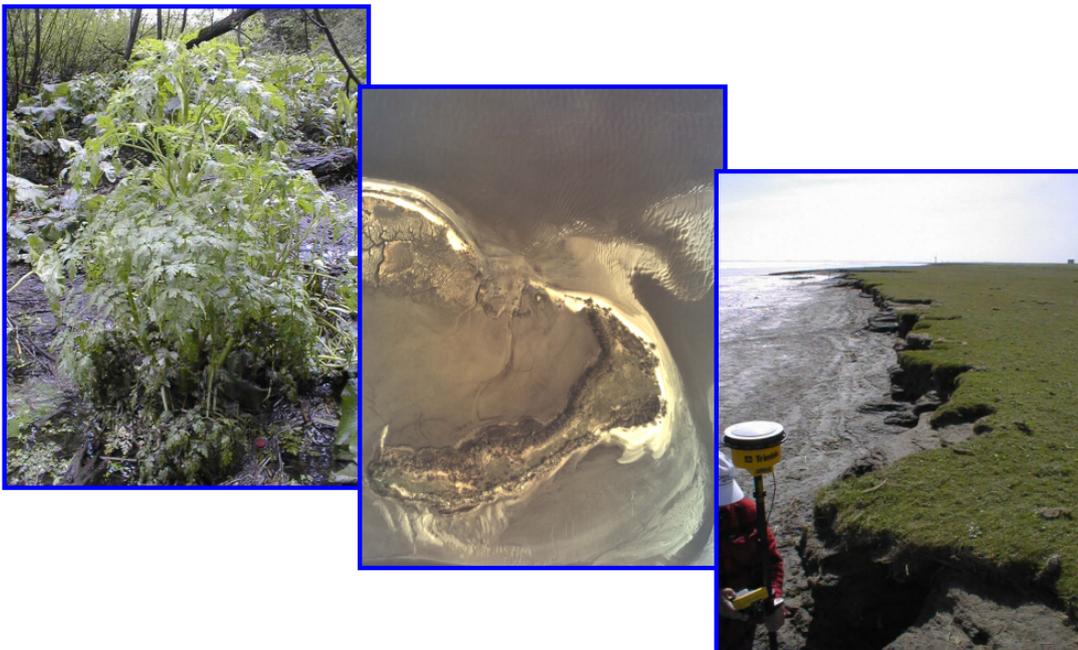


Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe



Beweissicherung - Zwischenbericht -

Stand: Juni 2002



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



Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Wirtschaft und Arbeit - Strom- und Hafenausbau
Dalmannstraße 1 - 4 - 20457 Hamburg

Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe

Zwischenbericht

Stand: Juni 2002

Inhalt

1. Einleitung.....	1
2. Wasserstände.....	4
3. Sturmfluten / Deichsicherheit	10
4. Strömungen	11
5. Salzgehalte	13
6. Topographie	14
7. Sockelstabilität.....	20
8. Sedimentation in Häfen und Nebengewässern	24
9. Zusammenfassung	25
10. Hinweise zur Benutzung der CDs	27

Anhang: 2 CDs

Herausgeber:

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

*Ansprechpartner: Herr Neumann
Tel. (040) 44 11 0 - 420
E-Mail: LNeumann@hh.wsd-nord.de*

Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Wirtschaft und Arbeit
Strom- und Hafensbau
Dalmannstraße 1 - 4
20457 Hamburg

*Ansprechpartner: Herr Ferk
Tel. (040) 42 847 - 2812
E-Mail: Ulrich.Ferk@ht.hamburg.de*

1. Einleitung

Im Jahr 1999¹ wurde in einer gemeinsamen Maßnahme der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes sowie der Freien und Hansestadt Hamburg die Fahrinne der Unter- und Außenelbe ausgebaut. Diese Fahrrinnenanpassung wurde durch die Planfeststellungsbeschlüsse der Planfeststellungsbehörde bei der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord vom 22.2.1999 sowie der Planfeststellungsbehörde des Amtes Strom- und Hafenbau vom 4.2.1999 genehmigt. Grundlage für die Genehmigung waren u.a. die Ergebnisse einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU), in der die erwarteten Wirkungen des Fahrrinnenausbaus dargelegt wurden. Der ermittelte Eingriffsumfang bildete die Grundlage für den Landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP), der die zur Kompensation der Ausbaufolgen notwendigen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen beschreibt.

