.2.1.2	Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton in den Nebeneiben	68
3.2.1.3	Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton in den Nebenflüssen und Nebengewässern der Tideelbe.....	69
3.2.2	Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos	70
3.2.2.1	Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos in den einzelnen Wasserkörpern der Tideelbe.....	72
3.2.2.2	Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos in den Nebeneiben.....	75
3.2.2.3	Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos in den Nebenflüssen und Nebengewässern der Tideelbe.....	75
3.3	Übersicht über die vorhabensbedingten Umweltauswirkungen.....	76
4	ZUSAMMENFASSUNG	78
5	LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS	81
6	ABKÜRZUNGEN.....	83
7	ANLAGEN	84
7.1	Diagramme der taxonomischen Zusammensetzung des Phytoplanktons zum Zeitpunkt der Vegetationsmaxima an ausgewählten Messstellen der Tideelbe 1997-2004	84
7.2	Gesamtartenliste für Phytoplankton der Tideelbe 2004.....	87
7.3	Diatomeenflora der tidebeeinflussten Oste (2004) mit Angaben zur relativen Abundanz.....	92

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.5-1:	Übersicht der Vorhabensmerkmale	9
Abbildung 2.1-1:	Lage der Messstellen für Phytoplankton im Untersuchungsgebiet	16
Abbildung 2.3-1:	Chlorophyll a-Konzentrationen [$\mu\text{g/L}$] der Zeitreihe 1997-2004 aus dem Hauptstrom der Tideelbe	21
Abbildung 2.3-2:	Chlorophyll a-Konzentrationen [$\mu\text{g/L}$] in Nebenelben (1997-2004)	22
Abbildung 2.3-3:	Saisonale Dynamik des Phytoplanktons bei Seemannshöft, Km 628,8	25
Abbildung 2.3-4:	Saisonale Dynamik des Phytoplanktons bei Grauerort, Km 660,5	25
Abbildung 2.3-5:	Phaeophytin/Chlorophyll a-Quotienten des Phytoplanktons an 10 Messstellen entlang der Tideelbe (1997-2004)	26
Abbildung 2.3-6:	Biovolumina des Phytoplanktons der Tideelbe 2003 und Anteile wichtiger Algengruppen im Jahresdurchschnitt	29
Abbildung 2.3-7:	Beispielhafte Zusammensetzung der Biomasse Tideelbe 2003	29
Abbildung 3.2-1:	Eindringtiefe des Lichtes in die Wassersäule in Abhängigkeit vom Schwebstoffgehalt (SPM), modifiziert nach Colijn (1982)	61
Abbildung 7.1-1:	Zusammensetzung des Phytoplanktons aus Zellzahlen verschiedener Algenklassen bei km 598,8 (Zollenspieker)	84
Abbildung 7.1-2:	Zusammensetzung des Phytoplanktons aus Zellzahlen verschiedener Algenklassen bei Km 628,8 (Seemannshöft)	85
Abbildung 7.1-3:	Zusammensetzung des Phytoplanktons aus Zellzahlen verschiedener Algenklassen bei Km 639,5 (Hahnhöfer Nebenelbe)	85
Abbildung 7.1-4:	Zusammensetzung des Phytoplanktons aus Zellzahlen verschiedener Algenklassen bei Km 660,5 (Grauerort)	86
Abbildung 7.1-5:	Zusammensetzung des Phytoplanktons aus Zellzahlen verschiedener Algenklassen bei Km 662,0 (Pagensander Nebenelbe)	86

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.2-1:	Schematisierte Vorgehensweise der UVU	2
Tabelle 1.3-1:	Gliederung der Tideelbe (IHF 1997).....	5
Tabelle 1.3-2:	Längseinteilung der Tideelbe in fünf Wasserkörper	5
Tabelle 1.3-3:	Zuordnung der „Nebenflüsse und Nebengewässer“ gem. WRRL.....	7
Tabelle 1.4-1:	Prinzipdarstellung des gebietsbezogenen Zielsystems.....	8
Tabelle 1.5-1:	Vorhabenswirkfaktoren.....	13
Tabelle 2.1-1:	Dimensionen einzelner 10 km-Abschnitte der Tideelbe	18
Tabelle 2.3-1:	Chlorophyll a-Konzentrationen im Elbstrom: Tideelbe (Zeitreihe 1997-2004)	21
Tabelle 2.3-2:	Chlorophyll a-Konzentrationen [$\mu\text{g/L}$] in Nebenelben (1997-2004).....	22
Tabelle 2.3-3:	Mittlere und maximale Chlorophyll a-Konzentrationen [$\mu\text{g/L}$] der Jahresgänge 1997 bis 2004 entlang der Fahrrinne und bei Zollenspieker	23
Tabelle 2.3-4:	Mittlere und maximale Chlorophyll a-Konzentrationen einer achtjährigen Zeitreihe (1997 – 2004) in den Nebenelben	24
Tabelle 2.3-5:	Mittlere Zellzahlen von Algengruppen und Gesamtzellzahl in der Tideelbe	27
Tabelle 2.3-6:	Vegetationsmaxima (n=19) der letzten acht Jahre mit Angabe der Gesamtzellzahl (Abundanz [Mio. Zell/L]) und Abflüsse [m^3/s], bezogen auf Neu Darchau.....	28
Tabelle 2.3-7:	Häufig* quantitativ nachgewiesene Arten des Phytoplanktons in der Außenelbe und einem mittleren Abschnitt der Tideelbe.....	31
Tabelle 2.3-8:	Häufig* quantitativ nachgewiesene Arten des Phytoplanktons zwischen Glückstadt und Seemannshöft	32
Tabelle 2.3-9:	Statistische Auswertung phytoplankton-relevanter Umweltfaktoren	33
Tabelle 2.3-10:	Häufige Arten* in der benthischen Diatomeenflora der Elbe.....	42
Tabelle 2.3-11:	Häufige Arten* der benthischen Diatomeenflora in Zuflüssen der Tideelbe und Einstufung der Standorte	43
Tabelle 2.4-1:	Definition sehr guter Zustände der Biologischen Qualitätskomponenten Phytoplankton und Phytobenthos gemäß WRRL.....	48
Tabelle 2.4-2:	Bewertungsrahmen – Aquatische Flora	50
Tabelle 2.4-3:	Topographische Einheiten im Untersuchungsgebiet (WSA-HH 2005).....	51
Tabelle 2.4-4:	Bewertung Aquatische Flora	52
Tabelle 3.2-1:	Ausbaubedingte Änderungen der mittleren Salzgehalte im Wasserkörper Übergangsgewässer (vgl. Unterlage H.1a)	66
Tabelle 3.2-2:	Ausbaubedingte Änderungen der Salzgehalte in der Mündung der Nebenflüsse.....	70
Tabelle 3.3-1:	Übersicht über die vorhabensbedingten Auswirkungen auf die aquatische Flora.....	76
Tabelle 3.3-1:	Bewertung Aquatische Flora	79
Tabelle 7.3-1:	Benthische Diatomeen der Oste (Hof Schönau) 2004	92
Tabelle 7.3-2:	Benthische Diatomeen Oste (Oberndorf) 2004	95
Tabelle 7.3-3:	Benthische Diatomeen Oste (Mühlenwisch) 2004	97

1 EINFÜHRUNG

1.1 Anlass und Aufgabenstellung

Vor dem Hintergrund der zu beobachtenden Größenentwicklung weltweit verkehrender Containerschiffe und der damit verbundenen Zunahmen der Maximaltiefgänge wird von der Freien und Hansestadt Hamburg, vertreten durch Hamburg Port Authority, und dem Bundesministerium für Verkehr-, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS), vertreten durch das Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg, eine Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Belange der Containerschifffahrt geplant.

Das vorliegende Gutachten zum Schutzgut Pflanzen, Teilgutachten Aquatische Flora, ist Bestandteil der Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU) zum genannten Vorhaben. Es umfasst die Beschreibung und Bewertung der Bestände der Florenelemente Phytoplankton und Phytobenthos sowie die Prognose der zu erwartenden unmittelbaren und mittelbaren Auswirkungen des Vorhabens auf das Schutzgut.

1.2 Allgemeine und methodische Grundlagen

Die Vorgehensweise in der UVU bzw. dem vorliegenden Gutachten zum Schutzgut Pflanzen, hier Aquatische Flora, ist schematisch in Tabelle 1.2-1 dargestellt. Eine detaillierte Beschreibung der Methodik erfolgt in Kap. 1 der Unterlage E (zusammenfassender UVU-Bericht).

Tabelle 1.2-1: Schematisierte Vorgehensweise der UVU

Vorgehensweise	Ergebnis	Erläuterung
Beobachtung/ Datenauswertung	Beschreibung des Ist-Zustands	Derzeitiger Zustand der Schutzgüter
Entwicklung eines gebietsbezogenen Zielsystems	Bewertung des Ist-Zustands	Ausmaß der Abweichungen des Ist-Zustands von dem Zustand, der anhand der zielorientierten Vorgaben beschrieben wird
Prognose bei Durchführung der Nullvariante	Beschreibung von zu erwartenden Veränderungen	Jede nicht vorhabensbedingte Veränderung der Schutzgüter innerhalb des Prognosezeitraumes von 10 Jahren (Prognose der Entwicklung ohne das Vorhaben)
Prognose bei Durchführung des Vorhabens	Beschreibung von zu erwartenden mess- und beobachtbaren Wirkungen und Auswirkungen (direkte und indirekte)	Jede mess- und beobachtbare vorhabensbedingte Veränderung der Schutzgüter innerhalb des Prognosezeitraumes von 10 Jahren
Bewertung	a) positive Auswirkung	Jede vorhabensbedingte Veränderung der Schutzgüter, die dem gebietsbezogenen Zielsystem entspricht
	b) negative Auswirkung	Jede vorhabensbedingte Veränderung der Schutzgüter, die dem gebietsbezogenen Zielsystem zuwiderläuft
Betrachtung der Erheblichkeit	a) unerhebliche negative Auswirkung = unerhebliche Beeinträchtigung i.S.d. Eingriffsregelung	Jede dem gebietsbezogenen Zielsystem zuwiderlaufende Veränderung, die innerhalb eines tolerablen Rahmens** bleibt
	b) erhebliche negative Auswirkung = erhebliche Beeinträchtigung i.S.d. Eingriffsregelung	Jede dem gebietsbezogenen Zielsystem zuwiderlaufende Veränderung, die einen tolerablen Rahmen** überschreitet
Betrachtung von Vermeidung und Verminderung erheblicher Beeinträchtigungen (entsprechend der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung)	a) vermeidbare bzw. verminderbare erheblich negative Auswirkung = vermeidbare bzw. verminderbare erhebliche Beeinträchtigung i.S.d. Eingriffsregelung	Jede erhebliche vorhabensbedingte Veränderung der Schutzgüter, die durch bestimmte Maßnahmen vermindert bzw. vermieden werden kann
	b) unvermeidbare bzw. nicht zu vermindere erheblich negative Auswirkung = erhebliche Beeinträchtigung = Eingriff i.S.d. Eingriffsregelung	Jede erhebliche vorhabensbedingte Veränderung der Schutzgüter, die unvermeidlich bzw. nicht vermindert ist
Kompensation (Ausgleich und Ersatz entsprechend der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung)	a) ausgleichbare oder ersetzbare erheblich negative Auswirkung = ausgleichbarer /ersetzbarer Eingriff i.S.d. Eingriffsregelung	Jede dem gebietsbezogenen Zielsystem zuwiderlaufende unvermeidliche bzw. nicht zu vermindere Veränderung, die nicht kompensierbar ist
	b) nicht ausgleichbare oder ersetzbare negative Auswirkung = nicht ausgleichbarer/ ersetzbarer Eingriff i.S.d. Eingriffsregelung (Ausgleich steht vor Ersatz)	Jede dem gebietsbezogenen Zielsystem zuwiderlaufende unvermeidliche bzw. unverminderbare Veränderung, die kompensierbar ist
Bilanzierung	Zusammenfassende Bilanz von Auswirkungen und Beeinträchtigungen sowie Hinweise zur Kompensation	Übersicht über positive und negative Auswirkungen sowie Hinweise zu Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen

Erläuterungen: * Im Falle von Schutzgütern, deren kennzeichnende Parameter eine große Variabilität aufweisen, ist die Beschreibung des Ist-Zustands nur durch eine Zeitreihe möglich.

** Die Definition des tolerablen Rahmens („Grad der Erheblichkeit“) erfolgt im zusammenfassenden UVU-Bericht (Unterlage E). Weiterhin erfolgt eine Darstellung von sonstigen Vermeidungs-, Verminderungs- und Schutzmaßnahmen für unerhebliche Beeinträchtigungen gemäß BNatSchG.

1.3 Untersuchungsrahmen

Fließgewässer mit hinreichendem Alter der fließenden Welle¹ sowie ausreichendem Licht- und Nährstoffangebot werden von Mikroalgen besiedelt. Diese bilden die Lebensgemeinschaften (Biozönosen) des Phytoplanktons und des Phytobenthos. Im Gegensatz zu den substratgebundenen Algen des Aufwuchses (Phytobenthos) sind Phytoplankter im Wasserkörper selbst suspendiert. In der Regel bauen sich ihre Bestände aus Arten verschiedener Algenklassen auf (wichtig: Cyanobakterien, Kiesel- und Grünalgen), die eine große Vielfalt an Wuchsformen und Größenklassen zeigen.

Aufgrund ihrer Lebensweise (photo-litho-autotroph) bezeichnet man die Algen als Primärproduzenten. Sie stehen damit an der Basis der Stoff- und Energieströme eines Ökosystems. Je nach Intensität der Primärproduktion können die Algen sehr unmittelbar die Wasserbeschaffenheit beeinflussen, nicht zuletzt durch die Produktion von Sauerstoff (biogene Belüftung). Die Kopplung mit dem Sauerstoffhaushalt ist von großer Bedeutung für das Ökosystem der Tideelbe

Nach Wolfstein (1996) nimmt das Phytoplankton im Stoff- und Energieefluß eines Gewässers eine Schlüsselrolle ein:

- „a) als Sauerstoffproduzent*
- b) bei Sauerstoffzehrungsprozessen*
- c) als abbaubares organisches Material im „microbial loop“²*
- d) als Nahrung für herbivore Organismen [...]“*

Der Sauerstoffhaushalt der Tideelbe wird in der Unterlage H.2a behandelt.

Abfluss und Turbulenz modifizieren die Prozesse in Fließgewässern stark, indem sie für eine Verdriftung sorgen und eine Trübung des Wassers durch mineralische und organische Driftpartikel hervorrufen. Das an diese Bedingungen angepasste sogenannte Potamoplankton kennzeichnet die mittlere und untere Region großer Flüsse und Ströme. Es setzt sich aus konkurrenzstarken Arten (kurze Generationszeit, Schwachlichtadaption) des Einzugsgebietes zusammen, nicht zuletzt aus verdrifteten Phytobenthosarten. Diese werden mitgeführt und besiedeln geeignete Substrate weiter unterhalb. Durch die ästuartypische Vermischung von Süß- mit Meerwasser treten weitere Besonderheiten auf, die erneut selektiv auf die Algengemeinschaften einwirken.

¹ Man geht davon aus, dass erst eine Aufenthaltszeit von mindestens 7 Tagen dazu führt, dass Phytoplankton sich nennenswert vermehrt.

² Der „microbial loop“ = mikrobielle Schleife ist ein Verbindungsweg in planktischen Nahrungsnetzen, der von der Exsudation algenbürtiger Kohlenstoffverbindungen über Bakterien und bakterivore Protozoen zu Metazoen führt (also nicht herbivor).

Untersuchungsumfang

Die Ausführungen zur „Aquatischen Flora“ (Florenelemente Phytoplankton und Phytobenthos) folgen den in der Mitteilung über den Untersuchungsrahmen (WSD Nord & BWA 2005) getroffenen Festlegungen, die nachfolgend wiedergegeben werden:

„Ist-Zustand

- *Phytoplankton: Darstellung und Bewertung der derzeitigen Zusammensetzung und Ausprägung sowie Vergleich mit Literaturdaten zur Beschreibung der Planktonbiozösen.*
- *Phytobenthos: Darstellung der Artenzusammensetzung der Benthosorganismen und Häufigkeit der Arten für die einzelnen Abschnitte (Querschnitte, Längsschnitte) auf Grundlage von vorliegenden Untersuchungen und Literaturdaten aus bisher gut untersuchten Bereichen. Erforderlichenfalls sind ergänzende Erhebungen durchzuführen.*

Prognose

- *Ermittlung und Bewertung möglicher Auswirkungen auf die planktischen Lebensgemeinschaften während der Bauzeit*
- *Ermittlung und Bewertung möglicher langfristiger Auswirkungen auf die planktischen Lebensgemeinschaften.“*

Hinweis: Die Beschreibung und Bewertung des Sauerstoffhaushaltes sowie die Prognose vorhabensbedingter Auswirkungen auf diesen erfolgt in der Unterlage H.2a (Schutzgut Wasser, Oberirdische Gewässer, Teilschutzgut „Wasserbeschaffenheit/ Stoffhaushalt“).

Schutzgutspezifisches Untersuchungsgebiet

Das schutzgutspezifische Untersuchungsgebiet (UG) umfasst den Bereich, in dem vorhabensbedingt mess- und beobachtbare direkte und indirekte Auswirkungen auf das Schutzgut nicht vollkommen ausgeschlossen werden können.

Phytoplankton und Phytobenthos werden im tidebeeinflussten Abschnitt der Elbe beschrieben und beurteilt. Dieser beginnt am Wehr in Geesthacht (Stromkilometer 586) und reicht bis zur Ausbaugrenze in der Außenelbe (Stromkilometer 755,3).

Die Länge des UG erstreckt sich über ca. 161 km. Seine Breite steigt von durchschnittlich 200 m (oberhalb Hamburg) auf 2.000 m bis 3.500 m im weiteren Verlauf der Tideelbe an (km 630 bis 700). Dazwischen liegt der Hamburger Hafen mit dem Stromspaltungsgebiet (ehemaliges Binnendelta). Unterhalb Brunsbüttel (km 695) öffnet sich ein breiter Mündungstrichter zur Nordsee hin (Abbildung 2.1-1).

Vertikal begrenzt die Uferlinie den Wasserkörper, der den Lebensraum des Phytoplanktons darstellt. Im Falle des flächig verbreiteten Phytobenthos beschränkt sich der Lebensraum auf die bei Tideniedrigwasser (Tnw) trocken fallenden Wattflächen.

Den Untersuchungen zur vorangegangenen Fahrrinnenanpassung (IHF 1997) lag eine siebenteilige Gliederung des UG zugrunde (Tabelle 1.3-1). Darin spiegeln sich Gegebenheiten der Morphologie und Wasserbeschaffenheit (Salinität) wider.

Tabelle 1.3-1: Gliederung der Tideelbe (IHF 1997)

	Stromkilometer der Elbe	Abschnitt von
1. Geesthacht bis Bunthaus	586-610	24 km
2. Bunthaus bis Nienstedten	610-632	22 km
3. Nienstedten bis Lühesand (Nord)	632-650	18 km
4. Lühesand (Nord) bis Glückstadt	650-677	27 km
5. Glückstadt bis Ostemündung	677-704	27 km
6. Ostemündung bis Cuxhaven	704-727	23 km
7. Cuxhaven bis Untersuchungsgrenze	727-756	29 km
Summe		170 km

Aus aktuellem Anlass, insbesondere den Festlegungen in den Berichten zur Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000, ARGE ELBE 2002), wird nachfolgend eine Einteilung der Tideelbe nach Wasserkörpern³ zugrunde gelegt. Gemäß WRRL wird der ökologische Zustand primär anhand biologischer Qualitätskomponenten und in Ergänzung mittels hydromorphologischer sowie chemischer und physikalisch-chemischer Qualitätskomponenten definiert. Die biologischen Qualitätskomponenten beinhalten für die Küstengewässer nach Anhang V 1.1.4 u.a. die „Zusammensetzung, Abundanz und Biomasse des Phytoplanktons“

Die Einteilung gemäß WRRL sieht 5 Wasserkörper vor, die sich in Längsrichtung aneinander reihen: Drei limnisch geprägte Abschnitte, ein Übergangsgewässer- und ein Küstengewässerabschnitt (s. Tabelle 1.3-2).

Tabelle 1.3-2: Längseinteilung der Tideelbe in fünf Wasserkörper

Lage	Strom-km	Abschnittslänge (km)	Wasserkörper (ARGE ELBE 2004)	Fließgewässertypisierung (Pottgiesser et al. 2004)
Wehr Geesthacht bis Muggenberger Schleuse/ Harburger Eisenbahnbrücke	586,0 – 615,0	29,0	Elbe (Ost)	Typ 20 – Strom des Tieflandes (limnisch)
bis Mühlenberger Loch	615,0 – 635,0	20,0	Hafen	
bis Schwinge-Mündung bis Grauerort ¹⁾	635,0 – 654,9 635,0 – 660,5	19,9	Elbe (West)	Typ 22 – Marschgewässer (limnisch)
bis Kugelbake	654,9 – 727,0	72,1	Übergangsgewässer	Typ T1 – Übergangsgewässer (brackig)
bis Scharhörn bzw. bis seewärtiges Ende ³⁾	727,0 – 746,3 bis 756	29,0	Küstengewässer ²⁾	Küstengewässer (marin)
Gesamt	586,0 – 756	ca. 170	Tideelbe	-

- Erläuterungen:
- 1) Nicht mehr aktuelle Abgrenzung nach ARGE ELBE 2002.
 - 2) Im Küstengewässer der FGE (Flussgebietseinheit) Elbe kommen 3 der 5 Gewässertypen der Ökoregion Nordsee vor. LANU Schleswig-Holstein (2004) gibt eine differenzierte Betrachtung des Wasserkörpers Küstengewässer mit Unterscheidung mehrerer „Nordseetypen“. Relevant sind hier lediglich zwei Typen.
 - 3) nach WSD Nord & BWA 2005 (Untersuchungsrahmen)
Quelle: ARGE ELBE (2004a)

³ Wasserkörper im Sinne der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000) sind hinsichtlich ihrer physikochemischen und morphologischen Beschaffenheit homogene Gewässerabschnitte.

Im vorliegenden Teilgutachten wird den Vorgaben der WRRL gefolgt, d.h. es wird die Einteilung der Tideelbe nach Wasserkörpern (s.a. Abbildung 2.1-1) zugrunde gelegt. Diese Einteilung ist administrativ. Wird in Abbildungen, Tabellen oder Textteilen davon abgewichen, so hat dies in der Regel schutzgutspezifische Gründe, die eine Zusammenlegung oder weitere Aufteilung der Wasserkörper geboten erscheinen lassen.

Gemäß Untersuchungsrahmen gehören auch die tidebeeinflussten Nebenflüsse und Nebengewässer zum Untersuchungsgebiet. Bei den Nebenflüssen handelt es sich definitionsgemäß um Flüsse zweiter Ordnung, die in diesem Fall in die Tideelbe münden. Zu den Nebengewässern zählen insbesondere die aus ehemaligen Seitenarmen der Elbe hervorgegangenen sogenannten Nebenelben sowie kleinere, tideoffene Gewässer (Bäche, Priele u.ä.). Nachfolgend werden die Nebenflüsse und Nebengewässer in Wasserkörper(gruppen) eingeteilt und den Fließgewässertypen (Pottgiesser et al. 2004) zugeordnet (Tabelle 1.3-3). Die Gewässer sind nach ihrer Lage linksseitig bzw. rechtsseitig der Elbe und nachfolgend stromaufwärts gehend gelistet. Eingestellt sind nur die tidebeeinflussten Unterläufe.

Tabelle 1.3-3: Zuordnung der „Nebenflüsse und Nebengewässer“ gem. WRRL

Gewässer, Lage	Teileinzugsgebiet u. Wasserkörper(gruppe) ¹⁾	Fließgewässertypisierung (Pottgiesser et al. 2004)
Rechtsseitig der Tideelbe		
Stör	Teg 5 Stör, Wkg bk_6	Typ 22 – Marschengewässer
Krückkau	Teg 6 Bille/Krückkau, Wkg kr_11	Typ 22 – Marschengewässer
Pinnau	Teg 6 Bille/Krückkau, Wkg pi_5	Typ 22 – Marschengewässer
Wedeler Au Hetlinger Binnenelbe	Teg 6 Bille/Krückkau, Wkg pi_15 Teg 6 Bille/Krückkau, Wkg pi_14	Typ 14 – Sandgeprägter Tieflandbach Typ 22 – Marschengewässer (künstlich)
Flottbek	el_4 Flottbek	Typ 16 – Kiesgeprägte Tieflandbäche
Linksseitig der Tideelbe		
Oste	Tideoffene Gewässer der Marschen (rechts der Oste)/ Übergangsgewässer (Elbe)	Typ 22.2 – Flüsse der Marschen 1 Typ 15 – Sand- u. lehmgeprägte Tieflandflüsse
Freiburger Hafenriel	Tideoffene Gewässer der Marschen (rechts der Oste)/ Übergangsgewässer (Elbe)	Typ 22.1 – Gewässer der Marschen
Wischhafener Süderelbe	Tideoffene Gewässer der Marschen (rechts der Oste)	Typ 22.1 – Gewässer der Marschen
Ruthenstrom	Tideoffene Gewässer der Marschen (rechts der Oste)	Typ 22.1 – Gewässer der Marschen
Gauensieker Schleusenfleth/ Krautsander Binnenelbe	Tideoffene Gewässer der Marschen (rechts der Oste)	Typ 22.1 – Gewässer der Marschen
Barnkruger Loch	Tideoffene Gewässer der Marschen (rechts der Oste)	Typ 22.1 – Gewässer der Marschen
Bützflether Süderelbe	Tideoffene Gewässer der Marschen (rechts der Oste)	Typ 22.1 – Gewässer der Marschen
Schwinge	29004 Este, Lühe, Schwinge, tidebeeinflusst	Typ 22.1 – Gewässer der Marschen
Lühe	29004 Este, Lühe, Schwinge, tidebeeinflusst	Typ 22.2 – Flüsse der Marschen 1
Este	29004 Este, Lühe, Schwinge, tidebeeinflusst	Typ 22.2 – Flüsse der Marschen 1
Seeve	29005 Seeve Unterlauf	Typ 22.2 – Flüsse der Marschen 1
Ilmenau	28012 Ilmenau, Olderhausen – Mündung	Typ 22.2 – Flüsse der Marschen 1
Luhe	28016 Luhe (Unterlauf)	Typ 15 – sand- u. lehmgeprägte Tieflandflüsse

Erläuterungen: ¹⁾ soweit im UG befindlich
Die Informationen in der Tab. wurden den B- u. C-Berichten der Bundesländer Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein entnommen (Quelle: <http://www.wasserblick.net>).

1.4 Gebietsbezogenes Zielsystem

Die Bewertung des Bestands sowie die Bewertung von Auswirkungen auf die „Aquatische Flora“ durch das Vorhaben erfolgt anhand der Leitbildmethode (vgl. Kap. 1 der Unterlage E: Zusammenfassender UVU-Bericht). Das Prinzip des gebietsbezogenen Zielsystems ist in Tabelle 1.4-1 dargestellt.

Tabelle 1.4-1: Prinzipdarstellung des gebietsbezogenen Zielsystems

Ebene (Kap.)	Art des Ziels		Quellen	Raumbezug	Schutzgut-spezifisch?
1. Ebene (Unterlage E, Kap. 1.4.2)	Oberzielebene: Ziele und Grundsätze der Umweltvorsorge als übergeordnetes Leitbild		§ 1 BNatSchG	Keiner	Nein
2. Ebene (Unterlage E, Kap. 1.4.3)	Zwischenzielebene Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege, die das Oberziel auf der Ebene des Untersuchungsgebietes konkretisieren		Fachgesetzliche und untergesetzliche Vorgaben	Untersuchungsgebiet insgesamt als Teil des Naturraums Unterelbe und des Elbe-Ästuars	Nein, schutzgut-übergreifend
3a. Ebene (Unterlage E, Kap. 1.4.4)	Unterzielebene: Schutzgutspezifische Ziele		Wie 2. Ebene, weiter konkretisiert (vgl. BfG 2002)	Schutzgutspezifische Untersuchungsgebiete, Raumbezug ergibt sich aus dem UR	Ja
3b. Ebene (Unterlage E, Kap. 1.4.4)	Umweltziele nach Stand des Wissens (Ebene 3a) und den laufenden Untersuchungen. Anhand von Leitparametern und Umweltzielen werden für jedes Schutzgut/Teilschutzgut aus der Sicht der Naturschutzes und der Landschaftspflege Soll-Zustände beschrieben. Die Mess- oder Beobachtungsergebnisse des Ist-Zustandes werden mit dem Soll-Zustand verglichen und bewertet. Entwicklung eines schutzgutspezifischen 5-stufigen Bewertungsrahmens (Optimum: Wertstufe 5, Pessimum: Wertstufe 1)				

Erläuterung: Der Begriff „Umweltziel“ wird an Stelle des Begriffspaares „Umweltqualitätsziel (UQZ)“ und „Umweltqualitätsstandard (UQS)“ verwendet, weil nicht für jedes Schutzgut gleichermaßen eine sinnvolle Differenzierung zwischen UQZ und UQS möglich ist.

Die im zusammenfassenden UVU-Bericht (Unterlage E, Kap. 1.4) genannten Zielvorstellungen der Ebenen 1 – 3a bilden die Grundlage für den in Kap. 2.4 dargestellten Bewertungsrahmen, der für die aquatische Flora angewandt wird.

1.5 Vorhabensmerkmale und -wirkungen (Zusammenfassung)

1.5.1 Vorhabensmerkmale

Das Vorhaben wird in der Planfeststellungsunterlage Teil B.2 (Vorhabensbeschreibung) ausführlich beschrieben. Die Auswertung der Vorhabensbeschreibung im Hinblick auf die Umweltrelevanz der beabsichtigten Maßnahmen ist dem zusammenfassenden UVU-Bericht (Unterlage E, Kap. 1) zu entnehmen.

Zusammengefasst besteht das zur Planfeststellung beantragte Vorhaben aus:

1. Ausbaumaßnahmen,
2. begleitenden Baumaßnahmen und
3. Strombau- und Verbringungsmaßnahmen.

Kompensationsmaßnahmen sind Teil des Landschaftspflegerischen Begleitplans (Unterlage G). Zukünftige Unterhaltung und zukünftiger Schiffsverkehr als ausbauinduzierte Folgen und Entwicklungen sind Teil der weiteren, betriebsbedingten Vorhabenswirkungen.

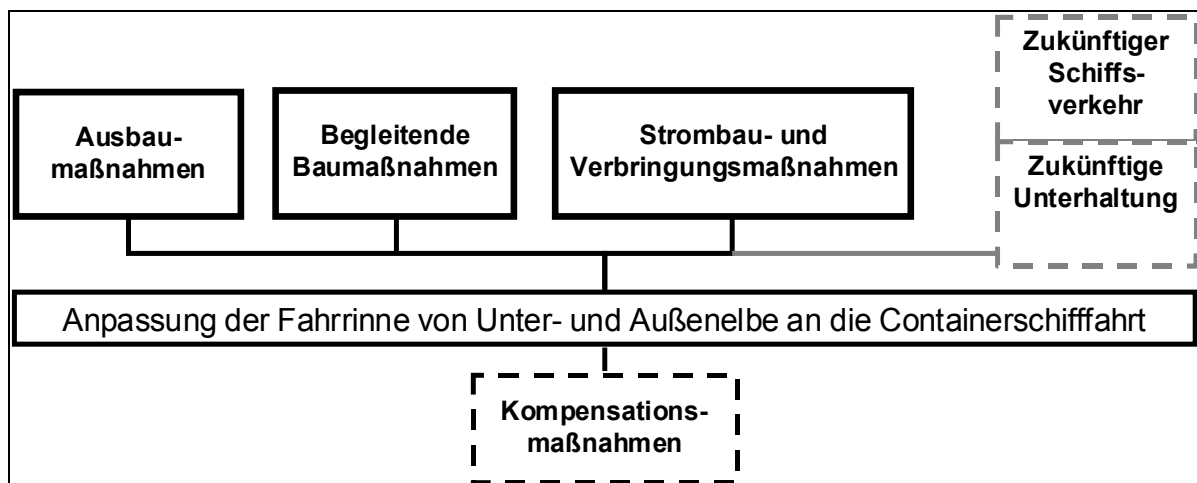


Abbildung 1.5-1: Übersicht der Vorhabensmerkmale

1.5.1.1 Ausbaumaßnahmen

Die Ausbaumaßnahmen zur Anpassung der vorhandenen Fahrrinne an die Schiffsgrößenentwicklung in der Containerschifffahrt umfassen die drei Teilausbaumaßnahmen:

1. Fahrinnenausbau (Vertiefung und Verbreiterung): Innerhalb der 136 km langen Ausbaustrecke (km⁴ 755,3 bis km 619,5) wird die vorhandene Fahrrinne vertieft und ab Störkurve (km 680) bis oberhalb in den Hamburger Hafen streckenweise verbreitert.
2. Herstellung der Begegnungsstrecke: Zwischen km 644 (Ausgang Lühekurve, Bundesstrecke) und km 636 (Blankenese, Delegationsstrecke) wird die Fahrrinne als Begegnungsstrecke für den Schiffsverkehr nach Süden aufgeweitet.
3. Vertiefung von Hafenzufahrten: Park- und Waltershofer Hafen sowie Vorhafen (Hamburger Delegationsstrecke) in Anpassung an die beantragte Solltiefe der Fahrrinne.

Rechnerisch wird eine Sedimentmenge von ca. 33,4 Mio. m³ (bezogen auf das Profilmaß) ausgebaggert. Insgesamt ergibt sich durch Auflockerung des Sediments beim Baggervorgang eine unterzubringende Baggermenge von rund 38,5 Mio. m³ (Schutenmaß). Bei den Mengenangaben sind Baggertoleranz bzw. Vorhaltemaß und Breitenüberbaggerung sowie die Herstellung des Warteplatzes Brunsbüttel (siehe Kap. 1.5.1.2) berücksichtigt.

(a) Die Baggertoleranz betrifft die über die geplante Solltiefe hinausgehende Vertiefung einer Abtragsfläche. Innerhalb der Bundesstrecke werden 0,2 m angesetzt. Auf der Hamburger Delegationsstrecke ist zusätzlich ein Vorhaltemaß vorgesehen, so dass hier 0,5 m (in Teilbereichen auch 1,0 m) angesetzt werden. Die Baggertoleranz betrifft demnach nicht die Fläche, sondern das Baggervolumen.

(b) Die Breitenüberbaggerung sichert die herzustellende Breite (Sollbreite) der Gewässersohle der Fahrrinne, weil es in Abschnitten anstehender Lockersedimente zum Nachrutschen der Böschungen kommen kann, durch die eine erforderliche Sollbreite kurzfristig wieder unterschritten würde. Bei dieser Art der passiven Böschungsanpassung handelt es sich um eine kurzfristige, unmittelbare Reaktion der Topographie auf die Baggerung, also die "Anpassung" der Böschungen an die veränderte (vertiefte) Gewässersohle.

Bei der "Böschungsanpassung" können in Abhängigkeit von den anstehenden Sedimenten prinzipiell drei Gebiete mit unterschiedlichen morphologischen Reaktionen im Böschungsbereich unterschieden werden:

- Seeseitiges Ausbauende bis Wedel (km 644): Böschungsanpassung an beiden Seiten (Regelfall).
- Wedel – Blankenese (km 644 - 636): Böschungsanpassung nur an der Südseite, da an der Nordseite lagestabiler Mergel ansteht.

⁴ km-Angaben im nachfolgenden Text beziehen sich, sofern nicht anders angegeben, auf die aktuelle Fahrrinnen-kilometrierung.

- Blankenese bis Ausbaugrenze: Keine Böschungsanpassung wegen lagestabilem Mergel bzw. vorhandener Ufereinfassungen.

Die Böschungsanpassung in den Bereichen der Ausbaustrecke mit sandigen Sedimenten, die weniger lagestabile Eigenschaften als Mergel aufweisen, wird mit 5 m je betroffener Seite angenommen. Entsprechend beträgt das Vorhaltemaß für die seitliche Überbaggerung 5 m.

1.5.1.2 Begleitende Baumaßnahmen

Folgende drei Baumaßnahmen begleiten die o.g. Ausbaumaßnahmen:

1. Anpassung der Schifffahrtszeichen: Schwimmende Schifffahrtszeichen (Fahrwassertonnen) werden an die sich ändernde Fahrrinnentrassierung angepasst. Darüber hinaus ist ein Neubau der Richtfeuerlinie Blankenese auf der Hamburger Delegationsstrecke vorgesehen: Die heutige Richtfeuerlinie wird um 125 m südlich verschoben. In dieser Linie wird das Unterfeuer ca. 90 m östlich des Anlegers Blankenese und das Oberfeuer nördlich des Jachthafens Mühlenberg errichtet. Die vorhandenen Richtfeuer werden bis auf die Fundamente rückgebaut.
2. Herstellung eines Warteplatzes bei km 695 im Bereich der Nordost-Reede (vor dem Elbehafen Brunsbüttel) und
3. Bau einer Vorsetze in der Köhlbrandkurve (Hamburger Delegationsstrecke).

Die Wirkfaktoren sind teilweise mit denen der Ausbaumaßnahmen identisch.

1.5.1.3 Strombau- und Verbringungsmaßnahmen

Das Strombau- und Verbringungskonzept ist ein wesentlicher Bestandteil der Planungen zur Fahrrinnenanpassung (vgl. Unterlage B.2).

Verbringungsarten

Die gebaggerten Sedimente, allgemein das Ausbaubaggergut (im Unterschied zu Unterhaltungsbaggergut), werden in der Unter- und Außenelbe strombaulich optimierend eingebaut. Ein Teil der Sedimente soll darüber hinaus in der Außenelbe umgelagert und ein Teil auf Spülfelder verbracht werden. Es besteht eine Option, bautechnisch geeignete Sande an Dritte zu verkaufen, allerdings ist dies nicht umweltrelevanter Teil des Vorhabens der Fahrrinnenanpassung.

Im Rahmen der UVU sind

- das Umlagern und
- der Einbau von Sedimenten

in Unter- und Außenelbe von Belang.

Umlagern von Sediment (Umlagerungsstellen)

Für eine Umlagerung von Ausbaubaggergut ist eine Verbringung bevorzugt in den folgenden zwei Bereichen vorgesehen:

- Medembogen und
- Neuer Luechtergrund

Einbau von Sedimenten

Der Einbau der Sedimente erfolgt in

- 6 Unterwasserablagerungsflächen (ca. 1.283,4 ha)
- 1 Übertiefe (ca. 6,0 ha)
- 7 Ufervorspülungen (ca. 329,5 ha)
- 4 Spülfeldern auf zwei Elbinseln (98,6 ha).

(Hinweis: Die Spülfelder auf Pagensand sind für (ausbaubedingt erhöhtes) Unterhaltungsbaggergut vorgesehen.

