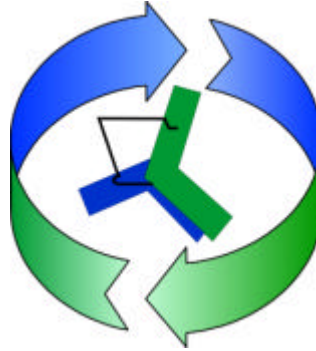


**1. Bericht zur Beweissicherung**  
- Erste Untersuchungen und IST-Zustandsmessungen -



# Kurzfassung

Aufgestellt von:



Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes  
Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg  
Moorweidenstraße 14 - 20148 Hamburg



Freie und Hansestadt Hamburg  
Wirtschaftsbehörde - Strom- und Hafenausbau  
Dalmannstraße 1-4 - 20457 Hamburg

In Zusammenarbeit mit den Fachabteilungen der Institutionen:



WSA  
Hamburg



WSA  
Cuxhaven



WSA  
Lauenburg



Strom- und  
Hafenausbau  
Hamburg



Bundesanstalt  
für Wasserbau  
Außenstelle Küste



Bundesanstalt  
für Gewässer-  
kunde Koblenz

## Impressum

**1. Bericht zur Beweissicherung (Erste Untersuchungen und IST-Zustandsmessungen)  
- Kurzfassung -  
Hamburg 2001**

Für weitergehende Informationen stehen zur Verfügung:

Für den Träger des Vorhabens bezogen auf die WSV-Strecke:

Herr Neumann, WSA Hamburg, Tel: 040/44110-420  
LNeumann@hh.wsd-nord.de

Für den Träger des Vorhabens bezogen auf die Delegationsstrecke im Hamburger Staatsgebiet:

Herr Ferk, Strom- und Hafengebäude Hamburg, Tel: 040/42847-2812  
Ulrich.Ferk@HT.Hamburg.de

Druck und Satz: WSA Hamburg  
© 2001 WSA Hamburg

## Inhalt

	Vorwort .....	3
1.	Inhalte der Beweissicherung .....	4
2.	Durchgeführte Baumaßnahmen.....	6
3.	Durchgeführte Messungen und bisherige Ergebnisse.....	8
3.1	Tidewasserstände.....	9
3.2	Topographie.....	14
3.3	Güteparameter .....	15
3.4	Ökologische Parameter .....	16
3.5	Grundlagendaten.....	18
A.	Anhang .....	19
A1.	Abstimmungen mit den Einvernehmensbehörden der Länder.....	19
A2.	Literatur .....	21

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Die Ausbautiefen der Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe im Längsprofil .....	3
Abb. 1-1:	Übersicht über das Untersuchungsgebiet der Beweissicherung mit den (ungefähren) Grenzen der Zuständigkeitsbereiche der beteiligten Ämter .....	6
Abb. 3.1-1:	Jährliches MThw und MTnw am Pegel St. Pauli seit 1900.....	10
Abb. 3.1-2:	Jährliches MThw und MTnw am Pegel Cuxhaven Steubenhöft seit 1900.....	11
Abb. 3.1-3:	Um den Oberwassereinfluss normierte MTnw-Differenzen (3-jährige übergreifende Mittel) zwischen St. Pauli und Cuxhaven (nach FERK 1998) .....	12
Abb. 3.1-4:	Jährliches mittleres Tidehochwasser an den Pegeln Cuxhaven, Brunsbüttel, Stadersand, St. Pauli und Zollenspieker seit 1970.....	13
Abb. 3.1-5:	Jährliches mittleres Tideniedrigwasser an den Pegeln Cuxhaven, Brunsbüttel, Stadersand, St. Pauli und Zollenspieker seit 1970.....	13
Abb. 3.2-1:	Ergebnis der Laserscanning-Befliegung der Watten in der Außenelbe.....	15
Abb. 3.4-1:	Makrozoobenthosbeprobungen im Frühjahr 1999 .....	17
Abb. 3.4-2:	Beispielhafte Darstellung der Vermessung von Transekten in ausgewählten Bereichen mit gefährdeten Biotopen .....	18

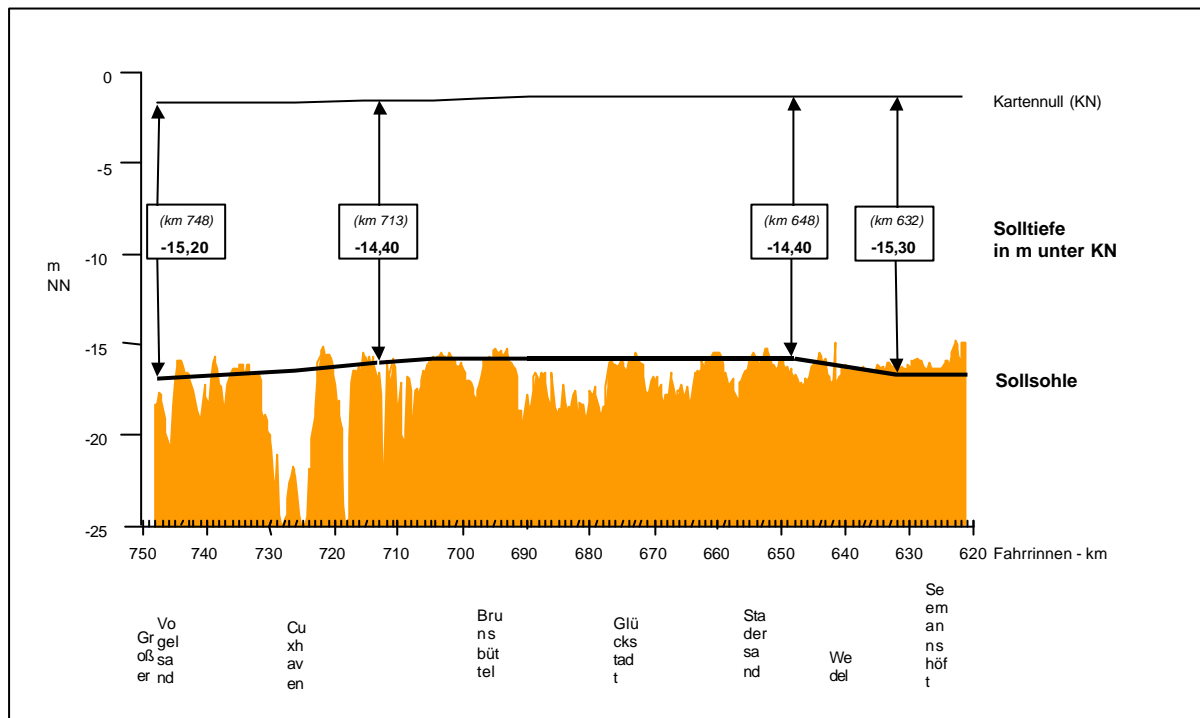
## Tabellenverzeichnis

Tab. A1-1:	Liste der Sitzungen im Rahmen der Bund-Länder-Zusammenarbeit an der Beweissicherung.....	19
Tab. A1-2:	Änderungen des Messprogramms in Abstimmung mit den Ländern. ....	19

## Vorwort

Im Zuge der Maßnahme "Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe" wurde bzw. wird seit Februar/März 1999 die Fahrrinne zwischen der Deutschen Bucht und dem Hamburger Hafen für die Erfordernisse der modernen Containerschifffahrt ausgebaut. Hergestellt wurden Fahrrinntiefen zwischen 14,40 m unter Kartennull (KN) im zentralen Abschnitt der Unterelbe (sog. "Sockelbereich") und 15,30 m bzw. 15,20 m unter KN an den Enden der Ausbaustrecke (Abb. 1-1). Dieses Fahrrinnenlängsprofil ermöglicht einen tideunabhängigen Schiffsverkehr mit maximal 12,80 m Tiefgang und einen Maximaltiefgang von 13,80 m im tideabhängig auslaufenden Verkehr.

Abb. 1: Die Ausbautiefen der Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe im Längsprofil



Die Fahrrinnenanpassung betrifft zwei Planungs- und Genehmigungsverwaltungen. Der weitaus größte Teil der Tideelbe zwischen dem Wehr Geesthacht und der Elbmündung, der sowohl im Zuge der Maßnahmenplanung zu untersuchen war, als auch jetzt im Rahmen der Beweissicherung zu betrachten ist, betrifft den Aufgabenbereich der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV). Beteiligt sind hier die Wasser- und Schifffahrtsämter Cuxhaven, Hamburg und Lauenburg. Der Ausbau und die Unterhaltung der Elbe auf hamburgischem Staatsgebiet ist dagegen an die Freie und Hansestadt Hamburg delegiert ("Delegationsstrecke"). Zuständig ist hier das Amt Strom- und Hafenbau der Hamburger Wirtschaftsbehörde (s. Abbildung 1-1). Vor diesem Hintergrund gibt es für die Maßnahme "Fahrrinnenanpassung" zwei Planfeststellungsbeschlüsse: Den der Wasser- und Schifffahrsdirektion Nord, Kiel, vom 22. Februar 1999 und den nur die Delegationsstrecke betreffenden der Planfeststellungsbehörde des Amtes Strom- und Hafenbau Hamburg vom 4. Februar 1999.

Beide Beschlüsse enthalten zahlreiche Auflagen zur Beweissicherung, die aber weitestgehend gleichlautend formuliert sind. Aus diesem Grund werden von den zuständi-

gen Ämtern im Rahmen des Beweissicherungsverfahrens gemeinsame Berichte vorgelegt, genau wie es bei der Planung der Maßnahme eine gemeinsame Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU) gab.