Die Folgewirkungen des Fahrrinnenausbaus wurden in der Umweltverträglichkeitsuntersuchung eingehend und sorgfältig untersucht. Gleichwohl verblieb angesichts der vielfältigen Wechselwirkungen zwischen biotischen und abiotischen Parametern im komplexen hydromorphologischen System der Tideelbe bezüglich des exakten Ausmaßes einiger Auswirkungen mitunter eine unvermeidbare Restunsicherheit. Diesem Umstand wurde in der UVU dadurch Rechnung getragen, dass bei der Ermittlung der Ausbaufolgen grundsätzlich von "auf der sicheren Seite liegenden" Prognosen ausgegangen wurde. Das in den beiden Planfeststellungsbeschlüssen angeordnete Beweissicherungsprogramm dient vor diesem Hintergrund dazu, die Restunsicherheiten der UVU dahingehend zu überprüfen, ob die prognostizierten Ausbaufolgen überschritten werden.

Die Durchführung der hierfür notwendigen Erhebungen und Untersuchungen ist Aufgabe der beiden Träger des Vorhabens "Fahrrinnenanpassung"; dies sind

- das Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg und
- das Amt Strom- und Hafenbau der Hamburger Behörde für Wirtschaft und Arbeit,

die hierbei unterstützt werden vom

- Wasser- und Schifffahrtsamt Cuxhaven und
- Wasser- und Schifffahrtsamt Lauenburg.

¹ Im Jahr 1999 wurden die Hauptarbeiten zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe durchgeführt. Restarbeiten fanden noch in den darauffolgenden Monaten statt. Für den Bereich der Bundesstrecke ist der 30.11.2000 der offizielle Endtermin für die Baggerarbeiten. Auf der Hamburger Delegationsstrecke werden die restlichen Vertiefungsarbeiten im Laufe des Sommers 2002 abgeschlossen werden.

Die Bundesanstalt für Wasserbau (Dienststelle Hamburg) und die Bundesanstalt für Gewässerkunde (Koblenz) sowie verschiedene Fachgutachter sind bei der Beweissicherung gutachterlich und beratend tätig.

Die Erhebung der Umweltdaten erfolgt gemäß den Anordnungen in den Planfeststellungsbeschlüssen. Sämtliche Daten, Auswerteergebnisse und Gutachten werden in einer zentralen Datenbank der Datensammelstelle im Wasser- und Schifffahrtsamt Cuxhaven erfasst. Der Zugriff auf diese Daten ist über das Internet für jedermann möglich unter der Adresse

www.cux.wsd-nord.de/htm/zustimm.asp

Die Träger des Vorhabens informieren darüber hinaus in gemeinsamen Berichten über die Ergebnisse der Beweissicherung. Ein erster Jahresbericht, der in erster Linie eine Beschreibung der Umweltverhältnisse vor der Durchführung der Ausbaumaßnahme enthält, wurde im Februar 2001 veröffentlicht. Ein zweiter Bericht wird noch im Laufe des Jahres 2002 erscheinen.

Um dem wachsenden Interesse der Öffentlichkeit an der Beweissicherung Rechnung zu tragen, haben sich die Träger des Vorhabens entschlossen, in Ergänzung zu den Jahresberichten in einem Zwischenbericht über den aktuellen Ergebnisstand der Beweissicherung zu informieren. Diese Ergebniszusammenfassung liegt in Form dieses Heftes vor.

Das Beweissicherungsprogramm ist sehr umfangreich und auf mehrere Jahre (maximal 15) ausgelegt. Es betrifft sowohl abiotische Kenngrößen, wie z.B. Wasserstände und Strömungen, als auch biotische ("ökologische") Untersuchungsinhalte, die sich auf die terrestrische und aquatische Flora und Fauna des Betrachtungsgebietes beziehen.

Aus nachvollziehbaren Gründen kann in der vorliegenden Kurzfassung nicht die gesamte Breite aller im Rahmen der Beweissicherung zu behandelnden Parameter im gesamten Untersuchungsgebiet dargelegt und diskutiert werden. Dieser Bericht erhebt daher keine Ansprüche auf Vollständigkeit. Vielmehr werden die Schwerpunkte hier zum einen auf die "Primärparameter" der Beweissicherung gelegt, die einen möglichst direkten Bezug zu den unmittelbaren Eingriffsfolgen aufweisen und somit eine zentrale Grundlage für die Beweissicherung bilden. Dies sind:

- die Tidewasserstände und
- die Topographie.