Folgende Verbringungsarten und -orte kennzeichnen das Vorhaben (Flächen sind ca.-Angaben in ha):

Unterwasserablagerungsflächen (UWA)

- UWA Medemrinne Ost (627,9 ha, bei km 717-711)
- UWA Neufelder Sand (490,3 ha, bei km 707-702)
- UWA Glameyer Stack Ost (62,6 ha, km 717-714)
- UWA St. Margarethen (27,6 ha, bei km 692-690)
- UWA Scheelenkuhlen (48,3 ha, bei km 687-685)
- UWA Brokdorf (26,7 ha, bei km 685-683)

Übertiefenverfüllung (ÜV)

- ÜV St. Margarethen (6,0 ha, bei km 689,1-688,8)

Ufervorspülungen (UF)

- UF Brokdorf (12,9 ha, bei km 684,5-683)
- UF Glückstadt/Störmündung (unterh.) „Hollerwettern“ (113,7 ha, bei km 681,5-678,5)
- UF Glückstadt/Störmündung (oberh.) (105,7 ha, bei km 678-676)
- UF Kollmar (drei Bereiche, 44,3 ha, bei km 669-664)
- UF Hetlingen (14,1 ha, bei km 650,5-648,5)
- UF Wisch (Lühemündung) (13,9 ha, bei km 644,5-643,8)
- UF Wittenbergen (24,9 ha, bei km 638-636)

Spülfelder (SF)

- SF Schwarztonnensand (61,9 ha)
- SF Pagensand (37,7 ha): drei SF für Feinstsedimente aus der dem Ausbau folgenden Unterhaltungsbaggerung vorgesehen: 2 bestehende (SF I und II) und ein neues Spülfeld (SF III).

1.5.2 Vorhabenswirkungen

In die UVU werden alle bau-, anlage-/betriebsbedingten Wirkfaktoren des beantragten Vorhabens eingestellt.

Die Vorhabenswirkungen während der Bauphase sind von den übrigen Vorhabenswirkungen aufgrund ihrer kurz- bis mittelfristigen Wirkungsdauer eindeutig abzugrenzen.

Anlage- und betriebsbedingte Vorhabenswirkungen (die oft nicht eindeutig getrennt werden können) wirken dagegen langfristig oder treten regelmäßig wiederkehrend auf.

In Tabelle 1.5-1 wird eine Übersicht der Vorhabenswirkungen (bau-, anlage-/betriebsbedingt) gegeben, die in der UVU zu berücksichtigen sind. Bei den Anlagen der Richtfeuerlinie Blankenese wird neben dem Neubau der Anlagen auch der Rückbau der vorhandenen Richtfeuer betrachtet.

Tabelle 1.5-1: Vorhabenswirkfaktoren

Vorhabensmerkmal	Wirkungen
Vorhabensmerkmal	Baubedingte Wirkungen
Ausbaumaßnahmen - Nassbaggerungen mit Eimerkettenbaggern, Schleppkopfsaugbaggern und Löffelbaggern	Einsatz von Schiffen und sonstigem technischen Gerät zur Entnahme von Sedimenten: - optische Wahrnehmbarkeit der Baggerfahrzeuge und Transportschuten - Schallemissionen (Unterwasserschall, Luftschall) - Luftschadstoffemissionen Sedimentabtrag: - Sedimentfreisetzung, Trübung und Erhöhung des Schwebstoffgehaltes - Freisetzung und Verlagerung Sauerstoff zehrender Sedimente - Freisetzung und Verlagerung nähr- und schadstoffhaltiger Sedimente - vorübergehende Veränderung von Gewässersohle
Begleitende Baumaßnahmen - Ausbaubaggerung zur Herstellung eines Warteplatzes Brunsbüttel	- wie vor -
Begleitende Baumaßnahmen - Bau eines neuen Ober- und Unterfeuers bei Blankenese und Rückbau der vorhandenen Richtfeuer in diesem Bereich - Bau einer Vorsetze in der Köhlbrandkurve	Wasser- und landseitiger Geräte- und Maschineneinsatz, Einsatz von Schiffen (Materialtransport etc.), Baustelleneinrichtung; Entnahme, Transport und Einbringung von Sedimenten, Boden und Baumaterial: - Optische Wahrnehmbarkeit von Baufahrzeugen, Baggerfahrzeugen und Transportschuten - Schallemissionen (Unterwasserschall, Luftschall) - Luftschadstoffemissionen - vorübergehende Flächeninanspruchnahme - vorübergehende Veränderung von Geländeoberfläche und Gewässersohle
Strombau- und Verbringungsmaßnahmen - Umlagern von Sediment - Herstellung von Unterwasserablageungsflächen - Übertiefenverfüllung - Ufervorspülungen - Spülfeldherrichtung und -beschickung	Wasser- und landseitiger Geräte- und Maschineneinsatz, Einsatz von Schiffen (Materialtransport etc.), Baustelleneinrichtung; Entnahme, Transport und Einbringung von Sedimenten, Boden und Baumaterial: - Optische Wahrnehmbarkeit von Baufahrzeugen, Schiffen und Transportschuten - Schallemissionen (Unterwasserschall, Luftschall) - vorübergehende Flächeninanspruchnahme - vorübergehende Veränderung von Geländeoberfläche und Gewässersohle z.B. durch Spüleleitungen

Vorhabensmerkmal	Wirkungen
Vorhabensmerkmal	Anlagebedingte Wirkungen
Ausbaumaßnahmen - Ausgebaute Fahrrinntiefe - Ausgebaute Fahrrinnenbreite - Begegnungsstrecke - Angepasste Hafenzufahrten	- Veränderte Gewässertopografie und Gewässersohle (Beschaffenheit und Struktur, Tiefe/Lage etc.) - Veränderte Morphodynamik - Veränderte Strömungsgeschwindigkeiten und Sedimenttransporte - Veränderte Tidewasserstände - Veränderte Salzgehalte
Begleitende Baumaßnahmen - Warteplatz Brunsbüttel - Vorsetze in der Köhlbrandkurve - Neubau der Richtfeuerlinie Blankenese - Rückbau der vorhandenen Richtfeuer	- Veränderte Gewässertopografie und Gewässersohle (Beschaffenheit und Struktur, Tiefe/Lage etc.) - Veränderte Geländeoberflächen (im terrestrischen Bereich) und Strukturen - Vorhandensein von Bauwerken und Schifffahrtszeichen (z.T. veränderte Lage)
Strombau- und Verbringungsmaßnahmen im terrestrischen Bereich - zwei Ufervorspülungen, die über MThw hinausgehen - Spülfelder	- Veränderte Geländeoberflächen oberhalb MThw bzw. im terrestrischen Bereich
Strombau- und Verbringungsmaßnahmen unterhalb MThw - Unterwasserablagerungsflächen - Übertiefenverfüllungen - Ufervorspülungen - Umlagerungsstellen	- Veränderte Gewässertopographie und Gewässersohle (Beschaffenheit und Struktur, Tiefe/Lage etc.) unterhalb MThw - Veränderte Morphodynamik - Veränderte Strömungsgeschwindigkeiten und Sedimenttransporte - Veränderte Tidewasserstände
Vorhabensmerkmal	Betriebsbedingte Wirkungen
Unterhaltungsbaggerungen	- Veränderter Unterhaltungsaufwand (Quantität und Lage) - vgl. baubedingte Wirkungen der Ausbaumaßnahmen
Unterhaltungsbaggerungen	- Veränderte Umlagerung s.o.
Beschickung SF Pagensand mit Unterhaltungsbaggertgut (Feinstsedimente)	- Spülbetrieb auf drei Jahre befristet
Schiffsverkehr	- Veränderter Schiffsverkehr bzw. Zunahme schiffsinduzierter Belastungen (z.B. Wellen).
Neue Richtfeuer	- Betrieb des Richtfeuers
Rückgebaute Richtfeuer	- Wegfall des Richtfeuerbetriebs

2 BESCHREIBUNG UND BEWERTUNG DES IST-ZUSTANDS

2.1 Art und Umfang der Datenbasis

Im Verlauf einer Vegetationsperiode kommt es in Abhängigkeit von maßgeblichen Umweltfaktoren (Temperatur, Licht, Nährstoffe, Abfluss) zu einer Entwicklung der Phytoplankton- und Phytobenthosbestände, die in der Regel als „standing crop“⁵ erfasst werden. Zur Beschreibung von Art und Ausmaß dieser Zustände werden nachfolgend die dargestellten Merkmale herangezogen.

2.1.1 Kenngrößen des Phytoplanktons

- Summarische Biomasseparameter: Chlorophyll a-Konzentrationen, Konzentrationen der Pheopigmente (Abbauprodukte des Chlorophyll a)
- Spezifische Biomasseparameter: Abundanzen und Biovolumina von Arten⁶ und Artengruppen (Ordnungen, Klassen) aus den Zähllisten der quantitativen Analysen
- Artenlisten⁷

Das Phytoplankton der Tideelbe wird jährlich 6 mal in den Monaten Februar, Mai, Juni, Juli, August und November durch Hubschrauberbefliegungen an 10 Messstellen beprobt, davon 6 im Elbstrom und 4 in Nebenelben (Abbildung 2.1-1). Die Proben werden ca. 1 Stunde vor Niedrigwasser aus dem vollen Ebbstrom geschöpft. Zu dieser Zeit besteht die intensivste vertikale Durchmischung im Wasserkörper (ARGE ELBE 1999-2004). Die hier dargestellten Verhältnisse zur Beschreibung des Ist-Zustands basieren auf den Daten der Zeitreihen 1997 bis 2004.

Einige Zuflüsse im Abschnitt der Tideelbe sind 2002 bzw. 2003 im Hinblick auf ihr Phytoplankton untersucht worden: Pinnau, Krückau und Stör (rechtsseitig), Ilmenau und Oste (linksseitig). Die Daten beziehen sich auf eine 6malige Beprobung, einen Jahresgang bzw. eine Vegetationsperiode abbildend. Es handelt sich um Messstellen, die nicht oder nicht vollständig vom Tideeinfluss abgeriegelt sind.

Die Institutionen, die Daten zur Verfügung gestellt haben und bei denen die Urheberrechte liegen, sind:

- Wassergütestelle Elbe (WGE): Zähllisten des Phytoplanktons der Tideelbe 1997 bis 2002 und diesbezügliche Angaben zur Konzentration des Chlorophyll a und der Pheopigmente 1997 bis 2002, physiko-chemische Angaben für die Messstellen Zollenspieker, Seemannshöft und Grauerort 1997 bis 2004,
- Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein (LANU SH): Arten- und Zähllisten des Phytoplanktons der Tideelbe 2003 und 2004, Zähllisten des Phytoplanktons aus Pinnau, Krückau und Stör für 2003.

⁵ standing crop = stehende Ernte = Diejenige Biomasse, die sich zu einem bestimmten Zeitpunkt entwickelt hat und „geerntet“, besser gesagt gemessen werden kann.

⁶ Zähllisten enthalten die quantitativ nachgewiesene Taxa mit einem \pm bedeutenden Anteil am Aufbau der Biomasse

⁷ Artenlisten enthalten (im Gegensatz zu Zähllisten) alle Funde, ohne ihre Bedeutung für den Aufbau der Gesamtheit zu berücksichtigen.

- Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Betriebsstelle Stade: Konzentrationen des Chlorophyll a und der Phaeopigmente für die Tideelbe aus 2003 und 2004 bzw. aus 2000 bis 2004 für die Messstellen Seemannshöft und Grauerort, Zähllisten des Phytoplanktons aus Ilmenau und Oste für 2002.

Für die Durchführung der Messprogramme und Auswertung der Daten, einschließlich der Qualitätssicherung, sind die genannten Institutionen ebenso verantwortlich.

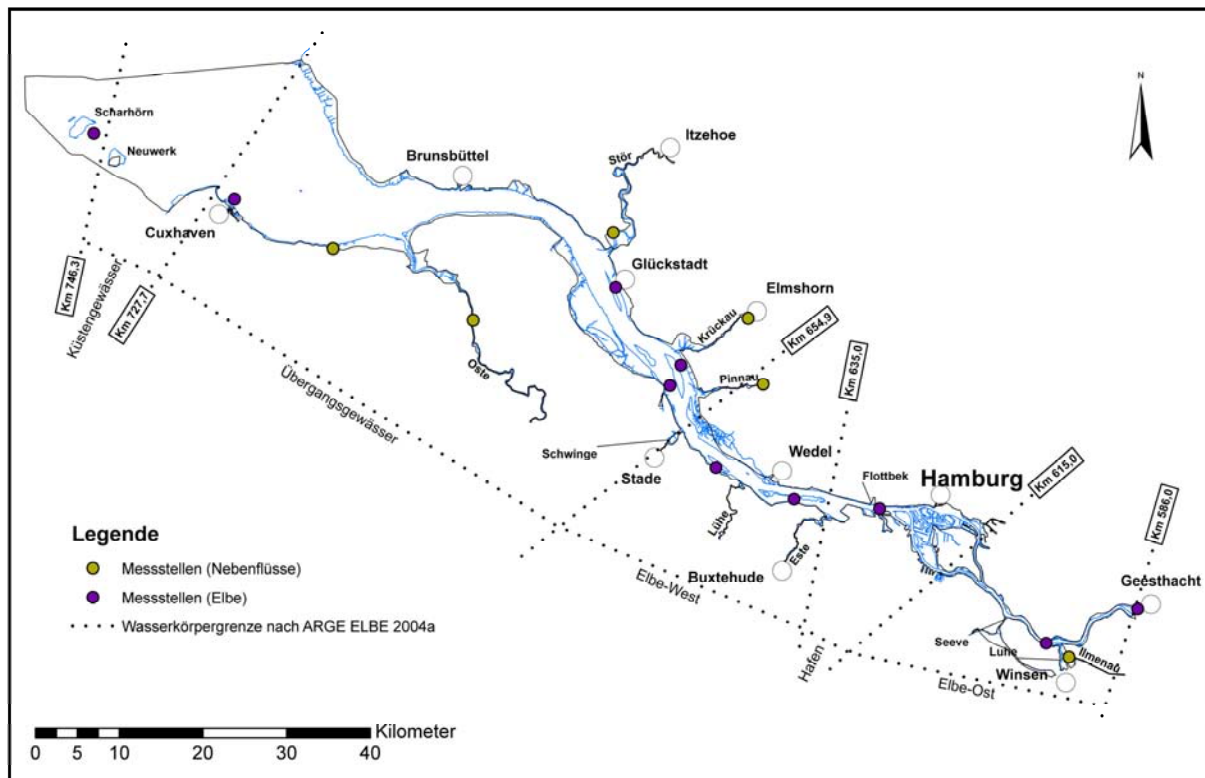


Abbildung 2.1-1: Lage der Messstellen für Phytoplankton im Untersuchungsgebiet

Erläuterung: Dargestellt sind die 10 Messstellen im Elbstrom und in den Nebenelben sowie die Messstellen im Bereich einiger Nebenflüsse.

2.1.2 Kenngrößen des Phytobenthos

Taxonomische Zusammensetzung: Artenlisten der Diatomeen mit

- Angaben zur relativen Abundanz der identifizierten Taxa⁸
- Angaben zu übrigen Algenklassen (soweit vorhanden)

Benthische Kieselalgen sind im Bereich der Tideelbe und ihrer Zuflüsse 2002 u. 2003 (in der Oste auch 2004) durch den NLWKN untersucht worden. Dabei wurden drei Probenahmen während der Vegetationsperiode durchgeführt, um den Frühjahrs-, den

⁸ Die Kieselalgen werden dazu einer speziellen Präparation unterzogen. In Streupräparaten, die nur noch die verkieselten Zellwände enthalten, lassen sich die Arten identifizieren und in einer Stichprobe von >400 Schalen zu relativen Abundanzen quantifizieren

Sommer- und den Herbstaspekt zu erfassen. In der Regel wurde das bei Niedrigwasser freiliegende Sediment beprobt. Wo das nicht möglich war (Messstellen oberhalb von Sperrwerken), ist auf den Aufwuchs an Steinen und anderen Hartsubstraten zurückgegriffen worden.

2.1.3 Steuernde Umweltfaktoren

Die Phytoplankton- und Phytobenthosgemeinschaften reagieren auf bestimmte Umweltfaktoren. Diese Faktoren unterliegen selbst einer saisonalen Variabilität, die mit Einschränkungen vorhersagbar ist (Temperatur, Licht, Abfluss), daneben aber stochastische Elemente enthalten, die sich der Prognose entziehen. Pflanzliche Nährstoffe (Phosphate, anorganische Stickstoffverbindungen), mit Ausnahme des Silizium (Makronährstoff für Kieselalgen), limitieren das Algenwachstum im stark eutrophierten Zustand nicht. Man spricht von einem ernährungsphysiologischen Kompletmedium und geht davon aus, dass kein Nährstoff ins Minimum gerät.

Zudem entfalten Umweltfaktoren ihre Wirkung durch Interferenz, d.h. durch Wechselwirkungen bildet sich ein spezifisches (raumzeitliches) Bedingungsgefüge heraus, an das sich die Lebensgemeinschaften anpassen. Die folgenden Umweltvariablen, von denen Zeitreihen vorliegen (s. z.B. Unterlage H.2a – Wasserbeschaffenheit/Stoffhaushalt) müssen bei der Interpretation der Phytoplankton- und Phytobenthosdaten berücksichtigt werden.

Limnischer Einfluss

- Abflussdynamik: Oberwasserabfluss und Aufenthaltszeit
- Allochthoner Stoffeintrag aus der Mittelelbe (Seston).

Mariner Einfluss

- Gezeitendynamik: periodische (pulsierende) Änderung von Wasserstand und Fließgeschwindigkeit durch Anstau, Verlängerung der Aufenthaltszeit
- Salinität durch Meerwassereinfluss
- Partikelaggregation und -konzentration (Trübstoffmaximum).

Weitere relevante steuernde Umweltfaktoren für Phytoplankton und/oder Phytobenthos sind die Wassertiefe und die Durchmischung des Wasserkörpers. In Tabelle 2.1-1 sind für ausgewählte Abschnitte die Dimensionen des Wasserkörpers aufgeführt. Sie beziehen sich auf einen ca. 70 km langen Elbabschnitt unterhalb Hamburgs von Seemannshöft bis zur Ostemündung (Elbe-West und Übergangsgewässer) und verdeutlichen die Ausmaße der Tideelbe, vor allem die große mittlere Tiefe von 9,2 m. Demgegenüber betragen die Wassertiefen oberhalb Hamburgs (Elbe-Ost) nur 2,0 m bis 5,5 m.

Bezüglich der Durchmischung des Wasserkörpers geht man von polymiktischen Verhältnissen, also einer in der Regel vollständig durchmischten Wassersäule aus.

Tabelle 2.1-1: Dimensionen einzelner 10 km-Abschnitte der Tideelbe

km	V [Mio m ³]	A [km ²]	Wasserkörper gem. WRRL	z [m]
632 bis 645	173,6	23,2	Elbe (West)	9,7
645 bis 655	155,8	18,6		8,4
655 bis 665	222,2	25,5	Übergangsgewässer	8,7
665 bis 675	254,6	28,9		8,8
675 bis 685	286,9	32,4		8,9
685 bis 695	296,1	26,8		11,0
695 bis 705	288,7	29,9		9,1
Summe	1777,9	185,3	Mittelwert	9,2

Erläuterung: aus Fast (1993), V = Volumen, A = Wasserfläche, z = Wassertiefe

Hinweis: Die Angaben in der Tabelle beziehen sich auf den Zustand vor der vorherigen Fahrrinnenanpassung und haben lediglich orientierenden Charakter

2.1.4 Literaturangaben

Nicht zuletzt konnte auf zahlreiche Veröffentlichungen und darin aufbereitete Phytoplankton- und Phytobenthosdaten zurückgegriffen werden: Schulz (1961), Gätje (1992), Fast (1993), Wolfstein (1996), IHF (1997), Geisler & Kies (2003), ARGE ELBE (1984, 1992, 2002, 2004). Diese decken, chronologisch angeordnet, nahezu das gesamte 20. Jahrhundert ab (und belegen derart auch die Historie der Fahrrinnenanpassungen in der Tideelbe). Ausführlich sind die Verhältnisse im Materialband VII der Unterlagen zur vorangegangenen Fahrrinnenanpassung zusammengestellt und beschrieben (IHF 1997).

2.1.5 Planerischer Ist-Zustand

Einige Maßnahmen im Untersuchungsgebiet, die derzeit realisiert werden oder deren Realisierung zweifelsfrei unmittelbar bevorsteht, sind im Sinne eines unmittelbar vor Beginn des Fahrrinnenausbaus gegebenen planerischen Ist-Zustands (PIZ) in der UVU zu berücksichtigen (WSD Nord & BWA 2005). Eine Übersicht über die betreffenden Maßnahmen wird in Kap. 1.2.1.1.2 der Unterlage E (zusammenfassender UVU-Bericht) gegeben. Der PIZ wird im vorliegenden Teilgutachten im Kap. 2.3.3 bearbeitet.

2.2 Bewertung der Datenbasis und Hinweise auf Kenntnislücken

Die in Bezug auf das Teilgutachten „Aquatische Flora“ bestehende Datenbasis ist für eine Beschreibung und Bewertung der projektbedingten Auswirkungen ausreichend. Größere oder schwerer wiegende Kenntnislücken sind nicht gegeben, wie die nachstehend für das Phytoplankton und Phytobenthos recherchierten Ergebnisse belegen.

Phytoplankton

Lange Zeitreihen, wie aus den Routineuntersuchungen des Phytoplanktons der Tideelbe aus den Hubschrauberbefliegungen vorliegend, haben eine hohe Aussagekraft und ermöglichen gute Vergleiche mit Angaben aus der Literatur.

Die ausgewerteten Zeitreihen des Phytoplanktons der Tideelbe von 1997 bis 2004 schließen an die im Rahmen der vorangegangenen Fahrrinnenanpassung ausgewerteten Datenreihen an (IHF 1997), so dass hier eine kontinuierliche Betrachtung und gute Vergleiche möglich sind. Dies bezieht sich auf die Chlorophyll a-Konzentrationen und Abundanzen (Zellzahlen) des Phytoplanktons.

Die Biomassen des Phytoplanktons werden seit 2003 direkt bestimmt, d.h. nach Zählung und Vermessung der Algenzellen werden ihre Populationen zu Biovolumina hochgerechnet. Dies stellt eine wertvolle Ergänzung des Datenmaterials dar, denn die zuvor als alleiniger Biomasseparameter ermittelten Chlorophyll a-Konzentrationen beschreiben die Biomasse lediglich summarisch und indirekt.

Aus den Jahren 2003 und 2004 liegen vollständige Artenlisten vor, die im Rahmen der Erstellung des Gutachtens zur aquatischen Flora hinzugezogen wurden. Hiermit ergibt sich ebenfalls eine wertvolle Ergänzung der Zähllisten der vorangegangenen Jahre, von denen fünf im Elbstrom und vier in den Nebeneiben liegen. Alle Wasserkörper (s. Abbildung 2.1-1) sind berücksichtigt worden. Geesthacht (km 585-Messstelle 10) liegt oberhalb des UG und wird vergleichsweise hinzugezogen.

Phytobenthos

Die ausgewerteten Phytobenthosuntersuchungen stellen punktuelle Erhebungen in Zuflüssen und auf Wattflächen der Tideelbe dar. Neuere Untersuchungen stammen aus den Jahren 2002 und 2004 (NLWKN), ältere aus den 1990er Jahren (Gätje 1992).

Das Phytobenthos ist im Untersuchungsgebiet in der näheren Vergangenheit nicht vollständig untersucht worden. In der Regel wurden Diatomeenanalysen durchgeführt. Mit der so ermittelten Vergesellschaftung der Kieselalgen eines Standortes wird zum einen die meist dominierende Algenklasse erfasst, zum anderen finden sich gerade in dieser Algenklasse aussagekräftige Bioindikatoren.

Es wird davon ausgegangen, dass die vorliegenden Daten verallgemeinert werden können, und somit für vegetationslose – d.h., makrophyten- und makroalgenfreie Flächen des Watts – repräsentativ sind. Das UG kann demnach mit den zur Verfügung stehenden Angaben hinreichend genau beschrieben werden.

2.3 Beschreibung des Ist-Zustands

2.3.1 Phytoplankton

2.3.1.1 Summarische Biomasseparameter (Chlorophyll a)

Nachfolgend wird der Zustand des Phytoplanktons im Elbstrom und seinen Nebenelben und betrachtet. Die Betrachtung der Nebenflüsse erfolgt in Kapitel 2.3.1.5.

Alle Algen (Cyanobakterien und Eukaryonten) enthalten Chlorophyll a. Die Phytoplanktonbiomasse wird daher häufig als Chlorophyll a-Konzentration in [$\mu\text{g/L}$] angegeben. Diese Hilfsgröße beschreibt die Phytoplanktongemeinschaft summarisch und indirekt. Da der Pigmentgehalt von der Algenklasse und dem physiologischen Zustand der Algen abhängig ist und somit stark variieren kann, ohne dass sich an der Biomasse Veränderungen messen lassen, stellen die Chlorophyll a-Konzentrationen Näherungswerte der Phytoplanktonbiomasse dar. Dennoch hat sich dieser Parameter in der Praxis etabliert, da phototrophe Lebensformen spezifisch und mit vertretbarem Aufwand erfasst werden können, und gesicherte Korrelationen mit Faktoren der Wasserbeschaffenheit wie Phosphorkonzentration und Sichttiefe durch Trübung bestehen. Aus dem Vergleich von Messreihen lassen sich aussagekräftige Schlussfolgerungen ziehen.

Für den Phaeopigmentgehalt gilt Analoges, da es sich hier um eine Summe von Abbauprodukten des Chlorophyll a handelt. Das Vorkommen von Phaeopigmenten kennzeichnet die Vitalität der Phytoplanktongemeinschaft. Egalisieren sich Chlorophyll a- und Phaeopigmentkonzentration ($\text{Phaeo/Chl a} = 1$), ist dies ein Indiz für gesteigerte Phytoplanktonmortalität in gealterten und/oder geschädigten, nicht mehr im Wachstum befindlichen Phytoplanktonzönosen (Abbildung 2.3-5, S. 26).

Aus der Abbildung 2.3-1 sowie aus der dazugehörigen Tabelle 2.3-1 geht hervor, dass sich stromabwärts eine starke Abnahme der Chlorophyll a-Konzentrationen beobachten lässt. Diese nehmen von $146,5 \mu\text{g/L}$ bei km 598,7 (Zollenspieker) auf $5,9 \mu\text{g/L}$ bei km 746,3 (Scharhörn) ab (Median einer achtjährigen Zeitreihe 1997-2004). Am stärksten ist der Gradient zwischen Zollenspieker (oberhalb des Hamburger Stromspaltungsgebietes) und Seemannshöft (unmittelbar unterhalb des Hamburger Hafens, km 628,8) ausgeprägt, wenn die Chlorophyll a-Konzentrationen von $146,5 \mu\text{g/L}$ auf $38,5 \mu\text{g/L}$ zurückgehen. Dies entspricht einem Verbleib von 26 % der oberhalb des Hamburger Hafens ermittelten Algenbiomasse bei Seemannshöft.

Im Verlauf der Fahrrinne befinden sich weitere Messstellen: Grauerort (km 660,5) und Kugelbake (km 727), Abbildung 2.3-1). Hier setzt sich der Rückgang der Chlorophyll a-Konzentrationen auf $13,0 \mu\text{g/L}$ bzw. $7,4 \mu\text{g/L}$ fort. In der Außenelbe bei Scharhörn wurde ein Median von (noch geringeren) $5,9 \mu\text{g/L}$ ermittelt. Anhand anderer Maßzahlen (75 %-und 95 %-Quantile, Maximum) lässt sich insgesamt aber ein anderer Trend verzeichnen: das Phytoplankton der Außenelbe wächst wieder. Die entsprechenden Verhältnisse in den Nebenelben sind in Tabelle 2.3-2 und Abbildung 2.3-2 zusammengestellt.

Tabelle 2.3-1: Chlorophyll a-Konzentrationen im Elbstrom: Tideelbe (Zeitreihe 1997-2004)

	Minimum	5 % Perzentil	25 % Quartil	Median	75 % Quartil	95 % Perzentil	Maximum
Zollenspieker Km 598,7	4,4	8,9	35,5	146,5	220,0	349,6	402,6
Seemannshöft Km 628,8	4,4	6,5	14,8	38,5	72,0	116,1	130,2
Grauer Ort Km 660,5	3,0	3,2	10,4	13,0	16,3	36,3	54,8
Kugelbake Km 727,0	1,9	2,9	4,4	7,4	10,4	12,1	14,8
Scharhörn Km 746,3	1,5	1,5	3,0	5,9	12,2	24,7	35,5

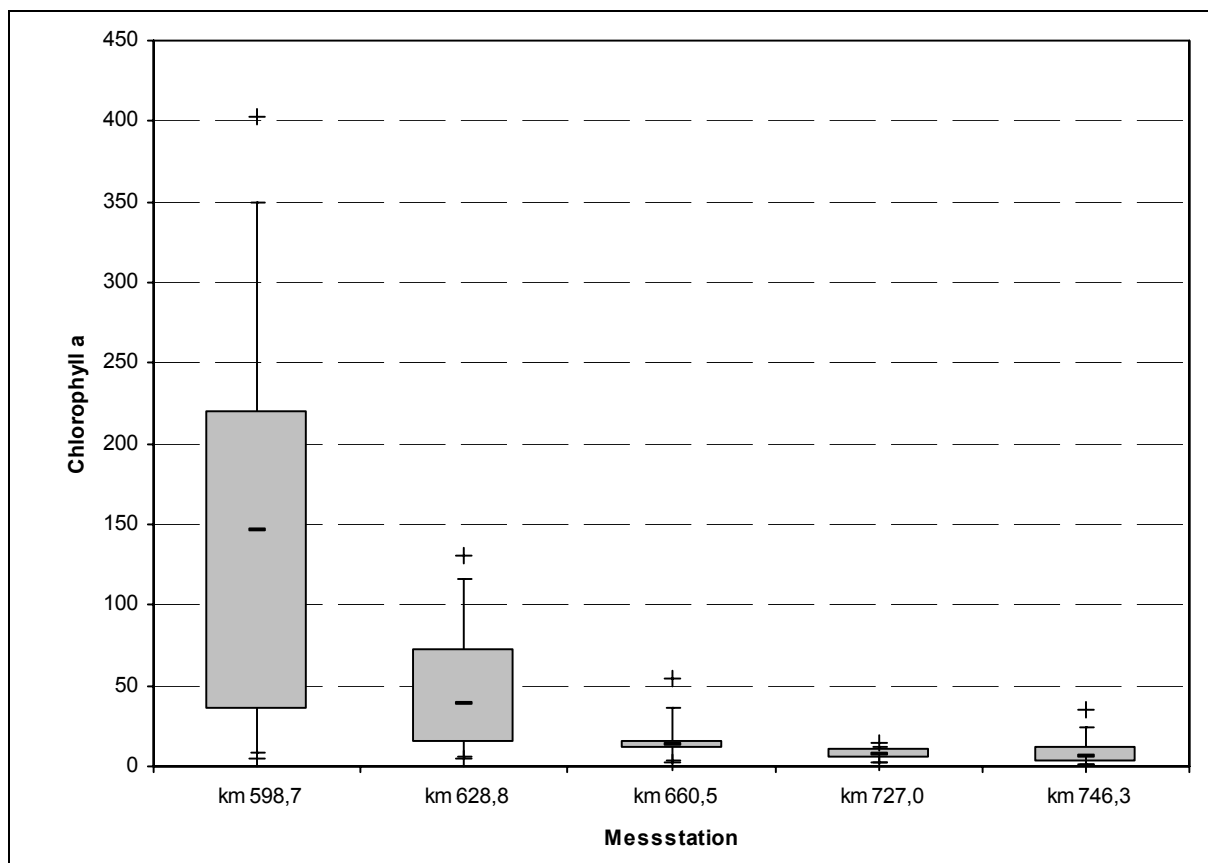


Abbildung 2.3-1: Chlorophyll a-Konzentrationen [µg/L] der Zeitreihe 1997-2004 aus dem Hauptstrom der Tideelbe

Erläuterung: Standardisierte Wiedergabe als Box and Whisker Plot: statistische Maßzahlen einer achtjährigen Messreihe und einer Messfrequenz von 6 mal pro Jahr.

Tabelle 2.3-2: Chlorophyll a-Konzentrationen [$\mu\text{g/L}$] in Nebenelben (1997-2004)

	Minimum	5 % Perzentil	25 % Quartil	Median	75 % Quartil	95 % Perzentil	Maximum
Hahnöfer Nebenelbe Km 639,5	3,0	6,3	11,3	28,9	45,7	217,5	227,9
Lühesander Süder- elbe Km 649,5	3,0	3,4	10,1	13,3	21,4	45,7	50,3
Pagensander Neben- elbe Km 662,0	3,0	4,4	9,0	13,0	19,2	43,8	56,2
Glückstädter Neben- elbe Km 674,5	4,4	4,6	8,9	11,8	14,9	35,0	93,2

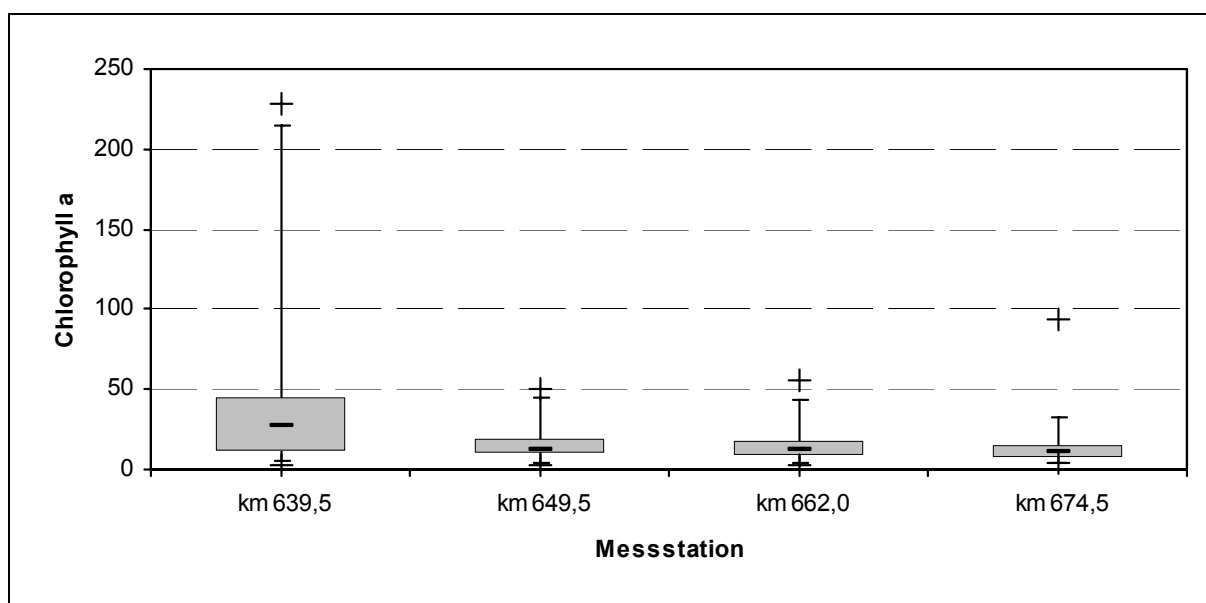


Abbildung 2.3-2: Chlorophyll a-Konzentrationen [$\mu\text{g/L}$] in Nebenelben (1997-2004)

Im Vergleich zu den gefundenen Verhältnissen in der Fahrrinne beobachtet man in den Nebenelben eine ebenso stromabwärts gerichtete Abnahme der Chlorophyll a-Konzentrationen von 28,9 $\mu\text{g/L}$ auf 11,8 $\mu\text{g/L}$ von km 639,5 (Lühesander Süderelbe) bis km 674,5 (Glückstädter Nebenelbe). Aus Tabelle 2.3-2 geht hervor, dass sich das Phytoplankton abseitig der Fahrrinne einerseits in Abhängigkeit vom Hauptstrom entwickelt, andererseits aber auch abweichend davon, d.h. eigenständig. Dies zeigt sich, wenn die höchsten Werte (75 %-, 95 %-Quantile und Maxima) nicht im Hauptstrom, sondern in den jeweils nahegelegenen Nebenelben ermittelt wurden. Einige Maßzahlen der Pagensander Nebenelbe übertreffen die bei Grauerort gemessenen Werte (75 %-Quartil: 19,2 $\mu\text{g/L}$ vs. 16,3 $\mu\text{g/L}$ Chl. a), die 95 %-Perzentile für Hahnöfer Nebenelbe übertreffen die für die Station Seemannshöft ermittelten Werte (217,5 $\mu\text{g/L}$ vs. 116,1 $\mu\text{g/L}$ Chl. a).

Die hier nicht dargestellten Messwerte der Station Geesthacht (km 585,0, oberhalb des UG) entsprechen weitgehend den Werten der Station Zollenspieker (km 598,7). Zollenspieker repräsentiert demnach den Zustand des Phytoplanktons der Mittelelbe. Dieses allochthone (nicht an Ort und Stelle gewachsene) Phytoplankton unterliegt dann der beschriebenen Verteilung im Längsprofil.

Aufgrund der oben beschriebenen, stromabwärts beobachteten Abnahme der Chlorophyll a-Konzentrationen, ist das Datenmaterial in zwei Gruppen geteilt worden:

- Messstellen mit Chlorophyll a-Medianen > 20 µg/L und
- Messstellen mit Chlorophyll a-Medianen < 20 µg/L (bezogen auf die Zeitreihe 1997-2004).

Diese Vorgehensweise hat zum einen den pragmatischen Hintergrund der übersichtlichen Darstellbarkeit, zum anderen wurde von Mischke (2005) vorgeschlagen, bei der Beurteilung der Fließgewässer des Binnenlandes nach trophischen Kriterien gemäß WRRL planktonreiche und planktonarme Fließgewässer nach dieser Kenngröße zu unterscheiden.

Die beobachteten mittleren und maximalen Biomassen der Jahre 1997 bis 2004 sind in Tabelle 2.3-3 und Tabelle 2.3-4 zusammengestellt. Während im Elbabschnitt Geesthacht bis Seemannshöft (einschließlich Hahnhöfer Nebenelbe) im Verlauf der letzten acht Jahre regelmäßig Chlorophyll a-Konzentrationen über 20 µg/L und entsprechend hohe Jahresmittelwerte erreicht wurden kommt dies weiter stromabwärts nur wenige Male und in bestimmten Jahren vor.

Tabelle 2.3-3: Mittlere und maximale Chlorophyll a-Konzentrationen [µg/L] der Jahressgänge 1997 bis 2004 entlang der Fahrinne und bei Zollenspieker

	Zollenspieker Km 598,7		Seemannshöft Km 628,9		Grauerort Km 660,5		Kugelbake Km 727,0		Scharhörn Km 746,3	
	ave	max	ave	max	ave	max	ave	max	ave	max
1997	160,9	275,0	64,8	115,0	22,9	37,0 28,1	7,9	10,4	18,0	35,5
1998	131,3	259,0	34,8	63,6	12,1	14,8	7,2	14,8	7,4	11,8
1999	135,2	402,6	33,8	82,9	9,1	16,3	7,1	10,4	4,7	13,3
2000	194,9	365,6	49,1	116,9	11,8	16,3	8,2	11,8	5,0	10,4
2001	111,0	155,0 224,0	46,0	109,0 99,2	14,9	19,7** 19,2	4,4	8,9	2,5	24,1
2002	128,5	296,0	62,2	130,2	21,0	54,8	7,2	10,4	9,1	14,8
2003	109,8	168,0	36,4	61,0	15,8	21,0	6,2	12,0	6,7	15,0
2004	145,7	230,0	42,0	72,0	10,7	15,0	5,8	11,0	8,7	17,0
Mittelwert der Zeitreihe	140,3 µg/L		46,3 µg/L		15,0 µg/L		7,1 µg/L		8,2 µg/L	

Erläuterung: grau unterlegt: Jahresmittelwerte > 20 µg/L Chlorophyll a

***) Biomassemaximum außerhalb der Vegetationsperiode – hier am 12.2.2000

ave = average (arithmetisches Mittel)

Tabelle 2.3-4: Mittlere und maximale Chlorophyll a-Konzentrationen einer achtjährigen Zeitreihe (1997 – 2004) in den Nebenelben

	Hahnöfer Nebenelbe km 639,0		Lühesander Süderelbe Km 649,5		Pagensander Nebenelbe Km 662,0		Glückstädter Nebenelbe Km 674,5	
	ave	max	ave	max	ave	max	ave	max
1997	93,3	275,0	28,9	50,3	30,6	44,4 41,4	20,8	35,6 29,6
1998	35,0	259,0	10,3	14,8	10,4	14,8	10,4	14,8*
1999	32,8	402,6	9,1	16,3	8,9	13,3	7,9	8,9
2000	31,3	365,6	11,1	14,8	13,1	16,3	12,1	14,8
2001	57,1	155,0 224,0	23,3	29,6 40,7	13,8	19,7	11,4	14,8
2002	55,5	296,0	23,9	47,4	21,9	56,2	29,3	93,2
2003	31,8	168,0	15,5	18,0	17,7	20,0	15,3	16,0
2004	25,0	230,0	14,5	25,0	10,0	12,0	10,5	12,0
Mittelwert der Zeitreihe	46,8 µg/L		17,3 µg/L		15,9 µg/L		15,1 µg/L	

Erläuterung: *) Biomassemaximum außerhalb der Vegetationsperiode - hier am 8.12.1998
grau unterlegt = Jahresmittelmittelwerte > 20 µg/L Chlorophyll a
ave = average (arithmetisches Mittel)

Saisonale Dynamik – Vegetationsschwerpunkte

Der jährlich wiederkehrende Wechsel von Vegetationsperiode und relativer Vegetationsruhe ist in erster Linie mit der Saisonalität von Lichtklima und Temperatur verknüpft. Günstige Verhältnisse im Frühjahr erlauben einen Anstieg der Primärproduktion. Die dann einsetzende Vegetationsdynamik wird durch vereinheitlichte Jahresgänge am Beispiel der Messstellen Seemannshöft (km 628,8) und Grauerort (km 660,5) in Abbildung 2.3-3 und Abbildung 2.3-4 veranschaulicht.