Es ist vorgesehen, die Beweissicherungsberichte zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe im jährlichen Rhythmus zu erstellen und herauszugeben. Der erste derartige Bericht besteht aus einem Textteil, der alle bisherigen Ergebnisse der Untersuchungen enthält, und aus fünf ergänzenden CDs, auf denen ausgewählte Datengrundlagen und externe Gutachten abgelegt sind.

In Ergänzung zu diesem Hauptbericht werden in dieser Kurzfassung die wesentlichen Inhalte und Ergebnisse der Beweissicherung in kompakter Form zusammengefasst. Angesichts des Umfangs des Beweissicherungsverfahrens kann hier verständlicherweise nur auf die wichtigsten Sachverhalte eingegangen werden. Wer sich umfassend mit der Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung auseinandersetzen möchte, sollte daher auf den detaillierten Hauptbericht und die zugehörigen Materialien-CDs zurückgreifen.

Sämtliche Datengrundlagen der UVU und der Beweissicherung sind in der zentralen Datenbank der Datensammelstelle im WSA Cuxhaven zusammengefasst. Sie sind zugänglich über das Internet unter der Adresse

<http://www.cux.wsd-nord.de/htm/zustimm.htm>

## **1. Inhalte der Beweissicherung**

Die Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe wurde durch die Beschlüsse der WSD Nord vom 22. Februar 1999 sowie des Amtes Strom- und Hafenanbau vom 4. Februar 1999 planfestgestellt. Grundlage für die Genehmigung der Maßnahme waren u. a. die Ergebnisse einer umfangreichen Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU), in der die erwarteten Wirkungen des Fahrrinnenausbaus auf die UVPG-Schutzgüter dargelegt wurden. Die prognostizierten Auswirkungen der Fahrrinnenanpassung bildeten die Basis für die Ermittlung des Eingriffsumfangs und der Bestimmung des zur Kompensation der Ausbaufolgen notwendigen Ausmaßes von ökologischen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen.

Obwohl die Folgewirkungen des Fahrrinnenausbaus in der UVU eingehend und auf Grundlage modernster Methoden von einem interdisziplinären Gutachterteam ermittelt wurden, blieb angesichts der vielfältigen Wechselwirkungen zwischen biotischen und abiotischen Parametern im komplexen hydrographischen System der Unter- und Außenelbe, die oftmals noch Gegenstand der Forschung sind, bezüglich des exakten Ausmaßes der Auswirkungen eine gewisse, unvermeidbare Restunsicherheit. Diesem Umstand wurde in der UVU u. a. dadurch Rechnung getragen, dass bei der Ermittlung des Eingriffsumfangs grundsätzlich von "auf der sicheren Seite liegenden" worst-case-Prognosen ausgegangen wurde. Das in den Planfeststellungsbeschlüssen angeordnete Beweissicherungsprogramm dient vor diesem Hintergrund dazu, mögliche maßnahmenbedingte Abweichungen von dem in der Umweltverträglichkeitsuntersuchung festgestellten Eingriffsumfang zu ermitteln.

Die in den Planfeststellungsbeschlüssen enthaltenen Auflagen zur Beweissicherung betreffen sowohl abiotische Kenngrößen, wie z. B.

- Wasserstände,
- Strömungen,
- terrestrische sowie aquatische Topographie und
- Wassergüteparameter (Schwebstoffe, Sedimente, Sauerstoff)

als auch biotische ("ökologische") Untersuchungsinhalte, die sich auf die terrestrische und aquatische Flora und Fauna des Betrachtungsgebietes beziehen, wie z. B.

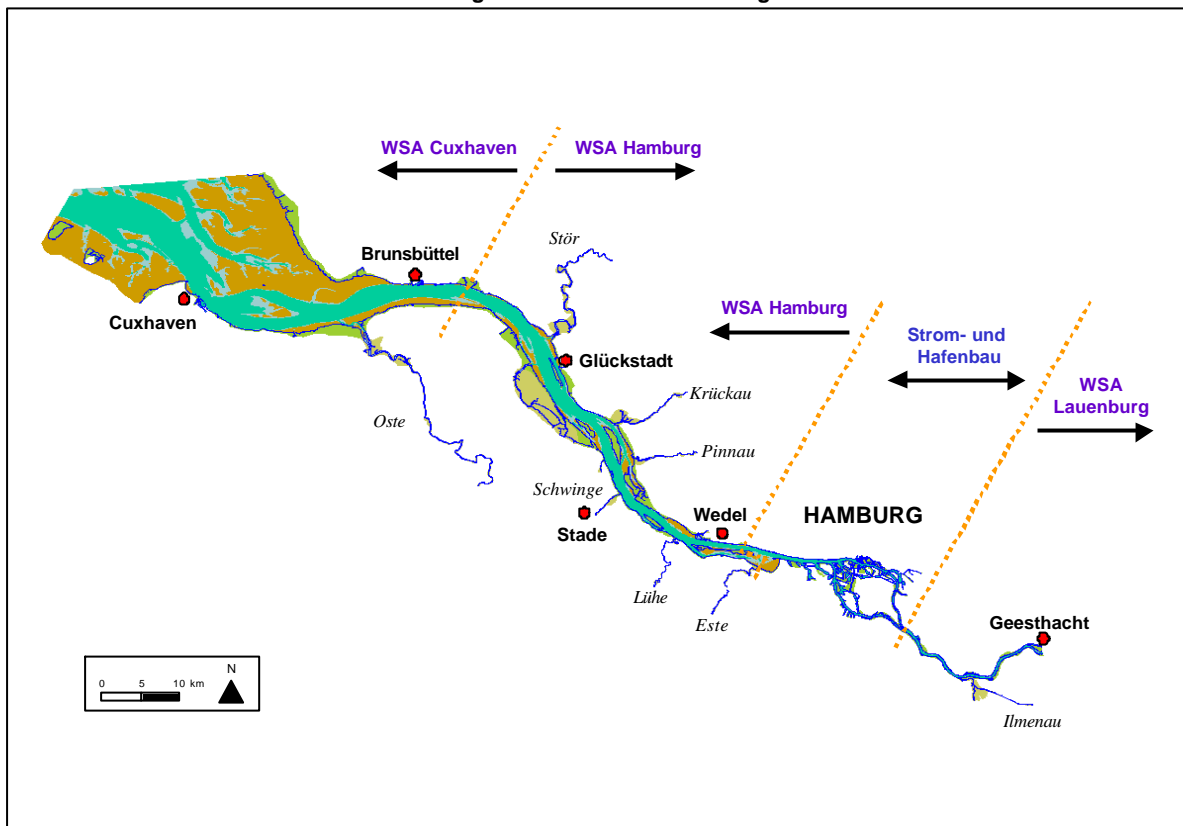
- Makrozoobenthos und
- Ufervegetation.

Nach den Erkenntnissen aus der UVU reagieren die zu betrachtenden Parameter unterschiedlich schnell auf die durch die Fahrrinnenanpassung bedingten Veränderungen. Damit auch mögliche "Langzeitfolgen" des Fahrrinnenausbaus erfasst und dokumentiert werden können, ist für das Beweissicherungsprogramm zunächst ein Zeitraum von 10 bis 15 Jahren (je nach Untersuchungsparameter) vorgesehen.

Ein Teil der im Zuge der Beweissicherung vorzunehmenden Untersuchungen betrifft das gesamte Untersuchungsgebiet der Umweltverträglichkeitsuntersuchung, d. h. die Tideelbe von Geesthacht bis zur Mündung, inkl. aller tidebeeinflussten Nebenflüsse bis zur jeweiligen Tidegrenze, während einige Parameter nur in Teilen des Untersuchungsgebietes zu erheben sind.

Unabdingbare Voraussetzung für eine Erfassung möglicher Veränderungen der Umwelt ist in jedem Fall eine umfassende und detaillierte Aufnahme des IST-Zustandes der o. a. biotischen und abiotischen Kenngrößen im Untersuchungsgebiet, wie sie sich vor der Durchführung des Fahrrinnenausbaus darstellten. Zum Teil konnte diesbezüglich auf die im Rahmen der Umweltverträglichkeitsuntersuchung in den Jahren 1992 bis 1998 erhobenen Umweltdaten zurückgegriffen werden, zum Teil mussten aber auch umfangreiche neue Erhebungen verschiedener Parameter vorgenommen werden. Letzteres gilt insbesondere im Hinblick auf eine flächendeckende und hochgenaue Aufnahme der Topographie des Betrachtungsgebietes, sowohl was die (terrestrischen) Vorlandflächen als auch die umfangreichen (aquatischen) Watt- und Wasserflächen im Untersuchungsgebiet anbelangt.

Abb. 1-1: Übersicht über das Untersuchungsgebiet der Beweissicherung mit den (ungefähren) Grenzen der Zuständigkeitsbereiche der beteiligten Ämter



Der Bericht beinhaltet in erster Linie die Darstellung dieses IST-Zustandes, der die Grundlage für die künftigen Vergleichsmessungen und Bewertungen bildet, d. h. er enthält noch keine Aussagen zu möglichen (ausbaubedingten) Veränderungen der Beweissicherungs-Parameter oder deren Bewertungen.

Der Berichtszeitraum umfasst im Wesentlichen die Zeitspanne vor Beginn der Hauptbaumaßnahmen zur Fahrrinnenanpassung bis Ende 1998. Während dieser Zeit wurden Messungen und Erhebungen durchgeführt, die als sogenannte "Nullmessungen des Ist-Zustandes" eine Vergleichsbasis für die künftigen Beweissicherungsdaten darstellen. Für einige Parameter (z. B. die terrestrische Vermessung) werden für den Ist-Zustand jedoch auch Daten verwendet, die erst in den Jahren 1999 und 2000 erhoben wurden. Bei diesen Daten ist allerdings davon auszugehen, dass die entsprechenden Parameter aufgrund ihrer langen Entwicklungszeiten nicht unmittelbar durch die Baumaßnahmen betroffen sind. Entsprechendes gilt auch in Bezug auf die "vorgezogenen Teilmaßnahmen", die im Dezember 1997 begonnen wurden. Auch hierfür wird davon ausgegangen, dass diese Baumaßnahmen auf die erst in 1998 gewonnenen Daten keinen Einfluss hatten.