Zum anderen werden - soweit möglich - auch diejenigen Themen behandelt, die vor allem für die Bevölkerung an der Elbe von besonderem Interesse sind, so zum Beispiel:

- Deichsicherheit,
- Sedimentation in Nebenflüssen und Nebengewässern,
- Strömungen und
- Salzgehalte.

Da die Sachverhalte in dieser Kurzfassung jeweils nur verkürzt angesprochen werden können, sind im Anhang zwei CDs beigefügt, auf denen eine Reihe von weitergehenden Informationen zu den jeweiligen Themen dokumentiert sind. Die einzelnen Abschnitte dieses Heftes enthalten jeweils Hinweise auf die detaillierteren Inhalte der beigefügten CDs.

Auf weitere im Zuge des Beweissicherungsverfahrens zu betrachtende Parameter, wie beispielsweise

- Makrozoobenthos,
- terrestrische Biotope,
- Schwebstoff- und Sauerstoffverteilung im Umfeld von Bagger- und Verklappungsarbeiten

kann in diesem Heft aus Platzgründen nicht eingegangen werden. Diese Themen werden in den regulären Jahresberichten eingehend dokumentiert.

2. Wasserstände

Der Wasserstand ist erfahrungsgemäß die Kenngröße, die am besten nachweisbar auf eine durch Fahrrinnenvertiefung veränderte Flusstopographie reagiert. Ohnehin kommt den hydrologischen Kenngrößen in Bezug auf die Beweissicherung eine wichtige Bedeutung zu, da die Lebensraumbedingungen im Naturraum Unterelbe mittelbar oder unmittelbar von den hydrologischen Verhältnissen mit ihren Schwankungen geprägt werden. Diese bilden insofern die Grundlagen und Rahmenbedingungen für den Zustand und die Entwicklung der Umwelt. 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. In der UVU zur Fahrrinnenanpassung wurde die prognostizierte ausbaubedingte Erhöhung des mittleren Tidehochwassers aufgrund des damit verbundenen Risikos einer Beeinträchtigung empfindlicher ufernaher Biotope als ein wichtiger ökologischer Wirkfaktor beschrieben. In einem vereinfachten Modell wurde bei einer prognostizierten Erhöhung des lokalen Tidehochwassers um (beispielsweise) 2 bis 3 cm pauschal eine flächenmäßige Beeinträchtigung von 3,5 % für ufernahe Biotoptypen (Auwald, Auengebüsch, Röhricht) angenommen.

Damit wird deutlich, dass das Ausmaß der Wasserstandsveränderungen ein wichtiger Indikator für die Intensität der Auswirkungen einer Fahrrinnenvertiefung ist. Es ist davon auszugehen, dass große Wasserstandsveränderungen einher gehen mit entsprechend starken Veränderungen der weiteren hydrologischen Parameter (z.B. Strömungen), die wiederum gemeinsam u.a. auf Erosion und Sedimentation, die Ufertopographie und weitere Schutzgüter wirken. Im Umkehrschluss folgt daraus, dass geringfügige Wasserstandsänderungen kaum zu nennenswerten Beeinträchtigungen der Umwelt führen werden.

Die grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen Fahrrinnenausbauten und Veränderungen der Wasserstände an der Elbe sind seit langem bekannt: Insbesondere im oberen Abschnitt des Ästuars kommt es zu einem Absinken der Tideniedrigwasserstände, während die Tidehochwasser ansteigen. Das Ausmaß der Änderungen ist charakteristischerweise im Bereich des Hamburger Stromspaltungsgebietes am deutlichsten ausgeprägt. In der UVU zur Fahrrinnenanpassung wurden dementsprechend auch die relativ stärksten ausbaubedingten Wasserstandsänderungen für den Hamburger Elbabschnitt vorhergesagt. Nach den Prognosen war hier mit einem Anstieg des mittleren Tidehochwassers (MThw) um bis zu 4 cm und einem Absinken des mittleren Tideniedrigwassers (MTnw) um bis zu 7 cm zu rechnen (**Abb. 1**). Insbesondere dem ausbaubedingten Anstieg des MThw wurde in der UVU eine wichtige Bedeutung zugesprochen, da er - wie oben erläutert - zu einer Beeinträchtigung ufernaher Biotope führen kann.