In der Regel reagiert das Phytoplankton mit einer kräftigen Biomassezunahme, dem Frühjahrsmaximum. Ein vorübergehender Rückgang der Biomasse im Sommer wird von einem zweiten, meist geringeren Biomassepeak gefolgt.

Seemannshöft (km 628,8) zeigt eine andere Dynamik als die ca. 30 km unterhalb gelegene Messstelle Grauerort (km 660,5). Das Frühjahrsmaximum liegt höher, später in der Vegetationsperiode (Mai) und ist schwach ausgeprägt, wenn man den weiteren saisonalen Verlauf betrachtet. Grauerort (km 660,5) zeigt demgegenüber ein ausgeprägtes Maximum bereits vor April. Dann ist ein starker Rückgang und spät in der Vegetationsperiode ein zweites (geringeres) Maximum zu beobachten.

Man kann davon ausgehen, dass der Biomasserückgang auf Siliziummangel der vorwiegend aus centrischen Kieselalgen aufgebauten Phytoplanktongemeinschaft zurückgeht (Kapitel 2.3.1.2). Dieser für Kieselalgen essentielle Nährstoff geht in der Tideelbe regelmäßig auf limitierende Konzentrationen zurück (Wiegel, mdl.). Im Falle von Seemannshöft kann der starke allochthone, von oberhalb wirkende Einfluss dafür verantwortlich gemacht werden, dass sich keine Eigendynamik ausbildet. Insbesondere Grünalgen (Chlorophyceae) bilden einen kräftigen Sommeraspekt (Kapitel 2.3.1.2).

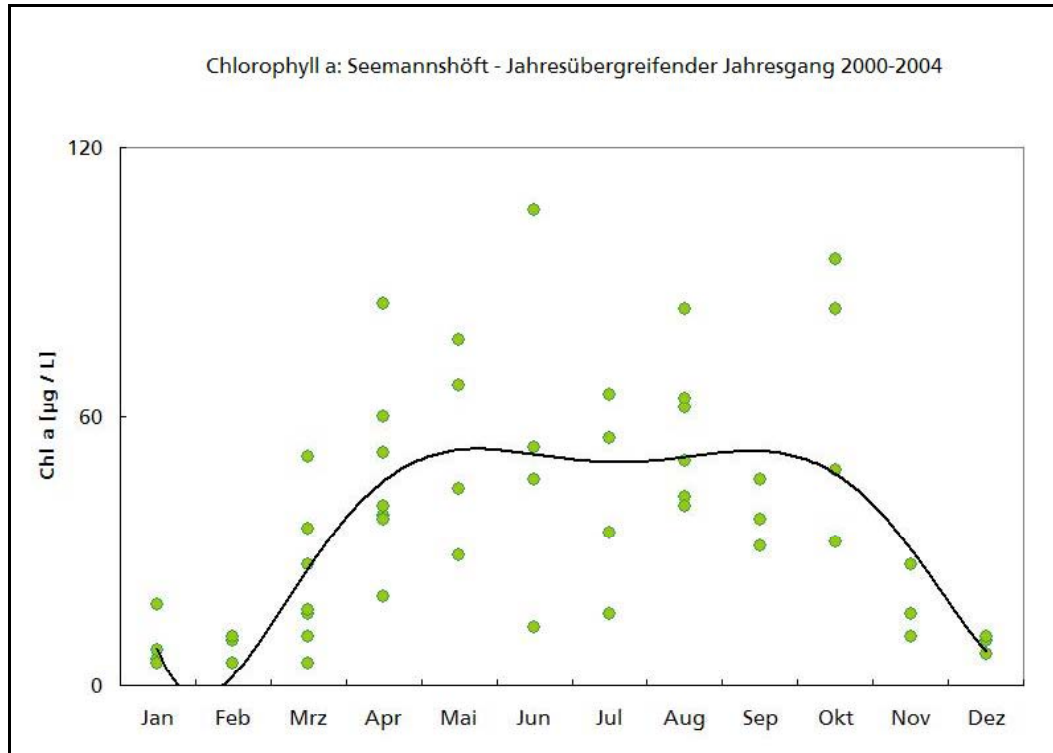


Abbildung 2.3-3: Saisonale Dynamik des Phytoplanktons bei Seemannshöft, Km 628,8

Erläuterung: Darstellung der Chlorophyll a-Dynamik aus 5 Jahresgängen bei einer zweiwöchentlichen Messfrequenz, Schätzung der monatweisen Zentren mittels sechsparametrigem Polynom, bearbeitet von U. Wiegel (NLWKN Stade).

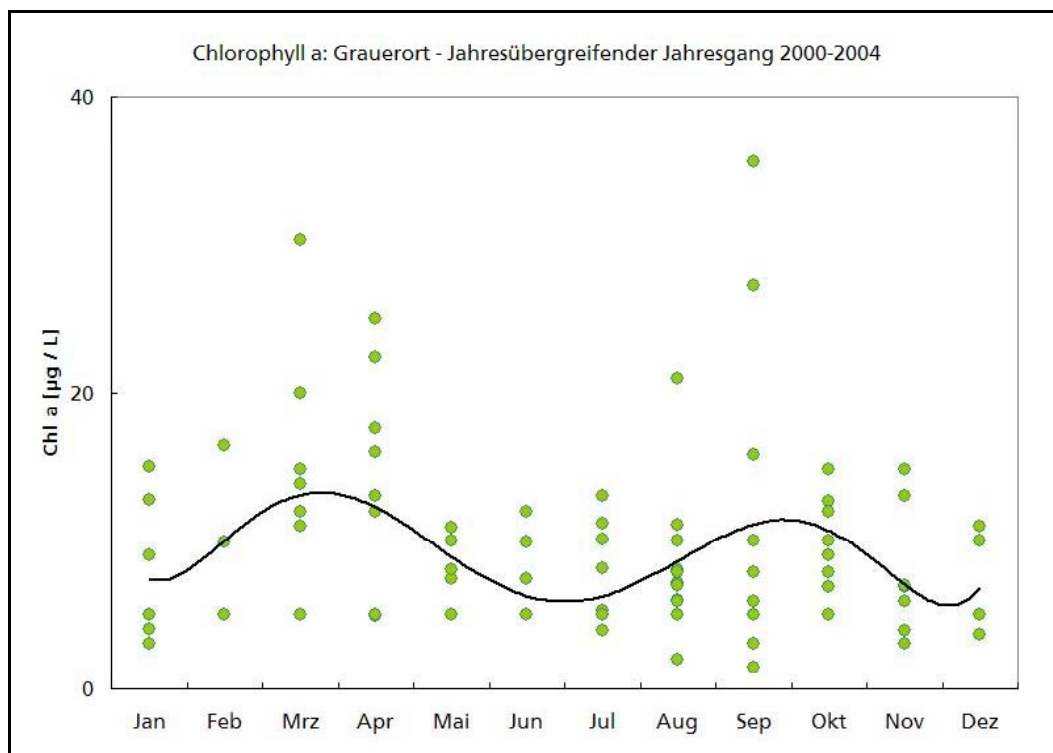


Abbildung 2.3-4: Saisonale Dynamik des Phytoplanktons bei Grauerort, Km 660,5

Erläuterung: siehe Abbildung 2.3-3

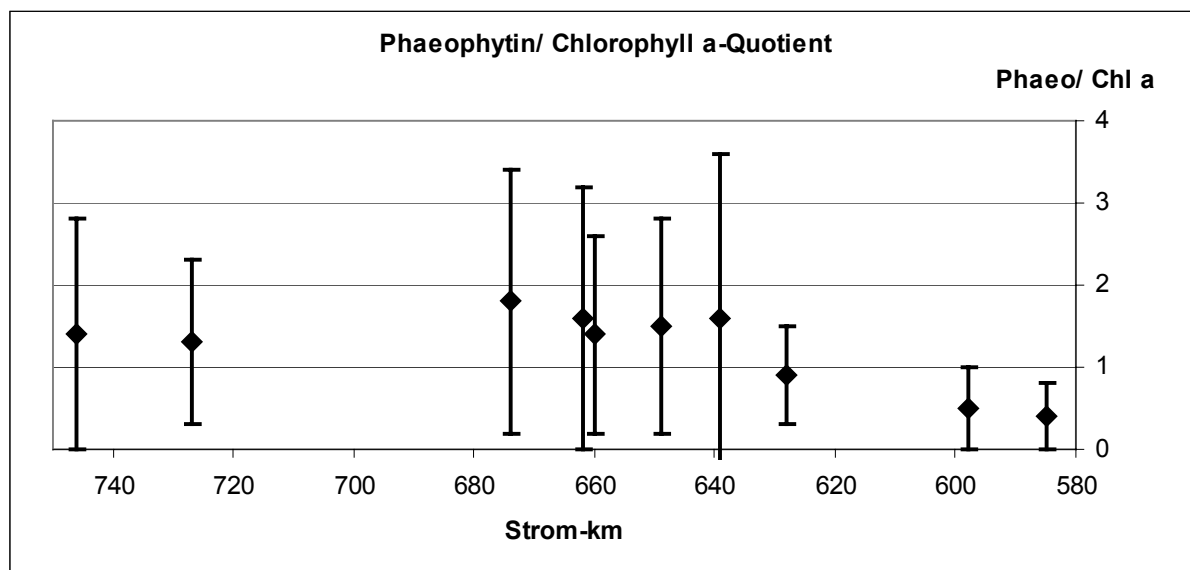


Abbildung 2.3-5: Phaeophytin/Chlorophyll a-Quotienten des Phytoplanktons an 10 Messstellen entlang der Tideelbe (1997-2004)

Erläuterung: Abgebildet sind die arithmetischen Mittel \pm Standardabweichung der Messstellen entlang der Tideelbe von Scharhörn bis Geesthacht. Geesthacht dient zum Vergleich, da es außerhalb des UG liegt.

Die geringsten Phaeophytin/Chlorophyll a-Quotienten wurden mit <1 für die oberen drei Messstellen Geesthacht, Zollenspieker und Seemannshöft ermittelt. Ab Hahnöfer Nebenelbe, die sich nach unterhalb anschließt, übersteigen die Quotienten den Wert 1, d.h. im Durchschnitt enthält die Biomasse mehr Phaeophytin als Chlorophyll a. Hinzu kommt, dass die Werte stark schwanken (hohe Standardabweichungen, Abbildung 2.3-5, s.o.), was bei den drei oberen Messstellen geringfügiger ausfällt.

Die hohen Quotienten unterhalb der Messstelle Hahnöfer Nebenelbe (km 639,5) müssen im Zusammenhang mit den hohen Schwebstoffgehalten gesehen werden. Diese verursachen die ästuartypische Trübungszone, die sich bei maximaler Ausdehnung zwischen der Messstelle Seemannshöft (km 628,8) und der Insel Scharhörn (km 746,3) erstreckt. Verschiedene Mechanismen im Rhythmus der Gezeiten bewirken eine Partikelkonzentration mit Verzögerung des Stromabtransportes (Bergemann 2004). Zwischen den Stationen Seemannshöft und Grauerort verdoppeln sich die Partikelkonzentrationen (s. Tabelle 2.3-9, S. 33), um dann weiter unterhalb im sogenannten Trübstoffmaximum zu kulminieren.

Da die Trübstoffe u.a. Algendetritus enthalten, erklären sich daraus die hohen Konzentrationen an Phaeopigmenten (= Abbauprodukte des Chlorophyll a). Dies ist ebenfalls eine Folge des mächtigen Biomasseeintrages an Phytoplankton von oberhalb.

2.3.1.2 Spezifische Biomasseparameter (Abundanzen, Biovolumina = Biomassen⁹)

In der Praxis der Gewässerüberwachung der Elbe werden die häufigen Arten quantitativ nachgewiesen (ARGE ELBE 1999-2004). Diese ergeben kumulativ die Gesamtzellzahl [Zell/L]. In Tabelle 2.3-5 sind diese als Mittelwert der Zeitreihen 1997 bis 2004 zusammengetragen.

Tabelle 2.3-5: Mittlere Zellzahlen von Algengruppen und Gesamtzellzahl in der Tideelbe

	Zollenspieker	Seemannshöft	Hahnhöfer Nebanelbe	Grauerort	Pagensander Nebanelbe
Km	598,7	628,8	639,5	660,5	662
Gesamtsumme [Zell/L]	43.762.732	10.731.469	3.039.038	1.512.887	1.746.944
Davon					
CYANOBACTERIACEAE	2.970.879	1.898.596	800.896	170.681	282.731
BACILLARIOPHYCEAE	24.505.503	4.656.295	968.904	452.513	557.849
CHLOROPHYCEAE	14.195.752	3.168.854	1.123.054	773.733	640.705
Sonstige	2.090.598	1.007.723	146.185	115.961	265.659
CYANOBACTERIACEAE [%]	10,4	13,8	18,4	10,3	12,1
BACILLARIOPHYCEAE [%]	54,5	40,3	39,0	41,7	38,8
CHLOROPHYCEAE [%]	30,2	35,8	39,8	42,8	35,5
Sonstige [%]	4,9	10,1	2,8	5,3	13,6

Erläuterung: Mittelwerte aus acht Jahresgängen der Zeitreihe 1997-2004

Die Auswertung der Gesamtzellzahlen lässt die gleiche Aussage zu, wie schon zuvor auf Basis der Chlorophyll a-Konzentrationen: stromabwärts gerichtete Verringerung mit Abweichungen in den Nebanelben und der Außenelbe (letztere hier nicht dargestellt). Die Gesamtzellzahlen verringern sich zwischen den Messstellen Zollenspieker (km 598,7) und Grauerort (km 660,5) von 43,7 Mio. Zellen/L auf 1,5 Mio. Zellen/L (Mittelwert einer 8jährigen Zeitreihe). Die Gesamtzellzahlen für die Stationen Zollenspieker, Seemannshöft und Grauerort stehen in einem Verhältnis von 10 : 2,5 : 0,35.

Die taxonomische Zusammensetzung der Phytoplanktongemeinschaft aus Vertretern verschiedener Algenklassen ist bisher nicht betrachtet worden. Die Algenklassen Cyanobacteriaceae (Blaualgen), Bacillariophyceae (Kieselalgen) und Chlorophyceae (Grünalgen) bauen im wesentlichen die Bestände auf. Sonstige Algenklassen (Cryptophyceae, Dinophyceae, Synurophyceae, Xanthophyceae u.a.) sind mit 2,8 % bis 13,6 % Anteil an den Gesamtzellzahlen weniger daran beteiligt.

In Anlage 7.1 (Seite 84) ist die taxonomische Zusammensetzung der Gesamtzellzahlen (Abundanzen) jeweils zum Zeitpunkt des Vegetationsmaximums während des Betrachtungszeitraumes 1997-2004 (entsprechend der Chlorophyll a-Dynamik) für 5 Messstellen dargestellt. Die Zuordnung zu Probenahmeterminen kann nach Tabelle 2.3-6 erfolgen.

⁹ Biomassen [mg/l] entsprechen den Biovolumina [mm³/L] unter der Annahme, dass die Algen die Dichte von Wasser haben (1 g/cm³).

Tabelle 2.3-6: Vegetationsmaxima (n=19) der letzten acht Jahre mit Angabe der Gesamtzellzahl (Abundanz [Mio. Zell/L]) und Abflüsse [m³/s], bezogen auf Neu Darchau

	Abfluss[m³/s]	Km 598,7	Km 628,8	Km 660,5	Km 639,5	Km 662,0
07.05.1997	764	-	-	1,14	-	-
11.06.1997	420	42,03	1,77	0,68	1,47	1,11
01.09.1997	332	-	-	0,40	0,97	0,36
10.06.1998	334	-	-	1,39	1,57	-
09.07.1998	328	22,86	1,86	0,40	0,64	0,33
13.07.1999	499	-	4,71	0,11	8,28	1,74
30.08.1999	278	18,20	14,51	1,72	1,11	0,79
04.07.2000	283	54,35	11,52	1,27	6,46	0,78
14.08.2000	304	-	-	-	-	2,74
12.02.2001	719	-	-	1,96	-	-
07.05.2001	711	30,20	23,08	-	-	-
04.07.2001	374	-	-	2,92	-	-
20.08.2001	398	40,34	8,96	0,37	4,06	2,72
09.07.2002	368	60,39	35,73	0,60	4,62	3,61
26.08.2002	2520	-	-	22,30	-	2,5
02.06.2003	558	84,21	9,70	3,72	1,44	-
01.07.2003	247	-	5,42	-	1,81	-
02.06.2004	423	-	5,08	-	-	1,24
02.08.2004	344	41,29	6,42	3,71	4,03	3,62

Erläuterung: Die Angaben stellen eine Auswahl des Datenmaterials dar. Berücksichtigt wurden jeweils die Chlorophyll a-Maxima im Jahresgang.

Es zeigt sich im einzelnen eine unterschiedliche Beteiligung der Algengruppen von Jahr zu Jahr: Blaualgen sind mit 10,3 % bis 18,4 % verhältnismäßig gering beteiligt. Kieselalgen und Grünalgen steuern zwischen 38,8 % und 54,5 % bzw. 30,2 % und 42,8 % bei. Da die Kieselalgen, insbesondere die Centrischen¹⁰, weitaus voluminösere Zellen ausbilden können, als die coccalen Grünalgen, ist ihr Anteil am Aufbau der Biomasse noch ungleich höher, als es bei der Betrachtung der Zellzahlen zum Tragen kommt (Abbildung 2.3-6). Die geringe Größe der Grünalgenzellen mit kurzen Generationszeiten verschafft aber einen Konkurrenzvorteil und ermöglicht - positive Netto-photosynthese-Bilanz vorausgesetzt - den Erhalt und Aufbau einer Population in vergleichsweise kürzerer Zeit bzw. Fließstrecke.

Ein entscheidender Umweltfaktor für Phytoplankter in Fließgewässern ist der Oberwasserabfluss [m³/s]. Im Ökosystem der Tideelbe wird dadurch der limnische Einfluss wirksam und die oberstrom herrschenden Verhältnisse werden bei hohen Abflüssen entsprechend weit flussabwärts „exportiert“. Für die Phytoplankter ist die damit zusammenhängende Variation der Aufenthaltszeit in der Tideelbe von Belang. Sie beträgt bei einem Abfluss von 250 m³/s etwa 84 Tage und verkürzt sich bei 1200 m³/s auf 18 Tage (ARGE ELBE 2004). Entsprechend verkürzen noch höhere Abflüsse die Aufenthaltszeit weiter. Man geht davon aus, dass Phytoplankton sich vermehrt, wenn die fließende Welle ein Mindestalter von sieben Tagen hat bzw. eine Mindest-Aufenthaltszeit von sieben Tagen gegeben ist.

¹⁰ *Centrales*, Ordnung der *Bacillariophyceae* (Kieselalgen), die meist das Plankton von Fließgewässern als solitär Centrische oder Kettenbildner dominieren.

Häufig werden die Vegetationsmaxima bei relativ geringen Abflüssen beobachtet (Tabelle 2.3-6). Diese korrespondieren mit erhöhten Aufenthaltszeiten. Von 19 in acht Jahren beobachteten Vegetationsmaxima wurden 14 bei Abflüssen $<500 \text{ m}^3/\text{s}$, vier bei Werten zwischen $500 \text{ m}^3/\text{s}$ und $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ und einer für Werte $>1000 \text{ m}^3/\text{s}$ registriert. Letzterer geht auf das Augusthochwasser 2002 zurück, als sich bei Km 660,5 (Grauert) ein Vegetationsmaximum herausbildete. Abbildung 2.3-6 gibt beispielhaft für 2003 die Biomasseverteilung im Untersuchungsgebiet wieder und bestätigt das für andere Biomasseparameter gesagte noch einmal. Die direkte Bestimmung der Biovolumina zeigt, dass Kieselalgen mit Abstand diejenige Algenklasse sind, die am meisten zum Aufbau der Phytoplanktonbestände beiträgt, unabhängig vom jeweils betrachteten Abschnitt der Tideelbe. Dies kommt auch in Abbildung 2.3-6 und Abbildung 2.3-7 zum Ausdruck.

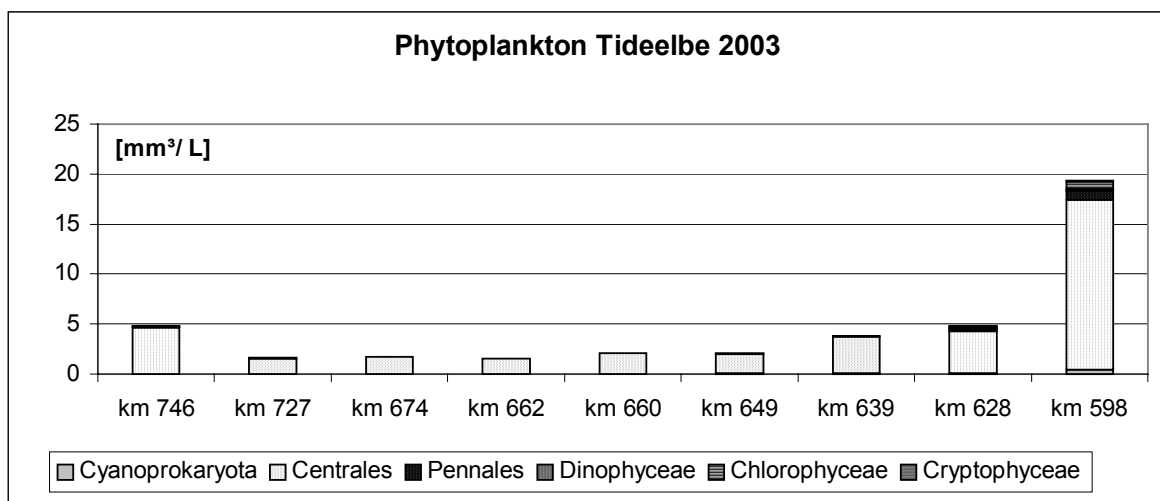


Abbildung 2.3-6: Biovolumina des Phytoplanktons der Tideelbe 2003 und Anteile wichtiger Algengruppen im Jahresdurchschnitt

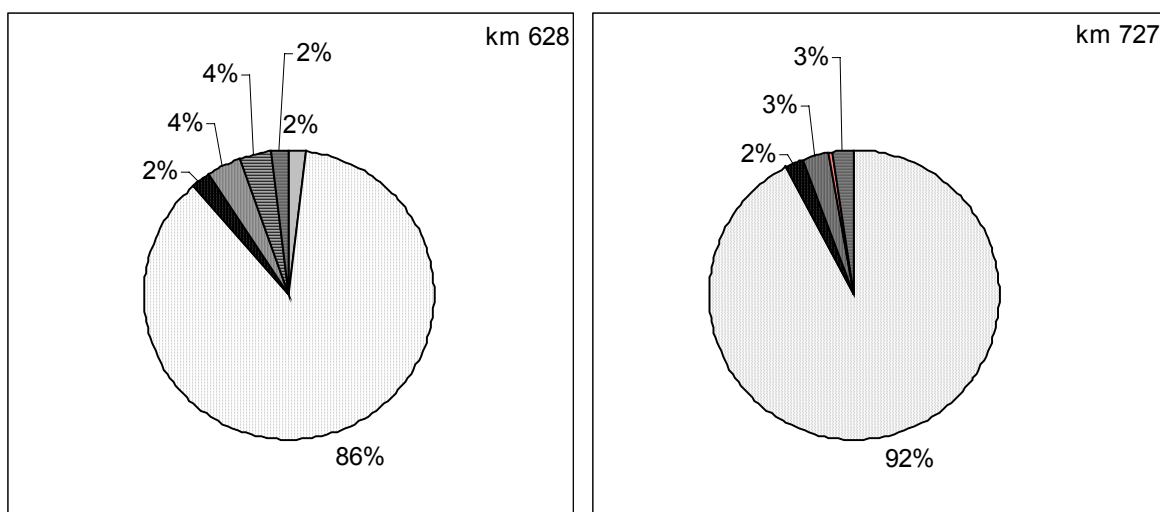


Abbildung 2.3-7: Beispielhafte Zusammensetzung der Biomasse Tideelbe 2003

Erläuterung: Durchschnittswerte des Jahres 2003 für Seemannshöft (km 628,8) und Kugelbake (km 727), Zuweisung der Schraffuren wie in Abbildung 2.3-6.

Auswertung der Zähllisten

Die quantitativ nachgewiesenen Arten der Zeitreihe 1997-2004 aus der Tideelbe sind in Tabelle 2.3-7 und Tabelle 2.3-8 aufgeführt. Die quantitativ seltener nachgewiesenen Taxa wurden vernachlässigt. Eine ausführliche Liste des Arteninventars der Tideelbe für 2004 ist als Anlage (Kapitel 7.2, Seite 87) eingestellt. Dort sind 189 Phytoplanktonarten nachgewiesen, davon 11 Cyanobakterien, 6 Schlundgeißler (Cryptophyceae), 16 Dinoflagellaten, 5 Goldalgen (Chrysophyceae, Synurophyceae), 50 centrische Kieselalgen (Centrales), 28 pennate Kieselalgen (Pennales), 3 Gelbgrünalgen (Xanthophyceae), 6 Augenflagellaten (Euglenophyceae), 4 Jochalgenarten (Charophyceae), 4 begeißelte Grünalgenarten (Volvocales) und 41 coccale Grünalgenarten (Chlorococcales), ferner 1 Prymnesiophyceae, 1 Prasinophyceae, 1 Ebridae.

Die Auswertung der Zähllisten zeigt, dass sich die Artenspektren der Messstellen synoptisch in drei Gruppen mit abnehmendem Salzgehalt differenzieren lassen. Diese Gruppen können folgenden Wasserkörpern zugeordnet werden (vgl. Abbildung 2.1-1¹¹):

- Außenelbe: Kugelbake bis Scharhörn → Küstengewässer (polyhalin)
- Mittlerer Abschnitt: Glückstadt bis Grauerort → Übergangsgewässer (oligo-mesohalin)
- Oberer Abschnitt: Lühesand bis Seemannshöft → Elbe-West (limnisch)

Die Arten der Außenelbe kommen in den mixohalinen und limnisch geprägten Abschnitten oberhalb selten vor. Es handelt sich um marine Arten der Küstengewässer, vorwiegend um centrische Kieselalgen (*Odontella aurita*, *Rhizosolenia*-, *Chaetoceros*- und *Thalassiosira*-Arten u.a.). Die mittlere Artenzahl in den Zähllisten beträgt 24 Taxa (Tabelle 2.3-7). Die Übereinstimmungen mit dem nach oberhalb anschließenden Abschnitt sind gering und beschränken sich auf *Actinocyclus normanii* und einige coccale Grünalgenarten. Wahrscheinlich sind diese bei hohen Oberwasserabflüssen bis hierher gelangt.

Im mittleren Abschnitt steigt die mittlere Artenzahl auf 34 Taxa an (Tabelle 2.3-7). Die erwähnten Grünalgen aus den Gattungen *Crucigenia*, *Monoraphidium*, *Scenedesmus* und *Tetrastrum* sind sehr regelmäßig nachgewiesen worden. Charakteristisch sind die centrischen Kieselalgen *Actinocyclus normanii*, *Stephanodiscus hantzschii* und *Aulacoseira granulata*. Es handelt sich um kosmopolitische Plankter, die einen erhöhten Elektrolytgehalt tolerieren (Krammer & Lange-Bertalot 1988-1997). Außerdem wird häufig *Cyclotella striata* gefunden, eine Brackwasserform, die auch in flachen Küstengewässern vorkommt.

¹¹ Die in Tabelle 1.3-2 vorgenommene Einteilung ist administrativ. Abweichungen haben schutzgutspezifische Gründe

Tabelle 2.3-7: Häufig* quantitativ nachgewiesene Arten des Phytoplanktons in der Außenelbe und einem mittleren Abschnitt der Tideelbe

	Scharhörn bis Kugelbake						Glückstadt bis Grauerort											
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	1997	1998	1999	2000	2001	2002						
Bacillariophyceae																		
Asterionellopsis glacialis	X		X				Keine Übereinstimmung											
Bellerochea malleus			X		X													
Odontella aurita	X																	
Chaetoceros spp.	X		X	X														
Melosira sulcata						X												
Nitzschia longissima	X					X												
Raphoneis amphiceros		X	X		X													
Rhizosolenia delicatula		X	X	X														
Rhizosolenia setigera		X	X															
Skeletonema costatum			X															
Thalassionema nitzschioides					X	X												
Thalassiosira spp.					X													
Actinocyclus normanii						X							XX	XX	X	X	XX	XX
Chlorophyceae																		
Crucigenia quadrata			X						X		XX	X						
Monoraphidium contortum		X					XX	X	XX	X								
Scenedesmus quadricauda			X				XX	XX	XX	XX	XX	XX						
Tetrastrum staurogeniformae			X				XX	XX	XX	XX	XX	XX						
Cyanobacteriaceae																		
Oscillatoria redekei	Keine Übereinstimmung							X										
Planktothrix agardhii							X											
Bacillariophyceae																		
Aulacoseira granulata													XX	XX	XX	XX		XX
Aulacoseira spp.																	X	XX
Cyclotella meneghiniana															X			X
Cyclotella radiosa																		X
Cyclotella striata															X	XX	XX	XX
Cyclotella spp.																X	X	
Stephanocotis chantaicus														X	X			
Stephanodiscus hantzschii													XX	XX	XX	XX		
Stephanodiscus spp.																	XX	XX
Navicula spp.																X		
Nitzschia acicularis							X	X	X		X	X						
Chlorophyceae																		
Monoraphidium spp.											X	X						
Pediastrum boryanum											X	X						
Scenedesmus acuminatus										X		XX						
Scenedesmus denticulatus												X						
Scenedesmus opoliensis										X								
Scenedesmus sempervirens									X			XX						
Scenedesmus spp.										X	X	XX						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	1997	1998	1999	2000	2001	2002						
Arten lt. Zählliste	17-19	21-23	27-30	19-29	23	25-29	26-28	20-35	25-33	34-35	42-44	36-44						
Mittlere Artenzahl	24						34											

Erläuterung: *) Die Zähllisten enthalten die quantitativ nachgewiesenen Arten. Die Stetigkeit gibt hier die absolute Häufigkeit der Nachweise an. Dabei bedeuten (X) 3 bis 4 und (XX) 5 bis 6 Nachweise bei insgesamt 6 möglichen Nachweisen pro Jahr. Arten mit geringeren Stetigkeiten (1 bis 2 Nachweise) blieben unberücksichtigt.

Als oberer Abschnitt wird der Bereich Lühesander Süderelbe bis Seemannshöft bezeichnet (Elbe-West). Die mittlere Artenzahl lt. Zähllisten steigt auf 43 Arten und unterscheidet sich wenig von der oberhalb Hamburger Hafen gefundenen Zahl von 46 Arten (hier nicht dargestellt). Die Artenspektren der beiden oberen Abschnitte zwischen Glückstädter Nebenelbe und Seemannshöft zeigen im wesentlichen Übereinstimmung (Tabelle 2.3-8). Neu hinzutretende Taxa oberhalb sind geringstetig. Es handelt sich um eine Reihe von coccalen Grünalgen (Actinastrum hantzschii, Coelastrum- und Dictyosphaerium-Arten), typische Süßwasserplankter.

Tabelle 2.3-8: Häufig* quantitativ nachgewiesene Arten des Phytoplanktons zwischen Glückstadt und Seemannshöft

	Glückstadt bis Grauerort						Lühesand bis Seemannshöft					
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Cyanobacteriaceae												
Oscillatoria redekei		X						X			X	
Planktothrix agardhii	X			X								X
Bacillariophyceae												
Actinocyclus normanii	XX	XX	X	X	XX	XX	XX	XX	XX	X	X	XX
Aulacoseira granulata	XX	XX	XX	XX		XX	XX	XX	XX	XX		XX
Aulacoseira spp.					X	XX					XX	XX
Cyclotella meneghiniana			X			X	X	X	X	X	X	XX
Cyclotella striata			X	XX	XX	XX					X	
Cyclotella radiosa						X						X
Cyclotella spp.				X	X							
Navicula spp.				X								
Nitzschia acicularis	X	X	X		X	X	X	X	XX	X	X	XX
Stephanocotis chantaicus		X	X					X	X			
Stephanodiscus hantzschii	XX	XX	XX	XX			XX	XX	XX	XX		
Stephanodiscus sp.					XX	XX					XX	XX
Chlorophyceae												
Crucigenia quadrata			X		XX	X			X		X	X
Monoraphidium contortum	XX	X	XX	X			XX	XX	XX	XX		X
Monoraphidium spp.					X	X					X	X
Scenedesmus acuminatus				X		XX	XX	X	X	XX	XX	X
Scenedesmus denticulatus						X			X	X		X
Scenedesmus dimorphus											X	
Scenedesmus opoliensis				X				X	X	X	X	X
Scenedesmus quadricauda	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	X	XX
Scenedesmus sempervirens			X			XX	X	X	XX	X	X	XX
Scenedesmus spp.				X	X	XX				X	XX	XX
Pediastrum boryanum					X	X	X		X		XX	X
Tetrastrum staurigeniformae	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Cyanobacteriaceae												
Anabaena sp.										X		
Oscillatoria sp.									X	X	X	
Pseudanabaena limnetica												X
Bacillariophyceae												
Asterionella formosa												X
Stephanodiscus astrea										X		
Fragilaria ulna v. acus							X		X			
Chlorophyceae												
Actinastrum hantzschii							X		X	X		X
Coelastrum astroideum												X
Coelastrum cambricum								X				
Coelastrum microporum											X	
Crucigenia rectangularis								X		X	X	X
Dictyosphaerium pulchellum							X		X			
Dictyosphaerium										X		
Lagerheimia genevensis							X			X		
Kirchneriella spp.									X			
Oocystis sp.									X			
Pediastrum duplex											X	
Pediastrum tetras											X	
Tertraedron muticum							X	X	X	X		
Cryptophyceae												
Cryptomonas spp.												X
Artenzahl	26-28	20-35	25-33	34-35	42-44	36-44	30-46	28-44	33-46	38-46	47-54	50-55
Mittlere Artenzahl	34						43 (46 oh HH)					

Erläuterung:

*) Die Zähllisten enthalten die quantitativ nachgewiesenen Arten. Die Stetigkeit gibt hier die absolute Häufigkeit der Nachweise an. Dabei bedeuten (X) 3 bis 4 und (XX) 5 bis 6 Nachweise bei insgesamt 6 möglichen Nachweisen pro Jahr. Arten mit geringeren Stetigkeiten (1 bis 2 Nachweise) blieben unberücksichtigt.

2.3.1.3 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Das UG für Phytoplankton umfasst den Wasserkörper der Tideelbe von Geesthacht (unterhalb des Wehres) bis zur Außenelbe bei Scharhörn (km 746,3). Darin werden 5 verschiedene Wasserkörper unterschieden (s. Abbildung 2.1-1), die ein Längskontinuum mit ansteigendem Salzgehalt von limnisch (Elbe-Ost, Hamburger Hafen, Elbe-West) über mixo-oligohalin bis -polyhalin (Übergangsgewässer, Küstengewässer) bilden. Im Wasserkörper Elbe-West beginnt die ästuartypische Trübungszone. Die Sestongehalte erreichen bei Grauerort Maximalwerte von 376 mg/L (Tabelle 2.3-9) und steigen unterhalb noch weiter bis >600 mg/L an (Bergemann 2004). Das Trübungsmaximum ist ein Resultat des marinen Einflusses (Gezeiten), der sich im Ästuar mit limnischen Einflüssen mischt. Letztere werden im Wesentlichen durch den Oberwasserabfluss transportiert. Abhängig vom Oberwasserabfluss ist auch die für Phytoplankter wichtige Verweilzeit von wenigen Tagen bis zu mehreren Wochen.

Tabelle 2.3-9: Statistische Auswertung phytoplankton-relevanter Umweltfaktoren

	Leitfähigkeit			Seston		
	Grauerort	Seemannshöft	Zollenspieker	Grauerort	Seemannshöft	Zollenspieker
	(µS/cm)			[mg/L]		
gültige Fälle	255	260	259	249	233	259
Mittelwert	1144,819608	883,4961538	881,1081081	68,6626506	29,76738197	25,71003861
Std.Fehler des MW	20,84643474	11,09964118	12,02324389	3,584059697	1,001686015	0,817579752
Varianz	110816,3295	32032,52894	37440,62393	3198,525495	233,7863453	173,1250926
Std.Abweichung	332,8908673	178,9763363	193,4957982	56,55550808	15,29007342	13,15770089
Minimum	580	370	358	5,6	3,8	3,9
Maximum	2440	1290	1350	376	91	63
1. Perzentil	596,16	389,98	382	9,65	7,112	5,46
5. Perzentil	728	602	579	15,4	11,68	8,5
10. Perzentil	778,8	653,7	634	18,8	14,4	9,9
25. Perzentil	880	754,5	753	32	19,45	14
Median	1080	877,5	870	49,2	26,2	23
75. Perzentil	1350	1030	1040	88	35,25	36,3
90. Perzentil	1578	1110	1130	152	50,44	43,6
95. Perzentil	1780	1149,5	1190	189,5	61,11	49,2
99. Perzentil	2127,6	1255,6	1286	277	85,18	59,88
	Umrechnung Leitfähigkeit → Salinität					
	Grauerort	Seemannshöft	Zollenspieker			
Faktor*	2000	3333	3333			
Salinität	0,54 ‰	0,26 ‰	0,26 ‰			
nach Gätje (1992)	0,68 ‰	0,37 ‰	0,36 ‰			

Erläuterung: *) Die Umrechnung von Leitfähigkeit in Salinität wird in der Literatur unterschiedlich gehandhabt. Riedel-Lorje (in ARGE ELBE 1992) benutzt für Brackwasser und Süßwasser unterschiedliche Faktoren: 2000 bzw. 3333. Gätje (1992) benutzt folgende Formel: $1[‰]=[0,42LF+0,0025LF^2] * 1,28$.