## 2. Durchgeführte Baumaßnahmen

Im Folgenden wird der zeitliche Verlauf der bisherigen Baumaßnahmen zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe in kurzer Form skizziert. Zu unterscheiden ist grundsätzlich zwischen den vergleichsweise geringfügigen Baggerarbeiten, die im

Rahmen sog. vorgezogenen Teilmaßnahmen ausschließlich im Bereich der Bundesstrecke durchgeführt wurden, und den Hauptarbeiten zur Fahrrinnenanpassung, mit denen nach dem Vorliegen der beiden Planfeststellungsbeschlüsse begonnen wurde.

### Baumaßnahmen auf der Bundesstrecke

Im Rahmen von vorgezogenen Teilmaßnahmen wurden zwischen Dezember 1997 und August 1998 auf der Bundesstrecke insgesamt rund 2 Millionen m<sup>3</sup> Boden gebaggert. Im Bereich des WSA Cuxhaven wurde der Boden auf Klappstellen und im Bereich des WSA Hamburg in Abhängigkeit von der Bodenart auf ein Spülfeld und in Unterwasserablagerungsflächen verbracht.

Die Baumaßnahmen zur endgültigen Fahrrinnenvertiefung wurden mit Vorlage der Planfeststellungsbeschlüsse vorbereitet. Am 16. März 1999 wurden die Nassbaggerarbeiten im Bereich der Bundesstrecke begonnen. Im Bereich des WSA Cuxhaven wurde der Boden auf Klappstellen und im Bereich des WSA Hamburg in Abhängigkeit von der Bodenart auf ein Spülfeld und in Unterwasserablagerungsflächen verbracht. Die Freigabe der neuen Fahrrinntiefen erfolgte am 14. Dezember 1999. Zwischen Februar und Ende Mai 2000 erfolgten Nachbearbeitungen im Bereich der Mergelbaggerstrecke vor Wedel. Bis Ende 2000 wurden noch Nachbaggerungen an der Störkurve ausgeführt. Parallel hierzu erfolgen Baggerungen des morphologischen Nachlaufes. Der Arbeiten zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe auf der Bundesstrecke sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt im Wesentlichen abgeschlossen. Die Ausbaubaggermenge betrug rund 14 Mill. m<sup>3</sup> (ohne Teilmaßnahmen). Die detaillierten Massenberechnungen der Neubaubaggerungen werden im Bericht dokumentiert. Als Bauabschlusstermin wurde der Planfeststellungsbehörde der 30.11.2000 angezeigt. Dieser Termin ist damit gleichzeitig der Ausgangstermin für die zeitlichen Festlegungen zur Ausführung der Beweissicherungsmessungen, wie sie im Beschluss angeordnet wurden.

Im Hauptlaichgebiet der Finte (Elbe-km 646 bis 652) wurden während der Laichperiode (Mai bis Mitte Juni) keine Ausbaubaggerungen und Verklappungen auf der Baggergutablagerungsfläche Twielenfleth vorgenommen, so dass die Anordnungen im Planfeststellungsbeschluss hierzu nicht ausgeführt werden mussten.

### Baumaßnahmen auf der Delegationsstrecke

Der Baggerbeginn auf der Hamburger Delegationsstrecke erfolgte am 22. Februar 1999. Bis Dezember 1999 konnten die Vertiefungsarbeiten zwischen der Landesgrenze bei Tinsdal (km 638,9) und dem BAB-Elbtunnel (ca. km 626,6) abgeschlossen werden. Während der gebaggerte Sand für verschiedene Baumaßnahmen im Hamburger Hafen, unter anderem für die Geländeaufhöhung im Bereich des Containerterminals Altenwerder Verwendung fand, wurde der eiszeitliche Geschiebemergel in einer speziellen Klappgrube untergebracht. Der Fahrrinneausbau ist auf der Hamburger Delegationsstrecke zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen. Die Vertiefung der restlichen Fahrrinnenstrecken stromauf des BAB-Elbtunnels (in den Köhlbrand und in die Norderelbe hinein) wird später erfolgen, da diese Baggerungen u. a. sehr eng mit den Arbeiten zur Errichtung der 4. Elbtunnelröhre sowie eines Schutzbauwerks für die Röhren 1 bis 3 des BAB-Elbtunnels verknüpft sind. Insgesamt wurden auf der Unterelbe im Bereich der Hamburger Delegationsstrecke bislang rund 4,7 Mio. m<sup>3</sup> Sediment, da-



von etwa 570.000 m<sup>3</sup> Geschiebemergel, gebaggert. Diese Gesamtmenge beinhaltet auch einen Anteil aus der Unterhaltungsbaggerei.

### 3. Durchgeführte Messungen und bisherige Ergebnisse

Wie erwähnt, sind im Zuge der Beweissicherung eine Reihe von Parametern zu untersuchen. Die Beweissicherung legt ihren Schwerpunkt auf solche Parameter, die am Beginn einer Wirkungskette stehen und einen möglichst direkten Bezug zu den unmittelbaren Eingriffsfolgen aufweisen. Die wichtigsten dieser in den Planfeststellungsbeschlüssen genannten "Primärparameter" sind

- die Tidewasserstände und
- die Topographie,

die somit eine wichtige Grundlage für die Beweissicherung bilden. Nur für diese beiden Parameter wurden in den Planfeststellungsbeschlüssen "Schwellenwerte" definiert:

- In Bezug auf die Tidewasserstände ist diesbezüglich u. a. vorgesehen, anhand statistischer Rechenverfahren (NIEMEYER 1995, 1997) die Ermittlung der ausbaubedingten Wasserstandsänderungen aus den gemessenen Wasserstandsdaten vorzunehmen. Sollte an einem oder mehreren Pegeln der jeweils definierte Schwellenwert überschritten werden, sind gemäß Planfeststellungsbeschluss "vom Vorhabensträger Neuberechnungen in wasserwirtschaftlichen, naturschutzfachlichen und landeskulturellen Bereichen zu veranlassen und Folgewirkungen zeitnah zu kompensieren oder auszugleichen".
- Für den Parameter Topographie wurde als Schwellenwert eine ausbaubedingte Veränderung der Flächenverteilung von Watt, Flach- und Tiefwasser um jeweils >10 % (ggf. 5 %) im Untersuchungsgebiet festgelegt. Hinsichtlich der Vorlandbereiche (MThw-Linie bis Deichoberkante) wurde die Veränderungsschwelle auf >5 % festgelegt. Die Untersuchung der Veränderungen der Flächenverteilungen von Vorland, Watt, Flach- und Tiefwasser sollen gebietsorientiert vorgenommen werden, wobei als Gebiete die sieben Untersuchungsabschnitte der Umweltverträglichkeitsstudie vorgeschlagen wurden (siehe Abb. III.2-1). Die vergleichenden Untersuchungen sollen im 2., 6. und 10. Jahr nach Ausbauende vorgenommen werden.

Hinsichtlich des Parameters "Topographie" konzentrieren sich vor diesem Hintergrund die bis dato vorgenommenen Untersuchungen auf eine Ermittlung der flächenmäßigen Verteilung der definierten topographischen Einheiten Vorland, Watt sowie Flach- und Tiefwasser in den bereits in der UVU festgelegten sieben Untersuchungsgebieten

- Geesthacht bis Bunthaus (UG 1)
- Bunthaus bis Nienstedten (UG 2)
- Nienstedten bis Lühesand Nord (UG 3)
- Lühesand Nord bis Glückstadt (UG 4)
- Glückstadt bis Ostemündung (UG 5)
- Ostemündung bis Cuxhaven (UG 6)
- Cuxhaven bis See (UG 7).

Grundlage hierfür ist die komplette Aufnahme sowohl der aquatischen als auch der terrestrischen Topographie des Untersuchungsgebietes, die mit Hilfe verschiedener Methoden und Techniken ermittelt wurde. Inwieweit es zu maßnahmebedingten Verände-

rungen der Topographie kommen wird, kann frühestens nach Auswertung der ersten Vergleichsaufnahme (zwei Jahre nach Ausbauende) festgestellt und diskutiert werden. Die durchgeführten vergleichenden Betrachtungen der Topographien der Jahre 1995 und 1997 zeigen jedenfalls, dass sich die Flächenanteile der definierten topographischen Einheiten aufgrund der natürlichen Dynamik offenbar auch ohne die Folgewirkungen eines Fahrrinnenausbaus verändern.

Der Beweissicherungs-Parameter "Wasserstand" ist zweifellos die Kenngröße, die am deutlichsten, d. h. am besten nachweisbar, auf eine durch Fahrrinnenvertiefung veränderte Flusstopographie reagiert. Ohnehin kommt den hydrologischen Kenngrößen in Bezug auf die Beweissicherung eine zentrale Bedeutung zu, da die Lebensraumbedingungen im Naturraum Unterelbe mittelbar oder unmittelbar von den hydrologischen Verhältnissen mit ihren Schwankungen und Variationen geprägt werden. Diese bilden insofern die Grundlage bzw. die Rahmenbedingungen für den Zustand und die Entwicklung vieler Schutzgüter. Größere und nachhaltige Änderungen der hydrologischen Randbedingungen, insbesondere der Wasserstände, können unter Umständen den Bestand und die Entwicklung der Tier- und Pflanzenwelt dieses Raumes beeinflussen. So wurde in der UVU zur Fahrrinnenanpassung die prognostizierte ausbaubedingte Erhöhung des mittleren Tidehochwassers aufgrund des damit verbundenen Risikos einer Beeinträchtigung empfindlicher ufernaher Biotope als ein wichtiger ökologischer Wirkfaktor beschrieben.