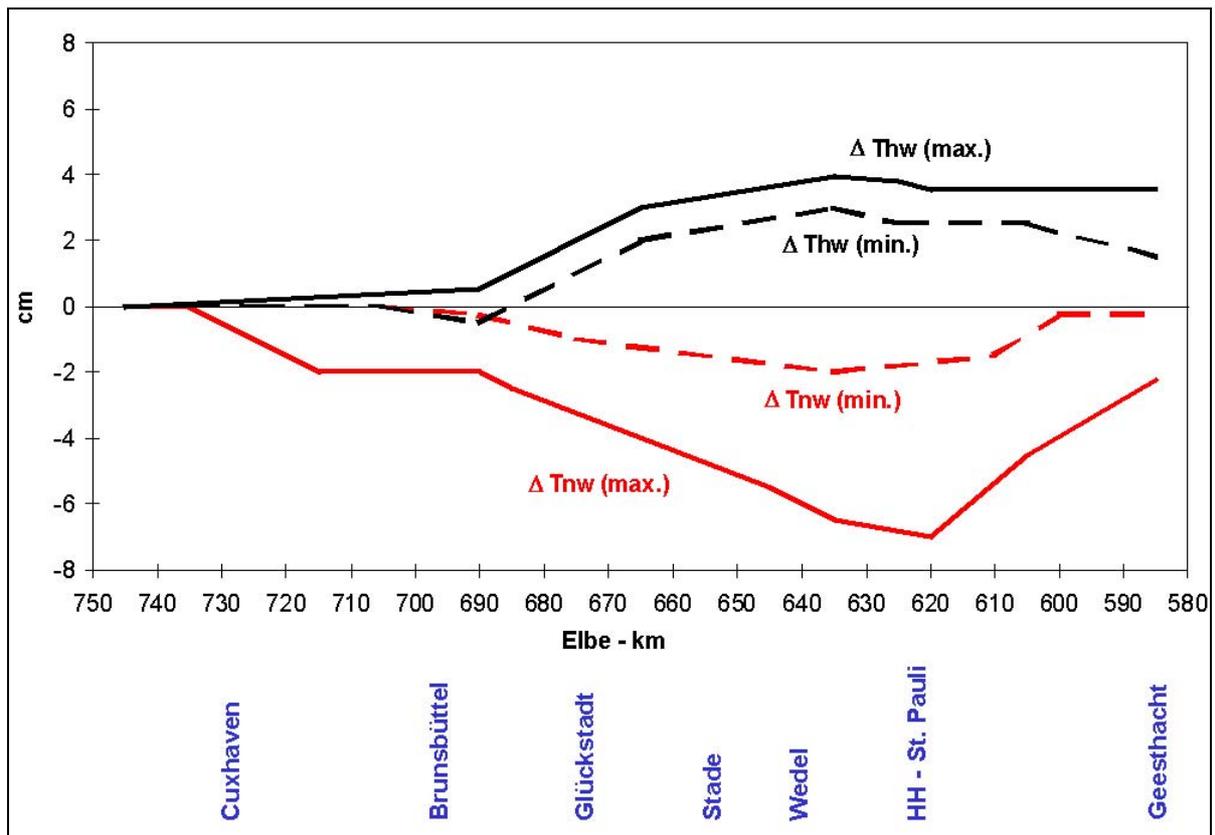


Abb. 1: UVU-Prognose der ausbaubedingten Wasserstandsänderungen (vereinfacht)

Aus Erfahrungen mit früheren Fahrrinnenvertiefungen ist bekannt, dass die Wasserstände recht schnell auf eine Fahrrinnenvertiefung reagieren. Da die hauptsächlichen Vertiefungsarbeiten im Zuge der jüngsten Fahrrinnenanpassung im Jahr 1999 durchgeführt wurden, müsste sich eine hydrologische Reaktion auf diese Maßnahme also bereits aus den bis dato vorliegenden Wasserstandsdaten erkennen lassen.