Die Tideelbe ist nach der Nomenklatur der Wasserrahmenrichtlinie ein erheblich verändertes Gewässer (HMWB = heavily modified water body). Dies ist vor allem auf die veränderte Morphologie und Abflussdynamik im Zuge der Fahrrinnenvertiefungen und der Deichbaumaßnahmen zurückzuführen (ARGE ELBE 2002). Für das Phytoplankton der Mittelelbe, das in Geesthacht durch Anstau noch gefördert wird, verändern sich die Lebensbedingungen stromabwärts drastisch. Der aufgeweitete Querschnitt im Hamburger Stromspaltungsgebiet und das Labyrinth der Hafenbecken im Hamburger

Hafen fördern die Sedimentation durch Wasserberuhigung. An jedem Kenterpunkt der Tiden geht die Fließgeschwindigkeit gegen Null. Hinzu kommen die großen Tiefen der Hafenbecken von 10 - 15 m und das Fehlen von Watt- und Flachwasserbereichen. Bei schlechtem Lichtklima werden die Verluste nicht mehr durch Zuwachs kompensiert. Lichtlimitierung resultiert aus dem ungünstigen Verhältnis von euphotischer Schicht (endet bei 1 % Oberflächenintensität) zu mittlerer Gesamttiefe im polymiktischen (vollständig durchmischten) Wasserkörper. Die euphotische Schicht ist umso geringer, je höher der Trübstoffgehalt (Seston) ist. Hier beginnt die sogenannte „Sterbezone“ des Phytoplanktons.

Unterhalb Hamburgs beginnt die Fahrrinne. Die zuvor beschriebenen ungünstigen Verhältnisse im Hamburger Hafen bleiben bestehen. Der hohe Sestongehalt mit einem Potential an abbaubaren (= sauerstoffzehrenden) Stoffen wird mit für das jährlich im Frühsommer auftretende „Sauerstoffloch“ verantwortlich gemacht (ARGE ELBE 2004). Abseitig der Fahrrinne, in Nebenelben gibt es hier jedoch ufernahe Flachwasserbereiche mit günstigeren Bedingungen (Kapitel 2.4).

Zusammenfassend lässt sich der Ist-Zustand des Phytoplanktons der Tideelbe wie folgt beschreiben:

1. Von Zollenspieker bis Kugelbake nimmt die Phytoplankton-Biomasse kontinuierlich ab. Die stärkste Abnahme ist während der Passage des Hamburger Hafens zwischen Zollenspieker und Seemannshöft zu verzeichnen.
2. Abweichend davon ist bei Scharhörn (Außenelbe) ein Zuwachs an Biomasse beobachtet worden.
3. Eine weitere Abweichung vom Trend der Biomasseabnahme im Verlauf der Tideelbe zeigt sich in den Nebenelben. Hier werden höhere Chlorophyllwerte realisiert als im Hauptstrom.
4. Die Zeitreihen zeigen keinen Trend. Bis einschließlich Hahnöfer Nebenelbe (km 639,5) kann die Tideelbe als planktonreich bezeichnet werden, mit Jahresmittelwerten an Chlorophyll a von $> 20 \mu\text{g/L}$.
5. In den nach unterhalb folgenden Abschnitten, in denen die Biomasse schon kräftig zurückgegangen ist, übersteigt der Jahresmittelwert 1997 und 2002 den Wert von $20 \mu\text{g/L}$.
6. Dies betrifft neben der Messstelle Grauerort (km 660,5) im Hauptstrom vor allem die Nebenelben und zeigt, dass hier potentiell produktive Phytoplanktonstandorte sind.
7. Nach der Passage des Hamburger Hafens mit hohen Verlusten an Phytoplanktonbiomasse und einem hinreichenden Abstand von oberhalb¹² entwickelt sich wieder autochthon Phytoplankton.
8. Dabei werden weitaus geringere Biomassen erzielt als oberhalb.

¹² Der Abstand von oberhalb ist gleichbedeutend mit dem gestiegenen Alter der fließenden Welle. Dies ist abhängig vom Oberwasserabfluss, z.B. verkürzen sehr hohe Abflüsse die Aufenthaltszeit im System bis auf wenige Tage.

9. Die Vegetationsschwerpunkte liegen im (zeitigen) Frühjahr und im Spätsommer (Herbst). An stark allochthon geprägten Standorten ist wenig Vegetationsdynamik zu beobachten.
10. Die Phytoplanktongemeinschaft der Trübungszone ist durch hohe Phaeopigmentkonzentrationen gekennzeichnet. Die abgestorbene Algenbiomasse von oberhalb wird mit großer Zeitverzögerung stromab transportiert.
11. Die Trübungszone ist eine Umgebung mit sehr ungünstigem Lichtklima für Planktonalgen. Wahrscheinlich ist, dass viele Algen (abgestorbene und vitale) an Trübstoffe gebunden und nicht frei suspendiert sind.
12. Andere Biomasseparameter - Gesamtzellzahlen und Biovolumina - zeigen die gleiche Längsverteilung wie die Chlorophyll a-Konzentrationen.
13. Die Kieselalgen (Bacillariophyceae) steuern an allen Messstellen mit Abstand die größten Biomasseanteile zum Aufbau der Phytoplanktongemeinschaft bei.
14. Coccale Grünalgen (Chlorophyceae) erreichen geringe Biomasseanteile, aber ähnlich hohe Zellzahlen wie die Kieselalgen. Als kleine Zellen haben sie aufgrund kurzer Generationszeiten eine gewisse Konkurrenzkraft.
15. Blaualgen (Cyanobacteriaceae) und sonstige Algenklassen (Cryptophyceae, Dinophyceae) steuern insgesamt wenig zum Aufbau der Bestände bei.
16. Am häufigsten sind Vegetationsmaxima in den vergangenen acht Jahren bei Abflusswerten < 500 m³/s beobachtet worden. Geringe Abflüsse korrespondieren mit erhöhten Aufenthaltszeiten der Phytoplankter in der Tideelbe.
17. 2004 wurden 189 Phytoplanktonarten aus 13 Algenklassen in der Tideelbe nachgewiesen. Die reiche Algenflora wird auch in dieser Hinsicht von Grün- und Kieselalgen mit 45 bzw. 78 Arten bestimmt.
18. Anhand häufiger Arten lassen sich drei Abschnitte der Tideelbe differenzieren: Küstengewässer (Außenelbe), Übergangsgewässer und Elbe (West), die zugleich unterschiedlichen Zonen der Salinität angehören.
19. Deutlich verschieden ist die Flora des Küstengewässers (Außenelbe). Die Artenspektren der Übergangszone (Übergangsgewässer) und des unteren limnischen Abschnittes (Elbe-West) entsprechen sich weitgehend.
20. Die mittlere Anzahl der quantitativ bedeutsamen Arten steigt von 24 (Küstengewässer) über 34 (Übergangsgewässer) auf 43 (Elbe-West).
21. Wichtige Biomassearten sind die centriscen Kieselalgen *Cyclotella meneghiniana*, *Stephanodiscus hantzschii* und *Aulacoseira granulata* im limnischen Bereich und *Actinocyclus normanii* und *Cyclotella striata* im mixohalinen Bereich.
22. Während Arten der Küstengewässer nur geringfügig in das Ästuar vordringen, sind limnische Arten, insbesondere coccale Grünalgen, in beachtlicher Diversität bis zur Glückstädter Nebenelbe (km 674,5) stetig nachzuweisen.

2.3.1.4 Vergleich mit Literaturdaten

Die horizontale Biomasseverteilung wird bei Fast (1993) in Abhängigkeit von den Steuerfaktoren Licht und Salzgehalt diskutiert:

„Der starke Biomasserückgang zwischen Strom-km 630 bis 670 steht nicht in ursächlichem Zusammenhang mit dem Salzgehaltsanstieg im Elbe-Ästuar. Vielmehr wirken sich hier die schlechter werdenden Lichtverhältnisse negativ auf die Phytoplanktonentwicklung aus. Die Netto-Photosynthese nimmt im Ästuarverlauf immer weiter ab, da die Lichteindringtiefen bis zum Trübungsmaximum immer geringer werden.“

Im limnischen Bereich fand Fast (1993) sehr hohe Zellzahlen eines typischen Süßwasserplanktons, im Brackwasser (mixohaline Zone unterhalb Grauerort) dagegen ein arten- und individuenärmeres Plankton mit deutlichen Anteilen limnischer Arten, insgesamt 94 Arten und Varietäten für die Tideelbe. An den Elbufern wurden jeweils höhere Biomassen gefunden als in der Strommitte (100 %), und zwar 116 % und 119 % (Nord- bzw. Südufer).

Die charakteristische *Actinocyclus normanii* wird bei Fast (1993) mit maximal 1,4 Mio. Zell/L (36 % der Gesamtzellzahl) im limnischen Bereich gefunden, *Cyclotella striata* dagegen im Brackwasserbereich. Hier ist sie mit den kleinschaligen Arten *Stephanodiscus (Cyclotella) lucens* und *Thalassiosira pseudonana* vergesellschaftet. Die coccalen Grünalgen werden mit *Scenedesmus quadricauda*, *S. falcatus* et *acuminatus* und *Monoraphidium contortum* erwähnt, da sie im Sommer und Herbst hohe Individuenzahlen erreichen (*S. quadricauda*: 12 % der Gesamtzellzahl im limnischen Bereich).

Es wird darauf hingewiesen, dass der Schwebstoffgehalt im Elbe-Ästuar weder vertikal noch horizontal homogen verteilt ist (vgl. Bergemann 2004). Die Trübungswolken von einigen Metern bis zu hundert Metern Durchmesser werden nach Nöthlich (1972, zit. in Fast 1993) an Schwellen und Kolken erzeugt. Denkbar wäre auch eine abknickende Fahrinne, um entsprechende Turbulenzen zu erzeugen.

Der größte Teil der Schwebstoffe sinkt nach Wolfstein (1996) mit <0,3 mm/s langsam. Diese Fraktion enthält den größten Anteil an organischer Substanz und Chlorophyll a. Der Phaeophytin/Chlorophyll a-Quotient war in der schnell sinkenden Fraktion am höchsten und lag bei 8,59 mm/s (Mittelwert 1992) und 2,22 mm/s (Mittelwert 1993). Das zeigt, dass seneszente Algen anders sinken als vitale, wachsende. Schnell sinkende Schwebstoffe sinken mit > 1,9 mm/s und finden sich in Bodennähe gehäuft (Wolfstein 1993).

Zwischen Seemannshöft und km 770 wurden 177 Arten von Wolfstein (1996) gefunden: 45 Centrales (Bacillariophyceae), 73 Pennales (Bacillariophyceae), 41 coccale Grünalgen (Chlorophyceae), 7 Cyanobakterien, 10 Dinoflagellaten, 1 Haptophyceae, wobei die Dinoflagellaten ihren Verbreitungsschwerpunkt im marinen Bereich hatten und die coccalen Grünalgen sowie Cyanobakterien im limnischen Bereich. Unter den Kieselalgen sind viele Brackwasserarten vertreten. Der große Anteil pennater Kieselalgen zeigt die Bedeutung der Resuspension von Sedimenten im Ökosystem der Tideelbe, da diese vorwiegend benthisch vorkommen (*Achnanthes* spp., *Bacillaria paradoxa*, *Caloneis amphisbaena*, *Cocconeis* spp., *Fragilaria* spp., *Gyrosigma acuminatum* et *nodiferum*, *Navicula lanceolata*, *Surirella brebissonii*, um nur einige zu nennen).

Im Materialband VII zur vorangegangenen Fahrrinnenanpassung wurden u.a. die Längsprofilmessungen der ARGE ELBE 1977-1994 ausgewertet (IHF 1997). Für 1993 werden 16,47 Mio. Zellen/L (Jahresmittelwert) bei Zollenspieker 6,25 Mio. Zellen/L für Seemannshöft gegenübergestellt, eine Verringerung um 62 %. Vergleichbare Verluste wurden 1992 registriert.

Die Chlorophyllmessungen (IHF 1997) zwischen Bunthaus (km 608) und Cuxhaven (km 725) im Mai, Juli und Oktober 1993 bilden Längsverteilungen ab. Die Werte vom 13.5.1993 fielen von 24,2 µg/L auf kaum nachweisbare 0,1 µg/L, blieben niedrig zwischen Brokdorf und Brunsbüttel (km 685-695) und stiegen bei Cuxhaven (km 725) auf 15 µg/L an. Die Wiederholungen im Juli und Oktober ergaben das gleiche Verteilungsmuster. In dem Zusammenhang wurden auch Querprofile bei Lühesand und Pagensand erstellt. Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen Strom- und Nebenelbe gefunden. Die Chlorophyll a-Werte lagen zwischen 0,5 µg/L und 6,3 µg/L in der Lühesander Nebenelbe bzw. 0,2 µg/L bis 5,7 µg/L in der Pagensander Nebenelbe. Etwaige Unterschiede zu den Längsprofilen der ARGE ELBE können methodisch bedingt sein (HPLC vs. Photometer).

Schulz (1961) differenziert den limnischen Bereich in zwei Abschnitte, einen oberen durch *Aulacoseira granulata* charakterisierten und einen unteren durch *Actinocyclus normanii* gekennzeichneten: Der obere Abschnitt zeichnet sich ferner durch eine hohe Diversität an Süßwasseralgen aus, genannt werden *Ankistrodesmus*-, *Scenedesmus*-, *Monoraphidium*-, *Dictyosphaerium*- und *Crucigenia*-Arten (coccale Grünalgen) und centrische Kieselalgen (*Cyclotella* und *Stephanodiscus*). Der untere Abschnitt reicht bis zur Brackwassergrenze und wird zusätzlich von *Cyclotella striata*, *Thalassiosira* (*Cosccinodiscus*) *lacustris* und *Stephanodiscus lucens* besiedelt.

Sehr gründlich ist die Algenflora des Hamburger Elbabschnittes bei Geissler & Kies (2003), z.T. unter Hinzuziehung weiter unterhalb gelegener Abschnitte bearbeitet worden. Dort wird eine Artenzahl von 611 angegeben.

„Nimmt man die Hafengebiete und den Köhlbrand, der Norderelbe und Süderelbe miteinander verbindet, hinzu, so erhöht sich auch die Anzahl auf 671. Damit ist die Elbe im Hamburger Bereich ein an planktischen Algen sehr reiches Gewässer. Artenreichste Gruppe ist die der Bacillariophyceae (284 Arten oder 42 %), gefolgt von den Chlorophyceae sensu Fott (160 Arten oder 24 %). An dritter Stelle rangieren die Cyanophyceae (65 Arten oder 10 %), alle anderen Klassen sind mit erheblich weniger Arten vertreten.“

Zur saisonalen Dynamik ober- und unterhalb Hamburgs werden detaillierte Angaben gemacht. Dabei wird betont, dass sich das Frühjahrsplankton an beiden Standorten gleicht (Maximum von *Aulacoseira*-Arten), das Sommerplankton unterhalb Hamburgs aber von *Actinocyclus normanii*, *Cyclotella striata*, *Nitzschia levidensis* und *Surirella crumena*, und damit von autochthonen, gewissermaßen standortgerechten Arten gebildet wird. Im Herbst verschwindet diese Zonierung wieder.

Geissler & Kies (2003) geben an, dass um die Zeit der Kenterpunkte etwa die Hälfte des vor allem an Schwebstoffe gebundenen Chlorophylls a aussinkt. Für Juli 1993 wird der schon mehrfach erwähnte Gradient zwischen Zollenspieker und Seemanns-

höft beziffert: 254 µg/L vs. 41,4 µg/L. Die Ursachen werden in Lichtlimitierung und erhöhtem Fraßdruck vermutet. Die 1 % Tiefe (untere Grenze der photischen Zone) bei Teufelsbrück (km 630) wurde am 27.9.1987 in 1,69 m Tiefe bei einer Gesamttiefe von 9,65 m ermittelt (Fast 1993).

Ergänzend zur Zusammenfassung (am Ende von Kap. 2.3.1.3) kann, auf Grund des Vergleichs mit weiteren Literaturdaten, festgestellt werden:

1. Die Literaturangaben bestätigen die Ergebnisse zur Beschreibung des Ist-Zustandes des Phytoplankton auf Basis der Zeitreihe 1997-2004 (bezogen auf Verteilung und Zusammensetzung des Planktons im UG).
2. Es wird wiederholt auf die Bedeutung des Lichtes als Umweltfaktor und die hieraus für die Phytoplankter schlechten Verhältnisse in den Bereichen des Hamburger Hafens und der Fahrrinne hingewiesen. Sie werden als Folge der großen mittleren Tiefen und des hohen Trübstoffgehaltes herausgestellt, woraus eine relativ geringmächtige euphotische Schicht für die Planktonalgen resultiert. Ungünstig wirken sich auch die hydrodynamischen Verhältnisse und die hohen Verweilzeiten aus.
3. In den Flachwasserbereichen der Nebenelben sind zum Teil höhere Phytoplanktondichten beobachtet worden.

2.3.1.5 Phytoplankton in Zuflüssen

Die Zuflüsse tragen insgesamt wenig Phytoplankton in die Unterelbe ein. Dies kommt zunächst in den Dimensionen der einzelnen Gewässer (s. Tabelle 1.3-3) zum Ausdruck. Man kann zwischen großen und kleinen, tideoffenen und -abgeriegelten Gewässern unterscheiden. Im Folgenden werden linksseitige und rechtsseitige Nebenflüsse unterschieden. Der Bestand wird im Wesentlichen für die größeren Zuflüsse, in denen nennenswerte Planktondichten auftreten, beschrieben und dargestellt, da im Rahmen der Bearbeitung festgestellt wurde, dass das Vorhaben ungeeignet ist, Auswirkungen auf das Phytoplankton in den Nebenflüssen hervorzurufen (s.a. Kap. 3.1.1.3 und 3.2.1.3).

Linksseitige Zuflüsse (Ilmenau, Oste)

Ilmenau

Die untere Ilmenau ist mit einem langjährigen Sommerabfluss von 7 m³/s (MQ Sommer 2002: 14,5 m³/s) einer der größeren Zuflüsse der Unterelbe. In 2002 entwickelten sich Biovolumina von $1,4 \pm 1,1$ mm³/L (Mittelwert \pm Standardabweichung). Das Vegetationsmaximum lag im Frühsommer bei 3,22 mm³/L und 14,8 µg/L Chlorophyll a. Anschließend wirkte sich eine Hochwassersituation auf das Phytoplankton aus.

Die Zusammensetzung der Biomasse wurde von centrischen Kieselalgen dominiert (40,9 % mittlerer Biomasseanteil), gefolgt von pennaten Kieselalgen (23,9 %) und Cryptomonaden (Cryptophyceae: 18,2 %).

Die Biomassearten waren die solitär Centrischen: *Cyclostephanos invisitatus*, *Stephanodiscus hantzschii*, kettenbildende Centrische: *Skeletonema potamos*, *Aulacoseira* spp., Pennales: *Asterionella formosa*, *Diatoma tenuis*, *Navicula gregaria*, *Nitzschia clausii*, Cryptophyceae: *Cryptomonas* spp. und mit geringeren Anteilen: Chrysophyceae: *Dinobryon divergens*, Synurophyceae: *Synura* spp. sowie Chlorophyceae (Volvocales): *Chlamydomonas* spp.

Oste

Die Oste gehört mit einem Sommerabfluss von 9,8 m³/s wie die Ilmenau zu den größeren Zuflüssen der Unterelbe. Das Phytoplankton an der Messstation Oberndorf entwickelte sich in 2002 zu Biovolumina von $4,2 \pm 3,3$ mm³/L. Im Juli war ein ausgeprägter Vegetationsschwerpunkt zu beobachten (9,6 mm³/L bzw. 115,12 µg/L Chlorophyll a).

Die Phytoplanktonbestände sind stark von centrischen Kieselalgen dominiert: mittlerer Biomasseanteil 93,1 %. Wenige andere Gruppen steuern nennenswerte Anteile bei: Pennales 5,6 %.

Mit *Cyclotella meneghiniana*, *Cyclotella striata* et *scaldensis*, *Actinocyclus normanii* und *Stephanodiscus lucens* bauen typische Arten der Trübungszone (Übergangsgewässer) das Phytoplankton auf. Auffällig war die hohe mineralische Trübung der Proben.

Rechtsseitige Zuflüsse (Pinnau, Krückau, Stör)

Pinnau

Die Pinnau entwickelte in 2003 Phytoplanktonbestände mit einem mittleren Biovolumen von 0,44 mm³/L. Die geringen Werte erreichen im August ihr Maximum mit einem Wert von 0,96 mm³/L.

Zu diesem Zeitpunkt wurde der Bestand von Kieselalgen (Bacillariophyceae) in Kodominanz mit Cyanobakterien und Euglenophyceen aufgebaut. Der Anteil der Kieselalgen (*Navicula*- und *Suriella*-Arten) lag bei 60 %, wobei pennate Formen bestimmend waren. Das Cyanobakterium *Aphanizomenon flos-aquae* steuerte 17 % und Euglenophyceen (*Euglena*- und *Phacus*-Arten) 20,1 % bei.

Krückau

In der Krückau entwickelten sich in 2003 an der Messstelle oberhalb Elmshorn Phytoplanktondichten von durchschnittlich 0,75 mm³/L. Das Maximum wurde im November beobachtet. Das ist ungewöhnlich, da dieser Monat nicht in der Vegetationsperiode liegt. Mit 93 % Biomasseanteil traten hier Kieselalgen aspektbildend auf. Allein *Actinocyclus normanii* erreichte einen Anteil von 89 %. Im Sommer bilden diverse Cyanobakterien kräftige Biomasseanteile an der durch centrische und pennate Kieselalgen bestimmten Planktongemeinschaft aus.

Stör

Die Stör gehört, wie Ilmenau und Oste zu den größeren Zuflüssen im Abschnitt der Unterelbe. Mit $30,7 \text{ mm}^3/\text{L}$ entwickelten sich in 2003 die vergleichsweise größten Phytoplanktonbestände der betrachteten Messstellen. Mit Biomasseanteilen zwischen 96,7 % und 99,9 % waren sie sehr einseitig von centrischen Kieselalgen bestimmt. Als Hauptart ist wiederum *Actinocyclus normanii* zu nennen.

Zusammenfassende Darstellung

Die Zuflüsse trugen insgesamt wenig Phytoplankton in die Unterelbe ein. Dies kommt zunächst in den Dimensionen der Gewässer zum Ausdruck. Man kann zwischen großen und kleinen, tideoffenen und -abgeriegelten Gewässern unterscheiden.

Nennenswerte Planktondichten wurden in den großen Zuflüssen Oste (Oberndorf) und Stör (Wewelsfleth) sowie Ilmenau beobachtet. Tideoffene große Zuflüsse zeigen eine den Nebenelben vergleichbare Phytoplanktonsituation: Abhängigkeit von den Entwicklungen im Hauptstrom (was in der Artenzusammensetzung zum Ausdruck kommt) und eigenständige Sukzession bei hydrodynamisch günstigen Verhältnissen mit hohen Vegetationsmaxima. Da die Messungen der größeren Zuflüsse links- und rechtsseitig der Tideelbe aus aufeinanderfolgenden Jahren stammen, sind sie nicht direkt vergleichbar.

Die Ilmenau fließt oberhalb Hamburgs in die Elbe und ist daher durch ein weitgehend limnisches Phytoplankton geprägt. Pinnau und Krückau, zwei kleine Zuflüsse, zeigen im Sommer einen Cyanobakterienaspekt, was ebenfalls auf unabhängige Sukzession hindeutet und eher mit dem Geschehen oberhalb der Messstelle in Zusammenhang gebracht werden kann.

2.3.2 Phytobenthos

2.3.2.1 Diatomeenflora ausgewählter Standorte entlang der Tideelbe und ihrer Zuflüsse

In Tabelle 2.3-10 und Tabelle 2.3-11 sind die Vergesellschaftungen benthischer Kieselalgen von drei linksseitig gelegenen Messstellen der Elbe (s. Abbildung 2.1-1) und mehreren Zuflüssen aufgeführt, sofern diese Gruppe einen relativen Schalenanteil von ≥ 1 % in den Proben hatte. Während im Phytoplankton centrische Formen (Centrales) verbreitet sind, gehören benthische Kieselalgen vorwiegend zu der ungleich artenreicheren Ordnung der Pennales innerhalb der Bacillariophyceae. Ihre Wuchsformen (Gallertschläuche, Bäumchen, einzellig mit Raphe oder apikalen Porenfeldern) zeichnen sie als adnat (= haftend) aus. Im Plankton, insbesondere im Flussplankton findet man sie dennoch regelmäßig als sogenannte „Tychoplankter“. Umgekehrt bilden centrische Kieselalgen nach Aussinken als „Pseudoperiphyton“ einen Bestandteil des Aufwuchses. Durch Resuspension können sie wieder ins Plankton befördert werden.

Die Messstelle Geesthacht (km 585,5) oberhalb des UG zeigt zu allen jahreszeitlichen Aspekten einen relativ hohen Anteil centrischer Schalen von *Cyclotella atomus* et *meneghiniana*. Weniger häufig, aber ebenso regelmäßig sind *Cyclostephanos invisitatus*, *Aulacoseira* spp. und *Stephanodiscus hantzschii*. Dies sind ausgesunkene Arten eines typischen eutrophen Süßwasserplanktons bei erhöhtem Elektrolytgehalt. Die *Cyclotella*-Arten tolerieren elektrolytreiche bis brackige Bedingungen. *Cyclotella meneghiniana* wird als Litoralform beschrieben (Krammer & Lange-Bertalot 1991). *Stephanodiscus hantzschii* und *Cyclostephanos invisitatus* sind kosmopolitische Planktonformen, die häufig gemeinsam vorkommen, z.B. massenhaft im Frühjahr. Ferner sind allgemein verbreitete pennate Formen vertreten. *Amphora pediculus*, ein kleinschaliger Ubiquist kommt in verschiedensten Gewässern vor, wie auch *Navicula cryptotenella*. *Navicula gregaria* ist eine der häufigsten Diatomeen überhaupt (Krammer & Lange-Bertalot 1997). Wie *Navicula tripunctata* ist sie u.a. in elektrolytreichen bis brackigen Gewässern verbreitet. Das gefundene Artenspektrum indiziert eu- bis polytrophe, also stark mit Nährstoffen angereicherte Verhältnisse (Trophie-Index nach Rott 1999).

Grauerort (km 660,5) liegt am Beginn der mixohalinen Zone und wird dem Wasserkörper Übergangsgewässer zugeordnet. *Actinocyclus normanii*, ein Plankter und schlechter Schweber (Geissler & Kies 2003) dieses Abschnittes bildet zusammen mit anderen Centrales einen hohen Anteil am Sommeraspekt. Quantitativ bedeutsamer sind die pennaten Formen *Navicula mutica*, *Nitzschia brevissima* und *Navicula gregaria*. Auffällig ist, dass mehrere Arten in Kodominanz den Sommeraspekt bilden, anders als im Frühjahr. Hier dominiert mit *Navicula mutica* eine Brackwasserart, die auch im Süßwasser unter Bedingungen erhöhter osmotischer Druckschwankungen vorkommt (Krammer & Lange-Bertalot 1997). Dies ist auf Wattflächen bei Niedrigwasser der Fall. *Nitzschia brevissima* wie auch die *Nitzschia filiformis* var. sind typisch für mehr oder weniger ausgesüßte Brackwasserstandorte. Daneben kommen mit *Cymatosira belgica* und *Achnanthes brevipes* Arten der Meeresküsten vor. Der Trophie-Index nach Rott (1999) zeigt eu- bis polytrophe Verhältnisse.

Achnanthes parvula und Navicula mutica bilden den artenarmen Frühjahrsaspekt bei Cuxhaven (km 727). Achnanthes parvula ist an Meeresküsten verbreitet und wie Navicula mutica im Brackwasser noch häufig. Mit Cymatosira belgica und Navicula complanata treten im Sommer weitere Arten der Meeresküsten auf. Aus dem gesamten Artenspektrum ergibt sich ein eu- bis polytropher Trophie-Index.

Tabelle 2.3-10: Häufige Arten* in der benthischen Diatomeenflora der Elbe

Gewässer Probenahmestelle	Elbe Geesthacht			Elbe Grauer Ort		Elbe Cuxhaven	
	Fj02	So02	He02	Fj02	So02	Fj02	So02
Centrales							
Actinocyclus normanii					5,8		
Aulacoseira spp.	1,0	4,2	1,2				
Centrales non det.	7,4	8,5		1,4	6,6	2,6	5,0
Cyclostephanos dubius		1,5					
Cyclostephanos invisitatus	2,6	3,6	1,0				
Cyclotella		1,3			8,4		1,0
Cyclotella atomus	1,2	15,8	5,3				
Cyclotella meneghiniana	1,4	10,3	2,9		2,2		
Melosira varians			2,2		1,5		
Skeletonema subsalsum		1,3					
Stephanodiscus hantzschii	4,2	1,8	3,4	2,6	1,5		
Pennales							
Achnanthes							1,5
Achnanthes brevipes					3,3		
Achnanthes coartata							2,2
Achnanthes parvula						48,4	9,2
Amphora spp.							1,0
Amphora pediculus	24,7	20,1	12,5				
Cymatosira belgica					2,6		6,7
Delphineis minutissima					1,8		
Fragilaria brevistriata		1,0	1,0				
Fragilaria capucina v. vaucheriae	1,8						
Fragilaria construens	1,6	1,3	2,7				
Fragilaria pinnata			1,0				
Fragilaria ulna			1,0				
Navicula spp.		1,1	2,2		8,0		2,2
Navicula cincta					1,5		
Navicula complanata							5,2
Navicula cryptotenella	5,8	4,4	2,2				
Navicula decussis			1,0				
Navicula gregaria	4,4		21,5		6,6		1,2
Navicula halophila					1,5		1,2
Navicula lanceolata	1,2		1,0		1,8		
Navicula menisculus v. grunowii			1,9				
Navicula mutica				80,2	7,3	30,7	36,8
Navicula mutica v. ventricosa				1,4			
Navicula recens			3,4		1,1		
Navicula tripunctata	5,8	2,5	1,7				
Nitzschia spp.	1,8	3,6	3,4		5,8	3,9	2,0
Nitzschia acicularis	1,2						
Nitzschia brevissima				5,7	1,8		
Nitzschia clausii					1,5		
Nitzschia dissipata	5,8		5,3				
Nitzschia dissipata v. media		3,9					
Nitzschia filiformis v. conferta					2,6		
Nitzschia fruticosa		1,1					
Nitzschia inconspicua	17,8	4,3					
Nitzschia incrustans							13,4
Nitzschia palea			1,2				
Nitzschia sociabilis			1,0				

Erläuterung: * = Arten und Artengruppen mit einem Schalenanteil von $\geq 1\%$, bearbeitet vom Büro Eco-Ring (37181 Hardegsen), Niedersachsen

Tabelle 2.3-11: Häufige Arten* der benthischen Diatomeenflora in Zuflüssen der Tideelbe und Einstufung der Standorte

Gewässer Probenahmestelle	Ilmenau Schleuse			Jeetzel Seerau			Oste Oberndorf		Oste Mühlenwisch		
	Fj02	So02	He02	Fj02	So02	He02	Fj02	So02	Fj02	Fj02	So02
Centrales											
Aulacoseira spp.									1,4		
Melosira varians	4,3			2,5				17,0		11,2	10,3
Stephanodiscus hantzschii									11,0		
Centrales non det.							1,4		21,3	3,4	3,2
Pennales											
Achnanthes	1,1					2,2					
Achnanthes conspicua						7,0					
Achnanthes lanceolata	5,0			4,3		4,9	1,9		1,1		
Achnanthes lanceolata ssp. Frequentissima			3,1		3,7	3,0		2,4			
Achnanthes minutissima	6,7	1,0		10,6	13,0	6,0	1,0	1,7			
Amphora pediculus	26,4	1,1	1,0	2,5	2,1	20,5					
Cocconeis placentula	1,5		2,3	2,0	3,9	7,8			1,8		
Cymbella silesiaca				1,1							
Fragilaria						1,4					
Fragilaria brevistriata						1,4					
Fragilaria capucina	1,7			4,3				1,3			
Fragilaria capucina v. vaucheriae	2,6			1,8			5,6			2,8	
Fragilaria construens	4,5	1,3	10,2	5,2		3,2			1,8		
Fragilaria pinnata		2,6	4,8	3,1		2,4			1,4		
Fragilaria ulna	2,6			1,8							
Gomphonema			1,0		1,8						
Gomphonema olivaceum	1,9			1,1			2,2				
Gomphonema parvulum	1,1		1,0	1,3	4,1	1,1		3,9			7,5
Navicula < 10 µm	1,9				10,3	2,4		1,7			
Navicula cryptotenella					11,2						
Navicula gregaria	2,8		10,9	6,1	4,1	3,5	12,4		2,5	15,0	1,6
Navicula lanceolata	1,7			4,9			19,9	1,3		23,7	4,8
Navicula minima	3,2				3,7	1,9		8,0			
Navicula mutica		62,7	3,3	4,5					2,8	2,3	
Navicula seminulum					3,9						
Nitzschia	2,4		2,5		2,3	2,2	1,9	2,8		5,9	3,6
Nitzschia amphibia	3,9			1,1	3,2						
Nitzschia inconspicua	3,5						2,7	11,0		4,9	18,7
Nitzschia palea				1,1	1,8		1,2	2,8		1,3	
Nitzschia tubicola				1,6							
Rhoicosphenia abbreviata	4,8				2,3						
Surirella brebissonii							16,3			8,7	

Erläuterung: * = Arten und Artengruppen mit einem Schalenanteil von $\geq 1\%$, bearbeitet vom Büro Eco-Ring (37181 Hardegsen), Niedersachsen

Häufige Arten der oberen Zuflüsse Ilmenau und Jeetzel¹³ sind im Jahre 2002 Achnanthes lanceolata, Achnanthes minutissima, Amphora pediculus, Cocconeis placentula, Fragilaria construens-Sippen, Gomphonema parvulum und Navicula gregaria. Es handelt sich um allgemein verbreitete Arten der Binnengewässer eutrophierter Standorte und/oder hoher Elektrolytgehalte. Der Sommeraspekt der Ilmenau wird mit 62,7 % von Navicula mutica bestimmt. Die Diatomeenflora ist ansonsten aus zahlreichen (kodominanten) Arten zusammengesetzt. Die indizierten Trophie-Verhältnisse sind auch hier eu- bis polytroph.

¹³ Hinweis: gemeint sind die Unterläufe der Ilmenau und der Jeetzel (der Jeetzel-Unterlauf befindet sich außerhalb des UG)

Die weiter unterhalb gelegene Oste ist 2002 durch ein ähnliches Artenspektrum gekennzeichnet: diese besteht weitgehend aus allgemein verbreiteten Süßwasserarten, die erhöhte Elektrolytgehalte tolerieren. Der Trophie-Index indiziert im Frühjahr sogar hypertrophe, ansonsten wie an den anderen Zuflüssen eu- polytrophe Verhältnisse.

In 2004 sind die Untersuchungen an drei Standorten im tidebeeinflussten Teil der Oste wiederholt worden. Die Ergebnisse sind unter Anlage 7.3 eingestellt. Es wurden, standörtlich und jahreszeitlich differenziert, 39 bis 65 Taxa nachgewiesen. Aspektbildende, dominante bzw. kodominante Arten sind: *Cyclotella meneghiniana*, *Navicula erifuga*, *Navicula gregaria*, *Stephanodiscus lucens* (bei Hof Schönau), *Cymatosira belgica*, *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae*, *Navicula gregaria*, *Melosira varians* (bei Oberndorf) und *Delphineis minutissima*, *Navicula erifuga*, *Navicula gregaria*, *Navicula mutica* und *Navicula* cf. *phylleptosoma* (bei Mühlenwisch).

2.3.2.2 Zusammenfassung

1. Das Diatomeenbenthos der Elbe und ihrer Zuflüsse ist in der Regel artenreich zusammengesetzt. Es überwiegen allgemein verbreitete Süßwasserformen elektrolytreicher, auch wechselfeuchter Standorte. Höheren Anteil (Aspektbildner) erreichen aber regelmäßig Brackwasserarten, z.B. *Navicula erifuga*.
2. Die indizierten Trophieverhältnisse liegen im deutlich eu- bis hypertrophen Bereich.
3. Die Zusammensetzung des Diatomeenbenthos bei Cuxhaven (km 727) weicht mit geringen Artenzahlen stark von den oberhalb gefundenen Verhältnissen ab.
4. Arten aus anderen Algenklassen wurden nicht systematisch untersucht. Zwischen den Flecken brauner, schleimiger Überzüge der Wattflächen, die sich bei Diatomeenmassenentwicklungen schon makroskopisch beobachten lassen, kommen Euglenophyceen vor. *Vaucheria*-Arten und *Prasiola*-Arten (Tribophyceae) sowie fädige Grünalgen verschiedener Klassenzugehörigkeit bilden an manchen Standorten makroskopische Vegetationskörper und Rasen aus, die zum Teil wiederum von Kieselalgen besiedelt werden.

2.3.2.3 Vergleich mit Literaturdaten

Gätje (1992) untersuchte das Phytobenthos auf 3 linksseitigen Wattflächen (Asseler Sand, Böschrücken, Beufleth) und 5 rechtsseitigen Wattflächen (Kreuzdeich, Bielenberg, Blomesche Wildnis, Großarentsee, Mühlenstraßen) der Tideelbe in den Jahren 1986 und 1987 sowie im Winter/Frühjahr 1990. Damit wird ein 53 km langer Stromabschnitt beschrieben, der sich von limnisch über mixo-oligohaline bis zu mixo-mesohalinen Salinitätsverhältnissen erstreckt (km 658 bis km 711).

Als dominierende Algenklasse werden Diatomeen herausgestellt (153 Arten). Die Euglenophyceen stehen mit 9 Arten an zweiter Stelle. Daneben wurden Cyanobakterien (*Merismopedia punctata*, *Microcrocis sabulicola*, *Oscillatoria*- und *Spirulina*-Arten), verschiedene Flagellaten (*Carteria*, *Chlamydomonas*, *Nephroselmis*, *Hemiselmis*, *Chroomonas*, *Cryptomonas*, *Gymnodinium*) und *Vaucheria* spp. beobachtet. Die 20

häufigsten Diatomeen der Untersuchungen werden als euryök (allgemein verbreitet) bezeichnet (Gätje 1992, S. 59), z.B. *Fragilaria schulzii*, *Navicula gregaria* und *Navicula salinarum*, um die wichtigsten zu nennen.

Im limnischen Bereich ist der Sedimentcharakter (sandig, schlickig) von entscheidender Bedeutung für die Zusammensetzung der Phytobenthosgemeinschaft. Am Übergang von oligo- zu mesohalin wirkt sich der Salzgehalt differenzierend aus (Gätje 1992).

Zur Biomasse werden von Gätje (1992) folgende Angaben gemacht:

„Die höchsten Chlorophyll-a-Werte mit 117 mg/m² werden im limnischen Abschnitt erreicht, gegenüber 33 mg/m² in der oligohalinen und 46 mg/m² in der mesohalinen Zone (Medianwerte).“

Unter der Annahme, dass diese Biomasse in einer überstehenden Wassersäule von 1 m Mächtigkeit suspendiert wäre, würden sich entsprechende 117 µg/L usw. ergeben. Damit wird - wenn auch pauschal - belegt, dass das Phytobenthos dem Phytoplankton der limnischen Zone vergleichbar produktiv ist, in unteren Abschnitten der Tideelbe vermutlich sogar überlegen.

Bei Ebbe frei fallende Wattflächen sind die produktivsten Standorte, jedoch nur in den Zeitabschnitten ohne tidebedingte Überstauung. Schon eine Übersichtung mit 3 mm filtriertem Standortwasser hemmt jedoch die Photosyntheseleistung um 55 %. Anschließende 30-minütige Adaption steigert die Leistung auf 71 % des Ausgangswertes.