Damit wird deutlich, dass das Ausmaß der Wasserstandsveränderungen ein wichtiger Indikator für die Intensität eines Eingriffs ist. Es ist davon auszugehen, dass große Wasserstandsveränderungen einher gehen mit starken Veränderungen der weiteren hydrologischen Parameter (z. B. Strömungen), die wiederum gemeinsam u. a. auf die Ufertopographie, ufernahe Biotope und weitere Schutzgüter wirken. Im Umkehrschluss kann unterstellt werden, dass geringfügige Wasserstandsänderungen kaum mit nennenswerten Beeinträchtigungen der UVPG-Schutzgüter im Allgemeinen und der ufernahen Biotope im Speziellen verknüpft sein können.

### **3.1 Tidewasserstände**

Die grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen Fahrrinnenausbauten und Veränderungen der Wasserstände an der Elbe sind seit langem bekannt: Insbesondere im zentralen Abschnitt des Ästuars kommt es zu einem Absinken der Tideniedrigwasserstände, während die Tidehochwasser ansteigen. Die Ursache dafür ist, dass durch Fahrrinnenausbauten die Gewässersohle hydraulisch "glatter" wird, somit weniger Tideenergie durch Reibung umgewandelt werden kann. Die Hauptrinne wird zunehmend "leistungsfähiger". Die Folge ist ein verstärktes Einschwingen der Tideenergie stromauf und damit eine Zunahme der Tidehübe. Das Ausmaß der Änderungen ist charakteristischerweise im Bereich des Hamburger Stromspaltungsgebietes, also im Übergangsbereich von der vertieften Fahrrinne der Unterelbe zur vergleichsweise flachen Rinne der oberen Tideelbe, am deutlichsten ausgeprägt: Das Beweissicherungsverfahren zum 13,5 m-Ausbau der Unterelbe ergab, dass die größten ausbaubedingten Änderungen der mittleren Tidehoch- und Niedrigwasser am Pegel Hamburg-St. Pauli zu verzeichnen waren. Stromauf und stromab nahmen die errechneten Änderungen ab (vgl. NIEMEYER 1995). Auch im Rahmen der UVU zur Fahrrinnenanpassung wurden die relativ stärksten aus-

baubedingten Wasserstandsänderungen für die Hamburger Delegationsstrecke prognostiziert: Demnach ist hier mit einem Anstieg des mittleren Thw um bis zu 4 cm und einem Absinken des Tnw um bis zu 7 cm zu rechnen.

Die langjährige Zeitreihe des mittleren jährlichen Tidehoch- und Tideniedrigwassers St. Pauli (Abb. 3.1-1) zeigt, dass das MThw im Laufe des letzten Jahrhunderts um etwa 50 cm angestiegen ist, während das MTnw um etwa 100 cm abfiel, der mittlere Tidehub sich in diesem Zeitraum also um rund 150 cm erhöhte. Im Vergleich dazu zeigt die Entwicklung am Pegel Cuxhaven für den selben Zeitraum lediglich eine Tidehubzunahme um rund 25 cm (Abb. 3.1-2).

Abb. 3.1-1: Jährliches MThw und MTnw am Pegel St. Pauli seit 1900

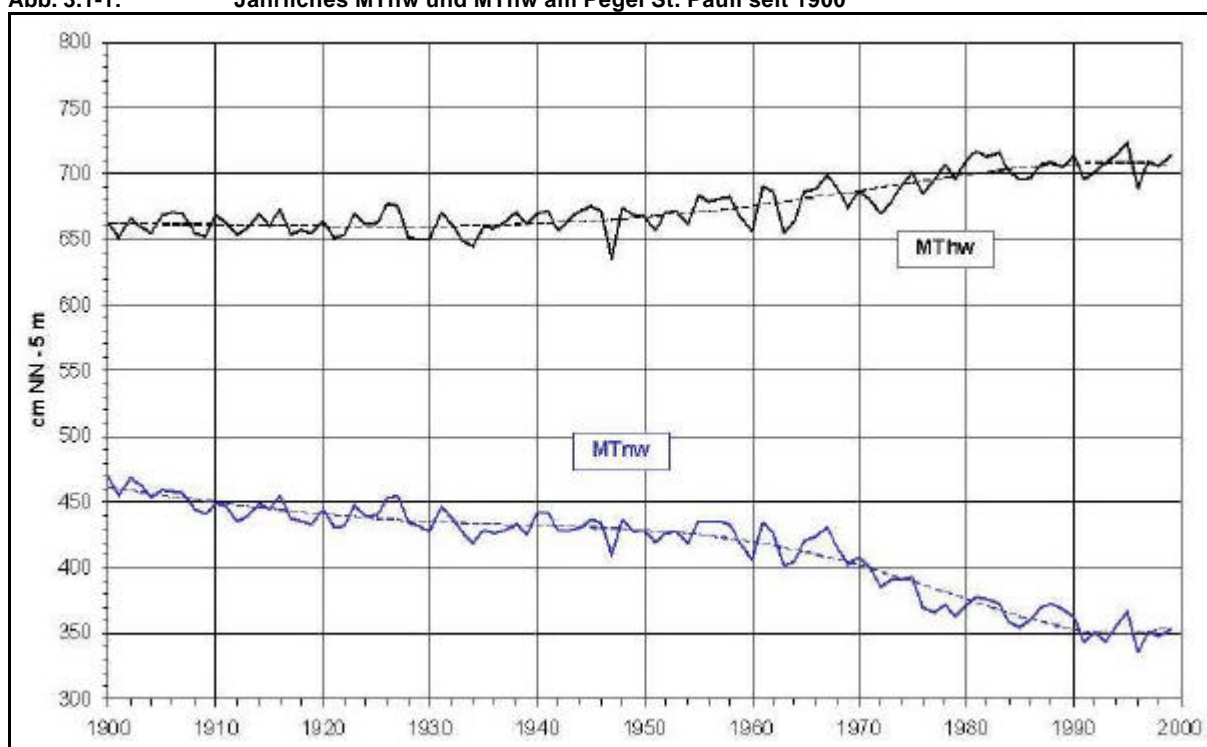
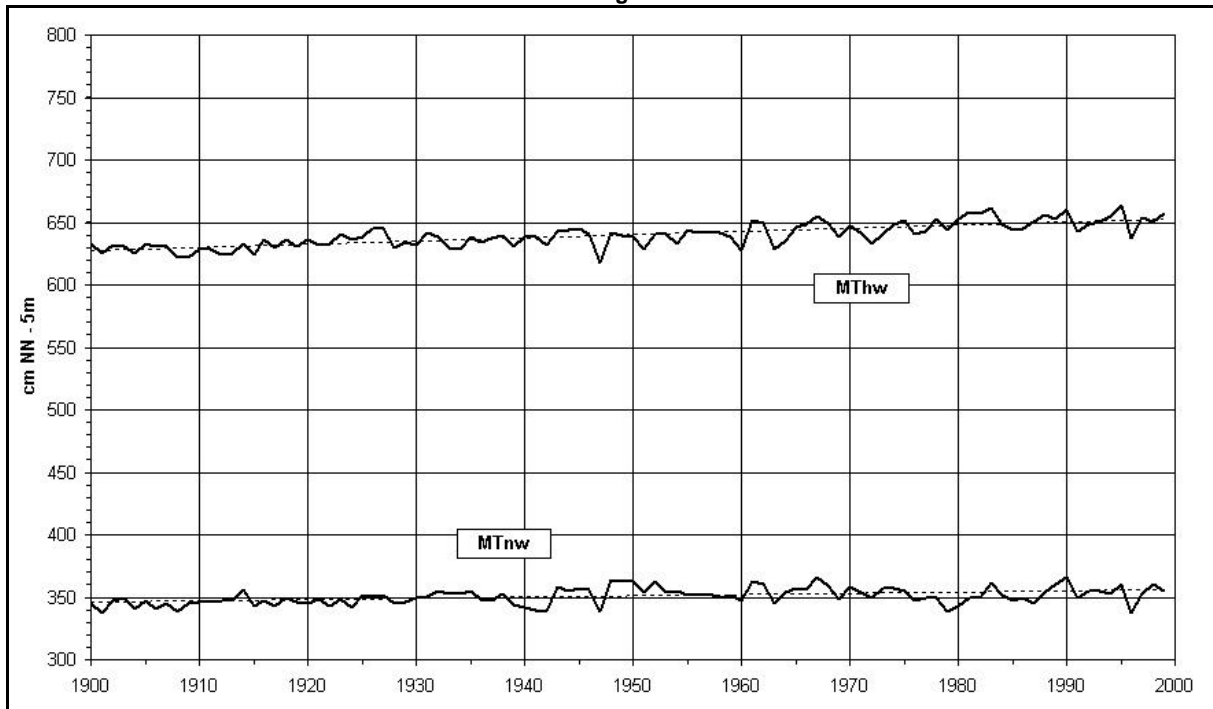