Um feststellen zu können, ob dies der Fall ist, muss an dieser Stelle etwas weiter ausgeholt und auch die historische Entwicklung der Wasserstände betrachtet werden. Kennzeichnend für die Wasserstandsentwicklung in der Untereibe in den letzten Jahrzehnten sind (**Abb. 2**)

- ein mäßiger Anstieg des MThw im Mündungsgebiet (etwa 30 cm in 100 Jahren am Pegel Cuxhaven),
- ein deutlicher Anstieg des MThw im oberen Ästuar (Pegel St. Pauli: etwa 50 cm in den letzten 100 Jahren),
- ein recht stabiles MTnw im Mündungsbereich sowie
- ein sehr deutlicher Abfall des MTnw im oberen Ästuar (Pegel St. Pauli: über 100 cm Absenk in den letzten 100 Jahren).

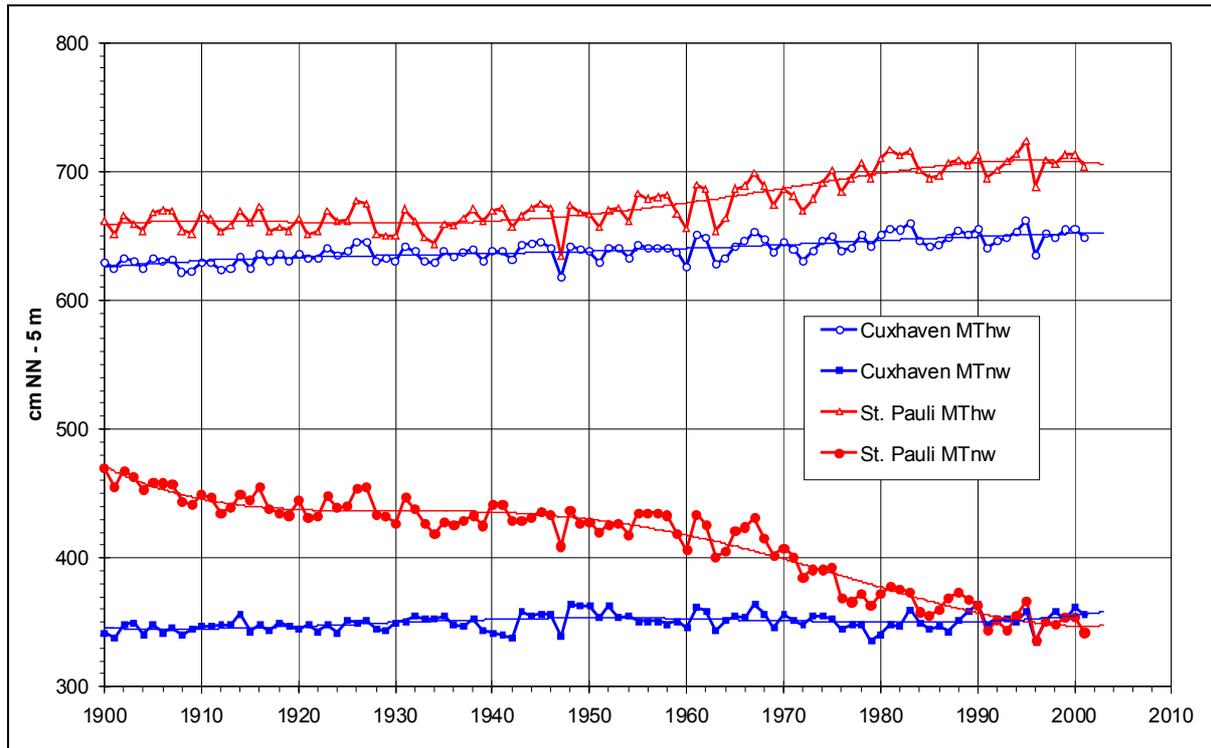


Abb. 2: Jährliches MThw und MTnw an den Pegeln Cuxhaven und Hamburg-St. Pauli seit 1900

Die gemessenen Wasserstände sind mehr oder minder stark von der Wasserspiegelentwicklung der Nordsee sowie den Schwankungen des Oberwasserzuflusses geprägt. Um die Auswirkungen einer Fahrrinnenanpassung genauer quantifizieren zu können, ist es daher notwendig, diese beiden "externen" Beeinflussungen der Wasserstände zu berücksichtigen. Die "Bereinigung" des Nordseeinflusses kann durch Bildung der Wasserstandsdifferenzen zwischen dem betrachteten Elbe-Pegel und einem unbeeinflussten Pegel (hier: Helgoland) erfolgen. Die "Bereinigung" des Oberwasserzuflusses erfolgt durch eine entsprechende Normierung der Daten². Die Analyse derart "bereinigter" Daten ergibt bezüglich der Wasserstandsentwicklung am Pegel St. Pauli, für den in der UVU die relativ größten Wasserstandsänderungen prognostiziert wurden, folgendes Bild:

Die bereinigte **MThw**-Differenz ist seit Jahren recht konstant (**Abb. 3**). Ein Anstieg durch die jüngste Fahrrinnenanpassung ist bislang *nicht* zu verzeichnen. Eher deutet sich seit einigen Jahren eher eine *abnehmende* Tendenz des MThw an.