Die saisonale Dynamik wird mit einem Frühjahrsmaximum und einem (geringeren) Herbstmaximum beschrieben. Der zwischenzeitige Rückgang wird auf Fraß durch Weidegänger („grazing“) zurückgeführt.

Geissler & Kies (2003) gehen auf die benthische Mikroflora wie folgt ein:

*„Unter den 14 Diatomeenarten von Kreuzdeich mit Abundanzen über 0,1 % dominieren *Cylindrotheca signata*, *Navicula salinarum*, *Navicula gregaria* und *Caloneis amphisbaena* f. *subsalina*. Die übrigen sind Arten des Süßwassers, die höhere bzw. hohe Elektrolytgehalte tolerieren.“*

Von den Makroalgen des Gebietes werden *Cladophora*, *Enteromorpha* und *Blidingia* (Ulvophyceae) sowie *Vaucheria*-Arten (Tribophyceae) erwähnt, wovon letztere bestandsbildend sind. Diese in Nordwesteuropa verbreiteten Bestände des *Vaucherietum* (compactae) haben Habitatcharakter für Insektenlarven und andere Zoobenthosarten.

Aufgrund des Vergleichs mit weiteren Literaturdaten ist festzustellen, dass die Literaturangaben die Ergebnisse zur Beschreibung des Ist-Zustandes des Phytoplankton bestätigen.

2.3.3 Planerischer Ist-Zustand

Einige Maßnahmen im Untersuchungsgebiet, die derzeit geplant werden und die bis zum vorgesehenen Baubeginn dieses Vorhabens realisiert sein werden, sind im Sinne eines planerischen Ist-Zustands (PIZ) ebenfalls im Ist-Zustand in der UVU zu berücksichtigen. Es sind folgende geplante Vorhaben einzubeziehen:

1. Kompensationsmaßnahme im Bereich Hahnöfersand (Rückdeichung und Schaffung von Wattflächen, Fertigstellung 2005)
2. Bau eines Tiefwasserliegeplatzes im Bereich Hamburg-Finkenwerder (Fertigstellung 2006) und
3. Herstellung der Solltiefe Zufahrt Altenwerder (Fertigstellung 2006).
4. Deichverstärkung Neufeld (Fertigstellung 2007).
5. Deichverstärkung St. Margarethen (Fertigstellung 2006).
6. Hafenerweiterung Cuxhaven, Europakai: "Liegeplatz 4" (beantragt).
7. Anpassung Einfahrt Vorhafen inklusive Verfüllung Kohlenschiffhafen (Fertigstellung 2011).

Die Maßnahmen 4 und 5 sind ungeeignet auf die aquatische Flora im schutzgut-spezifischen UG zu wirken, da sie nicht im aquatischen Bereich angesiedelt sind.

Durch Kompensationsmaßnahme im Bereich Hahnöfersand (Rückdeichung und Schaffung von Wattflächen) erfolgt die Schaffung von 46 ha Flachwasserzone sowie 105,2 ha Süßwasserwattfläche. Damit werden Eingriffe im Zusammenhang mit der Teil-Verfüllung des Mühlenberger Lochs (Erweiterung des Airbus-Geländes) kompensiert. Mit der Maßnahme ist ein Lebensraumgewinn für die aquatische Flora (Phytobenthos) verbunden. Der zu erwartende Bestand an Phytoplankton und Phytobenthos wird sich jedoch nur lokal verändern und wird sich von den in Kap. 2.3 beschriebenen Bestand im betreffenden Flussabschnitt nicht wesentlich unterscheiden.

Die übrigen Maßnahmen wirken nur sehr eingeschränkt (bzw. nicht mess- und beobachtbar) auf die aquatische Flora. Zusammenfassend ist festzustellen, dass terrestrische Bereiche in aquatische Bereiche umgewandelt werden (Maßnahmen 6, 7), aquatische Bereiche in terrestrische Bereiche umgewandelt werden (Maßnahme 7) oder die Struktur aquatischer Bereiche verändert wird (Maßnahme 2, 3, 6). Die Maßnahmen führen jedoch nicht zu Veränderungen des beschriebenen Bestands der aquatischen Flora.

2.4 Bewertung des Ist-Zustands

Die VV-WSV 1401 8.94 ist für die Bewertung der aquatischen Flora im Rahmen der beantragten Fahrrinnenanpassung nur eingeschränkt anwendbar. Die aquatische Flora ist in der VV-WSV 1401 8.94 Bestandteil des Bewertungsrahmen für das Schutzgut Wasser (bzw. „Wasser/Oberirdische Gewässer/Wasserbeschaffenheit“). Als Bewertungskriterium ist demnach der Zustand der Planktonbiozönose zu verwenden. Anhand dieses Kriteriums sind sowohl die Phytoplanktonbiozönose als auch die Zooplanktonbiozönose zu bewerten. Dieser Bewertungsrahmen wird einer belastbaren Bewertung der aquatischen Flora gemäß WSD Nord & BWA (2005) jedoch nicht gerecht, da

- a) das Mikrophytobenthos nicht berücksichtigt wird,
- b) das Zooplankton separat in der Unterlage H.5b bewertet wird und
- c) Zielvorstellungen der Wasserrahmenrichtlinie (RL 2000/60/EG) unberücksichtigt bleiben.

Die Bewertungskriterien der VV-WSV 1401 8.94 werden deshalb in angepasster Form zur Anwendung kommen.

Das schutzgutspezifische Leitbild wird in Anlehnung an das Leitbild für oberirdische Gewässer, Stoffhaushalt/Wasserbeschaffenheit formuliert (s. Unterlage H.2a), in Teilen modifiziert und um schutzgutspezifische Aspekte ergänzt. Den Zielvorstellungen der Wasserrahmenrichtlinie (RL 2000/60/EG) wird dahingehend entsprochen, dass die Qualitätskomponenten Phytobenthos und Phytoplankton möglichst „sehr gut“ im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie ausgeprägt sind. Dabei ist zu berücksichtigen, dass nach ARGE ELBE (2004a) die vier Wasserkörper Elbe (Ost), Hafen, Elbe (West) und Übergangsgewässer „vorläufig“¹⁴ als „erheblich verändert“ (heavy modified waterbody) gem. Art. 5(1) und Anh. II Nr. 1(1)(i) WRRL eingestuft werden. Daher gilt hierbei das „gute ökologische Potential“¹⁵ (s. Tabelle 2.4-1) für die Zielerreichung bei den Qualitätskomponenten.

Das schutzgutspezifische Leitbild basiert im Wesentlichen auf Ausführungen von ARGE ELBE (Entwurf Stand: 08.06.2006). ARGE ELBE definiert einen Referenzzustand des Phytobenthos und des Phytoplanktons für den „Subtyp Tideelbe“. Dieser bezieht sich jedoch nur auf den limnischen Abschnitt der Tideelbe. Eine Beschreibung von Referenzzuständen für Küstengewässer und Übergangsgewässer liegt derzeit nicht vor.

¹⁴ Die Verfahren zur Ermittlung und Bewertung des Zustandes der Qualitätskomponenten gem. WRRL befinden sich teilweise noch in der Entwicklung.

¹⁵ Das „gute ökologische Potential“ (für künstliche oder erheblich veränderte Wasserkörper) wird (indirekt) vom „guten ökologischen Zustand“ (für natürliche Wasserkörper) abgeleitet und berücksichtigt hydro-morphologischen Änderungen aufgrund dessen der Wasserkörper als erheblich verändert ausgewiesen wird.

Tabelle 2.4-1: Definition sehr guter Zustände der Biologischen Qualitätskomponenten Phytoplankton und Phytobenthos gemäß WRRL

Phytoplankton	<p>Sehr guter ökologischer Zustand von Flüssen: <i>„Die taxonomische Zusammensetzung des Phytoplanktons entspricht vollständig oder nahezu vollständig den Bedingungen bei Abwesenheit störender Einflüsse. Die durchschnittliche Abundanz des Phytoplanktons entspricht voll und ganz den typspezifischen physikalisch-chemischen Bedingungen und ist nicht so beschaffen, dass dadurch die typspezifischen Bedingungen für die Sichttiefe signifikant verändert werden. Planktonblüten treten mit einer Häufigkeit und Intensität auf, die den typspezifischen physikalisch-chemischen Bedingungen entspricht.“</i></p> <p>Sehr guter ökologischer Zustand von Übergangsgewässern: <i>„Zusammensetzung und Abundanz der phytoplanktonischen Taxa entsprechen den Bedingungen bei Abwesenheit störender Einflüsse. Die durchschnittliche Biomasse des Phytoplanktons entspricht den typspezifischen physikalisch-chemischen Bedingungen und ist nicht so beschaffen, dass dadurch die typspezifischen Transparenzbedingungen signifikant verändert werden. Planktonblüten treten mit einer Häufigkeit und Intensität auf, die den typspezifischen physikalisch-chemischen Bedingungen entspricht.“</i></p> <p>Sehr guter ökologischer Zustand von Küstengewässern: <i>„Zusammensetzung und Abundanz des Phytoplanktons entsprechen den Bedingungen bei Abwesenheit störender Einflüsse. Die durchschnittliche Biomasse des Phytoplanktons entspricht den typspezifischen physikalisch-chemischen Bedingungen und ist nicht so beschaffen, dass dadurch die typspezifischen Transparenzbedingungen signifikant verändert werden. Planktonblüten treten mit einer Häufigkeit und Intensität auf, die den typspezifischen physikalisch-chemischen Bedingungen entspricht.“</i></p>
Phytobenthos*	<p>Sehr guter ökologischer Zustand von Flüssen: <i>„Die taxonomische Zusammensetzung entspricht vollständig oder nahezu vollständig den Bedingungen bei Abwesenheit störender Einflüsse. Keine erkennbaren Änderungen der durchschnittlichen makrophytischen und der durchschnittlichen phytobenthischen Abundanz.“</i> Hinweis: Ökologische Zustände von Übergangsgewässern und Küstengewässern liegen nicht vor.</p>
Biologische Qualitätskomponenten in erheblich veränderten oder künstlichen Wasserkörpern	<p>Höchstes ökologisches Potential¹⁾ von erheblich veränderten oder künstlichen Wasserkörpern: <i>„Die Werte für die einschlägigen biologischen Qualitätskomponenten entsprechen unter Berücksichtigung der physikalischen Bedingungen, die sich aus den künstlichen oder erheblich veränderten Eigenschaften des Wasserkörpers ergeben, soweit wie möglich den Werten für den Oberflächengewässertyp, der am ehesten mit dem betreffenden Wasserkörper vergleichbar ist.“</i></p>

Erläuterungen: *Der sehr gute ökologische Zustand wird gemäß WRRL zusammenfassend für Phytobenthos und Makrophyten definiert.

1) der korrekte Begriff wäre „sehr gutes ökologisches Potential“

Schutzgutspezifisches Leitbild:¹⁶

Die aquatische Flora im UG unterliegt sowohl natürlichen als auch anthropogen geprägten Prozessen. Die verschiedenen Kompartimente von Tideelbe, Nebengewässern und Zuflüssen erfüllen die spezifischen Funktionen im Naturhaushalt, insbesondere eine Lebensraumfunktion für die aquatische Flora. Der Lebensraum der aquatischen Flora in der Tideelbe soll wie folgt ausgeprägt sein:

- insgesamt geringe Nährstoffkonzentrationen im Wasser und eine damit verbundene geringe Trophie,
- wechselnde Strömungsbedingungen, wechselnder Tideeinfluss und unterschiedliche Substrate (verschiedene Habitate),
- ausgedehnte Flachwasser- und Wattgebiete,
- geringe Trübung, hohe Sichttiefe im Verhältnis zur Wassertiefe (Hinweis: Gemäß ARGE Elbe (2006) sind Ästuare jedoch auch im Referenzzustand ganzjährig tendenziell eher trübe Gewässer, in denen Phytoplankton eher licht- als nährstofflimitiert ist) und
- hohe Verweilzeiten des Wassers in flacheren Bereichen der Tideelbe.

Bewertungsrahmen:

Für die Qualitätskomponenten Phytobenthos und Phytoplankton gibt es im Bereich der gesamten Tideelbe noch kein anwendbares Bewertungsverfahren gemäß WRRL, bzw. Verfahren befinden sich noch in der Entwicklung (vgl. ARGE ELBE 2006). Bezogen auf die Bewertung von Phytobenthos führt ARGE ELBE aus: *„Eine Ausarbeitung eines belastbaren Bewertungsverfahrens mit den erforderlichen Modulen erfordert daher mehr zeitlichen Aufwand, so dass eine fristgerechte Aufstellung bis Ende 2006 derzeit aus Sicht der Wassergütestelle Elbe als eher unwahrscheinlich eingeschätzt wird.“* Für Phytoplankton liegt ein bundesweiter Vorschlag zur Bewertung vor (vgl. ARGE ELBE 2006). Für den Bereich der Tideelbe ist dieses Verfahren jedoch nur in den Wasserkörpern Elbe (Ost) und Hafen anwendbar.

In Anlehnung an die VV-WSV 1401 8.94 wird daher im Folgenden ein 5-stufiger Bewertungsrahmen für die aquatische Flora aus dem o.a. schutzgutspezifischen Leitbild entwickelt. Dieser Bewertungsrahmen ist in Tabelle 2.4-2 dargestellt.

Auf einige Widersprüche auslösende Aspekte, die im Rahmen dieses Teilgutachtens und Bewertungsrahmens nicht auflösbar sind, wird vorab hingewiesen: Die Behandlung der aquatischen Flora ist, dem Untersuchungsrahmen (WSD Nord & BWA 2005) entsprechend, auf die Mikroflora (Phytoplankton, (Mikro-)Phytobenthos) beschränkt. Makroalgen und Makrophyten sind nicht einbezogen, dies trägt dem Ist-Zustand in der Tideelbe in gewisser Weise Rechnung. Makrophyten sind jedoch Leitbild-Elemente bei BfG (2002); über ihre Verwendung in Bewertungsverfahren liegen ungleich mehr Informationen vor. Eine Bewertung der aquatischen Mikroflora im Hinblick auf den Ei-

¹⁶ Die von BfG (2002) entwickelten „Ökologische Entwicklungsziele für das Elbe-Ästuar“ (Leitbild u. Umweltziele) nehmen unter „Wasser“ und „Vegetation“ auf Phytoplankton und Phytobenthos keinen expliziten Bezug, dort findet sich lediglich der auf Makrophyten gemünzte Hinweis: „im aquatischen Bereich sind in strömungsberuhigten Seitenarmen und Stillgewässern Wasserpflanzengesellschaften zu finden“

genwert der vertretenen Arten(gruppen) ist kaum möglich, Rote Listen etc. gibt es für diese Gruppen nicht.

Tabelle 2.4-2: Bewertungsrahmen – Aquatische Flora

Wertstufe	Definition der Wertstufe	Ausprägung der Leitparameter
5 sehr hoch	Bereich mit sehr hoher Bedeutung für die aquatische Flora	Die aquatische Flora im UG entspricht in sehr hohem Maße dem Leitbild: - sehr hohe Anteile an Flachwasser und ggf. Wattflächen sowie - sehr geringe Schwebstoffaufladung/Trübung
4 hoch	Bereich mit hoher Bedeutung für die aquatische Flora	Die aquatische Flora im UG entspricht in hohem Maße dem Leitbild: - hohe Anteile an Flachwasser und ggf. Wattflächen sowie - geringe Schwebstoffaufladung/Trübung
3 mittel	Bereich mit mittlerer Bedeutung für die aquatische Flora	Die aquatische Flora im UG entspricht in mittlerem Maße dem Leitbild: - mittlere Anteile an Flachwasser und ggf. Wattflächen sowie - mittlere Schwebstoffaufladung/Trübung
2 gering	Bereich mit geringer Bedeutung für die aquatische Flora	Die aquatische Flora im UG entspricht in geringem Maße dem Leitbild: - geringe Anteile an Flachwasser und ggf. Wattflächen sowie - starke Schwebstoffaufladung/Trübung
1 sehr gering	Bereich mit sehr geringer Bedeutung für die aquatische Flora	Die aquatische Flora im UG entspricht nicht bzw. in sehr geringem Maße dem Leitbild: - sehr geringe Anteile an Flachwasser und ggf. Wattflächen sowie - sehr starke Schwebstoffaufladung/Trübung

Zudem ist das Auftreten insbesondere des Phytoplanktons im UG weitgehend von exogenen Faktoren gesteuert, nämlich dem Eintrag aus der Mittelbe (und die trophischen Verhältnisse dort) sowie den marinen (Salz-)Einfluss von unterstrom (nebst der ästuartypischen Trübungszone). Zweitens ist der massive Phytoplankton-Eintrag überwiegend mit negativen Effekten (Sauerstoffzehrung) verbunden, d.h. das Auftreten dieser Organismengruppe im UG müsste, soweit beachtliche Chlorophyll-Gehalte erreicht werden, auch grundsätzlich negativ bewertet werden.

Deshalb wird zuvorderst auf die Ausprägung des Lebensraumes abgestellt, hier den Anteil an Flachwasser- und Wattflächen, der bei hinreichender Ausprägung bewirkt, dass der biogene Sauerstoffeintrag durch die Mikroflora die Zehrungsprozesse überwiegt. Dies gilt nur bei einer Schwebstoffaufladung bzw. Trübung, die eine hinreichende Durchlichtung des Wassers zulässt, dieser Parameter ist deshalb bewertungsrelevant. Der Anteil an Flachwasser- und Wattflächen wird anhand der Verteilung von Vorland, Watt, Flach- und Tiefwasser, die im Rahmen der Beweissicherung dokumentiert wurde (vgl. WSA-HH 2005, s. Tabelle 2.4-3) sowie auf Grund eigener GIS-Recherchen ermittelt.

Die Abwesenheit von planktongiftigen Schadstoffen ist weitestgehend gegeben und deshalb werden Schadstoffe nicht als Bewertungsparameter verwendet. Auch Nährstoffe werden nicht als Bewertungsparameter verwendet. Ein (zu) hohes trophisches Niveau wie in der Mittelbe würde bei hinreichendem Flachwasseranteil unerwünschte Algenblüten auslösen (erhöhte biogene Trübung, ggf. fischtoxische pH-Werte etc.), ein (im UG niemals erreichbares) sehr niedriges trophisches Niveau würde durch Nährstofflimitierung das Algenwachstum einschränken. Es macht keinen

Sinn, daraus abgeleitet mittlere trophische Verhältnisse durchgehend positiv zu bewerten. Die Salinität ist ebenfalls nicht sinnvoll als Bewertungsparameter heranzuziehen. Erstens weist jedes ins Meer mündende limnische Gewässer eine Sterbezone des (sofern vorhanden) Süßwasserplanktons auf. Zweitens treten dort halotolerante/-phile Arten auf, die Lokation ihres Auftretens ist nicht bewertungsrelevant.

Tabelle 2.4-3: Topographische Einheiten im Untersuchungsgebiet (WSA-HH 2005)

Zone	Anteil in %
Geesthacht bis Bunthaus	
Tiefwasser I (< 10 m u. MTnw)	0 – 1 %
Tiefwasser II (10 m – 2 m u. MTnw)	39 – 44 %
Flachwasser (- 2 m u. KN bis MTnw)	8 – 11 %
Watt (MTnw bis MThw)	20 – 23 %
Vorland (MThw bis Deich)	20 – 30 %
Bunthaus bis Nienstedten	
Tiefwasser I (< 10 m u. MTnw)	32 – 35 %
Tiefwasser II (10 m – 2 m u. MTnw)	31 – 34 %
Flachwasser (- 2 m u. KN bis MTnw)	4 – 6 %
Watt (MTnw bis MThw)	10 – 11 %
Vorland (MThw bis Deich)	16 – 19 %
Nienstedten bis Hetlingen	
Tiefwasser I (< 10 m u. MTnw)	19 – 20 %
Tiefwasser II (10 m – 2 m u. MTnw)	17 – 20 %
Flachwasser (- 2 m u. KN bis MTnw)	12 – 15 %
Watt (MTnw bis MThw)	28 – 33 % (Abnahme der Watt- und Flachwasseranteile aufgrund der Aufspülung des DASA-Geländes im Mühlenberger Loch)
Vorland (MThw bis Deich)	16 – 20 %
Hetlingen bis Stör	
Tiefwasser I (< 10 m u. MTnw)	17 – 19 %
Tiefwasser II (10 m – 2 m u. MTnw)	26 – 28 %
Flachwasser (- 2 m u. KN bis MTnw)	8 – 10 %
Watt (MTnw bis MThw)	26 – 29 %
Vorland (MThw bis Deich)	17 – 19 %
Stör bis Ostemündung	
Tiefwasser I (< 10 m u. MTnw)	26 – 28 %
Tiefwasser II (10 m – 2 m u. MTnw)	22 – 26 %
Flachwasser (- 2 m u. KN bis MTnw)	5 – 7 %
Watt (MTnw bis MThw)	27 – 31 %
Vorland (MThw bis Deich)	13 – 15 %
Ostemündung bis Cuxhaven	
Tiefwasser I (< 10 m u. MTnw)	8 – 9 %
Tiefwasser II (10 m – 2 m u. MTnw)	19 – 21 %
Flachwasser (- 2 m u. KN bis MTnw)	6 – 9 %
Watt (MTnw bis MThw)	53 – 58 %
Vorland (MThw bis Deich)	6 – 9 %

Erläuterungen: Angaben nach WSA-HH (2005) (verändert)

In der Tabelle 2.4-4 sind die Ergebnisse der Bewertung der aquatischen Flora, differenziert nach Wasserkörpern gemäß WRRL, aufgeführt.

Tabelle 2.4-4: Bewertung Aquatische Flora

Wasserkörper	Bestandsbewertung	Begründung¹⁾
Elbe (Ost)	Bedeutung hoch (Wertstufe 4)	- hoher Anteil an Flachwassergebieten, geringe Trübung
Hafen	Bedeutung gering (Wertstufe 2)	- sehr geringer Anteil an Flachwasser- und Wattgebieten, mittlere Trübung
Elbe (West)	Bedeutung mittel (Wertstufe 3)	- hoher Anteil an Flachwasser- und Wattgebieten, mittlere bis hohe Trübung (ästuartypisch)
Übergangsgewässer	Bedeutung mittel (Wertstufe 3)	- geringer bis mittlerer Anteil an Flachwasser- und Wattgebieten, hohe Trübung (ästuartypisch)
Küstengewässer	Bedeutung mittel (Wertstufe 3)	- hohe Anteile am Flachwasser- und Wattgebieten, mittlere Trübung
Nebenelben	Bedeutung hoch (Wertstufe 4)	- sehr hoher Anteil an Flachwasser- und Wattgebieten, mittlere bis hohe Trübung (ästuartypisch)
Nebenflüsse und Nebengewässer	Bedeutung mittel (Wertstufe 3)	- mittlerer bis sehr hoher Anteil an Flachwassergebieten, mittlere Trübung

Erläuterungen: ¹⁾auf Unterlage H.2a wird verwiesen

3 BESCHREIBUNG UND BEWERTUNG DER UMWELTAUSWIRKUNGEN

Vorhabensbedingte Auswirkungen auf die aquatische Flora sind durch folgende Vorhabensbestandteile möglich:

- Ausbaumaßnahmen,
- begleitende Baumaßnahmen sowie
- Strombau- und Verbringungsmaßnahmen (s.a. Unterlage B.2).

Die Prognose von vorhabensbedingten Auswirkungen auf die aquatische Flora erfolgt differenziert nach baubedingten und anlage-/betriebsbedingten Auswirkungen. Folgende Vorhabenswirkungen (s. Kap. 1.5.2) sind zu berücksichtigen:

- Baubedingt: Einsatz von Schiffen, Maschinen und sonstigem technischen Gerät zur Entnahme und Umlagerung von Sedimenten (Sedimentfreisetzung, Trübung und Erhöhung des Schwebstoffgehaltes, ggf. Freisetzung und Verlagerung sauerstoffzehrender Sedimente, ggf. Freisetzung und Verlagerung nähr- und schadstoffhaltiger Sedimente).
- Anlage-/betriebsbedingt: Veränderte Gewässertopographie und Gewässersohle (Beschaffenheit und Struktur, Tiefe/Lage etc.), veränderte Morphodynamik, veränderte Strömungsgeschwindigkeiten, veränderte Tidewasserstände und veränderte Salzgehalte durch die Ausbaumaßnahmen, begleitenden Baumaßnahmen sowie Strombau- und Verbringungsmaßnahmen, veränderter Unterhaltungsaufwand.

3.1 Baubedingte Auswirkungen

Die Prognose baubedingter Auswirkungen auf die aquatische Flora erfolgt differenziert nach Phytoplankton (Kap. 3.1.1) und Phytobenthos (Kap. 3.1.2).

3.1.1 Baubedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton

Auswirkungen auf das Phytoplankton sind durch die folgenden Vorhabenswirkungen möglich und werden daher weitergehend behandelt (s. Kap. 3.1.1.1 bis 3.1.1.3):

- Baggervorgang (als direkte Wirkung) und
- Veränderung des Lichtklimas durch Veränderungen des Schwebstoffgehaltes in der Wassersäule (als indirekte Wirkung der Ausbaubaggerungen sowie Ab- und Umlagerungen).

Auswirkungen auf das Phytoplankton durch die folgenden Wirkungen sind dagegen auszuschließen und werden nicht weitergehend behandelt:

- Nährstofffreisetzung: Auswirkungen durch eine verstärkte Freisetzung von Nährstoffen sind auszuschließen, da das Wachstum des im UG vorkommenden Phytoplanktons nicht nährstofflimitiert ist, mit Ausnahme des Siliziums (Makronährstoff für Kieselalgen, s.a. Kap. 2.1.3 und Kap. 2.3.1.2)¹⁷. Die baubedingten Stoffeinträge

¹⁷ Zur Reduktion des Algenwachstums durch P-Limitierung in der Mittelbe, vgl. Bergemann et al. 1996

sind ungeeignet, die Nährstoffgehalte mess- und beobachtbar zu verändern (s. Unterlage H.2a). Auswirkungen auf das Phytoplankton durch baubedingte Nährstofffreisetzungen sind deshalb nicht zu erwarten.

- Schadstofffreisetzung: Nach IfB (Unterlage H.2b) kommt es zwar „kurzfristig zu überwiegend geringen Freisetzungen“ von Schadstoffen während der Baggerung, Umlagerung und Ablagerung von Sedimenten. Die Einträge in die Wassersäule sind jedoch aufgrund der Menge, der Konzentration und der räumlichen Ausdehnung dieser Freisetzungen ungeeignet, die Schadstoffgehalte mess- und beobachtbar zu verändern (s. Unterlage H.2a). Auswirkungen auf das Phytoplankton durch baubedingte Schadstofffreisetzungen sind deshalb nicht zu erwarten.

3.1.1.1 Baubedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton in den einzelnen Wasserkörpern der Tideelbe

Wasserkörper Elbe (Ost) (Wehr Geesthacht bis Müggenberger Schleuse / Harburger Eisenbahnbrücke, km 586,0 – 615,0)

Im Bereich dieses Wasserkörpers sind keine Ausbaubaggerungen sowie Strombau- und Verbringungsmaßnahmen vorgesehen. Baubedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton sind nicht zu erwarten.

Wasserkörper Hafen (Müggenberger Schleuse/Harburger Eisenbahnbrücke bis Mühlenberger Loch, km 615,0 – 635,0)

Baggerungen im Bereich des Wasserkörpers Hafen sind im Rahmen des Fahrrinnenausbaus (Vertiefung und Verbreiterung) sowie der Vertiefung von Hafenzufahrten vorgesehen. Neben Hopperbaggern für locker gelagertes verspülfähiges Sohlmaterial, ist der Einsatz von Eimerkettenbaggern bzw. Löffelbaggern und Transportschuten für Mergel und Geröll vorgesehen.

Im Rahmen der Baggerungen mit dem Hopperbagger wird ein Sediment-Wasser-Gemisch aufgesogen¹⁸. Infolge des Aufsaugens ist theoretisch eine mechanische Schädigung bzw. Dezimierung des in der Wassersäule enthaltenen Phytoplanktons erwarten¹⁹. Das Ausmaß der Schädigung und der Verlust von Phytoplankton ist jedoch nicht quantifizierbar (vgl. IHF 1997). Die Gesamtzellzahlen des Phytoplanktons sowie die Chlorophyll a-Konzentrationen im Bereich des Wasserkörpers Hafen sind im Ist-Zustand relativ gering (verglichen mit Werten oberhalb des Hamburger Hafens, s. Kap. 2.3.1.1 und 2.3.1.2). Der größte Teil des aus der Mittel-elbe über den Wasserkörper Elbe (Ost) eingetragenen Phytoplanktons stirbt im Wasserkörper Hafen ab, bedingt durch fehlende Flachwasserbereiche und ein ungeeignetes Lichtklima. Daran

¹⁸ Die Hopperbagger (Schleppkopfsaugbagger) sind Schiffe, die mit seitlich an Rohrleitungen geführten Saugköpfen an der Sohle ein Sediment-Wasser-Gemisch aufsaugen und in ihren Laderaum leiten. Eine ausführliche Beschreibung des Hopperbaggers erfolgt in der Vorhabensbeschreibung des Vorhabenträgers (Unterlage B.2).

¹⁹ Entsprechende Auswirkungen auf das Phytoplankton durch den Einsatz von Eimerkettenbaggern und Löffelbaggern sind auszuschließen, da diese Geräte nicht die Wassersäule, d.h. den Lebensraum des Phytoplanktons betreffen.

ändert sich vorhabensbedingt nichts. Die „Dezimierung“ von Phytoplankton bzw. die Entnahme organischen Materials durch den Baggervorgang wird nicht mess- und beobachtbar sein. Auswirkungen von Ausbaubaggerungen und Unterhaltungsbaggerungen auf Gesamtzellzahlen des Phytoplanktons oder Chlorophyll a-Konzentrationen sind nicht bekannt. Die Ausprägung dieser Parameter wird vor allem durch die Saisonalität von Lichtklima und Temperatur geprägt. Baubedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch Entnahme von lebenden oder abgestorbenem Mikrophyten sind nicht zu erwarten²⁰.

Durch die Baggerungen sind geringe, lokale und kurzfristige Veränderungen des Schwebstoffgehaltes zu erwarten. Sohl nah bzw. in unteren Bereichen der Wassersäule und im Bereich des Überlaufs der eingesetzten Hopperbagger treten Aufwirbelungen von Sedimenten und Trübungen auf. Da die zu baggernden Sedimente überwiegend sandig sind, sind die Einträge von Schwebstoff in die Wassersäule insgesamt gering (s. Unterlage H.2a). Vor dem Hintergrund der im Ist-Zustand auftretenden Schwebstoffgehalte und damit verbundenen starken Trübung ist nicht davon auszugehen, dass durch die geringen, lokalen und kurzfristigen Einträge die Eindringtiefe des Lichtes in die Wassersäule mess- und beobachtbar verringert und damit die Photosyntheseaktivität des in der Wassersäule suspendierten Phytoplanktons herabgesetzt wird. Baubedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch die Veränderungen des Schwebstoffgehaltes in der Wassersäule sind nicht zu erwarten.

Wasserkörper Elbe (West) (Mühlenberger Loch bis Schwinge-Mündung, km 635,0 – 654,9) und Wasserkörper Übergangsgewässer (Schwinge-Mündung bis Kugelbake, km 654,9 –727,0)

Baggerungen im Bereich der Wasserkörper Elbe (West) und Übergangsgewässer sind im Rahmen des Fahrrinnenausbaus (Vertiefung und Verbreiterung) sowie der Herstellung der Begegnungsstrecke und des Warteplatzes Brunsbüttel geplant. Neben Hopperbaggern für locker gelagertes verspülfähiges Sohlmaterial ist der Einsatz von Eimerkettenbaggern und Transportschuten für Mergel und Geröll vorgesehen. Außerdem sind im Bereich dieser Wasserkörper die Ufervorspülungen, Unterwasserablageflächen, die Übertiefenverfüllung St. Margarethen und die Umlagerungsstelle Medembogen geplant. Ferner sind in diesem Gewässerabschnitt die Spülfelder auf den Inseln Pagensand und Schwarztonnensand geplant, auf denen schluffige und/oder sandige (Schwarztonnensand) Sedimente aufgespült werden sollen.

Durch die Baggerungen mit dem Hopperbagger ist theoretisch eine mechanische Schädigung bzw. Dezimierung des in der Wassersäule enthaltenen Phytoplanktons zu erwarten. Die dazu oben beim Wasserkörper Hafen gemachten Ausführungen gelten hier gleichermaßen. Baubedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch Entnahme von lebenden oder abgestorbenem Mikrophyten sind nicht zu erwarten.

²⁰ Hinweis: Abgestorbene Phytoplankter werden unter Sauerstoffverbrauch abgebaut. Die Entnahme organischen, zehrungsfähigen Materials (bzw. abgestorbenen Mikrophyten) und die Verbringung nach unterstrom wäre theoretisch für den Sauerstoffhaushalt tendenziell positiv zu bewerten.

Durch die Baggerungen, Um- und Ablagerungen sind geringe, lokale und kurzfristige Veränderungen des Schwebstoffgehaltes in der Wassersäule zu erwarten (s.a. Unterlage H.2a). Folgende baubedingte Wirkungen, durch die (möglicherweise) Schwebstoffeinträge zu erwarten sind, werden berücksichtigt:

- Ausbaubaggerungen: s. Ausführungen oben (Wasserkörper Hafen)
- Ufervorspülungen: Durch die Herstellung der Ufervorspülungen sind lediglich sehr geringe Schwebstoffeinträge (durch nicht abgesetzte Schluffanteile) zu erwarten, da das dafür vorgesehene Material sandig mit nur geringem Schluffanteil ist und weitgehend der Kornzusammensetzung des am Ort der Vorspülung anstehenden Materials entspricht.
- Unterwasserablagerungsflächen und Übertiefenverfüllung: Diese Verbringungsflächen werden überwiegend mit sandigem, aber auch mit bindigem Material beschickt. Bindiges Material wird mit sandigen Material abgedeckt, so dass ein Eintrag von Feinsedimenten weitgehend unterbunden wird. Die Schwebstoffeinträge sind daher entsprechend gering und treten lediglich kurzfristig und mittelräumig auf.
- Spülfeldausläufe Pagensand und Schwarztonnensand: Die Feinsedimente werden sich im Spülfeld absetzen. Deutliche Schwebstoffeinträge über die Spülfeldausläufe sind daher nicht zu erwarten.

Die oben gemachten Ausführungen zu baubedingt zusätzlicher Schwebstoffaufladung im Wasserkörper Hafen gelten für die Wasserkörper Elbe (West) und Übergangsgewässer gleichermaßen. Die geringen, lokalen und kurzfristigen Schwebstoffeinträge durch Baggerungen, Um- und Ablagerungen sind vor dem Hintergrund der im Ist-Zustand auftretenden Schwebstoffkonzentrationen²¹ im Bereich der Wasserkörper Elbe (West) und Übergangsgewässer (s. Unterlage H.2a) nicht geeignet, mess- und beobachtbare Auswirkungen auf das Phytoplankton (Herabsetzung der Eindringtiefe des Lichtes in die Wassersäule/Herabsetzung der Photosynthese des in der Wassersäule suspendierten Phytoplanktons) hervorzurufen. Baubedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch ein verändertes Schwebstoffregime sind nicht zu erwarten.

Wasserkörper Küstengewässer (Kugelbake bis Scharhörn, km 727,0 – 746,3) und weiteres UG bis km 756

Im Bereich des Wasserkörpers Küstengewässer sind Baggerungen geplant (Vertiefung und Verbreiterung der Fahrrinne). Es werden vorwiegend Hopperbagger für locker gelagertes verspülfähiges Sohlmaterial eingesetzt. Zudem ist die Beschickung der Umlagerungsstelle „Neuer Luechtergrund“ geplant.

Im Wasserkörper Küstengewässer setzt sich im Ist-Zustand der Rückgang der Chlorophyll a-Konzentrationen im Längsprofil der Tideelbe fort bzw. es treten zunehmend die in der Nordsee üblichen geringen Konzentrationen auf. In der Außenelbe bei Scharhörn wurde ein Median von 5,9 µg/L ermittelt.²² Die „Dezimierung“ von Phytoplankton durch den Baggervorgang wird nicht mess- und beobachtbar sein. Auswir-

²¹ mittlere Werte erreichen z.T. bis 300 mg/l, s. Unterlage H.2a

²² auch wenn vereinzelte Zuwachs an Phytoplankton-Biomasse an dieser Messstation zu verzeichnen sind, s. Kap. 2.3.1.1.

kungen von Ausbau- oder Unterhaltungsbaggerungen auf Gesamtzellzahlen des Phytoplanktons oder Chlorophyll a-Konzentrationen sind nicht bekannt. Die Ausprägung dieser Parameter wird vor allem durch die Saisonalität von Lichtklima und Temperatur geprägt. Baubedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch Entnahme von lebenden oder abgestorbenem Mikrophyten sind nicht zu erwarten.

Die beim Wasserkörper Hafen gemachten Ausführungen zu baubedingt zusätzlicher Schwebstoffaufladung gelten für den Wasserkörper Küstengewässer gleichermaßen. Die geringen, lokalen und kurzfristigen Schwebstoffeinträge durch Baggerungen und Umlagerungen sind vor dem Hintergrund der im Ist-Zustand auftretenden Schwebstoffkonzentrationen im Wasserkörper Küstengewässer nicht geeignet, mess- und beobachtbare Auswirkungen auf das Phytoplankton hervorzurufen. Lokal auftretende Trübungen während einiger Baumaßnahmen sind irrelevant²³.

3.1.1.2 Baubedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton in den Nebeneiben

Im Bereich der Nebeneiben sind die Ufervorspülungen Kollmar, Lühe-Wisch und Störmündung (oberhalb) geplant. Die Ausführungen zu Schwebstoffeinträgen bei den Wasserkörpern Elbe (West) und Übergangsgewässer entlang des Hauptstroms der Tideelbe (s.o.) gelten für die Nebeneiben gleichermaßen.

Die beim Bau der Ufervorspülungen zu erwartenden Schwebstoffeinträge sind nicht geeignet, mess- und beobachtbare Auswirkungen auf das Phytoplankton (Herabsetzung der Eindringtiefe des Lichtes in die Wassersäule/Herabsetzung der Photosynthese des in der Wassersäule suspendierten Phytoplanktons) in den Nebeneiben hervorzurufen (s. Kap. 3.1.1.1).

3.1.1.3 Baubedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton in den Nebenflüssen und Nebengewässern der Tideelbe

Im Bereich der Nebenflüsse und Nebengewässer sind keine Baumaßnahmen geplant. Schwebstoffeinträge durch die Baumaßnahmen in der Tideelbe werden nicht in die Zuflüsse gelangen. Baubedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton sind in den Zuflüssen der Tideelbe nicht zu erwarten.

²³ Die BAW-DH (Unterlage H.1f) hat für die Verklappungsstellen Neuer Luechtergrund und Medemrinne u.a. die Ausbreitung bzw. Verdriftung des Baggergutes untersucht und dabei auch die zusätzliche, auf die Verklappung zurückgehende Schwebstoffkonzentration bestimmt. Die Modellergebnisse zeigen, dass nur im unmittelbaren Nahbereich der Verklappungsstelle (Größenordnung 1.000 m) eine Erhöhung der Schwebstoffkonzentration auftritt (Maximalwert bei 100 mg/l). Stromauf und stromab der Verklappungsstelle beträgt die zusätzliche Sedimentkonzentration 1 – 2 mg/l. Mit Hilfe des Modells lässt sich die maximale Entfernung einer zusätzlichen Schwebstoffkonzentration vom Verklappungsort nachvollziehen. In Unterlage H.2a wird festgestellt, dass die zusätzlichen Schwebstoffeinträge – bis auf den unmittelbaren Bereich der Verklappungsstelle – deutlich unter den natürlichen Konzentrationen verbleiben, die im Bereich dieses Wasserkörpers bei etwa 10 bis 20 mg/l liegen, und nur eingeschränkt mess- und beobachtbar sind (s. Unterlage H.2a).