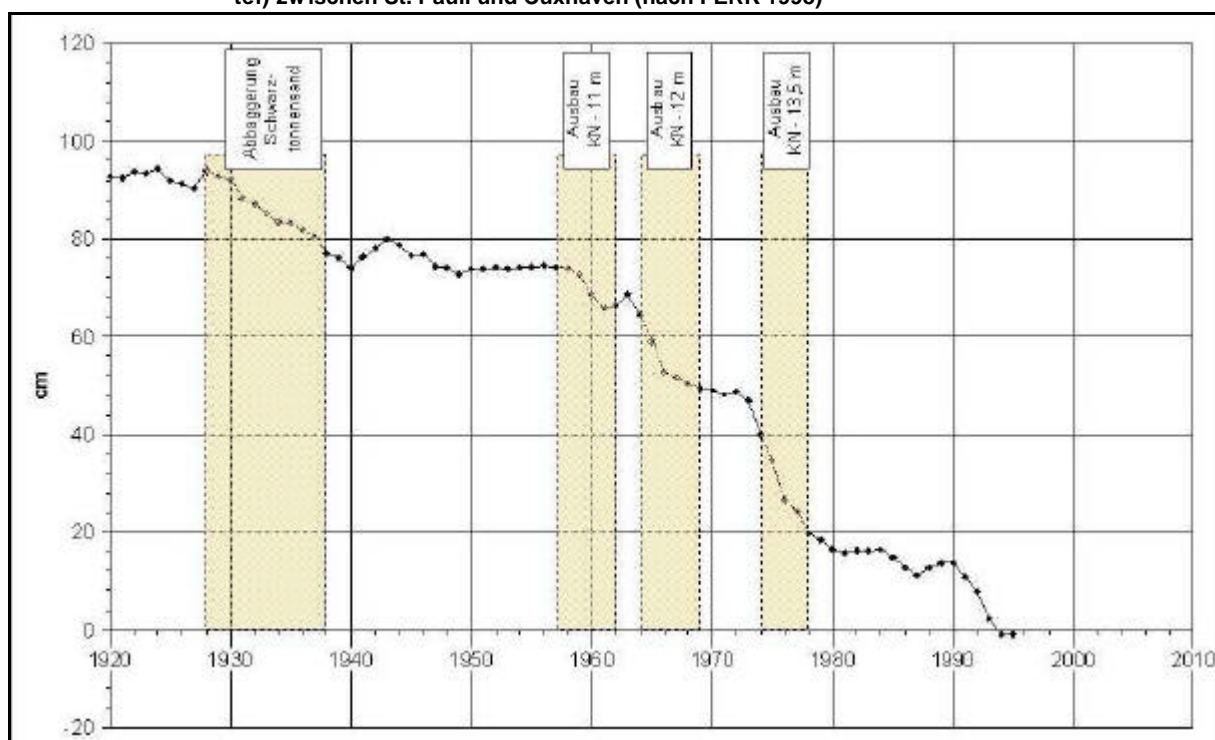
Abb. 3.1-2: Jährliches MThw und MTnw am Pegel Cuxhaven Steubenhöft seit 1900



Für diese Wasserstandsentwicklung waren mehrere Faktoren verantwortlich. Die Wasserstandsverhältnisse in Tideflüssen wie der Unterelbe sind vielfältigen, sowohl natürlichen Faktoren (z. B. Meeresspiegelentwicklung der Nordsee, astronomische Variationen, morphologische Veränderungen) als auch durch den Menschen hervorgerufenen Einflüssen (Wirkungen von Baumaßnahmen wie Vordeichungen, Absperrungen von Nebenflüssen oder Fahrrinnenvertiefungen) unterworfen. Diese wirken sich in charakteristischer Weise auf die Wasserstände in den Flüssen aus.

Um in der Natur gemessene Wasserstandsänderungen in Tideflüssen wie der Unterelbe in Bezug auf anthropogene Einflüsse genauer quantifizieren zu können, ist es notwendig, die "externen" Beeinflussungen der Wasserstände zu berücksichtigen. Die langjährige Entwicklung des nach einem Verfahren von SIEFERT (1992) um die beiden maßgeblichen "externen" Einflüsse (Meeresspiegelentwicklung der Nordsee und Oberwasserzufluss) "bereinigten" Tideniedrigwassers am Pegel St. Pauli zeigt zur Veranschaulichung Abbildung 3.1-3. Anhand dieser "bereinigten" Wasserstandsdaten wird deutlich, dass sich die im Laufe dieses Jahrhunderts eingetretene Absenkung des Tideniedrigwassers offenbar auf wenige Phasen beschränkt hat, die sich mit hoher zeitlicher Übereinstimmung bisherigen Fahrrinnenausbauten der Unterelbe zuordnen lassen.

Abb. 3.1-3: Um den Oberwassereinfluss normierte MTnw-Differenzen (3-jährige übergreifende Mittel) zwischen St. Pauli und Cuxhaven (nach FERK 1998)



Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang das auf Abbildung 3.1-3 erkennbare Absinken des Tideniedrigwassers seit 1990. Ohne dass in diesem Zeitraum nennenswerte anthropogene Eingriffe stattgefunden haben, die für diese Entwicklung verantwortlich sein könnten, ist das Tnw in St. Pauli um etwa 10 cm abgesunken. Erste Erklärungsansätze für dieses Phänomen, die umfängliche morphologische Umlagerungsvorgänge im Außenelbegebiet (vor allem im Bereich der Medemrinne) als Ursache ansehen (STROM- UND HAFENBAU, WASSER- UND SCHIFFFAHRTSAMT HAMBURG 1996) scheinen sich nach jüngsten Erkenntnissen zu bestätigen. Es wird von Bedeutung sein, diese Entwicklungen und deren Folgen im Zuge des weiteren Beweissicherungsverfahrens zu berücksichtigen und zu bewerten.

Die Entwicklung der mittleren jährlichen Tidehoch- und Tideniedrigwasser seit 1970 an fünf ausgewählten Pegeln im Untersuchungsgebiet zeigen die Abbildungen 3.1-4 und 3.1-5.

Abb. 3.1-4: Jährliches mittleres Tidehochwasser an den Pegeln Cuxhaven, Brunsbüttel, Stadersand, St. Pauli und Zollenspieker seit 1970

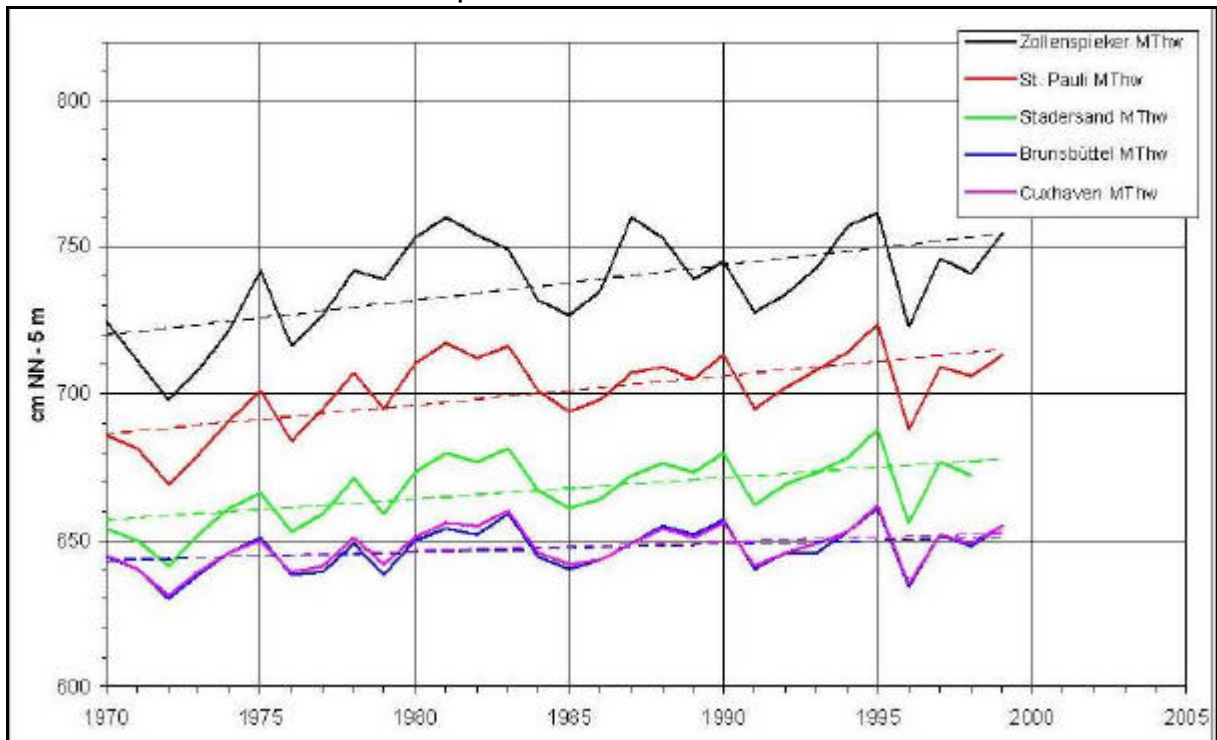


Abb. 3.1-5: Jährliches mittleres Tideniedrigwasser an den Pegeln Cuxhaven, Brunsbüttel, Stadersand, St. Pauli und Zollenspieker seit 1970