² Gemäß Planfeststellungsbeschluss erfolgt die genaue zahlenmäßige Quantifizierung der ausbaubedingten Wasserstandsänderungen mit einem bestimmten statistischen Rechenverfahren. Für diesen Kurzbericht wird aufgrund der besseren Anschaulichkeit das skizzierte vereinfachte Verfahren verwendet.

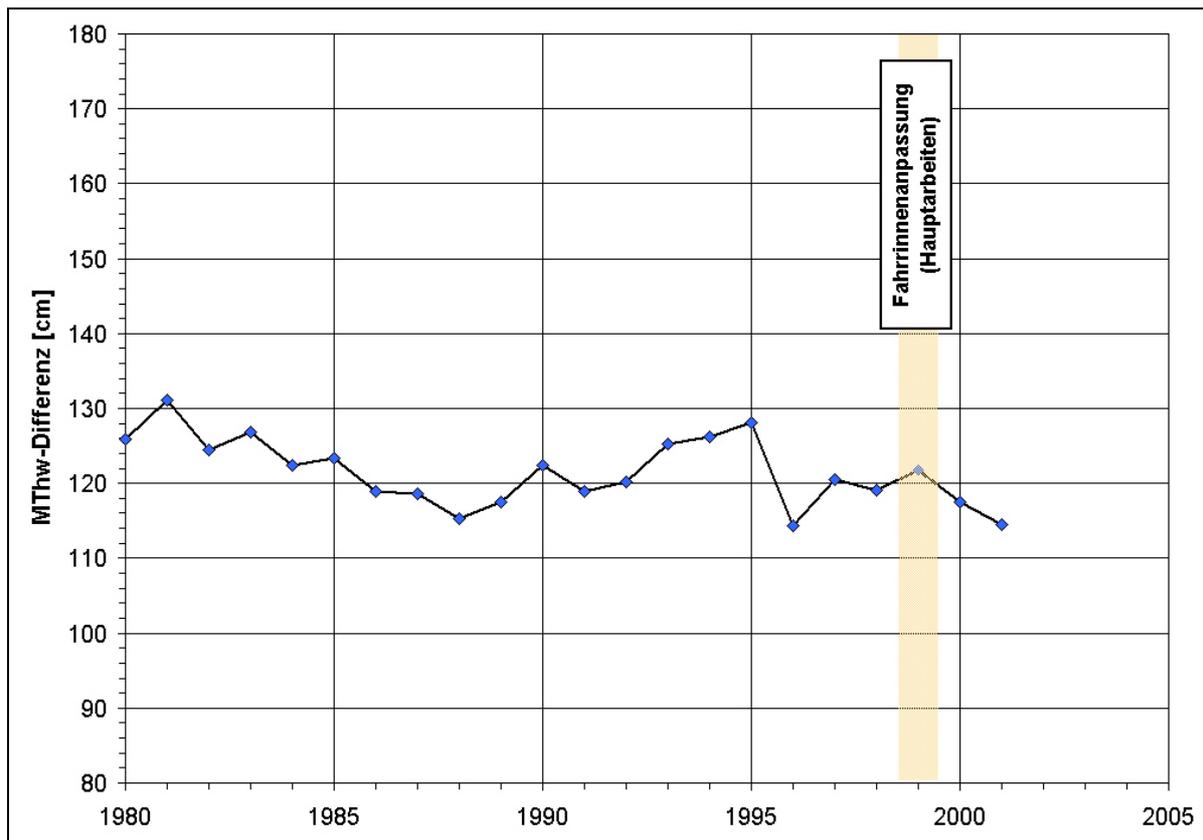


Abb. 3: Um den Oberwassereinfluss normierte MThw-Differenzen zwischen St. Pauli und Helgoland seit 1980

Die Betrachtung der bereinigten **MTnw**-Differenzen ergibt ein etwas differenziertes Bild. **Abb. 4** zeigt, dass seit Mitte der 1980er Jahre, insbesondere aber seit etwa 1990, offenbar kein stabiler hydrologischer Zustand der Tideelbe vorliegt: Das MTnw unterliegt, obwohl in diesem Zeitraum keine nennenswerten baulichen Eingriffe im Tideregime der Unterelbe stattfanden, einer deutlich abnehmenden Tendenz (seit 1985 insgesamt etwa 20 cm, im Mittel also > 1 cm/Jahr).