3.1.2 Baubedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos

Baubedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos sind nicht zu erwarten. Dies ist wie folgt zu begründen:

- Baubedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos durch Schwebstoffeinträge infolge von Baggerungen, Ab- und Umlagerungen sind auszuschließen. Die Ausführungen beim Phytoplankton zu baubedingten Einträgen von Schwebstoffen in die Wassersäule (Kap. 3.1.1.1 bis 3.1.1.3) gelten hier gleichermaßen. Die Einträge sind insgesamt so gering, dass sie nicht geeignet sind, Auswirkungen auf das Phytobenthos hervorzurufen (Hinweis: Die vorhabensbedingte Überdeckung von Phytobenthos, z.B. im Bereich von Ufervorspülungen, wird bei den anlage-/betriebsbedingten Auswirkungen behandelt).
- Baubedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos durch Freisetzungen von Schad- und Nährstoffen sind ebenfalls auszuschließen. Die entsprechenden Ausführungen beim Phytoplankton (s. Kap. 3.1.1, S. 53) gelten gleichermaßen für das Phytobenthos.
- Baubedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos durch vorübergehende Flächeninanspruchnahmen sind auszuschließen. Mit Ausnahme der „anlage-/betriebsbedingten“ Flächeninanspruchnahme durch Ufervorspülungen (s. Kap. 3.2.2.1), sind keine „baubedingten“ (vorübergehenden) Flächeninanspruchnahmen von Wattflächen (Phytobenthoslebensraum) geplant.

Eine weitere Behandlung von baubedingten Auswirkungen auf das Phytobenthos ist daher nicht erforderlich.

3.2 Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen

Die Prognose anlage-/betriebsbedingter Auswirkungen auf die aquatische Flora erfolgt differenziert nach Phytoplankton (Kap. 3.2.1) und Phytobenthos (Kap. 3.2.2).

3.2.1 Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton

Auswirkungen auf das Phytoplankton sind durch die folgenden Vorhabenswirkungen möglich und werden daher weitergehend behandelt (s. Kap. 3.2.1.1 bis 3.2.1.3):

- Veränderte Gewässermorphologie (durch den „eigentlichen Fahrrinnenausbau“²⁴),
- Verändertes Schwebstoffregime (als Folgewirkung des Fahrrinnenausbaus),
- Veränderter Unterhaltungsaufwand/Unterhaltungsbaggerungen (als Folgewirkung des Fahrrinnenausbaus) und
- Veränderte Salzgehalte (als Folgewirkung des Fahrrinnenausbaus).

²⁴ Gewässermorphologische Veränderungen ergeben sich aus dem Fahrrinnenausbau (Vertiefung und Verbreiterung), der Herstellung der Begegnungsstrecke, der Vertiefung von Hafenzufahrten und der Vertiefung des Drehkreisbereichs des Vorhafens in Anpassung an die beantragte Solltiefe der Fahrrinne.

Auswirkungen auf das Phytoplankton durch die folgenden Vorhabenswirkungen sind dagegen auszuschließen und werden nicht weitergehend behandelt:

- Veränderte Tidewasserstände (als Folgewirkung des Fahrrinnenausbaus): Die zu erwartenden vorhabensbedingten Veränderungen der Tidewasserstände werden von der BAW-DH in Unterlage H.1a beschrieben und dargestellt. Die modellierten Veränderungen der Tidewasserstände sind ungeeignet, in der Natur mess- und beobachtbare Auswirkungen auf das Phytoplankton hervorzurufen. Die vorhergesagten vorhabensbedingten Veränderungen liegen innerhalb der derzeit auftretenden (bzw. in der Vergangenheit beobachteten) Schwankungsbreite der Tidewasserstände. Sie werden in den ohnehin ablaufenden Veränderungen (sogenanntes Rauschen bzw. environmental noise) untergehen und können nur durch aufwendige Verfahren (Langfrist-Zeitreihenanalyse mit Elimination exogener Effekte etc.) aus den tatsächlich eintretenden Wasserständen ermittelt werden (s.a. weitergehende Ausführungen in Unterlage H.4a).
- Veränderte Strömungsgeschwindigkeiten (als Folgewirkung des Fahrrinnenausbaus): Die modellierten vorhabensbedingten Veränderungen der Tideströmungsgeschwindigkeiten werden von der BAW-DH in Unterlage H.1a beschrieben. Die Bandbreite der im Ist-Zustand auftretenden Strömungsgeschwindigkeiten wird durch die Änderungen infolge Fahrrinnenanpassung nicht verlassen. Die modellierten vorhabensbedingten Veränderungen der Tideströmungsgeschwindigkeiten sind daher ungeeignet, in der Natur mess- und beobachtbare Auswirkungen auf das Phytoplankton (hier insbesondere: Verlängerung der Aufenthaltszeit, vgl. Kap. 2.1.3) hervorzurufen.
- Veränderte Flut- und Ebbedauer sowie veränderte Laufzeit (als Folgewirkung des Fahrrinnenausbaus): Die modellierten vorhabensbedingten Veränderungen der Flut- und Ebbedauern werden von der BAW-DH in Unterlage H.1a beschrieben. Diese Änderungen sind so gering, dass daraus keine in der Natur mess- und beobachtbaren Veränderungen der Verweilzeiten bzw. die Laufzeit eines Wasserteilchens resultieren können. Die Transportzeiten und -strecken der mit der Tide stromauf und stromab verlagerten Wasserkörper werden auch zukünftig im Wesentlichen vom Oberwasserabfluss abhängen und können sich oberwasserbedingt drastisch verändern (s.a. Unterlage H.2a).
- Veränderte Schiffswellen und Wellenhöhen (Seegang): Die zu erwartenden vorhabensbedingten Veränderungen werden von der BAW-DH in Unterlage H.1c und H.1d beschrieben. Die vorhabensbedingt zu erwartenden Veränderungen von Wellenhöhen (Seegang) und Schiffswellen sind insgesamt gering. Diese Wirkungen gehören außerdem nicht zu den „steuernden Umweltfaktoren“ des Phytoplanktons (s. Kap. 2.1.3). Uferabbrüche infolge schiffserzeugter Belastungen (s. Unterlage H.3), sind nicht geeignet, den Bestand des Phytoplanktons mess- und beobachtbar zu verändern.
- Veränderte Schadstoffgehalte: Die mögliche Veränderung von Schadstoffgehalten in der Wassersäule wird in der Unterlage H.2a beschrieben und bewertet. Zusammenfassend ist festzustellen, dass die prognostizierten Veränderungen des Schwebstoffregimes so gering sind, dass sie nicht geeignet sind, mess- und beobachtbare Veränderungen der Schadstoffgehalte hervorzurufen (s. Unterlage H.2a). Auswirkungen auf das Phytoplankton sind daher ebenfalls nicht zu erwarten. Entsprechendes gilt auch für die in Unterlage H.2b angesprochene Aspekte der Chlo-

rokomplexierung von Schwermetallen und deren Mobilisierung aus Sedimenten (s.a. Ausführungen zu veränderten Salzgehalten beim Wasserkörper Elbe (West) und Ausführungen in Unterlage H.2a).

3.2.1.1 Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton in den einzelnen Wasserkörpern der Tideelbe

Wasserkörper Elbe (Ost) (Wehr Geesthacht bis Müggenberger Schleuse/ Harburger Eisenbahnbrücke, km 586,0 – 615,0)

Veränderte Gewässermorphologie

Im Bereich dieses Wasserkörpers sind keine Ausbaumaßnahmen vorgesehen. Die Gewässermorphologie wird vorhabensbedingt nicht verändert. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch eine veränderte Gewässermorphologie sind nicht zu erwarten.

Verändertes Schwebstoffregime

Nach BAW-DH (s. Unterlage H.1c) verändern sich die mittleren Schwebstoffkonzentrationen zwischen dem Wehr Geesthacht und der Bunthäuser Spitze nicht. Im Abschnitt Süderelbe zwischen Bunthäuser Spitze und Häfen Harburg erhöht sich die mittlere Schwebstoffkonzentration um bis zu 3 mg/l. Die durch das Modell berechnete mittlere Konzentration im Ist-Zustand liegt bei bis zu 40 mg/l (Unterlage H.1c).

Die prognostizierte (modellerte) Zunahme der mittleren Schwebstoffkonzentration wird nicht mess- und beobachtbar sein und ist so gering, dass keine in der Natur mess- und beobachtbaren Veränderungen des Schwebstoffregimes im Bereich des Wasserkörper Elbe (Ost) zu erwarten sind (s. Unterlage H.2a). Die Eindringtiefe des Lichtes, verbunden mit einer Veränderung der Photosyntheseaktivität des in der Wassersäule suspendierten Phytoplanktons, wird vorhabensbedingt nicht mess- und beobachtbar beeinflusst. Bergemann et al. (1996) geben die Mächtigkeit der euphotischen Zone mit nur ca. 1 m Wassertiefe an und weisen darauf hin, dass 50 bis 70% Absorption der Globalstrahlung in den obersten 10 cm des Wasserkörpers „oftmals“ vorkommen. Die Folge ist eine Lichtlimitierung des Phytoplanktons und infolgedessen eine starke Abnahme des biogenen Sauerstoffeintrags die etwa den Übergang vom Wasserkörper Elbe (Ost) in den Wasserkörper Hafen markiert. Während die euphotische Schicht im Wasserkörper Elbe (Ost) bis zu 2 m mächtig ist, erreicht sie in der Trübungszone bzw. bei starker Trübung teils nur eine Mächtigkeit von 0,3 m. Aufgrund der hohen Turbulenz (abgesehen von den Kenterphasen) und den großen Wassertiefen ist die Verweilzeit der Phytoplankter in der euphotischen Zone nur kurz. Daran ändert sich vorhabensbedingt nichts.

Colijn (1982) zeigt die Veränderung der Eindringtiefe des Lichtes in Wasser in Abhängigkeit vom Schwebstoffgehalt, Erläuterungen zur euphotischen Zone finden sich in Unterlage H.2a (Kap. 2.3.4.1). Ein häufig verwendeter grober, aber unter den extremen Bedingungen in der Tideelbe ausreichender Ansatz, ist die sogenannte Ein-

Prozent-Lichttiefe (die konkret auf die sogenannte PAR, die photosynthetisch aktive Strahlung, zu beziehen wäre).

Abbildung 3.2-1 zeigt den Zusammenhang zwischen Schwebstoffgehalten in der Wassersäule und der Eindringtiefe des Lichtes. Zusammenfassend ist festzustellen, dass anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton nicht zu erwarten sind.

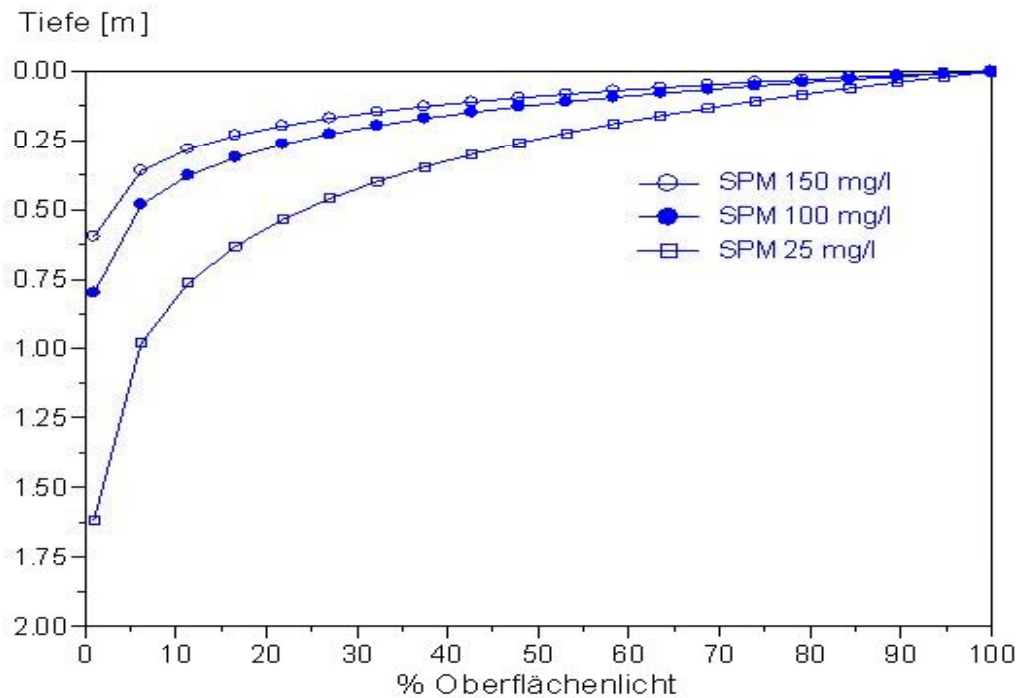


Abbildung 3.2-1: Eindringtiefe des Lichtes in die Wassersäule in Abhängigkeit vom Schwebstoffgehalt (SPM), modifiziert nach Colijn (1982)

Veränderter Unterhaltungsaufwand/Unterhaltungsbaggerungen

Im Bereich des Wasserkörpers Elbe (Ost) ist ein veränderter Unterhaltungsaufwand nicht zu erwarten. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch veränderten Unterhaltungsaufwand sind nicht zu erwarten.

Veränderte Salzgehalte

Gemäß BAW (Unterlage H.1a) sind im Wasserkörper Elbe (Ost) keine anlage- und betriebsbedingten Veränderungen der Salzgehalte und der Salzgehaltsvariation zu erwarten. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch veränderte Salzgehalte sind nicht zu erwarten.

Wasserkörper Hafen (Müggenberger Schleuse/Harburger Eisenbahnbrücke bis Mühlenberger Loch, km 615,0 – 635,0)

Veränderte Gewässermorphologie

Im Bereich des Wasserkörpers Hafen sind eine abschnittsweise Vertiefung und Verbreiterung der vorhandenen Fahrrinne sowie die Vertiefung von Hafenzufahrten vorgesehen. Mess- und beobachtbare Auswirkungen auf das Phytoplankton durch diese Veränderungen der Gewässermorphologie sind jedoch nicht zu erwarten. Dies ist wie folgt zu begründen:

- Die Mächtigkeit der für das Phytoplankton euphotischen Zone²⁵ bleibt durch die Maßnahmen unverändert (zur Bedeutung veränderter Schwebstoffgehalte s.o.).
- Durch die Vertiefung und Verbreiterung werden ausschließlich Bereiche >10 m (Tiefwasser I - Definition nach WSA-HH 2005, s. Tabelle 2.4-3), beansprucht. Die vorhabensbedingte „Lichtlimitierung“ ist daher bezogen auf das Verhältnis von euphotischer Zone zu mittlerer Gesamttiefe entsprechend gering²⁶. (Hinweis: Auch die „spezifische“ Wasseroberfläche, also das Verhältnis Wasseroberfläche/Wasservolumen wird nur gering verändert, s. Unterlage H.2a)²⁷.

Die (direkten) Veränderungen der Gewässermorphologie sind so gering, dass sie nicht geeignet sind, mess- und beobachtbare Veränderungen des Phytoplanktons im Bereich des Wasserkörpers Hafen hervorzurufen. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch die veränderte Gewässermorphologie sind nicht zu erwarten.

Verändertes Schwebstoffregime

Nach BAW-DH (s. Unterlage H.1c) nimmt im Wasserkörper Hafen die mittlere Schwebstoffkonzentration um bis zu 5 mg/l ab. Die mittlere Schwebstoffkonzentration im Ist-Zustand wird durch das Modell mit etwa 30 bis 40 mg/l berechnet. In einigen Hafenbecken, die trockenfallen, treten lokal auch Zunahmen der mittleren Schwebstoffkonzentration auf (Unterlage H.1c).

Die prognostizierten (modellierten) Ab- und Zunahmen der mittleren Schwebstoffkonzentrationen sind so gering, dass keine in der Natur mess- und beobachtbaren Veränderungen des Schwebstoffregimes im Bereich des Wasserkörper Hafen zu erwarten sind (s. Unterlage H.2a). Die Eindringtiefe des Lichtes, verbunden mit einer Verände-

²⁵ Euphotische Zone: Wassertiefe, in die noch ein Prozent des an der Oberfläche gemessenen Lichtes vordringt und in der eine positive Primärproduktion möglich ist.

²⁶ Zur Erläuterung: Die Lichtlimitierung des Phytoplanktons resultiert aus dem ungünstigen Verhältnis von euphotischer Schicht zu mittlerer Gesamttiefe in der vollständig durchmischten Wassersäule. Da auf Grund hoher Turbulenz im Wasserkörper Hafen eine ständige Durchmischung der Wassersäule erfolgt, sind die gegebenen Verhältnisse für das Phytoplankton ungünstig. Durch die tiefe Fahrrinne ist der relative Anteil der euphotischen Zone an der Wassersäule sehr klein, die Aufenthaltszeit des Phytoplankton in der euphotischen Zone ist zu gering.

²⁷ Es wurde geprüft, inwieweit die spezifische Wasseroberfläche vorhabensbedingt verändert wird. Das Verhältnis Wasseroberfläche/Wasservolumen am maximal beeinflussten Profil bei km 638 (Wasserkörper Elbe West) ändert sich bei Thw vorhabensbedingt von 0,073 m²/m³ zu 0,069 m²/m³ ändert. Dies ist eine relative Änderung der spezifischen Wasseroberfläche bei Thw von ca. 5 %. Bei Tnw ergibt sich eine Änderung von 0,095 m²/m³ zu 0,088 m²/m³. Dies ist eine relative Änderung der spezifischen Wasseroberfläche bei Tnw von ca. 7 % (s. Unterlage H.2a). Im Bereich des Wasserkörpers Hafen sind diese Veränderungen deutlich geringer und gänzlich irrelevant.

rung der Photosyntheseleistung des in der Wassersäule suspendierten Phytoplanktons, wird vorhabensbedingt nicht beeinflusst (s.a. Ausführungen auf S. 61). Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton sind nicht zu erwarten.

Veränderter Unterhaltungsaufwand/Unterhaltungsbaggerungen

Der im Ist-Zustand überwiegend stromauf gerichtete advective Schwebstoffreststrom in der Größenordnung von 3.000 kg/m wird etwa zwischen dem Köhlbrand und dem Mühlenberger Loch um ca. 500 kg/m reduziert (Unterlage H.1c). Vorhabensbedingt reduzierte Unterhaltungsaufwendungen sind im Wasserkörper Hafen gleichwohl lediglich tendenziell zu erwarten. BAW-DH (Unterlage H.1c) gibt an, dass die Baggermengen oberhalb von Nienstedten (Höhe Mühlenberger Loch, ca. Fahrrinnenkilometer 633) „nicht nennenswert zunehmen werden“.

Ein ggf. geringfügig veränderter Unterhaltungsaufwand im Bereich des Wasserkörpers Hafen ist nicht geeignet ist, mess- und beobachtbare Veränderungen des Phytoplanktons hervorzurufen. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton sind nicht zu erwarten.

Veränderte Salzgehalte

Gemäß BAW-DH (Unterlage H.1a) sind im Wasserkörper Hafen keine vorhabensbedingten Veränderungen der Salzgehalte und der Salzgehaltsvariation zu erwarten. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch veränderte Salzgehalte sind nicht zu erwarten.

Wasserkörper Elbe (West) (Mühlenberger Loch bis Schwinge-Mündung, km 635,0 – 654,9) und Wasserkörper Übergangsgewässer (Schwinge-Mündung bis Kugelbake, km 654,9 –727,0)

Veränderte Gewässermorphologie

Im Bereich der Wasserkörper Elbe (West) und Übergangsgewässer sind die Vertiefung und Verbreiterung der vorhandenen Fahrrinne sowie die Herstellung der Begegnungsstrecke und des Warteplatzes Brunsbüttel geplant. In diesen Wasserkörpern sind außerdem in eu- und sublitoralen Bereichen die Ufervorspülungen (einschließlich der Ufervorspülungen im Bereich von Nebenelben bzw. randlich, s.a. Kap. 3.2.2.2), Unterwasserablagerungsflächen und die Übertiefenverfüllung St. Margarethen vorgesehen.

Die Ausführungen zu Veränderungen der Gewässermorphologie durch die Vertiefung und Verbreiterung der vorhandenen Fahrrinne sowie die Herstellung der Begegnungsstrecke im Bereich des Wasserkörpers Hafen gelten hier gleichermaßen und auch für die Teilmaßnahmen Unterwasserablagerungsflächen, Anlage des Warteplatzes Brunsbüttel, Übertiefenverfüllungen (die Verkleinerungen, aber auch Vergrößerungen der spezifischen Wasseroberfläche bewirken, s. Unterlage H.2a). Diese Veränderungen sind jedoch so gering, dass sie nicht geeignet sind, mess- und beobachtbare Veränderungen des Phytoplanktons im Bereich des Wasserkörpers Elbe (West) und Übergangsgewässer hervorzurufen.

Durch die Uferverspülungen werden z.T. sublitorale Bereiche in eulitorale und supralitorale Bereiche umgewandelt. Lokal sind Zunahmen von Flachwasser- und Wattbereichen zu erwarten (positiv), lokal ist jedoch auch von einem Verlust von Lebensraum des Phytoplanktons auszugehen und zwar im Bereich der Uferverspülungen Wittenbergen und Hetlingen. Diese Uferverspülungen werden z.T. bis über MThw aufgespült (s.a. Unterlage B.2).

Der Bestand des Phytoplankton²⁸ wird durch diese Maßnahmen lediglich lokal beeinflusst und wird sich von den in Kap. 2.3 beschriebenen Bestand im betreffenden Flussabschnitt nicht mess- und beobachtbar unterscheiden.

Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch den Fahrrinnenausbau sowie durch die Strombau- und Verbringungsflächen sind nicht zu erwarten.

Verändertes Schwebstoffregime

Im Bereich des Wasserkörpers Elbe (West) nimmt die mittlere Schwebstoffkonzentration zwischen der Lühemündung und dem Mühlenberger Loch um bis zu 5 mg/l zu (Unterlage H.1c). BAW-DH berechnet die Schwebstoffkonzentrationen im Ist-Zustand in diesem Abschnitt mit etwa 50 mg/l (Unterlage H.1c).

Im Bereich des Wasserkörpers Übergangsgewässer liegt die mittlere Schwebstoffkonzentration im Ist-Zustand an der Schwingemündung bei 50 mg/l und nimmt bis zum Süden der Rhinplate auf etwa 120 mg/l zu (Unterlage H.1c). In diesem Abschnitt erhöht sich die mittlere Schwebstoffkonzentration ausbaubedingt um bis zu 5 mg/l (Unterlage H.1c). Weiter stromab erreicht die mittlere Schwebstoffkonzentration Maximalwerte über 200 mg/l im Bereich des Störbogens, um dann nach See zu wieder abzunehmen. In dem Abschnitt unterhalb der Störmündung gibt es fast keine Veränderungen der mittleren Schwebstoffkonzentrationen, bis auf wenige Ausnahmen reduzieren sie sich in den Seitenbereichen teilweise um bis zu 7 mg/l (Unterlage H.1c).

Zusammenfassend sind geringe, langfristige und mittelräumige Veränderungen des Schwebstoffregimes im Bereich der Wasserkörper Elbe (West) und Übergangsgewässer zu erwarten (s. Unterlage H.2a). Die prognostizierten (modellierten) Ab- und Zunahmen der mittleren Schwebstoffkonzentrationen sind theoretisch geeignet, die Eindringtiefe des Lichtes, verbunden mit einer Veränderung der Photosyntheseaktivität des in der Wassersäule suspendierten Phytoplanktons zu beeinflussen (sowohl Abnahme als auch Zunahme der Eindringtiefe, s.o.).

Die Eindringtiefe des Lichts bzw. die Mächtigkeit der euphotischen Zone im Bereich der Wasserkörper Elbe (West) und Übergangsgewässer ist jedoch schon im Ist-Zustand sehr gering und variiert in Abhängigkeit zahlreicher Faktoren stark. Vorhabsbedingte Veränderungen der Eindringtiefe des Lichts, verbunden mit einer Veränderung der Photosyntheseaktivität des in der Wassersäule suspendierten Phytoplanktons, sind aufgrund dieser Variabilität und vor allem auf Grund der vorhergesagten geringen Änderungen nur eingeschränkt mess- und beobachtbar.

²⁸ bzw. Gesamtzellzahlen des Phytoplanktons oder Chlorophyll a-Konzentrationen an Phytoplankton

Mess- und beobachtbare Auswirkungen auf das Phytoplankton sind aus den Veränderungen des Schwebstoffregimes nicht abzuleiten. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch Veränderungen des Schwebstoffregimes sind nicht zu erwarten.

Veränderter Unterhaltungsaufwand/Unterhaltungsbaggerungen

Mit Anlage der Begegnungsstrecke wird eine Feststoffsенке geschaffen, die mittels Baggerungen unterhalten werden muss. Infolge des verstärkten advektiven Stro-mauftransportes zwischen Lühesand und Wedel ist mit um > 10% verstärkten Unterhaltungsbaggerungen zu rechnen (bezogen auf eine Bezugsbaggermenge von 11,3 Mill. m³ in den Jahren 2003 bis 2005, vgl. Unterlage H.1c). Im Bereich des Wasserkörpers Übergangsgewässer ist ebenfalls eine Zunahme von Unterhaltungsbaggerungen anzunehmen. BAW-DH (Unterlage H.1c) gibt Zunahmen an der Rhinplate, dem Altenbrucher Bogen sowie infolge von Seiteneintreibungen entlang der gesamten Fahrrinne an.

Durch den Betrieb von Hopperbaggern ist theoretisch eine mechanische Schädigung bzw. Dezimierung des in der Wassersäule enthaltenen Phytoplanktons zu erwarten. Die Ausführungen zu den baubedingten Auswirkungen beim Wasserkörper Hafen (Kap. 3.1.1.1) gelten für Unterhaltungsbaggerungen, hier in den Wasserkörpern Elbe (West) und Übergangsgewässer, gleichermaßen. Die „Dezimierung“ von Phytoplankton durch den Baggervorgang wird nicht mess- und beobachtbar sein. Auswirkungen von Ausbau- oder Unterhaltungsbaggerungen auf Gesamtzellzahlen des Phytoplanktons oder Chlorophyll a-Konzentrationen sind nicht bekannt. Die Ausprägung dieser Parameter wird vor allem durch die Saisonalität von Lichtklima und Temperatur geprägt. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch Entnahme von lebenden oder abgestorbenem Mikrophyten sind nicht zu erwarten.

Die Ausführungen zur Schwebstoffaufladung infolge baubedingter Ausbaubaggerungen im Bereich der Wasserkörper Elbe (West) und Übergangsgewässer gelten hier gleichermaßen. Die geringen, lokalen und langfristigen (wiederkehrende Intervalle) Schwebstoffeinträge durch Baggerungen sind vor dem Hintergrund der im Ist-Zustand auftretenden Schwebstoffkonzentrationen²⁹ im Bereich der Wasserkörper Elbe (West) und Übergangsgewässer (s. Unterlage H.2a) nicht geeignet, mess- und beobachtbare Auswirkungen auf das Phytoplankton (Herabsetzung der Eindringtiefe des Lichtes in die Wassersäule/Herabsetzung der Photosynthese des in der Wassersäule suspendierten Phytoplanktons) hervorzurufen.

Veränderte Salzgehalte

Oberhalb von km 650 sind gemäß BAW-DH (Unterlage H.1a) keine vorhabensbedingten Veränderungen der Salzgehalte zu erwarten. Die vorhabensbedingten Änderungen der mittleren Salzgehalte und der mittleren Salzgehaltsvariation im Bereich der Wasserkörper Elbe (West) und Wasserkörper Übergangsgewässer ab km 650 sind in der Tabelle 3.2-1 aufgeführt.

²⁹ mittlere Werte erreichen z.T. bis 300 mg/l, s. Unterlage H.2a

Tabelle 3.2-1: Ausbaubedingte Änderungen der mittleren Salzgehalte im Wasserkörper Übergangsgewässer (vgl. Unterlage H.1a)

Abschnitt	mittlerer Salzgehalt		mittlere Salzgehaltsvariation	
	Analysezeitraum 11.05.-25.05.2002 = Istzustand	ausbaubedingte Änderung	Analysezeitraum 11.05.-25.05.2002 = Istzustand	ausbaubedingte Änderung
km 650 – 660	0,2 PSU	0,0 PSU	0,0 bis 0,2 PSU	0,0 bis +0,1 PSU
km 660 – 670	0,2 bis 0,7 PSU	0,0 bis +0,1 PSU	0,1 bis 1,4 PSU	+0,1 bis +0,3 PSU
km 670 – 680	0,4 bis 2,0 PSU	+0,1 bis +0,3 PSU	0,6 bis 3,9 PSU	+0,3 bis +0,5 PSU
km 680 – 690	1,0 bis 4,5 PSU	+0,3 bis +0,5 PSU	2,1 bis 6,6 PSU	+0,4 bis +0,5 PSU
km 690 – 700	2,8 bis 8,1 PSU	+0,5 bis +0,7 PSU	4,7 bis 9,9 PSU	+0,1 bis +0,5 PSU
km 700 – 710	5,9 bis 12,4 PSU	+0,5 bis +0,7 PSU	6,6 bis 12,0 PSU	0,0 bis +0,2 PSU
km 710 – 720	10,3 bis 17,3 PSU	-0,2 bis +0,6 PSU	8,2 bis 11,9 PSU	-0,3 bis +0,2 PSU

Erläuterungen:

PSU = practical salinity unit

Vor dem Hintergrund der vorhandenen mittleren Salzgehalte und der sehr starken natürlichen Variation der Salzgehalte werden die in der Tabelle 3.2-1 aufgeführten modellierten vorhabensbedingten Veränderungen in der Natur nicht mess- und beobachtbar sein (s. Unterlage H.2a). Die Veränderungen überschreiten nur z.T. den gemäß der BAW-DH (Unterlage H.1a) „*sinnvollen, messtechnisch auch zu erfassenden Schwellenwert*“ von 0,2 PSU.

Der Bereich des Wasserkörper Elbe (West) wird bereits im Ist-Zustand bei Sturmzeiten und/oder niedrigem Oberwasserabfluss durch erhöhte Salzgehalte geprägt. Davon abgesehen, ist es nicht bewertungsrelevant, ob die Sterbezone des Süßwasserplanktons, soweit dieses den Durchgang durch den Wasserkörper Hafen überlebt hat, sich geringfügig flussaufwärts oder –abwärts verschiebt. Mess- und beobachtbare Auswirkungen auf das Phytoplankton sind aus den prognostizierten Veränderungen der Salzgehalte nicht abzuleiten. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch veränderte Salzgehalte sind nicht zu erwarten.

Hinzuweisen ist noch auf den in Unterlage H.2b angesprochenen Aspekt der Chlorokomplexierung von Schwermetallen durch veränderte Salzgehalte³⁰. Zusammenfassend wird dazu in Unterlage H.2a festgestellt, dass durch diesen „möglichen Effekt“ keine mess- und beobachtbaren Auswirkungen auf die Wasserbeschaffenheit/den Stoffhaushalt zu erwarten sind (s. Unterlage H.2a). Daher sind durch diesen „möglichen Effekt“ auch keine vorhabensbedingten Auswirkungen auf das Phytoplankton zu erwarten.

³⁰ Grundsätzlich bedingen hohe Chloridgehalte eine verminderte Schwermetallretention (insbesondere Cd) durch Komplexbildung, die Ka-tionen der Salze verstärken die Ionenkonkurrenz, so dass die Schwermetallsorption im Sediment beeinträchtigt wird (dies ist vielfach beschrieben, Lit. S. Unterlage H.2b). Die Mobilität einiger Schwermetalle unter oxidierenden Bedingungen wird erhöht, wenn bei hohem Redoxpotential die Salinität zunimmt, Cd, Zn und Cu können verstärkt in die Wasserphase übergehen.

Wasserkörper Küstengewässer (Kugelbake bis Scharhörn, km 727,0 – 746,3) und UG bis km 756

Veränderte Gewässermorphologie

In Bereich dieses Wasserkörpers sind Ausbaumaßnahmen zur Anpassung der vorhandenen Fahrrinne vorgesehen. Unterhalb von km 748 finden keine Ausbaubaggerungen statt³¹. Die Ausführungen zu Veränderungen der Gewässermorphologie im Bereich des Wasserkörpers Hafen gelten hier gleichermaßen.

Diese Veränderungen sind so gering, dass sie nicht geeignet sind, mess- und beobachtbare Veränderungen des Phytoplanktons im Bereich dieses Wasserkörpers hervorzurufen. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch eine veränderte Gewässermorphologie sind nicht zu erwarten.

Verändertes Schwebstoffregime

Im Wasserkörper Küstengewässer ändern sich sowohl die Schwebstoffkonzentrationen als auch die advektiven Schwebstofftransportraten nicht (Unterlage H.1c). Anlage-/betriebsbedingt wird das Schwebstoffregime im Wasserkörper Küstengewässer nicht beeinflusst (s. Unterlage H.2a). Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch ein verändertes Schwebstoffregime sind nicht zu erwarten.

Veränderter Unterhaltungsaufwand/Unterhaltungsbaggerungen

Im Bereich des Wasserkörpers Küstengewässer sind veränderte Unterhaltungsaufwendungen nicht zu erwarten. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch veränderte Unterhaltungsaufwendungen sind nicht zu erwarten.

Veränderte Salzgehalte

Die vorhabensbedingten Änderungen der mittleren Salzgehalte im Bereich der Wasserkörper Küstengewässer sind mit 0,0 bis +0,2 PSU prognostiziert (vgl. Unterlage H.1a), die Änderungen der mittleren Salzgehaltsvariation mit -0,3 bis +0,1 PSU. Diese marginalen Veränderungen überschreiten nur z.T. den gemäß der BAW-DH (Unterlage H.1a) „*sinnvollen, messtechnisch auch zu erfassenden Schwellenwert*“ von 0,2 PSU.

Vor dem Hintergrund der vorhandenen mittleren Salzgehalte und der sehr starken natürlichen Variation der Salzgehalte werden die modellierten vorhabensbedingten Veränderungen in der Natur nicht mess- und beobachtbar sein (s. Unterlage H.2a).³² Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch veränderte Salzgehalte sind nicht zu erwarten.

³¹ In diesem Bereich ist die Fahrrinne bereits 400 m breit und hinreichend tief. Der 800 m breite Korridor bezeichnet lediglich einen der zukünftigen morphologischen Entwicklung Rechnung tragenden Bereich, in dem die Fahrrinne liegt: je nach morphologischer Tiefenentwicklung der Gewässersohle soll die Fahrrinne der Lage nach innerhalb des Korridors angepasst werden, ohne dass Unterhaltungsbaggerungen notwendig werden (vgl. Unterlage B.2).

³² Das Phytoplankton im Wasserkörper Küstengewässer ist im Istzustand durch salztolerante, marine Arten geprägt, die an die auftretenden Salinitätsschwankungen angepasst sind (s. Kap. 2.3.1.2).

3.2.1.2 Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton in den Nebanelben

Veränderte Gewässermorphologie

Im Bereich der Nebanelben sind die Ufervorspülungen Kollmar, Lühe-Wisch und Störmündung (oberhalb) geplant. Die Ausführungen zu Auswirkungen durch eine veränderte Gewässermorphologie infolge der Herstellung von Ufervorspülungen im Hauptstrom der Tideelbe (s.o.) gelten für die Nebanelben gleichermaßen (s.o.).

Der Bestand³³ wird durch diese Maßnahmen lediglich lokal beeinflusst und wird sich von den in Kap. 2.3 beschriebenen Bestand im betreffenden Flussabschnitt nicht mess- und beobachtbar unterscheiden.

Verändertes Schwebstoffregime

Ausbaubedingt ändern sich die mittleren Schwebstoffkonzentrationen nach BAW-DH (Unterlage H.1c) wie folgt:

- Glückstädter Nebanelbe: schwache Erhöhung um bis 3 mg/l
- Nebanelbe am Schwarztonnensand: Erhöhung um 3 mg/l
- Pagensander Nebanelbe: Erhöhung um 5 mg/l, lokal an der Nordwestseite auch etwas stärker
- Haseldorfer Binnenelbe: Erhöhung um 3 mg/l
- Lühesander Süderelbe: keine Veränderung
- Hahnöfer Nebanelbe: Abnahme um 3 mg/l, lokal bis zu 7 mg/l
- Mühlenberger Loch: bereichsweise Zunahme um 3 mg/l nahe der Estemündung und südlich der Airbus-erweiterungsfläche

Die prognostizierten (modellierten) Ab- und Zunahmen der mittleren Schwebstoffkonzentrationen sind so gering, dass in der Natur keine mess- und beobachtbaren Veränderungen des Schwebstoffregimes im Bereich der Nebanelben zu erwarten sind (s. Unterlage H.2a). Die Eindringtiefe des Lichtes, verbunden mit einer Veränderung der Photosyntheseleistung des in der Wassersäule suspendierten Phytoplanktons, wird vorhabensbedingt nicht beeinflusst (s. Ausführungen auf S. 61). Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch ein verändertes Schwebstoffregime sind nicht zu erwarten.

Veränderter Unterhaltungsaufwand/Unterhaltungsbaggerungen

Die advektiven Schwebstofftransportströme in die Nebanelben ändern sich ausbaubedingt. Vorhabensbedingter Unterhaltungsaufwand ist dadurch jedoch nicht zu erwarten (Unterlage H.2a). Auch Befürchtungen hinsichtlich einer zunehmenden Verlandungstendenz im Mühlenberger Loch sind unbegründet. In der Summe wird dieser Prozess im System Hahnöfer-Nebanelbe und Mühlenberger Loch reduziert, es kommt

³³ bzw. Gesamtzellzahlen des Phytoplanktons oder Chlorophyll a-Konzentrationen an Phytoplankton

zu lokalen - also kleinräumigen Verschiebungen, wodurch sich auf einigen Wattflächen der Wattaufwuchs etwas verstärkt, während in einigen Flachwasserbereichen verminderte Sedimentationstendenzen zu erwarten sind (s. Unterlage H.2a).

Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch Unterhaltungsbaggerungen sind nicht zu erwarten.

Veränderte Salzgehalte

Die Salzgehalte in den Nebeneiben sind durch die im Hauptstrom herrschenden Verhältnisse geprägt (s. Unterlage H.2a). Die Ausführungen zu den Wasserkörpern der Tideelbe gelten hier gleichermaßen. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton in den Nebeneiben durch veränderte Salzgehalte sind nicht zu erwarten.

3.2.1.3 Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton in den Nebenflüssen und Nebengewässern der Tideelbe

Veränderte Gewässermorphologie

Im Bereich der Nebenflüsse und Nebengewässer sind keine Ausbaumaßnahmen vorgesehen. Die Gewässermorphologie wird vorhabensbedingt nicht verändert. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch eine veränderte Gewässermorphologie sind nicht zu erwarten.