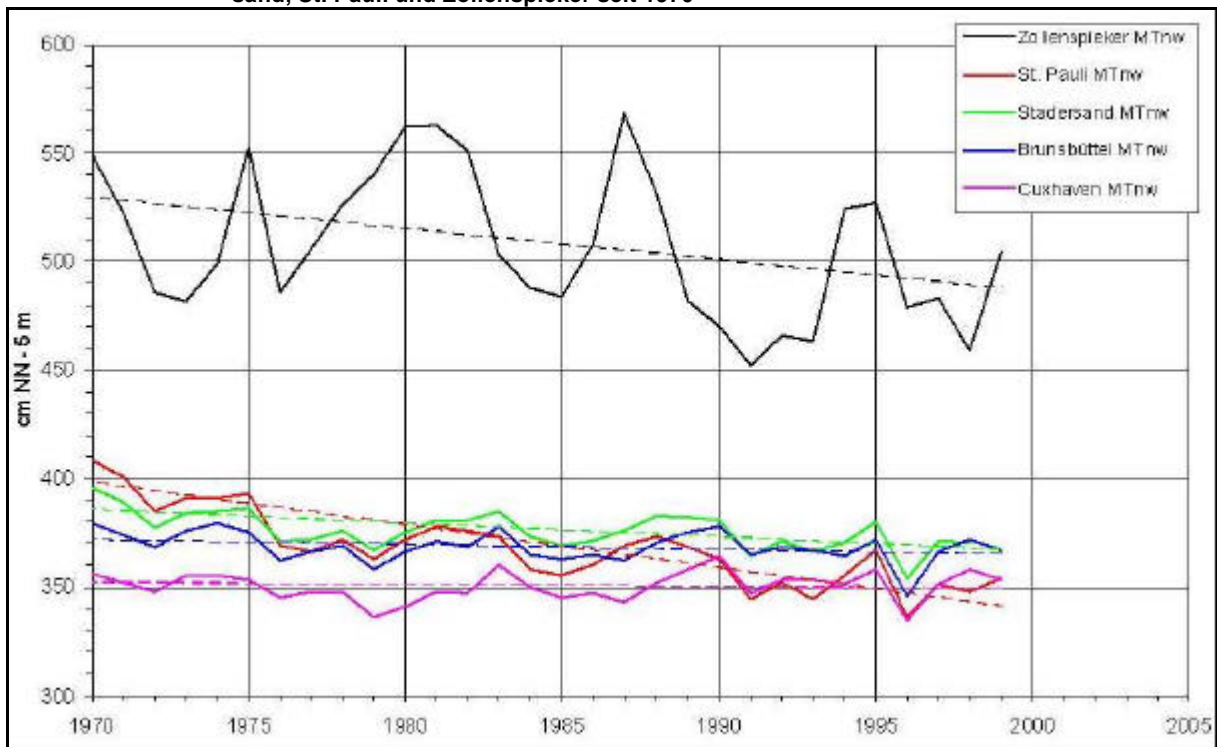


Abbildung 3.1-4 verdeutlicht zum einen das generelle Ansteigen der mittleren Tidehochwasser von der Mündung stromauf und zum anderen, dass die jährlichen Schwankungen u. a. aufgrund des wachsenden Einflusses des Oberwassers stromauf deutlich zunehmen. Während die Thw seit 1970 in Cuxhaven und Brunsbüttel im Trend eher moderat (um etwa 10 cm) angestiegen sind, war an den Pegeln St. Pauli und Zollenspieker

ein deutlicherer Thw-Anstieg um etwa 30 bis 35 cm zu verzeichnen.

Die zeitlichen Veränderungen der Wasserstandsverhältnisse in der Unterelbe werden anhand der Darstellung der mittleren jährlichen Tideniedrigwasser (Abb. 3.1-5) noch deutlicher. Insbesondere an den weiter stromauf gelegenen Pegeln (hier: Zollenspieker und St. Pauli) wird das bereits erwähnte Absinken des Niedrigwassers offensichtlich. Während das Niveau des Tnw in St. Pauli zu Beginn der 1970er-Jahre noch deutlich über dem in Stadersand und Brunsbüttel lag, ist es in den 1990er-Jahren teilweise niedriger als das Tnw Cuxhaven, das sich seinerseits im Laufe dieser rund 30 Jahre kaum nennenswert verändert hat.

Die Hauptausbaumaßnahmen zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe wurden im Jahr 1999 durchgeführt. Anhand der vorliegenden 1999er Wasserstandswerte lassen sich noch keine Ausbauwirkungen feststellen. Erst die zukünftigen rechnerischen Ermittlungen der ausbaubedingten Änderungen der Wasserstände werden Klarheit bringen, inwieweit die diesbezüglichen UVU-Prognosen zutreffend waren.

### **3.2 Topographie**

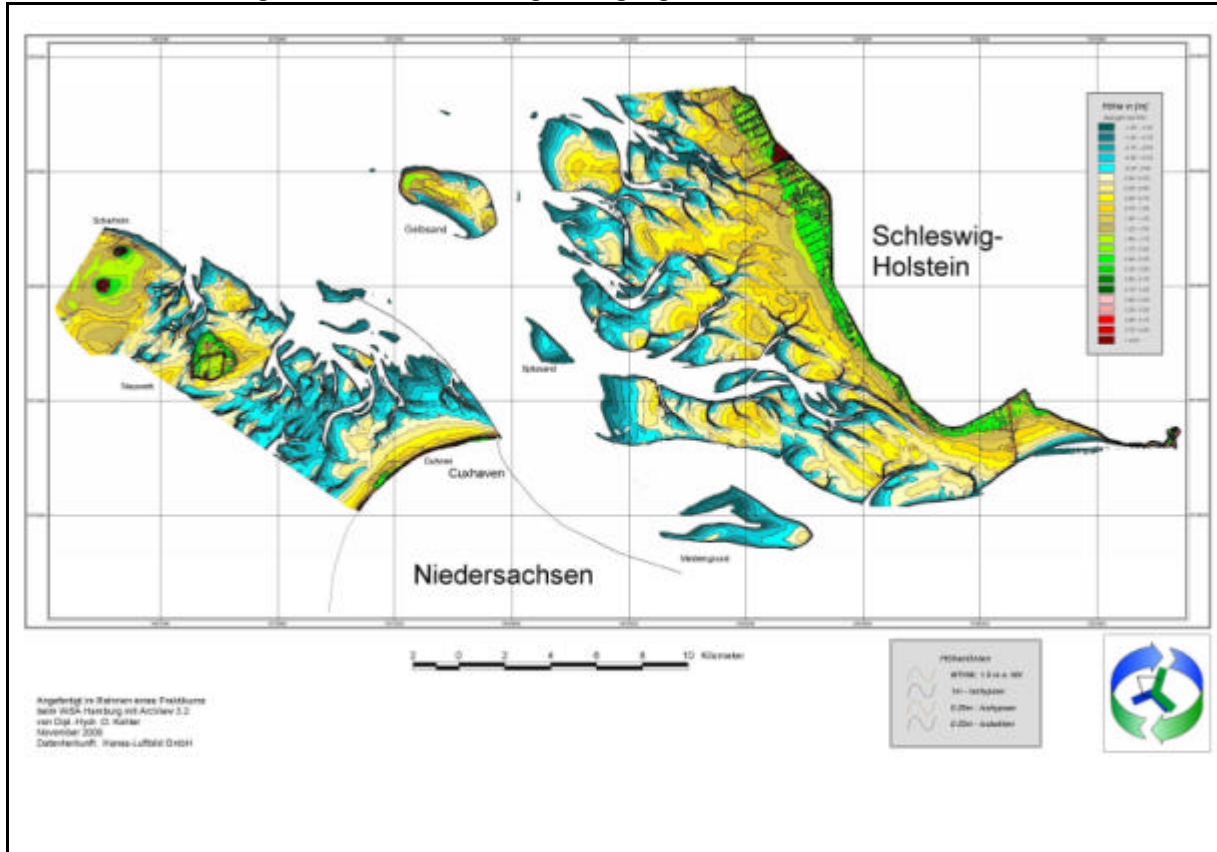
Neben den Tidewasserständen ist die Topographie der zweite 'Basisparameter' der Beweissicherung mit einem in den Planfeststellungsbeschlüssen definierten "Schwellenwert". Zentraler Untersuchungsinhalt ist die flächenmäßige Verteilung der topographischen Einheiten Vorland, Watt sowie Flach- und Tiefwasser in den bereits erwähnten sieben Untersuchungsabschnitten. Grundlage für die Erfassung möglicher Veränderungen ist die komplette und präzise Aufnahme sowohl der aquatischen als auch der terrestrischen Topographie des Untersuchungsgebietes.

Als Zeitpunkt der IST-Zustandsaufnahme der Topographie wurde das Jahr 1998 festgelegt. Im Hinblick auf die übergreifenden Betrachtungen zur Veränderung der Flächenanteile von Vorland, Watt, Flach- und Tiefwasser in den jeweiligen Untersuchungsgebieten müssen jedoch die Daten der aquatischen und terrestrischen Vermessung in einem gemeinsamen digitalen Geländemodell (DGM) zusammengefasst werden. Als Grundlage der IST-Zustands-Topographie werden daher die Datenerhebung der

- aquatischen Vermessung mittels Linienpeilungen und Fächerecholot,
- Wattaufnahmen mittels Laserscanningbefliegung (siehe Abb. 3.2-1) sowie der
- Vorlandaufnahmen mittels terrestrischer Profilvermessung (und Befliegung im Bereich der Delegationsstrecke)

zusammengefasst.

Abb. 3.2-1: Ergebnis der Laserscanning-Befliegung der Watten in der Außenelbe



Die Aufnahme der Datenbestände ist erfolgt, jedoch konnte noch kein übergreifendes DGM erstellt werden, so dass die Darstellung der vollständigen IST-Zustands-Topographie aussteht und erst im Folgebericht dokumentiert wird.

### 3.3 Güteparameter

Die die Wassergüteparameter betreffenden Auflagen aus den Planfeststellungsbeschlüssen beziehen sich vornehmlich auf exemplarische Einzeluntersuchungen. Vor dem Hintergrund, dass in der UVU Beeinträchtigungsrisiken für verschiedene Schutzgüter beschrieben wurden, die durch verstärkte Schwebstofffreisetzung und Sauerstoffzehrung bei Baggerungen bzw. Verklappungen entstehen könnten, soll exemplarisch die Schweb- und Sauerstoffverteilung im Umfeld der Baggerung bzw. Verklappung untersucht werden.