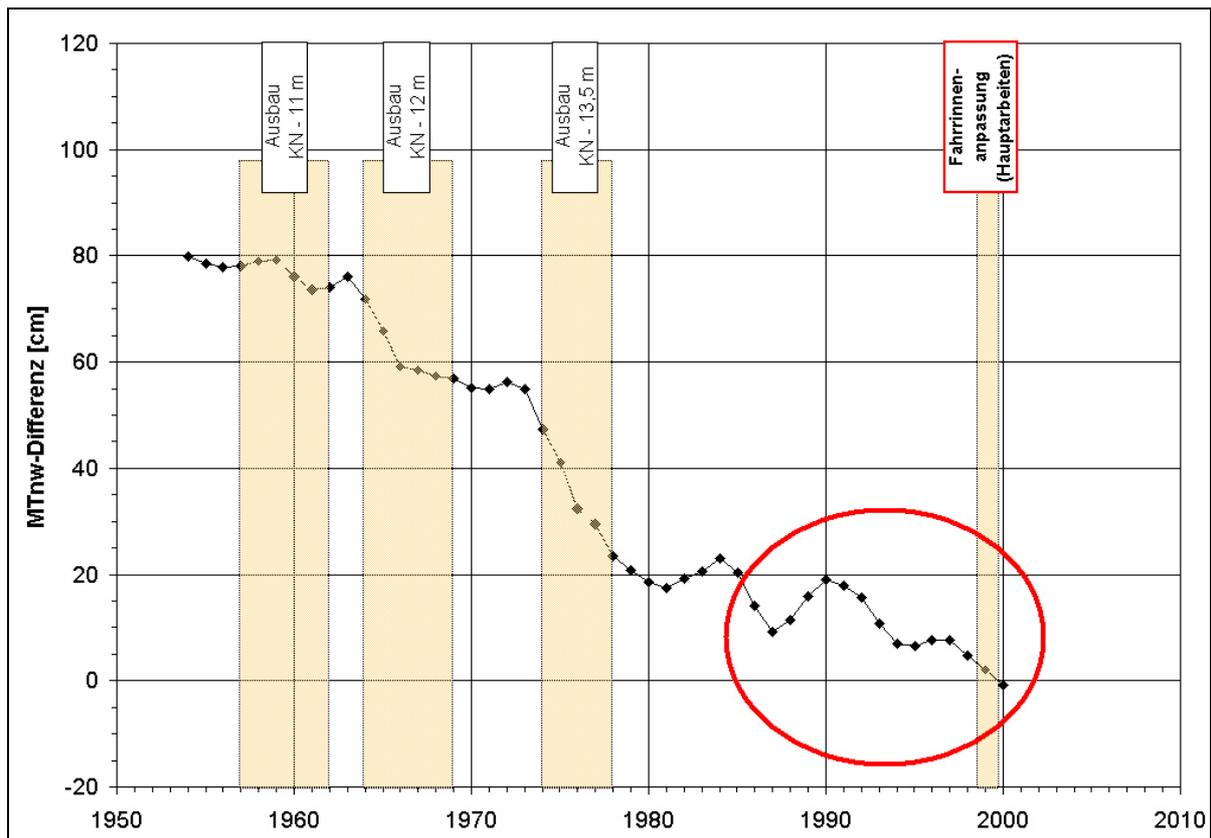
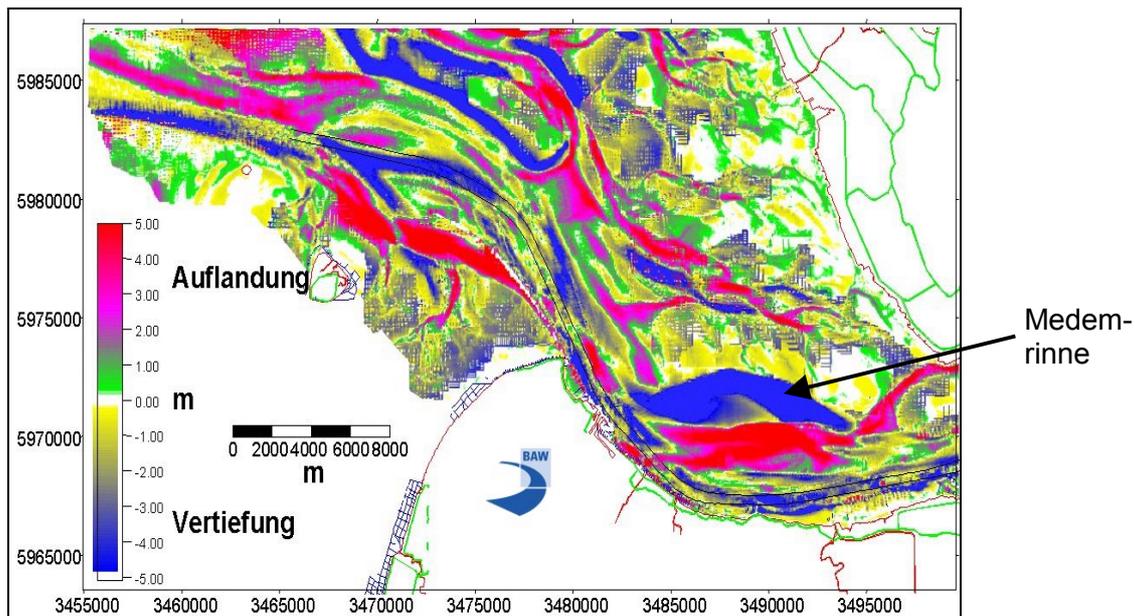