Verändertes Schwebstoffregime

Zusammenfassend ist für die Nebenflüsse im UG festzustellen, dass in einigen Unterläufen geringfügige Ab- als auch Zunahmen der mittleren Schwebstoffkonzentrationen prognostiziert werden (s. Unterlage H.1c). Diese prognostizierten (modellierten) Ab- und Zunahmen sind jedoch so gering, dass in der Natur keine mess- und beobachtbaren Veränderungen des Schwebstoffregimes im Bereich der Nebenflüsse zu erwarten sind (s. Unterlage H.2a). Die Eindringtiefe des Lichtes, verbunden mit einer Veränderung der Photosyntheseaktivität des in der Wassersäule suspendierten Phytoplanktons, wird vorhabensbedingt nicht herabgesetzt (s.a. Ausführungen auf S. 61). Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch ein verändertes Schwebstoffregime sind nicht zu erwarten.

Veränderter Unterhaltungsaufwand/Unterhaltungsbaggerungen

In den Nebenflüssen ist kein vorhabensbedingt veränderter Unterhaltungsaufwand zu erwarten. Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch einen veränderten Unterhaltungsaufwand sind nicht zu erwarten.

Veränderte Salzgehalte

Die von der BAW-DH (Unterlage H.1a) prognostizierten Änderungen der Salzgehalte in den Nebenflüssen Stör, Freiburger Hafenzriel und Oste sind in Tabelle 3.2-2 zusammengefasst. In den übrigen Nebenflüssen sind keine vorhabensbedingten Veränderungen bzw. allenfalls in der Natur nicht nachweisbare Veränderungen unterhalb des Schwellenwertes von 0,2 PSU zu erwarten.

Tabelle 3.2-2: Ausbaubedingte Änderungen der Salzgehalte in der Mündung der Nebenflüsse

Nebenfluss	Ausbaubedingte Änderung (Zunahme)		
	maximaler Salzgehalt	minimaler Salzgehalt	Variation Salzgehalt
Stör	0,4 PSU	0,3 PSU	0,3 PSU
Freiburger Hafenzriel	0,6 PSU	0,5 PSU	0,3 PSU
Oste	0,4 PSU	0,1 PSU	0,2 PSU

Erläuterungen: PSU = practical salinity unit

Hinweis: In den übrigen Nebenflüssen sind keine vorhabensbedingte Veränderungen bzw. allenfalls in der Natur nicht nachweisbare Veränderungen unterhalb des Schwellenwertes von 0,2 PSU zu erwarten (s. Unterlage H.1a)

Die Ausführungen zum Wasserkörper Elbe (West) und Übergangsgewässer gelten hier gleichermaßen. Vor dem Hintergrund der im Ist-Zustand bestehenden mittleren Salzgehalte und der sehr starken natürlichen Variation der Salzgehalte sind die vorhabensbedingten Veränderungen im Mündungsbereich von Oste und Stör sowie im Freiburger Hafenzriel gering. Die prognostizierten (modellierten) Veränderungen sind ungeeignet, in der Natur mess- und beobachtbare Auswirkungen auf das Phytoplankton in den Nebenflüssen durch veränderte Salzgehalte hervorzurufen. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton in den Nebenflüssen durch veränderte Salzgehalte sind nicht zu erwarten.

3.2.2 Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos

Auswirkungen auf das Phytobenthos sind durch die folgenden Vorhabenswirkungen möglich und werden daher weitergehend behandelt (s. Kap. 3.2.1.1 bis 3.2.1.3):

- Veränderung von Wattflächen (Überprägung) Da sich das UG des Phytobenthos ausschließlich auf Wattflächen beschränkt (s. Kap. 1.3), sind nur die in eulitoralischen Bereichen geplanten Strombau- und Verbringungsflächen (Ufervorspülungen) zu behandeln. Der eigentliche Fahrrinnenausbau (Vertiefung und Verbreiterung), die Herstellung der Begegnungsstrecke sowie die Vertiefung von Hafenzufahrten sind als direkte Wirkung (z.B. Flächeninanspruchnahme) nicht relevant.
- Veränderte Schiffswellen und Wellenhöhen (Seegang).

Auswirkungen auf das Phytobenthos durch die folgenden Vorhabenswirkungen sind dagegen auszuschließen und werden nicht weitergehend behandelt:

- Verändertes Schwebstoffregime (als Folgewirkung des Fahrrinnenausbaus): Es wurde bereits festgestellt, dass lediglich im Bereich der Wasserkörper Elbe (West) und Übergangsgewässer geringe, langfristige und mittlräumige Veränderungen des Schwebstoffregimes zu erwarten sind (s. Ausführungen in Kap. 3.2.1 und Unterlage H.2a). Die entsprechenden Ausführungen beim Phytoplankton (s. Kap. 3.2.1.1) gelten für das Phytobenthos entsprechend. Zu veränderten Erosions- und Sedimentationsprozessen in Wattbereichen ist ergänzend darauf hinzuweisen, dass die Tideelbe bereits durch eine Vielzahl interagierender deterministischer und stochastischer hydrodynamischer Prozesse geprägt ist, die eine fortlaufende Veränderung der Gewässersohle (einschließlich der Wattflächen) auch im Ist-Zustand bedingen. Deshalb sind vorhabensbedingt veränderte Erosions- und Sedimentationsprozesse ungeeignet, mess- und beobachtbare Auswirkungen auf das Phytobenthos (hier insbesondere: Veränderung der Eulitoralanteile im UG) hervorzurufen.
- Veränderter Unterhaltungsaufwand/Unterhaltungsbaggerungen (als Folgewirkung des Fahrrinnenausbaus): Da sich das UG des Phytobenthos ausschließlich auf die Wattflächen beschränkt und in diesen Bereichen keine Unterhaltungsbaggerungen im Ist-Zustand stattfinden und auch zukünftig nicht stattfinden werden, ist eine weitergehende Behandlung nicht erforderlich. Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos durch veränderten Unterhaltungsaufwand sind nicht zu erwarten.
- Veränderte Tidekennwerte (als Folgewirkung des Fahrrinnenausbaus): Die Ausführungen beim Phytoplankton (s. Kap. 3.2.1) gelten gleichermaßen für das Phytobenthos. Die modellierten vorhabensbedingten Veränderungen der Tidekennwerte sind ungeeignet, in der Natur mess- und beobachtbare Auswirkungen auf das Phytobenthos hervorzurufen. Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos durch veränderte Tidekennwerte sind nicht zu erwarten.
- Veränderte Salzgehalte (als Folgewirkung des Fahrrinnenausbaus). Wie bereits im Rahmen der Prognose anlage-/betriebsbedingter Auswirkungen auf das Phytoplankton dargelegt wird (auf Grundlage der Auswirkungsprognose in Unterlage H.2a), sind im Bereich der Wasserkörper der Tideelbe, Nebenelben und Nebenflüsse Veränderungen der Salzgehalte entweder nicht zu erwarten oder vor dem Hintergrund der im Ist-Zustand bestehenden mittleren Salzgehalte und der sehr starken natürlichen Variation der Salzgehalte nicht mess- und beobachtbar. Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos durch veränderte Salzgehalte sind nicht zu erwarten.
- Veränderte Schadstoffgehalte: Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos durch veränderte Schadstoffgehalte sind auszuschließen. Die entsprechenden Ausführungen beim Phytoplankton (s. Kap. 3.2.1, S. 58) gelten gleichermaßen für das Phytobenthos.

3.2.2.1 Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos in den einzelnen Wasserkörpern der Tideelbe

Wasserkörper Elbe (Ost) (Wehr Geesthacht bis Müggenberger Schleuse/ Harburger Eisenbahnbrücke, km 586,0 – 615,0)

Veränderung von Wattflächen (Überprägung)

Im Bereich dieses Wasserkörpers sind keine vorhabensbedingten Ausbaumaßnahmen vorgesehen. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos durch eine Veränderung von Wattflächen sind daher nicht zu erwarten.

Veränderte Schiffswellen und Wellenhöhen (Seegang)

Im Bereich dieses Wasserkörpers sind keine Veränderungen von Schiffswellen und Wellenhöhen zu erwarten. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos durch veränderte Schiffswellen und Wellenhöhen (Seegang) sind daher nicht zu erwarten.

Wasserkörper Hafen (Müggenberger Schleuse/Harburger Eisenbahnbrücke bis Mühlenberger Loch, km 615,0 – 635,0)

Veränderung von Wattflächen (Überprägung)

Im Bereich dieses Wasserkörpers sind zwar vorhabensbedingte Ausbaumaßnahmen vorgesehen, diese betreffen jedoch nicht die Wattflächen bzw. das Phytobenthos. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos durch eine Veränderung von Wattflächen sind nicht zu erwarten.

Veränderte Schiffswellen und Wellenhöhen (Seegang)

Im Bereich dieses Wasserkörpers sind keine Veränderungen von Schiffswellen und Wellenhöhen zu erwarten. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos durch veränderte Schiffswellen und Wellenhöhen sind daher nicht zu erwarten.

Wasserkörper Elbe (West) (Mühlenberger Loch bis Schwinge-Mündung, km 635,0 – 654,9) und Wasserkörper Übergangsgewässer (Schwinge-Mündung bis Kugelbake, km 654,9 – 727,0)

Veränderung von Wattflächen (Überprägung)

Im Bereich der Wasserkörper Elbe (West) und Übergangsgewässer sind die Unterwasserablagerungsflächen, die Übertiefenverfüllung St. Margarethen sowie die Ufervorspülungen geplant. Da sich das UG des Phytobenthos ausschließlich auf die Wattflächen beschränkt (s. Kap. 1.3), sind nur die in eulitoralischen Bereichen geplanten Strombau- und Verbringungsflächen (Ufervorspülungen) zu betrachten. Durch die

Unterwasserablagerungsflächen und die Übertiefenverfüllung sind keine Auswirkungen auf das Phytobenthos zu erwarten.

Durch die Ufervorspülungen kommt es zu einer Umwandlung von sublitoralen zu eulitoralischen Bereichen sowie von sub- und eulitoralischen Bereichen zu supralitoralischen Bereichen (letzteres betrifft die Ufervorspülungen Hetlingen und Wittenbergen, - zu Flächenumwandlungen s.a. Unterlagen H.4a und H.5c). Die sonstigen Bereiche der Ufervorspülungen werden aufgehöhht, erfahren dadurch jedoch keine Umwandlung (s. Unterlage H.5c). Während des Aufspülens wird das vorhandene Phytobenthos überdeckt (und zerstört). Es ist davon auszugehen, dass sich das Phytobenthos aufgrund konkurrenzstarker Arten mit kurzer Generationszeit auf den Wattflächen der Ufervorspülungen kurz- bis mittelfristig ansiedeln bzw. regenerieren wird.

Dem Verlust von eulitoralischen Bereichen (bzw. Phytobenthoslebensraum) durch die Umwandlung in supralitorale Bereiche steht der Zugewinn von eulitoralischen Bereichen durch die Umwandlung von sublitoralen Bereichen gegenüber. Insgesamt ergibt sich ein Verlust von Wattflächen (s.a. Unterlage H.5c) bzw. Phytobenthoslebensraum. Der Bestand des Phytobenthos wird sich dadurch lediglich lokal verändern. Die Veränderungen sind insgesamt so gering, dass sich der Bestand des Phytobenthos im Bereich der Wasserkörper Elbe (West) und Übergangsgewässer mittel- bis großräumig nicht verändern wird. Es ist von keiner Bestandswertveränderung auszugehen.

Die Auswirkung auf das Phytobenthos durch die Überdeckung von Wattflächen im Bereich von Ufervorspülungen ist als gering negativ, langfristig, lokal und deshalb als unerheblich negativ zu bewerten.

Veränderte Schiffswellen und Wellenhöhen (Seegang)

Zu ausbaubedingten Veränderungen von Wellenhöhen (Seegang) stellt BAW-DH (Unterlage H.1c) zusammenfassend fest, dass „durch den geplanten Ausbau der Unter- und Außenelbe, bedingt durch die komplexen Wechselwirkungen zwischen Seegang, Topographie und Strömung örtlich differenziert sowie ereignisabhängig, es in der Tendenz sowohl zu Zu- als auch zu Abnahmen der Wellenhöhe (Seegang) kommen wird. Die maximalen ausbaubedingten Änderungen der Wellenhöhe liegen dem Betrag nach bis $>0,10$ m. Dasselbe gilt für die Peakperioden. Hier werden Änderungen dem Betrag nach bis $>0,10$ s erwartet. Diese Veränderungen sind so gering, dass sie ungeeignet sind, mess- und beobachtbare Auswirkungen auf das Phytobenthos hervorzurufen. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos durch veränderte Wellenhöhen sind nicht zu erwarten.

Die vorhabensbedingt zu erwartenden Veränderungen von Schiffswellen in der Tideelbe werden von BAW-DH in Unterlage H.1d beschrieben. Für den allgemeinen Schiffsverkehr mit geringeren Abmessungen und Tiefgängen sind durch die Fahrrinnenanpassung (ein gleichbleibendes Fahrverhalten vorausgesetzt), keine wesentlichen Änderungen zu erwarten. In Elbabschnitten mit vorzunehmenden Querschnittserweiterungen nehmen die von diesem Verkehr erzeugten Schiffswellenbelastungen ab. In Elbabschnitten mit vorzunehmenden Querschnittseinengungen (z.B. durch eine Unterwasserablagerungsfläche) resultiert aus diesem Verkehr eine Erhöhung der

schiffserzeugten Belastungen, die jedoch unterhalb der durch das Bemessungsschiff verursachten Änderungen liegen.

Durch die vorhabensbedingt erhöhten schiffserzeugten Belastungen wird eine verstärkte Erosion in bestimmten Uferbereichen erwartet (Unterlage H.3): Dies betrifft „[...] einerseits die Erosion flachgeneigter und zumeist sandiger Ufer sowie die an die Rückverlegung von Abbruchkanten gebundene Erosion von bindigen Böden“. IfB (Unterlage H.3) stellt die für den Ist-Zustand ermittelten Erosionsraten den schiffsbedingten Primärwellenhöhen im Ist-Zustand und deren vorhabensbedingten Veränderungen gegenüber und ermittelt auf Basis von worst case-Annahmen, unter Berücksichtigung eines steigenden Verkehrsaufkommens, für bestimmte Uferbereiche vorhabensbedingte Bodenverluste innerhalb des Prognosezeitraums von 10 Jahren (s. Tabelle 3.1-3 in Unterlage H.5c).

Durch die von IfB (Unterlage H.3) auf Grundlage von BAW-DH (Unterlage H.1d) prognostizierten Bodenverluste erfolgt z.T. eine Umwandlung von supralitoralischen Bereichen in eulitoralische Bereiche. Dadurch entstehen neue Wattflächen, die von Phytobenthos neu besiedelt werden (= positive Auswirkung). Durch die schiffserzeugten Belastungen kommt es ebenfalls zu einer Zunahme der Erosion flachgeneigter und zumeist sandiger Ufer bzw. von Wattbereichen. Dadurch gehen vorhandene Wattflächen, d.h. Lebensraum des Phytobenthos, verloren (= negative Auswirkung).

Es ist von keiner Bestandwertveränderung der aquatischen Flora auszugehen. Die Auswirkung auf das Phytobenthos durch veränderte Schiffswellen (bzw. dadurch induzierte Uferabbrüche und Erosionen) sind als neutral (z.T. positiv/z.T. negativ), langfristig, lokal und deshalb als neutral zu bewerten.

Wasserkörper Küstengewässer (Kugelbake bis Scharhörn, km 727,0 – 746,3) und UG bis km 756

Veränderung von Wattflächen (Überprägung)

Im Bereich dieses Wasserkörpers sind zwar vorhabensbedingte Ausbaumaßnahmen vorgesehen, diese betreffen jedoch nicht die Wattflächen bzw. das Phytobenthos. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos durch die Veränderung von Wattflächen sind nicht zu erwarten.

Veränderte Schiffswellen und Wellenhöhen (Seegang)

Im Bereich dieses Wasserkörpers sind keine Veränderungen von Schiffswellen und Wellenhöhen zu erwarten. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos durch veränderte Schiffswellen und Wellenhöhen sind daher nicht zu erwarten.

3.2.2.2 Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos in den Nebnelben

Veränderung von Wattflächen (Überprägung)

Im Bereich von Nebnelben (Hahnöfer NE, Pagensander NE, Glücksstädter NE) sind die Ufervorspülungen Kollmar, Lühe-Wisch und Störmündung (oberhalb/unterhalb) geplant. Die Ausführungen zu Auswirkungen durch die Überbauung/Überdeckung von Wattflächen infolge der Herstellung von Ufervorspülungen im Hauptstrom der Tideelbe gelten hier gleichermaßen (s. Bewertung dieser Auswirkung bei den Wasserkörpern Elbe (West) und Übergangsgewässer (Kap. 3.2.2.1)).

Veränderte Schiffswellen und Wellenhöhen (Seegang)

Im Bereich der Nebnelben sind keine Veränderungen von Schiffswellen und Wellenhöhen zu erwarten. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos durch veränderte Schiffswellen und Wellenhöhen (Seegang) sind daher nicht zu erwarten.

3.2.2.3 Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos in den Nebenflüssen und Nebengewässern der Tideelbe

Veränderung von Wattflächen (Überprägung)

Im Bereich der Nebenflüsse und Nebengewässer sind keine vorhabensbedingten Ausbaumaßnahmen vorgesehen. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos durch Veränderung von Wattflächen sind daher nicht zu erwarten.

Veränderte Schiffswellen und Wellenhöhen (Seegang)

Im Bereich der Nebenflüsse sind keine Veränderungen von Schiffswellen und Wellenhöhen zu erwarten. Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos durch veränderte Schiffswellen und Wellenhöhen (Seegang) sind daher nicht zu erwarten.

3.3 Übersicht über die vorhabensbedingten Umweltauswirkungen

In der Tabelle 3.3-1 sind die bau- und anlage-/betriebsbedingten Auswirkungen auf die aquatische Flora (Phytoplankton/Phytobenthos) in der Übersicht dargestellt.

Tabelle 3.3-1: Übersicht über die vorhabensbedingten Auswirkungen auf die aquatische Flora

Wirkungszusammenhang		Beschreibung und Bewertung der Auswirkung		
Vorhabenswirkung (Ursache)	Auswirkung	Wertstufe Ist Wertstufe Progn Differenz	Grad der Veränd. Dauer der Ausw. Räuml. Ausd.	Erheblichkeit
Baubedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton sind nicht zu erwarten (s. Kap. 3.1.1).				
Baubedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos sind nicht zu erwarten (s. Kap. 3.1.2).				
Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton sind nicht zu erwarten (s. Kap. 3.2.1).				
Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos:				
Vorhabenswirkung: Veränderte Gewässermorphologie durch Strombau- und Verbringerungsmaßnahmen (Ufervorspülungen)	<u>Wasserkörper Elbe (West) und Wasserkörper Übergangsgewässer (z.T. im Bereich der Nebenelben Hahnöfer NE, Pagensander NE, Glückstädter NE):</u> - Überdeckung von Wattflächen/Verlust von Phytobenthoslebensraum im Bereich von Ufervorspülungen	Ist: WS 3 (4)* Prog.: WS 3 (4)* Diff.: 0	gering negativ, langfristig, lokal	unerheblich negativ
Vorhabenswirkung: veränderte Schiffswellen (bzw. dadurch induzierte Uferabbrüche und Erosionen)	<u>Wasserkörper Elbe (West) und Wasserkörper Übergangsgewässer</u> - Durch Uferabbrüche Entstehung und Verlust von Wattflächen (Lebensraumverlust/-gewinn für Phytobenthos)	Ist: WS 3 Prog.: WS 3 Diff.: 0	neutral (z.T. positiv/z.T. negativ), langfristig, lokal	neutral
Anlage-/betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos in den Wasserkörpern der Tideelbe „Elbe (Ost)“, „Hafen“ und „Küstengewässer“, in den Nebenflüssen bzw. Nebengewässern und in den sonstigen Nebenelben sind nicht zu erwarten.				

Erläuterung: In der Auswirkungstabelle sind nur noch die Wirkfaktoren dargestellt, für die eine Auswirkung prognostiziert wird.

* = Die Wertstufe 4 (= hohe Bedeutung) bezieht sich auf die Bereiche der Nebenelben, die Wertstufe 3 (= mittlere Bedeutung) bezieht sich auf die Bereiche des Hauptstroms der Tideelbe

Differenz Wertstufe Prognose minus Wertstufe Ist = Grad der Veränderung:	Bestandswertveränderung: = deutlich negativ -1, -2, -3, -4
	Bestandswertveränderung: = gering negativ, neutral oder gering positiv (Richtung der Veränderung ergibt sich aus dem Zielsystem) 0 Bestandswertveränderung: = deutlich positiv +1, +2, +3, +4
Dauer der Auswirkung:	kurzfristig = Auswirkungsdauer: ≤ 3 Monate (ab Baubeginn) mittelfristig = Auswirkungsdauer: > 3 Monate ≤ 3 Jahre (ab Baubeginn) langfristig = Auswirkungsdauer: > 3 Jahre ≤ 10 Jahre (ab Baubeginn)
Räumliche Ausdehnung der Auswirkung:	lokal = Direkter Vorhabensbereich mittelräumig = direkter Vorhabensbereich + Teile des (schutzgutspezifischen) Untersuchungsgebiets großräumig = Gesamtes (schutzgutspezifisches) Untersuchungsgebiet WS = Wertstufe WS 1 = sehr gering, WS 2 = gering, WS 3 = mittel, WS 4 = hoch, WS 5 = sehr hoch

Abschließend ist festzustellen, dass die als neutral und unerheblich negativ bewerteten Auswirkungen auf die aquatische Flora (i.d.F. Phytobenthos) mit dem Verschlechterungsverbot im Sinne des Art. 4 Abs. 1a)i) WRRL vereinbar sind. Nach ARGE ELBE (2004a) werden die Wasserkörper, in denen Auswirkungen auf das Phytobenthos auftreten (Elbe (West) und Übergangsgewässer „vorläufig“³⁴ als „erheblich verändert“ (heavy modified waterbody) gem. Art. 5(1) und Anh. II Nr. 1(1)(i) WRRL eingestuft.

Daher gilt bei diesen Wasserkörpern für die Zielerreichung bei den Qualitätskomponenten das „gute ökologische Potential“³⁵ (s. Tabelle 2.4-1). Gem. WHG § 25b (1) gilt für künstliche und erheblich veränderte oberirdische Gewässer:

„Künstliche und erheblich veränderte oberirdische Gewässer im Sinne des Absatzes 4 sind so zu bewirtschaften, dass

- 1. eine nachteilige Veränderung ihres ökologischen Potentials und chemischen Zustands vermieden und*
- 2. ein gutes ökologisches Potential und guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht wird.“*

Eine nachteilige Veränderung des ökologischen Potentials (im Sinne einer erheblich negativen Auswirkung) ist durch neutral und unerheblich negativ bewertete Auswirkungen auf die aquatische Flora nicht zu erwarten.

³⁴ Die Verfahren zur Ermittlung und Bewertung des Zustandes der Qualitätskomponenten gem. WRRL befinden sich teilweise noch in der Entwicklung.

³⁵ Das „gute ökologische Potential“ (für künstliche oder erheblich veränderte Wasserkörper) wird (indirekt) vom „guten ökologischen Zustand“ (für natürliche Wasserkörper) abgeleitet und berücksichtigt hydro-morphologischen Änderungen aufgrund dessen der Wasserkörper als erheblich verändert ausgewiesen wird.

4 ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde eine Beschreibung und Bewertung der aquatischen Flora anhand der Leitparameter Phytoplankton und Phytobenthos vorgenommen.

Beschreibung des Ist-Zustands

Von Zollenspieker bis Kugelbake nimmt die Phytoplankton-Biomasse im Verlauf der Tideelbe kontinuierlich ab. Die stärkste Abnahme ist während der Passage des Hamburger Hafens zwischen Zollenspieker und Seemannshöft zu verzeichnen. Abweichend davon ist bei Scharhörn (Außenelbe) ein Zuwachs an Biomasse festzustellen. Eine weitere Abweichung vom Trend der Biomasseabnahme im Verlauf der Tideelbe zeigt sich in den Nebenelben.

Die Vegetationsschwerpunkte liegen im (zeitigen) Frühjahr und im Spätsommer (Herbst). An stark allochthon geprägten Standorten ist wenig Vegetationsdynamik zu beobachten. 2004 wurden 189 Phytoplanktonarten aus 13 Algenklassen in der Tideelbe nachgewiesen. Die reiche Algenflora wird auch in dieser Hinsicht von Grün- und Kieselalgen mit 45 bzw. 78 Arten bestimmt. Anhand häufiger Arten lassen sich drei Abschnitte der Tideelbe differenzieren: Küstengewässer (Außenelbe), Übergangsgewässer und Elbe (West), die zugleich unterschiedlichen Zonen der Salinität angehören.

Die Zuflüsse trugen insgesamt wenig Phytoplankton in die Unterelbe ein. Nennenswerte Planktondichten wurden in den großen Zuflüssen Oste (Oberndorf) und Stör (Wewelsfleth) sowie Ilmenau beobachtet.

Das Phytobenthos (Diatomeenbenthos) der Elbe und ihrer Zuflüsse ist in der Regel artenreich zusammengesetzt. Es überwiegen allgemein verbreitete Süßwasserformen elektrolytreicher, auch wechselfeuchter Standorte. Höheren Anteil (Aspektbildner) erreichen aber regelmäßig Brackwasserarten. Die Zusammensetzung des Diatomeenbenthos bei Cuxhaven (km 727) weicht mit geringen Artenzahlen stark von den oberhalb gefundenen Verhältnissen ab.

Bewertung des Ist-Zustands

Die Bewertung des Bestands wurde differenziert nach Wasserkörpern gemäß WRRL vorgenommen. In der Tabelle 3.3-1 sind die Ergebnisse der Bewertung der aquatischen Flora aufgeführt.

Tabelle 3.3-1: Bewertung Aquatische Flora

Wasserkörper	Bestandsbewertung	Begründung¹⁾
Elbe (Ost)	Bedeutung hoch (Wertstufe 4)	- hoher Anteil an Flachwassergebieten, geringe Trübung
Hafen	Bedeutung gering (Wertstufe 2)	- sehr geringer Anteil an Flachwasser- und Wattgebieten, mittlere Trübung
Elbe (West)	Bedeutung mittel (Wertstufe 3)	- mittlerer Anteil an Flachwasser- und Wattgebieten, mittlere bis hohe Trübung (ästuartypisch)
Übergangsgewässer	Bedeutung mittel (Wertstufe 3)	- geringer bis mittlerer Anteil an Flachwasser- und Wattgebieten, hohe Trübung (ästuartypisch)
Küstengewässer	Bedeutung mittel (Wertstufe 3)	- hohe Anteile am Flachwasser- und Wattgebieten, mittlere Trübung
Nebenelben	Bedeutung hoch (Wertstufe 4)	- sehr hoher Anteil an Flachwasser- und Wattgebieten, mittlere bis hohe Trübung (ästuartypisch)
Nebenflüsse und Nebengewässer	Bedeutung mittel (Wertstufe 3)	- mittlerer bis sehr hoher Anteil an Flachwassergebieten, mittlere Trübung

Erläuterungen: ¹⁾auf Unterlage H.2a wird verwiesen

Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen

Es wurde eine Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen (Prognose bei Durchführung des Vorhabens) differenziert nach Phytoplankton und Phytobenthos vorgenommen. Zusammenfassend ist folgendes festzustellen:

- Baubedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton und das Phytobenthos durch die Ausbaubaggerungen sowie Ab- und Umlagerungen sind nicht zu erwarten.
- Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch eine veränderte Gewässermorphologie, verändertes Schwebstoffregime, veränderten Unterhaltungsaufwand/Unterhaltungsbaggerungen und veränderte Salzgehalte sind nicht zu erwarten. Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytoplankton durch sonstige hydromorphologische und hydrologische Veränderungen sind ebenfalls nicht zu erwarten.
- Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos sind durch Ufervorspülungen in den Wasserkörpern Elbe (West) und Übergangsgewässer (z.T. im Bereich der Nebenelben Hahnöfer NE, Pagensander NE, Glückstädter NE gelegen) zu erwarten. Es kommt zu einer Überdeckung von Wattflächen bzw. zu einem Verlust von Phytobenthoslebensraum im Bereich der Aufspülflächen. Diese Auswirkung ist als gering negativ, langfristig, lokal und deshalb als unerheblich negativ zu bewerten.
- Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos sind durch Uferabbrüche in den Wasserkörpern Elbe (West) und Übergangsgewässer zu erwarten. Es kommt zur Entstehung, aber auch zum Verlust von Wattflächen (Lebensraumverlust/-gewinn für Phytobenthos). Diese Auswirkung ist als neutral (z.T. positiv/z.T. negativ), langfristig, lokal und deshalb als neutral zu bewerten.
- Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen auf das Phytobenthos durch sonstige Vorhabenswirkungen, wie verändertes Schwebstoffregime, veränderten Unterhaltungsaufwand/Unterhaltungsbaggerungen, veränderte Tidekennwerte oder veränderte Salzgehalte sind nicht zu erwarten.

Abschließend ist noch festzustellen, dass die als neutral und unerheblich negativ bewerteten Auswirkungen auf die aquatische Flora (i.d.F. Phytobenthos) mit dem Verschlechterungsverbot im Sinne des Art. 4 Abs. 1a)i) WRRL vereinbar sind. Eine nachteilige Veränderung des ökologischen Potentials (im Sinne einer erheblich negativen Auswirkung) ist vorhabensbedingt nicht zu erwarten.

5 LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS

- ARGE ELBE. 1984. Gewässerökologische Studie der Elbe von Schnackenburg bis zur See. Hamburg.
- ARGE ELBE. 1992. Salzgehalts- und Trübstoffverhältnisse in dem oberen Brackwassergebiet der Elbe – Wassergütestelle Elbe. Hamburg
- ARGE ELBE. 1999-2004. Zahlentafeln der Phytoplanktonlängsprofile. Hamburg.
- ARGE ELBE. 2002. Typisierung des Übergangsgewässers in der Flussgebietseinheit Elbe nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. 6 S. + Anhang. Hamburg.
- ARGE ELBE. 2004. Gewässergütebericht der Elbe 2003. Wassergütestelle. 33 S. Hamburg.
- ARGE ELBE. 2004a. Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Koordinierungsraum Tideelbe - Bestandsaufnahme und Erstbewertung (Anhang II / Anhang IV der WRRL) des Tideelbestroms (C-Bericht). Entwurf. 31.8.2004. 72 S. Hamburg.
- ARGE ELBE. 2006. Überarbeiteter Endbericht zum LAWA-Vorhaben: Entwicklung eines Bewertungsverfahrens für Fließgewässer mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie, LAWA-Projekt O 6.03, Projektzeitraum 15.05.2003 bis 31.12.2004, Berichtsstand: 20. Mai 2005.
- Bergemann, M., Blöcker, G., Harms, H., Kerner, M., Nehls, R., Petersen, W., Schroeder, F. 1996. Der Sauerstoffhaushalt der Tideelbe. Die Küste 58: 199-261.
- Bergemann, M. 2004. Die Trübungszone in der Tideelbe - Beschreibung der räumlichen und zeitlichen Entwicklung. WGE. 8 S. Hamburg.
- Bergemann, M., Blöcker, G., Harms, H., Kerner, M., Nehls, R., Petersen, W., Schroeder, F. 1996. Der Sauerstoffhaushalt der Tideelbe. Die Küste 58: 199-261.
- BfG. 2002. Untersuchung des ökologischen Entwicklungspotenzials der Unter- und Außenelbe (Ökologische Potenzialanalyse). Teil 1. 149pp. + Anhang u. Anlagen. Koblenz. Berlin.
- BfG. 2004. Umweltrisikoeinschätzung und FFH-Verträglichkeitseinschätzung für Projekte an Bundeswasserstraßen - Weitere Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt mit einem Salzwassertiefgang von rd. 14,50 m BfG-1380. 184 S. Koblenz.
- BSU – Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien u. Hansestadt Hamburg. 2004. Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Landesinterner Bericht zum Bearbeitungsgebiet Elbe/Hafen. Bestandsaufnahme und Erstbewertung (Anhang II / Anhang IV der WRRL). Stand 20.09.2004. Hamburg.
- Colijn 1982. Light absorption in the waters of the Ems-Dollart and its consequences for the growth of phytoplankton and microphytobenthos. Neth. J. Sea Res. 15 (2). S. 196-216
- Fast, T. 1993. Zur Dynamik von Biomasse und Primärproduktion des Phytoplanktons im Elbe-Ästuar. Diss. Fachber. Biologie. Univ. Hamburg.
- Gätje, C. 1992. Artenzusammensetzung, Biomasse und Primärproduktion des Mikrophytobenthos des Elbe-Ästuars. Dissertation Fachbereich Biologie. Universität Hamburg
- Geissler, U. & Kies, L. 2003. Artendiversität und Veränderungen in der Algenflora zweier städtischer Ballungsgebiete Deutschlands. Berlin und Hamburg – Nova Hedwigia, Beiheft 126
- Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft der Universität Hamburg – IHF 1997. Tiere und Pflanzen. Aquatische Lebensgemeinschaften. Materialband VII zur UVU zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Hamburg.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1988 – 1997. Bacillariophyceae. in: Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heynig, H. und Mollenhauer, D. (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2 (1 –4). Gustav Fischer. Stuttgart – Jena.
- Lozan, J. L. & Kausch, H. 1996. Warnsignale aus Flüssen und Ästuaren – Wissenschaftliche Fakten. Paul Parey. Berlin.
- Mischke, U. & Behrendt, H. (2005): Vorschlag zur Bewertung ausgewählter Fließgewässertypen anhand des Phytoplanktons. Limnologie aktuell 11. S. 46 – 62

- MUNL – Ministerium f. Umwelt, Natur u. Landwirtschaft Schleswig-Holstein. 2004. Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie - Landesinterner Bericht zur Analyse der Merkmale der Flussgebietseinheit Elbe. Stand August 2004. Kiel.
- PÖUN – Planungsgruppe Ökologie + Umwelt Nord. 1997. UVU zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Textbände, Kartenbände, Ergänzungsband u. Materialienbände. I. A. der Wasser- u. Schifffahrtsverwaltung d. Bundes, WSA Hamburg u. der FH Hamburg, Wirtschaftsbeh., Amt u. Hafenausbau. Hamburg.
- Pottgiesser, T. & Sommerhäuser, M. 2004. Fließgewässertypologie Deutschlands: Die Gewässertypen und ihre Steckbriefe als Beitrag zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. In: Steinberg, C., Calmano, W., Wilken, R.-D., Klapper, H. (Hrsg.). Handbuch der Limnologie. 19. Erg.Lfg. 7/04. VII-2.1: 1-16 + Anhang
- Riedel-Lorje, J.C. ohne Jahr. Ökologische Entwicklung der Tideelbe: gestern, heute, morgen
- Schulz, H. 1961. Qualitative und quantitative Planktonuntersuchung im Elbe-Aestuar. Arch. Hydrobiol. Suppl. 26, 5 – 105
- Schwoerbel, J. 1999: Einführung in die Limnologie – 8. Auflage. Gustav Fischer. Stuttgart.
- VV-WSV 1401 8.94. Richtlinien für das Planfeststellungsverfahren zum Ausbau oder Neubau von Bundeswasserstraßen (PlanfR-WaStrG/VV-WSV 1401 8.94).
- Wetzel, G.W. 2001. Limnology – Lake and River Ecosystems. 3. Auflage. Academic Press. San Diego.
- Witkowski, A., Lange-Bertalot, H. und Metzeltin, D. 2000. Diatom Flora of Marine Coasts I. in: Iconographia Diatomologica. Band 7. A.R.G. Gantner Verlag K.G.
- Wolfstein, K. 1996. Untersuchungen zur Bedeutung des Phytoplanktons als Bestandteil der Schwebstoffe für das Ökosystem Tide-Elbe. Dissertation Fachbereich Biologie. Universität Hamburg.
- WRRL 2000. Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.
- WSA-HH (Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg) (Hrsg.) 2005. Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt – Bericht zur Beweissicherung 2004. - CD 8: Biotope Geesthacht bis Cuxhaven. Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg, Stand: Mai 2004.
- WSD Nord & BWA – Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord & Behörde für Wirtschaft und Arbeit. 2005. Geplante Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Festlegung des Untersuchungsrahmens gem. § 5 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP). Kiel.

6 ABKÜRZUNGEN

Abkürzung	Erläuterung
ARGE ELBE	Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe
Ave	average (arithmetisches Mittel)
BAW-DH	Bundesanstalt für Wasserbau, Dienststelle Hamburg
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
KN	Kartennull
kn	Knoten
LANU SH	Landesamt für Natur und Umwelt, Schleswig-Holstein
Max	Maximum
Min	Minimum
NLWK	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küstenschutz und Naturschutz
NN	Normalnull
psu	Salzgehaltsmaß "practical salinity unit" (1‰ Salzgehalt = 1 psu)
Thb	Tidenhub
Thw	Tidehochwasser
Tnw	Tideniedrigwasser
UG	Untersuchungsgebiet (schutzgutspezifisch)
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPVwV	Verwaltungsvorschrift zum UVP-Gesetz
UVU	Umweltverträglichkeitsuntersuchung
μ	Mikro
VV-WSV	Verwaltungsvorschrift der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes
WGE	Wassergütestelle Elbe
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WSA	Wasser- und Schifffahrtsamt
WSD	Wasser- und Schifffahrtsdirektion

GUTACHTERGEMEINSCHAFT



IBL UmweltPLANUNG GBR



IMS INGENIEURGESELLSCHAFT MBH

Geprüft: 07. Februar 2007

gez. W. Herr

7 ANLAGEN

7.1 Diagramme der taxonomischen Zusammensetzung des Phytoplanktons zum Zeitpunkt der Vegetationsmaxima an ausgewählten Messstellen der Tideelbe 1997-2004

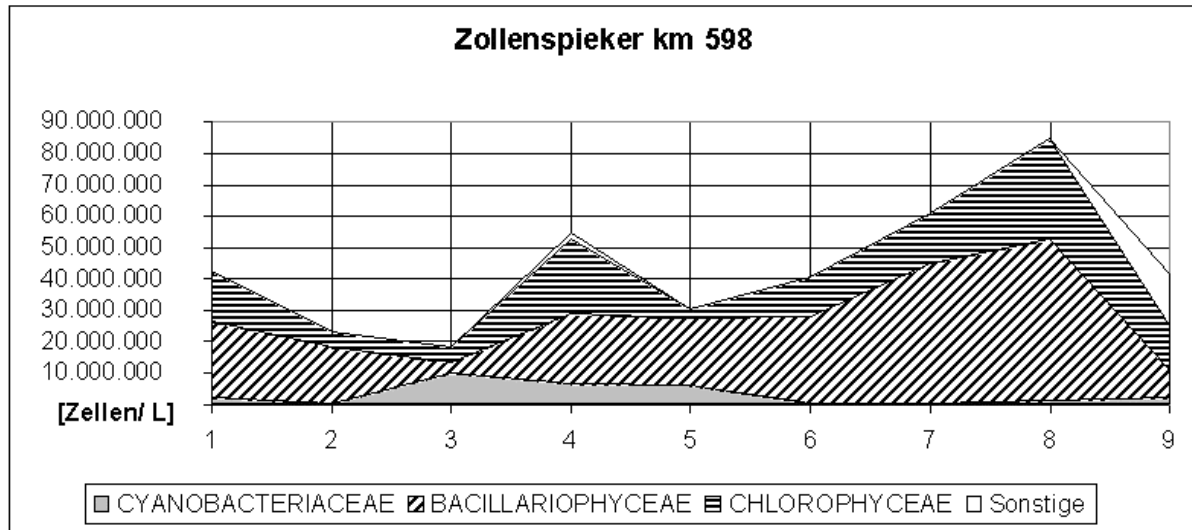


Abbildung 7.1-1: Zusammensetzung des Phytoplanktons aus Zellzahlen verschiedener Algenklassen bei km 598,8 (Zollenspieker)

Erläuterung: Die Angaben gelten für den jeweiligen Zeitpunkt des Vegetationsmaximums (n=9) während der letzten 8 Jahre (1997-2004). Die Abstände auf der Abszisse sind nicht zeitkonform.