#### Einfluss der Baggerarbeiten (Baggerung und Verklappung) auf die Schwebstoff- und Sauerstoffverteilungen im Umfeld der Arbeiten

Um den Einfluss der Baggerei auf die Schwebstoff- und Sauerstoffverhältnisse festzustellen, wurde im Herbst 1999 vom Forschungszentrum Geesthacht (GKSS) in Zusammenarbeit mit Firma BIOLOG im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg eine Messkampagne durchgeführt.



Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass es hinsichtlich der Baggermaßnahmen für die Neubaumaßnahme "Fahrrinnenanpassung" voraussichtlich keine Beeinträchtigungen von Seitenbereichen bzw. Verschlechterungen der Sauerstoffverhältnisse gegeben hat. Die Einschränkung "voraussichtlich" muss an dieser Stelle gemacht werden, da es sich bei den Untersuchungen um einmalige Aufnahmen zum Abschluss der Maßnahmen handelte. Insbesondere begünstigt wurden die positiven Ergebnisse durch die Tatsache, dass es sich bei den Baggermengen um sandiges Material handelte. Dieses Material war Hauptbestandteil der gesamten Ausbaubaggermengen, die im Rahmen der Umlagerungsbaggerungen bewegt wurden, da diejenigen Ausbaubaggermengen, die als Hauptbestandteile schluffige Anteile aufwiesen, auf Pagensand aufgespült wurden. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass zumindest für die Thematik Schwebstoffe die Ergebnisse der Untersuchungen repräsentativ für die Gesamtmaßnahme sind.

#### Einfluss der Verklappung auf der Baggergutablagerungsfläche Twielenfleth auf das Kernkraftwerk Stade

Im Rahmen des Ausbaus der Unterelbe anfallendes Baggergut wurde u. a. auf der Baggergutablagerungsfläche Twielenfleth am Südufer der Elbe nahe Stade eingespült. Die Klappstelle liegt etwa 500 m stromauf vom Kühlwassereinlaufbauwerk des Kernkraftwerks Stade. Die Verklappung erfolgte unabhängig von der Tide. Da der KKW-Betreiber eine Beeinträchtigung des Kraftwerksbetriebes durch einen zusätzlichen Schwebstoffeintrag infolge der Verklappungen befürchtete, wurden als Teil der Anordnungen des Planfeststellungsbeschlusses (Ziff. 3.2.1.5a) direkte Messungen der Schwebstoffkonzentration im Einlassbauwerk für das Kühlwasser erforderlich. Darüber hinaus wurde angeordnet, dass Strömungs- und Schwebstoffmessungen während der Verklappungsvorgänge auf und in der Nähe der Ablagerungsfläche durchgeführt werden sollten.

Das Ergebnis der Untersuchungen bestätigt, dass keine Beeinträchtigungen des KKW Stade durch die Verklappungen entstehen.

### **3.4 Ökologische Parameter**

Unterschieden wird hier zwischen aquatischer und terrestrischer Flora und Fauna. Da, wie bereits eingangs erwähnt, im Hauptlaichgebiet der Finte (Elbe-km 646 bis 652) während der Laichperiode (Mai bis Mitte Juni) keine Ausbaubaggerungen und Verklappungen auf der Baggergutablagerungsfläche Twielenfleth vorgenommen wurden, erübrigten sich die Auflagen im Planfeststellungsbeschluss zu den Untersuchungen der Fische. Die Beweissicherung bei der aquatischen Flora und Fauna beschränkt sich daher auf Untersuchungen zum Makrozoobenthos.

Hinsichtlich der terrestrischen Ökologie steht gemäß Planfeststellungsbeschluss hingegen die Kontrolle der Entwicklung von "gefährdeten Biotopen und Arten", namentlich

- Weidenauwald und Weidengebüsch,
- Röhrichte und Uferstaudenfluren sowie dem
- Schierlingswasserfenchel

im Mittelpunkt der Betrachtungen.

### Makrozoobenthos

Es wurden als Grundlage der IST-Zustandserfassung die in der UVU aufgeführten Ergebnisse ergänzt durch zusätzliche Probenahmen für das Makrozoobenthos. Diese zusätzlichen Erhebungen wurden durchgeführt im April 1998 im Bereich der Ablagerungsfläche Twielenfleth sowie im Mai 1999 in der Außenelbe und im Bereich Lühesand, bevor dort mit den Baggerarbeiten begonnen wurde (vgl. Abb. 3.4-1). Die Ergebnisse dieser Erhebungen ergänzen die Untersuchungsergebnisse der UVU. Die Untersuchung der Ablagerungsfläche Twielenfleth wurde von Herrn Dipl.-Biol. Krieg (HuuG, Tangstedt) durchgeführt. Weitere Untersuchungen zur Verbesserung der Kenntnisse des IST-Zustandes wurden in der Fahrrinne und in verschiedenen Transekten der Außen- und der Unterelbe vom Büro Bioconsult durchgeführt.

Abb. 3.4-1: Makrozoobenthosbeprobungen im Frühjahr 1999

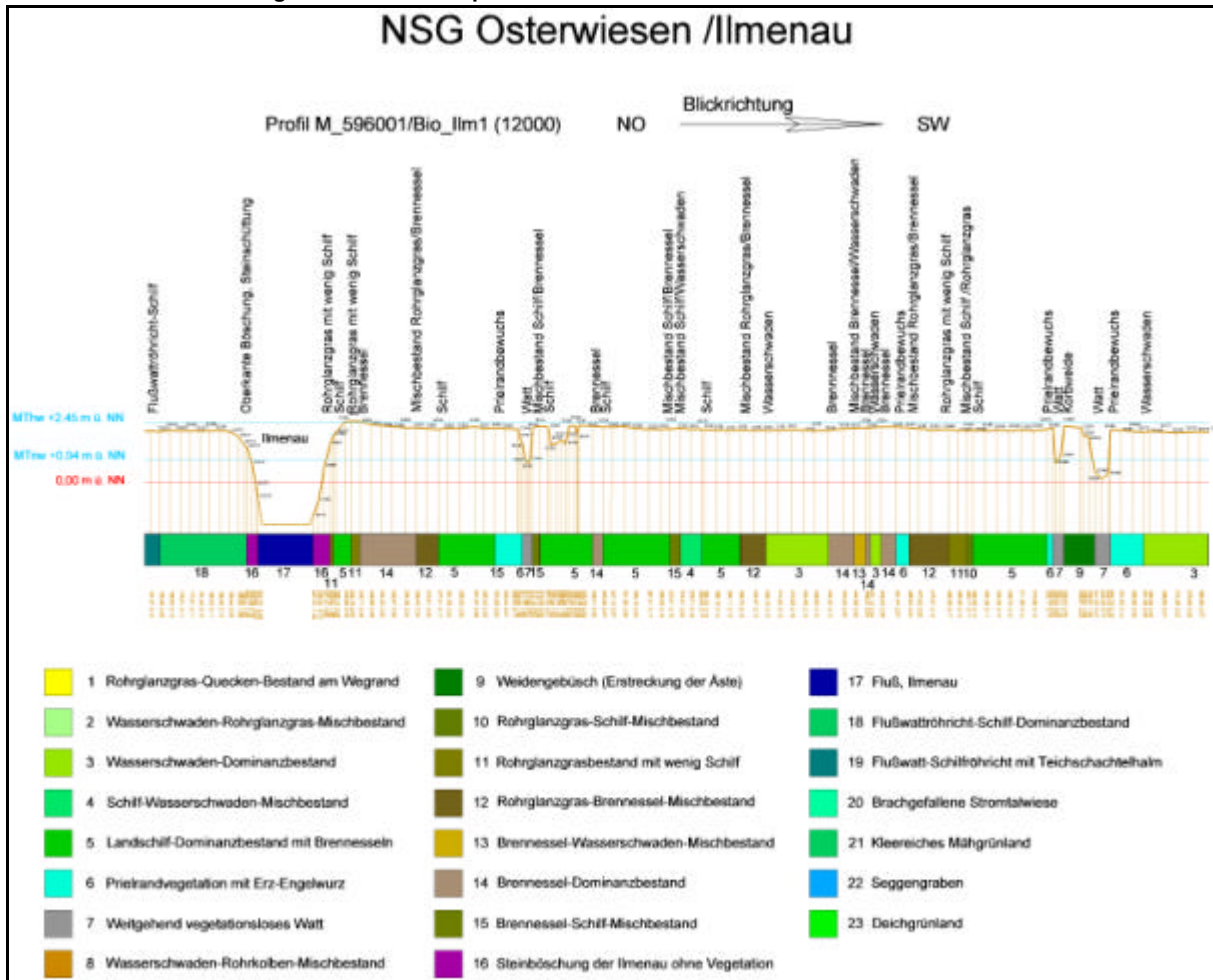


### Terrestrische Biotope

Bis Ende 1998 wurde keine erneute flächendeckende Bestandserfassung für den terrestrischen Bereich vorgenommen. Hinsichtlich der Nullmessung wird auf die Ergebnisse in der UVU (Biotoptypenkartierung) sowie auf die FFH-Studie verwiesen.

Ergänzend wurden im Herbst 1999 in den Naturschutzgebieten Heuckenlock (zu Hamburg) und Eschschallen (zu Schleswig-Holstein) Transekte zur Erfassung von Gelände- und Bewuchsänderungen im Detailbereich vermessen. In Zusammenarbeit mit einem Biologen, der während der Messung anwesend war, wurden in 3 Profilen mit je 2 m Abstand die Pflanzenart, Beginn des Bewuchses, Geländehöhe und Koordinaten erfasst. Nach der Datenauswertung und Profildarstellung wurden die digitalen Zeichnungen durch den Biologen um die entsprechenden Pflanzenarten ergänzt, so dass bei den nachfolgenden Aufnahmen ein Vergleich mit der Nullmessung durch Abgreifen von Streckendifferenzen im Profil möglich ist (vgl. Abb. 3.4-2).

Abb. 3.4-2: Beispielhafte Darstellung der Vermessung von Transekten in ausgewählten Bereichen mit gefährdeten Biotopen



Darüber hinaus wurden im NSG Heuckenlock und im Bereich der Este-Mündung, zwei wichtigen Standorten des Schierlingswasserfenchels, über 200 Einzelpflanzen und Gruppen dieser Pflanze nach Lage und Höhe vermessen.

### 3.5 Grundlegendaten

Die im Planfeststellungsbeschluss festgelegte Dokumentation von Grundlegendaten zu den Bau- und Baggeraktivitäten sowie zu den Schiffsbewegungen wurde erhoben und ist im Bericht sowie auf der Materialien-CD wiedergegeben.

## A. Anhang

### A1. Abstimmungen mit den Einvernehmensbehörden der Länder

Gemäß Abschnitt II.3.1.2 des Planfeststellungsbeschlusses haben mehrere Abstimmungen mit den Ländern stattgefunden, die u. a. in einigen Fällen zu Modifikationen der Messprogramme geführt haben. Eine Auflistung dieser Gespräche zeigt die nachfolgende Tabelle A1-1.

Tab. A1-1: Liste der Sitzungen im Rahmen der Bund-Länder-Zusammenarbeit an der Beweissicherung

Termin	Gesprächspartner	Themenbereich
09.02.1999	TdV der WSV, Ländervertreter Niedersachsens, Schleswig-Holsteins und Hamburg, Gutachter	Makrozoobenthos
17.02.1999	TdV der WSV, Ländervertreter Niedersachsens und Schleswig-Holsteins	Terrestrische Vermessung
22.03.1999	TdV der WSV, WSA Cuxhaven, Ländervertreter Schleswig-Holsteins	Terrestrische Vermessung
03.06.1999	TdV der WSV und Hamburgs, Ländervertreter Niedersachsens, Schleswig-Holsteins und Hamburg, Gutachter	Terrestrische Vermessung, Flora u. Fauna terrestrisch
11.01.2000	TdV der WSV und Hamburgs und Vertreter der Ostfischreigenossenschaft	Aquatische Fauna (Fische)
21.02.2000	TdV der WSV und Hamburgs, WSD-Nord, Ländervertreter Niedersachsens, Schleswig-Holsteins und Hamburg, Gutachter	Peilkonzept, Sockelstabilität
22.02.2000	TdV der WSV, Ländervertreter Niedersachsens, Schleswig-Holsteins und Hamburg, Gutachter	Makrozoobenthos

Das Messprogramm der Beweissicherungsuntersuchungen wurde in einigen Details in Abstimmung mit den Ländern modifiziert. Die Änderungen gibt die Tabelle A1-2 wieder.

Tab. A1-2: Änderungen des Messprogramms in Abstimmung mit den Ländern.

Themenbereich (PF-Beschlussabschnitt)	Termin	Wesentliche Ergebnisse und sich daraus ableitende Modifikationen der Untersuchungen
Makrozoobenthos (3.2.2.1a)	09.02.1999	Keine Modifikationen
Terrestrische Vermessung (3.2.1.3a)	17.02.1999	In Bielenberg, Glückstadt Neuendeich und Hollerwettern werden verdichtete Profile aufgenommen. Im Eschschallen und zwischen Krückau und Pinnau wird auf die verdichtete Aufnahme verzichtet, statt dessen wird die Schilfkante vermessen. In der Lühekurve werden auf Nds.Seite die Profilabstände modifiziert, es wird eine detaillierte Vermessung der Vegetationsgrenze vereinbart. Im Bereich Ruthenstrom und um den Pegel Krausand wird verdichtet vermessen. Auf eine verdichtete Vermessung im Bereich Böschrücken wird verzichtet.

Themenbereich (PF-Beschlussabschnitt)	Termin	Wesentliche Ergebnisse und sich daraus ableitende Modifikationen der Untersuchungen
Terrestrische Vermessung (3.2.1.3a)	17.02.1999	In Bielenberg, Glückstadt Neuendeich und Hollerwettern werden verdichtete Profile aufgenommen. Im Eschschallen und zwischen Krückau und Pinnau wird auf die verdichtete Aufnahme verzichtet, statt dessen wird die Schilfkante vermessen. In der Lühekurve werden auf Nds.Seite die Profilabstände modifiziert, es wird eine detaillierte Vermessung der Vegetationsgrenze vereinbart. Im Bereich Ruthenstrom und um den Pegel Krausand wird verdichtet vermessen. Auf eine verdichtete Vermessung im Bereich Böschrücken wird verzichtet.
Terrestrische Vermessung (3.2.1.3a)	22.03.1999	Es werden zusätzliche Vermessungen des Parallelwerkes in Scheelenkuhlen (vor St. Margarethen) vorgenommen. Eine Verdichtung der Profile soll in Brunsbüttel erfolgen. Am Neufelderkoog wird auf eine Verdichtung verzichtet. Abbruchkanten werden 1 Jahr nach Bauende vermessen, danach alle 2 Jahre
Terrestrische Vermessung, (3.2.1.3a) Flora u. Fauna terrestrisch (3.2.2.2)	03.06.1999	Es werden exemplarisch für die gefährdeten Biotop Transekte vermessen in Eschschallen, Heuckenlock, Ilmenaumündung und Overhaken zusammen mit einer Aufnahme der Biotop auf den Transekten. Die Sumpfsimsenstandorte werden an 4 Stellen in Kollmar vermessen.
Peilkonzept, Sockelstabilität (3.2.1.3 Schwellenwerte und 3.2.1.3b)	21.02.2000	Der TdV stellt eine Untersuchung auf der Basis von monatlichen Peilvergleichen vor, die zeigt, dass die Untersuchungsmethodik und Schwellenwertvorgaben im PF-Beschluss für Aussagen zur Sockelstabilität nicht ausreichend sind; und legt ein Alternativkonzept vor, dass von den Vertretern Schleswig-Holsteins und Hamburgs akzeptiert, jedoch vom Vertreter Niedersachsens nicht akzeptiert wird. Aus diesem Grunde werden keine Modifikationen der Untersuchungsmethoden und Untersuchungsgebiete vorgenommen.
Makrozoobenthos (3.2.2.1a)	22.02.2000	Die Messungen sollen jeweils im Frühjahr 2001, 2002, 2003 und 2004 vorgenommen werden. In der Außenelbe werden künftig keine separaten Stichproben mehr genommen
Flora u. Fauna terrestrisch (3.2.2.2)	September 2000	Weitere Standorte des Schierlingswasserfenchels im Heuckenlock, im Bereich der Este-Mündung und in Overhaken werden vermessen.

## A2. Literatur

Ein komplettes Literaturverzeichnis befindet sich im Anhang A1 zum Hauptbericht

BIOCONSULT (1999): Makrozoobenthos in der Außen- und Unterelbe - Ergebnisse Frühjahr 1999, Bremen; unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg.

BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (2000): Statistische Analyse zur Ermittlung der Anzahl notwendiger Parallelproben, BfG-Bericht 1227, Koblenz; Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg.

FERK, U. (1998): Natürliche und anthropogen beeinflusste Entwicklung mittlerer Wasserstände in einem Tidefluss am Beispiel der Unterelbe. In: Vechtaer Studien zur Angewandten Geographie und Regionalwissenschaft (VSAG), Band 20/1998, S. 71 - 81.

GKSS - FORSCHUNGSZENTRUM GEESTHACHT (1998): Schwebstoffmessungen im Kühlwassereinlauf des KKW Stade während Sedimentumlagerungen in der Elbe auf der Klappstelle Twielenfleth (Auftr.-Nr. N388), Geesthacht; unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg.

GKSS - FORSCHUNGSZENTRUM GEESTHACHT (2000): Untersuchungen zur Schwebstoffausbreitung und Sauerstoffzehrung während der Baggerung und Verklappung im Rahmen der Neubaubaggerungen zur Fahrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt (Auftr.-Nr. 1KG01F01), Geesthacht; unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg.

KRIEG, H.-J. (1999): Hydrobiologische Bestandsaufnahme zum IST-Zustand der wirbellosen Bodenfauna auf der Baggergutablagerungsfläche Twielenfleth und zwei benachbarten Referenztransekten, Tangstedt; unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg.

NIEMEYER, H.D. (1995): Ermittlung der Änderungen mittlerer Tidescheitel und -hübe in der Tideelbe infolge des Ausbaus von Unter- und Außenelbe auf KN - 13,5. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, 1995.

NIEMEYER, H.D. (1997): Überprüfung der Bestickhöhen von Deichstrecken an der Unterems. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, 1997. (Auszüge!)

SIEFERT, W. (1992): Über die Veränderung der Tidewasserstände in der Elbe als Folge der Fahrinnenvertiefungen. Strom- und Hafenbau, Referat Hydrologie Unterelbe, Studie Nr. 70. Hamburg.

STROM- UND HAFENBAU, WASSER- UND SCHIFFFAHRTSAMT HAMBURG (1996): Zur Entwicklung des Tideniedrigwassers 1993/1994 in der Unterelbe. Strom- und Hafenbau, Referat Hydrologie Unterelbe, Studie Nr. 82 / Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg, Sachbereich Neubau, Studie Nr. 3a.