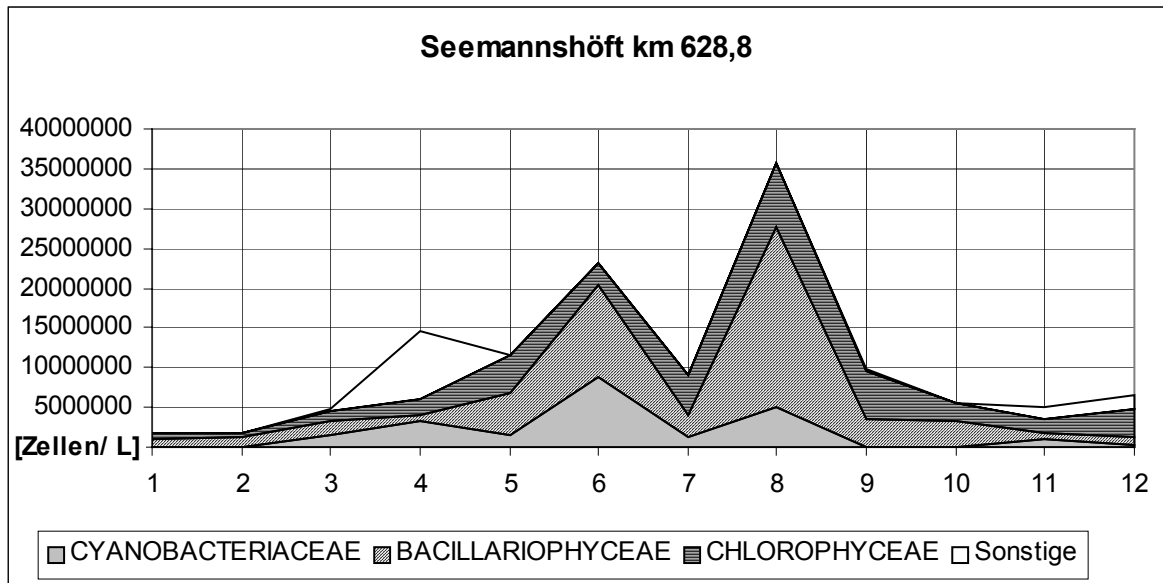


Abbildung 7.1-2: Zusammensetzung des Phytoplanktons aus Zellzahlen verschiedener Algenklassen bei Km 628,8 (Seemannshöft)

Erläuterung: Die Angaben gelten für den jeweiligen Zeitpunkt des Vegetationsmaximums (n=12) während der letzten 8 Jahre (1997-2004). Die Abstände auf der Abszisse sind nicht zeitkonform.

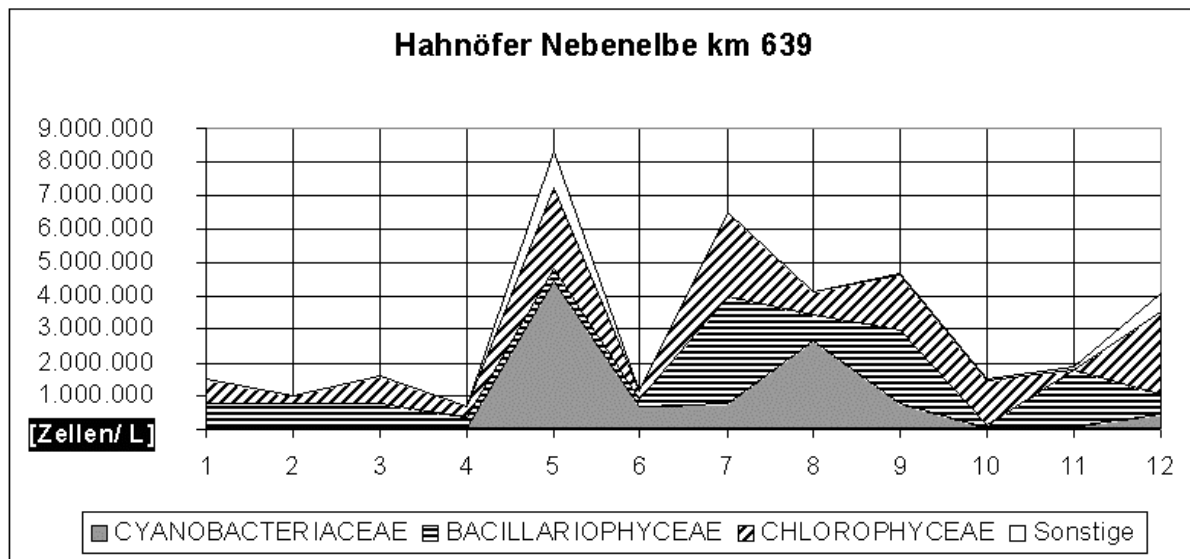


Abbildung 7.1-3: Zusammensetzung des Phytoplanktons aus Zellzahlen verschiedener Algenklassen bei Km 639,5 (Hahnöfer Nebelbe)

Erläuterung: Die Angaben gelten für den jeweiligen Zeitpunkt des Vegetationsmaximums (n=12) während der letzten 8 Jahre (1997-2004). Die Abstände auf der Abszisse sind nicht zeitkonform.

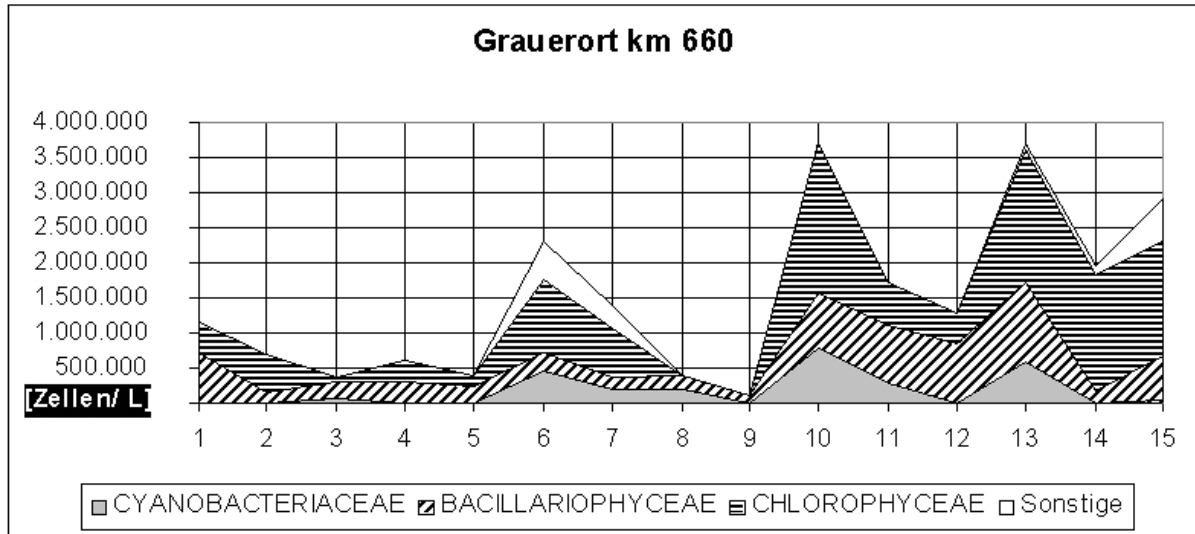


Abbildung 7.1-4: Zusammensetzung des Phytoplanktons aus Zellzahlen verschiedener Algenklassen bei Km 660,5 (Grauerort)

Erläuterung: Die Angaben gelten für den jeweiligen Zeitpunkt des Vegetationsmaximums (n=15) während der letzten 8 Jahre (1997-2004). Die Abstände auf der Abszisse sind nicht zeitkonform.

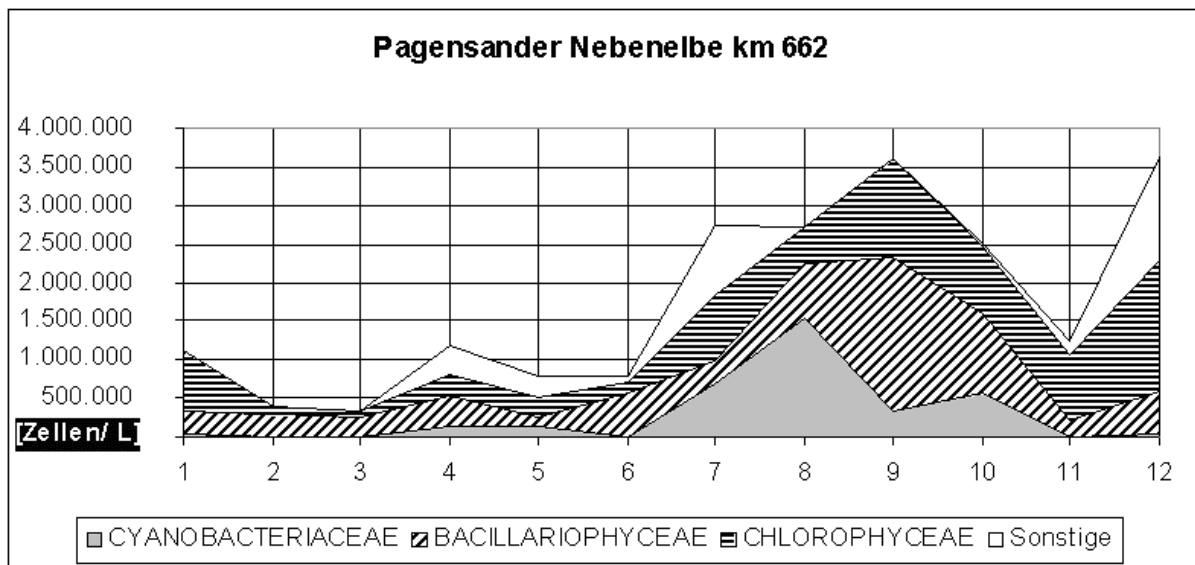


Abbildung 7.1-5: Zusammensetzung des Phytoplanktons aus Zellzahlen verschiedener Algenklassen bei Km 662,0 (Pagensander Nebelbe)

Erläuterung: Die Angaben gelten für den jeweiligen Zeitpunkt des Vegetationsmaximums (n=12) während der letzten 8 Jahre (1997-2004). Die Abstände auf der Abszisse sind nicht zeitkonform.

7.2 Gesamtartenliste für Phytoplankton der Tideelbe 2004³⁶

Abt.: Cyanobacteria

Kl.: Nostocophyceae (Cyanophyceae)

Ord.: Chroococcales

1. *Merismopedia glauca* (Ehrenberg) Kützing 1845
2. *Merismopedia* sp. Meyen 1839
3. *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing 1846

Ord.: Oscillatoriales

4. *Oscillatoria* sp. Vaucher ex Gomont 1892
5. *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988
6. *Planktothrix rubescens* (de Candolle ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988
7. *Pseudanabaena limnetica* (Lemmermann) Komárek 1974
8. *Spirulina* sp. Turpin ex Gomont 1892

Ord. Nostocales

9. *Anabaena* sp. Bory ex Bornet & Flahault 1886
10. *Anabaena spiroides* Klebahn 1895
11. *Aphanizomenon gracile* (Lemmermann) Lemmermann 1910

Abt.: Cryptophyta

Kl.: Cryptophyceae

Ord.: Cryptomonadales

12. *Cryptomonas ovata* Ehrenberg 1832
13. *Cryptomonas* sp. Ehrenberg 1832
14. *Hemiselmis* sp. Parke 1949
15. *Leucocryptos marina* (Braarud) Butcher 1967
16. *Rhodomonas* sp. Karsten emend. Hill & Wetherbee 1989
17. *Teleaulax acuta* (Butcher) Hill 1991

Abt.: Dinophyta

Kl.: Dinophyceae

Ord.: Prorocentrales

18. *Prorocentrum triestinum* Schiller 1918

Ord.: Gymnodiniales

19. *Amphidinium* sp. Claparède & Lachmann 1859
20. *Gymnodinium* sp. Stein 1878
21. *Gyrodinium* sp. Kofoid & Swezy 1921
22. *Gyrodinium spirale* (Bergh) Kofoid & Swezy 1921
23. *Katodinium glaucum* (Lebour) Loeblich III 1965
24. *Katodinium* sp. Fott 1957

Ord.: Peridinales

25. *Diplopsalis* group Bergh 1981
26. *Heterocapsa* sp. Stein 1983
27. *Peridinium* sp. Ehrenberg 1832
28. *Peridinium willei* Huitfeldt-Kaas 1900
29. *Protoperidinium bipes* (Paulsen) Balech 1974

³⁶ Erstellt von AquaEcology (Oldenburg) im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt (Schleswig-Holstein)

30. Protoperidinium sp. Bergh emend. Balech 1974
31. Scrippsiella sp. Balech ex Loeblich III 1965
Ord.: Gonyaulacales
32. Ceratium cornutum (Ehrenberg) Claparède & Lachmann 1859
33. Ceratium furca (Ehrenberg) Claparède & Lachmann 1859

Abt.: Haptophyta

Kl.: Prymnesiophyceae

- Ord.: Prymnesiales
34. Phaeocystis sp. Lagerheim 1893

Abt.: Heterokontophyta

Kl.: Chrysophyceae

- Ord.: Ochromonadales
35. Dinobryon sertularia Ehrenberg 1838
36. Dinobryon sp. Ehrenberg 1935

Kl.: Dictyochophyceae

- Ord.: Dictyochales
37. Dictyocha speculum Ehrenberg 1839

Kl.: Synurophyceae

- Ord.: Synurales
38. Mallomonas akrokomos Ruttner in Pascher 1913
39. Synura sp. Ehrenberg 1835

Kl.: Bacillariophyceae

- Ord.: Biddulphiales (Centrales)
40. Actinocyclus normanii (Gregory in Greville) Hustedt 1957
41. Actinoptychus senarius (Ehrenberg) Ehrenberg 1843
42. Actinoptychus splendens (Shadbold) Ralfs in Pritchard 1861
43. Aulacoseira sp. Thwaites 1848
44. Biddulphia alternans (J.W.Bailey) Van Heurck 1880-1885
45. Brockmanniella brockmannii (Hustedt) Hasle, von Stosch, & Syvertsen 1983
46. Chaetoceros costatus Pavillard 1911
47. Chaetoceros danicus P.T.Cleve 1889
48. Chaetoceros debilis P.T.Cleve 1894
49. Chaetoceros densus P.T.Cleve 1901
50. Chaetoceros diadema (Ehrenberg) Gran 1897
51. Chaetoceros eibonii Grunow in Van Heurck 1882
52. Chaetoceros impressus K.G. Jensen & Moestrup 1998
53. Chaetoceros protuberans Lauder 1864
54. Chaetoceros radians Schütt 1895
55. Chaetoceros socialis Lauder 1864
56. Chaetoceros sp. Ehrenberg 1844
57. Coscinodiscus sp. Ehrenberg 1839
58. Cyclotella meneghiniana Kützing 1844
59. Cyclotella sp. (Kützing) Brébisson 1838
60. Ditylum brightwellii (T.West) Grunow in Van Heurck 1883
61. Eucampia zodiacus Ehrenberg 1839

62. *Guinardia delicatula* (P.T.Cleve) Hasle 1996
63. *Guinardia flaccida* (Castracane) H. Peragallo 1892
64. *Guinardia striata* (Stolterfoth) Hasle 1996
65. *Lauderia annulata* P.T.Cleve 1873
66. *Leptocylindrus danicus* P.T.Cleve 1889
67. *Leptocylindrus minimus* Gran 1915
68. *Lithodesmium undulatum* Ehrenberg 1839
69. *Melosira* sp. C.A.Agardh 1824
70. *Melosira varians* C.A.Agardh 1827
71. *Odontella aurita* (Lyngbye) C.A.Agardh 1832
72. *Odontella aurita* var. *minima* (Grunow in Van Heurck) De Toni 1894
73. *Odontella regia* (Schultze) Simonsen 1974
74. *Odontella rhombus* (Ehrenberg) Kützing 1849
75. *Odontella sinensis* (Greville) Grunow 1884
76. *Paralia sulcata* (Ehrenberg) P.T.Cleve 1873
77. *Podosira stelliger* (J.W. Bail.) A.Mann 1907
78. *Rhizosolenia imbricata* Brightwell 1858
79. *Rhizosolenia setigera* Brightwell 1858
80. *Rhizosolenia similoides* P.T.Cleve & Euler 1951
81. *Skeletonema costatum* (Greville) P.T.Cleve 1878
82. *Stephanodiscus* sp. Ehrenberg 1846
83. *Thalassiosira angulata* (Gregory) Hasle 1978
84. *Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) P.T.Cleve 1903
85. *Thalassiosira minima* Gaarder 1951
86. *Thalassiosira punctigera* (Castracane) Hasle 1983
87. *Thalassiosira rotula* Meunier 1910
88. *Thalassiosira* sp. P.T.Cleve 1873 emend. Hasle 1973
89. *Triceratium favus* Ehrenberg 1841
90. *Urosolenia longiseta* (Zacharias) M.B.Edlund & Stoermer
- Ord.: Bacillariales (Pennales)
91. *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing 1844
92. *Amphora* sp. Ehrenberg ex Kützing 1844
93. *Asterionella formosa* Hassal 1850
94. *Asterionellopsis glacialis* (Castracane) Round in Round et al. 1990
95. *Asteroplanus karianus* (Grunow) Gardner & Crawford 1997
96. *Caloneis* sp. P.T.Cleve 1894
97. *Cocconeis* sp. Ehrenberg 1838
98. *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann & J.Lewin 1964
99. *Cymatopleura solea* (Brébisson) W.Smith 1851
100. *Cymatopleura* sp. W.Smith 1851
101. *Delphineis surirella* (Ehrenberg) G.W.Andrews 1977, 1981
102. *Diploneis* sp. Ehrenberg ex P.T.Cleve 1894
103. *Fragilaria capucina* Desmazières 1825
104. *Fragilaria crotonensis* Kitton 1869
105. *Fragilaria* sp. Lyngbye 1819
106. *Gomphonema* sp. Ehrenberg 1832
107. *Gyrosigma attenuatum* (Kützing) Rabenhorst 1853
108. *Gyrosigma* sp. Hassall 1845
109. *Mastogloia* sp. Thwaites in W.Smith 1856
110. *Navicula* sp. Bory 1822
111. *Nitzschia acicularis* (Kützing) W.Smith 1853
112. *Nitzschia linearis* (C.A.Agardh) W.Smith 1853
113. *Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) W.Smith 1853
114. *Nitzschia* sp. Hassal 1845
115. *Pinnularia* sp. Ehrenberg 1843

- | | | |
|------|------------------------------|--|
| 116. | Plagiogrammopsis vanheurckii | (Grunow) Hasle, von Stosch, & Syvertsen 1983 |
| 117. | Pleurosigma sp. | W. Smith 1852 |
| 118. | Pseudo-nitzschia sp. | H.Peragallo in H. & M.Peragallo 1900 |
| 119. | Rhaphoneis amphiceros | (Ehrenberg) Ehrenberg 1844 |
| 120. | Rhaphoneis sp. | Ehrenberg 1844 |
| 121. | Stauroneis anceps | Ehrenberg 1843 |
| 122. | Stauroneis sp. | Ehrenberg 1843 |
| 123. | Surirella ovata | Kützing 1844 |
| 124. | Surirella sp. | Turpin 1828 |
| 125. | Synedra acus | Kützing 1844 |
| 126. | Synedra sp. | Ehrenberg 1830 |
| 127. | Synedra ulna | (Nitzsch) Ehrenberg 1832 |
| 128. | Thalassionema nitzschioides | (Grunow) Grunow ex Hustedt 1932 |

Kl.: Xanthophyceae

Ord.: Mischococcales

- | | | |
|------|---------------------------|--------------------------------|
| 129. | Goniochloris mutica | (A.Braun) Fott 1960 |
| 130. | Pseudogoniochloris tripus | (Pascher) Krienitz et al. 1993 |
| 131. | Tetraedriella sp. | Pascher 1930 |

Abt.: Euglenophyta

Kl.: Euglenophyceae

Ord.: Euglenales

- | | | |
|------|---------------------|---------------------------------|
| 132. | Colacium arbuscula | Stein 1878 |
| 133. | Euglena sp. | Ehrenberg 1838 |
| 134. | Eutreptia sp. | Perty 1852 |
| 135. | Eutreptiella marina | da Cunha 1914 |
| 136. | Phacus pyrum | (Ehrenberg) Stein 1878 |
| 137. | Trachelomonas sp. | Ehrenberg emend. Deflandre 1926 |

Abt.: Chlorophyta

Kl.: Prasinophyceae

Ord.: Chlorodendrales

- | | | |
|------|-----------------|---------------|
| 138. | Pyramimonas sp. | Schmarda 1850 |
|------|-----------------|---------------|

Kl.: Charophyceae

Ord.: Zygnematales

- | | | |
|------|----------------------|------------------------|
| 139. | Closterium sp. | Nitzsch ex Ralfs 1848 |
| 140. | Cosmarium formosulum | Hoff in Nordstedt 1888 |
| 141. | Mougeotia sp. | C.A.Agardh 1824 |
| 142. | Spirogyra sp. | Link 1820 |

Kl.: Chlorophyceae

Ord.: Volvocales

- | | | |
|------|---------------------------|-----------------|
| 143. | Chlamydomonas reinhardtii | Dangeard 1888 |
| 144. | Chlamydomonas sp. | Ehrenberg 1833 |
| 145. | Dunaliella sp. | Teodoresco 1905 |
| 146. | Eudorina elegans | Ehrenberg 1831 |

Ord.: Chlorococcales

- | | | |
|------|----------------------------|-----------------|
| 147. | Acanthosphaera zachariasii | Lemmermann 1898 |
|------|----------------------------|-----------------|

- | | | |
|------|---|--|
| 148. | <i>Actinastrum hantzschii</i> | Lagerheim 1882 |
| 149. | <i>Ankistrodesmus spiralis</i> | (Turner) Lemmermann 1908 |
| 150. | <i>Botryococcus</i> sp. | Kützing 1849 |
| 151. | <i>Chlorella vulgaris</i> | Beijerinck 1890 |
| 152. | <i>Coelastrum astroideum</i> | De Notaris 1867 |
| 153. | <i>Coelastrum microporum</i> | Nägeli in A.Braun 1855 |
| 154. | <i>Coelastrum reticulatum</i> | (Dangeard) Senn 1899 |
| 155. | <i>Coelastrum</i> sp. | Nägeli 1849 |
| 156. | <i>Coelastrum sphaericum</i> | Nägeli 1849 |
| 157. | <i>Crucigenia fenestrata</i> | (Schmidle) Schmidle 1900 |
| 158. | <i>Crucigenia quadrata</i> | Morren 1830 |
| 159. | <i>Crucigenia</i> sp. | Morren 1830 |
| 160. | <i>Crucigenia tetrapedia</i> | (Kirchner) W. & G.S.West 1902 |
| 161. | <i>Desmodesmus armatus</i> | (R.Chodat) Hegewald 2000 |
| 162. | <i>Desmodesmus armatus</i> v. <i>longispina</i> | (R.Chodat) Hegewald 2000 |
| 163. | <i>Desmodesmus opoliensis</i> | (R.Chodat) Hegewald 2000 |
| 164. | <i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> | Nägeli 1849 |
| 165. | <i>Golenkinia radiata</i> | R.Chodat 1894 |
| 166. | <i>Kirchneriella</i> sp. | Schmidle 1893 |
| 167. | <i>Micractinium pusillum</i> | Fresenius 1858 |
| 168. | <i>Micractinium</i> sp. | Fresenius 1858 |
| 169. | <i>Oocystis</i> sp. | A.Braun 1855 |
| 170. | <i>Pediastrum boryanum</i> | (Turpin) Meneghini 1840 |
| 171. | <i>Pediastrum duplex</i> | Meyen 1829 |
| 172. | <i>Pediastrum kawraiskyi</i> | Schmidle 1897 |
| 173. | <i>Pediastrum simplex</i> | Meyen 1829 |
| 175. | <i>Pediastrum</i> sp. | Meyen 1829 |
| 176. | <i>Pediastrum tetras</i> | (Ehrenberg) Ralfs 1844 |
| 177. | <i>Scenedesmus acuminatus</i> | (Lagerheim) R.Chodat 1902 |
| 178. | <i>Scenedesmus obliquus</i> | (Turpin) Kützing 1833 |
| 179. | <i>Scenedesmus quadricauda</i> | (Turpin) Brebisson sensu R.Chodat 1913 |
| 180. | <i>Scenedesmus securiformis</i> | Playfair |
| 181. | <i>Scenedesmus</i> sp. | Meyen 1829 |
| 182. | <i>Schroederia spiralis</i> | (Printz) Korsikov 1953 |
| 183. | <i>Selenastrum gracile</i> | Reinsch 1867 |
| 184. | <i>Sphaerocystis</i> sp. | R.Chodat 1897 |
| 185. | <i>Tetraedron arthrodesmiforme</i> | Woloszynska |
| 186. | <i>Tetraedron minimum</i> | (A.Braun) Hansgirg 1888 |
| 187. | <i>Tetrastrum heteracanthum</i> | (Nordstedt) R.Chodat 1895 |
| 188. | <i>Tetrastrum</i> sp. | R.Chodat 1895 |

Abt.: Zoomastigophora

Kl.: Ebrriidea

Ord.: Ebrriida

- | | | |
|------|-------------------------|----------------------------|
| 189. | <i>Ebria tripartita</i> | (Schumann) Lemmermann 1900 |
|------|-------------------------|----------------------------|

7.3 Diatomeenflora der tidebeeinflussten Oste (2004) mit Angaben zur relativen Abundanz

Tabelle 7.3-1: Benthische Diatomeen der Oste (Hof Schönau) 2004

Oste (Hof Schönau)				
Benthische Diatomeen 2004				
Taxa	Bemerkungen	26.04.2004	03.08.2004	25.10.2004
% einer Stichprobe von > 400 Schalen				
Achnanthes delicatula		0,2	0,9	0,5
Achnanthes exigua		0,5		
Achnanthes lanceolata ssp. frequentissima				1,7
Achnanthes lanceolata ssp. lanceolata		0,2	0,5	0,5
Achnanthes lanceolata ssp. rostrata			0,7	
Achnanthes lanceolata	Sippen		0,5	
Achnanthes minutissima				0,2
Achnanthes oblongella		0,2		0,5
Achnanthes spp.		0,5		0,2
Actinocyclus normanii		2,4	0,7	1,9
Actinoptychus senarius		0,5		
Amphora libyca				0,5
Amphora spp.				0,7
Aulacoseira spp.			0,5	
Caloneis amphisbaena		0,2	0,2	0,7
Campylosira cymbelliformis				0,2
Centrales	marin		0,7	
Cocconeis placentula		1,0	0,7	1,2
Cyclostephanos dubius		1,2	0,7	1,0
Cyclostephanos invissitatus				0,5
Cyclotella atomus		0,7		0,2
Cyclotella meneghiniana		17,2	21,4	23,2
Cyclotella pseudostelligera		1,0		
Cyclotella striata		6,8	9,9	10,2
Cylindrotheca gracilis			0,5	
Cymatosira belgica		4,8	8,5	9,2
Delphineis minutissima		2,7	2,6	2,4
Delphineis surirella		1,5	0,7	1,0
Diploneis interrupta			0,2	
Diploneis sp.		0,2	0,2	
Eunotia	Gürtelband			0,5
Fragilaria	Gürtelband	1,0		
Fragilaria bicapitata		0,2		
Fragilaria capucina	Sippen	0,2	0,7	0,2
Fragilaria construens			1,9	0,5
Fragilaria construens f. venter		3,6	4,5	1,9
Fragilaria famelica				0,2
Fragilaria pinnata		1,0	0,9	1,5
Fragilaria ulna		0,1		
Fragilaria ulna var. acus			0,1	0,1
Fragilaria spp.		0,2	0,2	0,2
Melosira varians		1,7	0,7	0,7
Navicula	Gürtelband	0,5		1,0

Oste (Hof Schönau)				
Benthische Diatomeen 2004				
Taxa	Bemerkungen	26.04.2004	03.08.2004	25.10.2004
% einer Stichprobe von > 400 Schalen				
Navicula capitata		0,7	0,2	
Navicula cari				0,2
Navicula cincta		0,5		
Navicula clementioides			0,5	
Navicula cryptotenella				0,2
Navicula decussis		0,2		
Navicula erifuga			10,6	1,0
Navicula gregaria		10,9	1,4	1,0
Navicula integra			0,2	
Nitzschia laevis				0,5
Navicula lanceolata			0,2	
Navicula lesmonensis				0,2
Navicula menisculus var. grunowii			0,2	
Navicula minima				0,7
Navicula mutica		1,9		
Navicula oppugnata				1,0
Navicula protracta		0,5	0,2	
Navicula pupula		0,5		0,5
Navicula rhynchotella		0,2		
Navicula salinarum		7,3		0,5
Navicula slesvicensis		0,5		
Navicula veneta				0,2
Navicula spp.		0,2	0,7	
Nitzschia brevissima		0,2		
Nitzschia clausii			0,2	
Nitzschia compressa				0,2
Nitzschia dissipata			0,5	
Nitzschia filiformis				0,7
Nitzschia levidensis		1,2	0,5	0,2
Nitzschia linearis		0,2	0,2	
Nitzschia litoralis			1,9	
Nitzschia navicularis		0,2		0,2
Nitzschia palea			0,5	0,5
Nitzschia recta				0,2
Nitzschia sigma		1,0	1,2	1,0
Nitzschia sociabilis		0,2		0,2
Nitzschia tubicola		0,7		
Nitzschia spp.		1,5	1,4	1,0
Pennales	sonstige		0,2	
Pennales	< 10 µm			0,7
Pennales	Gürtelband		0,9	1,5
Pinnularia sp.				0,2
Plagiogramma staurophorum				0,5
Plagiogrammopsis spp.				4,6
Raphoneis amphiceros			0,2	0,5
Stauroneis legumen		0,2		
Stauroneis phoenicentron		0,2		

Oste (Hof Schönau)				
Benthische Diatomeen 2004				
Taxa	Bemerkungen	26.04.2004	03.08.2004	25.10.2004
% einer Stichprobe von > 400 Schalen				
Stephanodiscus hantzschii		0,5	0,2	1,7
Stephanodiscus lucens		15,5	16,5	13,5
Stephanodiscus neoastrea			0,2	
Stephanodiscus parvus			0,2	
Surirella angusta		0,2		
Surirella brebissonii		2,7	0,2	
Surirella crumena		0,2		
Surirella ovalis			0,9	0,7
Tabellaria flocculosa		0,5		
Thalassiosira bramaputrae		0,5	0,2	0,2
Thalassiosira cf. visurgis			1,2	1,9
		55	52	61
		Taxa	Taxa	Taxa

Quelle: s. Kap. 2.3.2.1

Tabelle 7.3-2: Benthische Diatomeen Oste (Oberndorf) 2004

Oste (Oberndorf)				
Benthische Diatomeen 2004				
Taxa	Bemerkungen	26.04.2004	03.08.2004	25.10.2004
	% einer Stichprobe von > 400 Schalen			
Achnanthes brevipes			0,2	
Achnanthes delicatula		0,2	1,2	1,6
Achnanthes delicatula aff. engelbrechtii				0,2
Achnanthes lanceolata ssp. lanceolata				0,2
Achnanthes minutissima			0,5	0,7
Achnanthes spp.			0,5	0,7
Actinocyclus normanii				0,5
Actinoptychus senarius				0,2
Amphora coffeaeformis				0,5
Amphora spp.				0,5
Asterionella formosa		0,2		
Aulacoseira granulata				0,5
Aulacoseira spp.				2,3
Campylosira cymbelliformis			1,2	
Centrales				1,2
Cocconeis placentula				0,5
Cylindrotheca gracilis			0,2	
Cyclostephanos dubius		0,2	0,5	0,7
Cyclostephanos invissitatus				0,2
Cyclotella atomus		0,7	1,2	1,4
Cyclotella meneghiniana		0,7	0,2	8,1
Cyclotella pseudostelligera			0,2	0,2
Cyclotella sp.	< 10 µm		0,2	1,8
Cyclotella striata		0,7	0,7	2,8
Cymatosira belgica		1,8	5,2	19,6
Delphineis minutissima		0,7	3,8	5,1
Delphineis surirella		0,2		1,8
Denticula subtilis				0,5
Diatoma vulgare		2,0		
Diatoma spp.				0,1
Diploneis sp.				0,2
Eunotia spp.				1,6
Fragilaria	Gürtelband	2,7		
Fragilaria bicapitata		3,4		
Fragilaria capucina var. vaucheriae		29,3		
Fragilaria capucina	Sippen	1,8		
Fragilaria construens f. venter		2,3	0,2	
Fragilaria famelica		1,1		
Fragilaria fasciculata		0,2		
Fragilaria pinnata		0,5	0,5	
Fragilaria pulchella		2,0		
Fragilaria ulna		0,7		
Fragilaria spp.		0,5		0,5
Frustulia vulgaris		0,9		
Gomphonema parvulum		0,2		0,5
Gomphonema	Gürtelband			0,9

Oste (Oberndorf)				
Benthische Diatomeen 2004				
Taxa	Bemerkungen	26.04.2004	03.08.2004	25.10.2004
Gyrosigma accuminatum				0,5
Melosira varians		29,3	0,5	
Meridion circulare		0,9		
Navicula	Gürtelband		1,4	
Navicula cryptocephala				0,7
Navicula decussis				0,2
Navicula erifuga			12,6	
Navicula flanatica				0,2
Navicula gregaria		2,7	52,1	5,5
Navicula lanceolata		4,5	0,5	
Navicula mutica			0,2	0,2
Navicula mutica var. ventricosa		0,5		
Navicula radiosa				0,9
Navicula salinarum		0,2	0,5	
Navicula slesvicensis		0,2		
Navicula tenera			0,5	0,2
Navicula spp.			0,7	0,9
Nitzschia acicularis				0,5
Nitzschia angustata var. minuta				0,2
Nitzschia capitellata		0,7		0,5
Nitzschia constricta				0,2
Nitzschia hungarica			0,2	
Nitzschia inconspicua			0,2	0,5
Nitzschia levidensis		0,5		0,5
Nitzschia linearis				0,5
Nitzschia ovalis			1,0	0,5
Nitzschia sigma			0,2	
Nitzschia sociabilis		0,2		
Nitzschia supralitorea		0,2	3,3	0,5
Nitzschia spp.			0,5	1,4
Odontella aurita			0,5	0,2
Opephora olsenii				1,2
Pennales	< 10 µm			6,4
Pennales	Gürtelband	1,4	1,9	3,9
Pennales			0,5	0,2
Raphoneis amphiceros			0,2	0,9
Skeletonema potamos				0,9
Stephanodiscus hantzschii		0,7	0,7	2,5
Stephanodiscus lucens		2,0	4,0	10,1
Stephanodiscus parvus		0,9		0,7
Suirella brebissonii		2,3	0,5	1,6
Synedra tabulata				0,2
Thalassiosira cf. baltica			0,5	0,2
Thalassiosira bramaputrae				0,5
Thalassiosira cf. visurgis				0,5
		39	39	65
		Taxa	Taxa	Taxa

Tabelle 7.3-3: Benthische Diatomeen Oste (Mühlenwisch) 2004

Oste (Mühlenwisch)				
Benthische Diatomeen 2004				
Taxa	Bemerkungen	26.04.2004	03.08.2004	25.10.2004
		% einer Stichprobe von > 400 Schalen		
Achnanthes brevipes		0,2		
Achnanthes delicatula		2,4		0,6
Achnanthes delicatula aff. Engelbrechtii				0,6
Achnanthes spp.		0,2	0,5	0,4
Actinocyclus normanii		0,5	1,0	0,6
Actinoptychus senarius		0,7		
Amphora holsaticoides			0,2	
Amphora libyca			0,2	
Amphora spp.		0,2	0,5	0,9
Aulacoseira spp.		1,4		0,4
Caloneis amphisbaena		0,2		
Caloneis amphisbaena f. subsalina			0,2	
Caloneis silicula			0,2	
Campylosira cymbelliformis		0,2		
Centrales	Gürtelband	1,0		0,4
Centrales				0,4
Cocconeis disculus				0,4
Cocconeis placentula			0,2	
Cocconeis scutellum				0,2
Cyclindrotheca gracilis		0,2	1,0	0,4
Cyclostephanos dubius		2,4	0,5	0,6
Cyclostephanos invissitatus		0,5		1,1
Cyclotella atomus		1,9	1,7	0,2
Cyclotella meneghiniana		4,1	1,7	1,7
Cyclotella pseudostelligera		0,7	0,5	0,6
Cyclotella spp.	< 10 µm	1,4	1,2	
Cyclotella striata		1,2	2,9	1,1
Cymatosira belgica		7,9	8,9	11,7
Delphineis minutissima		10,8	1,9	3,0
Delphineis surirella		3,1	0,5	2,2
Denticula subtilis		0,5		
Diploneis didyma				0,2
Diploneis sp.		0,5		
Entomoneis costata				0,2
Fragilaria	Gürtelband		0,5	
Fragilaria capucina var. vaucheriae		0,7		
Fragilaria construens f. venter				0,4
Fragilaria ulna				0,1
Fragilaria spp.		0,2		
Gomphonema parvulum		0,2		0,2
Gomphonema spp.		0,2		0,4
Gyrosigma sp.				11,5
Melosira varians		0,2		
Navicula	Gürtelband	0,5	1,7	1,3
Navicula	< 10 µm		0,5	0,4
Navicula capitata var. hungarica		0,2		

Oste (Mühlenwisch)				
Benthische Diatomeen 2004				
Taxa	Bemerkungen	26.04.2004	03.08.2004	25.10.2004
Navicula cryptotenella		0,5		0,2
Navicula decussis			0,2	
Navicula erifuga		0,2	21,4	3,2
Navicula flantica		0,7		
Navicula goeppertiana		0,5		
Navicula gregaria		3,1	32,7	6,7
Navicula halophila		0,2		
Navicula lanceolata		0,2		
Navicula menisculus		0,2		
Navicula minima		0,2		
Navicula mutica		25,7		
Navicula mutica var. ventricosa		3,6		0,6
Navicula cf. phylleptosoma				20,5
Navicula pseudolanceolata				0,2
Navicula recens		0,2		
Navicula rhynchotella				0,2
Navicula salinarum		1,7		1,5
Navicula seminulum		0,5		
Navicula slesvicensis		0,2		
Navicula veneta				0,4
Navicula spp.		1,9	2,2	2,5
Nitzschia brevissima		0,5		
Nitzschia dissipata		0,5		0,9
Nitzschia cf. liebetruthii		0,5	1,9	
Nitzschia dubia			0,5	
Nitzschia hungarica		0,2	0,7	0,2
Nitzschia levidensis			0,2	0,4
Nitzschia navicularis		0,2		
Nitzschia sigma		0,5		2,8
Nitzschia supralitorea				2,2
Nitzschia spp.		0,7	1,2	2,6
Odontella aurita		0,2	0,2	
Pennales	Gürtelband		0,5	4,1
Pennales		1,7	0,5	0,9
Raphoneis amphiceros			0,7	0,2
Stephanodiscus hantzschii		3,8	1,4	1,1
Stephanodiscus lucens		5,3	6,7	5,0
Stephanodiscus neoastra				0,6
Stephanodiscus parvus		1,0	2,2	0,4
Surirella brebissonii		0,2		0,4
Synedra tabulata			0,2	
Thalassiosira baltica				0,4
Thalassiosira bramaputrae				0,2
Thalassiosira weißflogii				0,2
		60	41	55
		Taxa	Taxa	Taxa

Quelle: s. Kap. 2.3.2.1