Abb. 4: Um den Oberwassereinfluss normierte MTnw-Differenzen zwischen St. Pauli und Helgoland (3-jährige übergreifende Mittel) seit 1953

Nach ersten Erklärungsansätzen ist dieses Phänomen auf umfängliche morphologische Umlagerungsvorgänge im Gebiet der Unter- und Außenelbe zurückzuführen. Besonderes Augenmerk wird seit einiger Zeit auf den Bereich der Medemrinne im Mündungsgebiet der Elbe gerichtet. So führt die BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU zu diesem Thema aus:

"Die **Medemrinne** hat sich im Laufe der letzten Jahrzehnte aufgeweitet und nach Norden verlagert. [Abb. 3] zeigt am Beispiel der Tiefenänderungen die Dimension dieses Prozesses. Mit der zunehmenden Leistungsfähigkeit der Medemrinne, die insbesondere ebbstromorientiert wirksam ist, ist auch eine Absenkung der Tideniedrigwasserstände in der Tideelbe eingetreten.

Die morphodynamische Entwicklung der Medemrinne ist nicht durch die Fahrrinnenausbaumaßnahmen bedingt. Durch die Vertiefung der Fahrrinne der Elbe wird die hydraulische Leistungsfähigkeit des Hauptquerschnittes gestärkt mit der Folge, dass der Durchfluss der Medemrinne schrumpft. Die morphodynamische Entwicklung der Medemrinne verdeutlicht, dass die natürlichen Gestaltungsvorgänge (Gezeiten, Seegang und Sturmfluten) im Elbmündungsgebiet dominant sind und die Wirkungen der Fahrrinnenvertiefungen überdeckt werden."



[Abb. 3] Morphologische Entwicklungen im Elbmündungsbereich (1970 bis 1995)

(Quelle: BAW/DH [2001]: Potenzialuntersuchung zur Unter- und Außenelbe. Prinzipielle Vorabschätzungen zu möglichen Auswirkungen einer weiteren Fahrrinnenvertiefung. Hamburg 2001)

Die abnehmende Tendenz des MTnw hält bis dato an (**Abb. 5**). Ob und in welchem Maße die jüngste Fahrrinnenanpassung dazu beiträgt bzw. beigetragen hat, kann derzeit nicht gesagt werden. Hierzu ist eine weitere Verfeinerung der Analysemethoden und möglichenfalls eine stärkere Berücksichtigung meteorologischer Effekte erforderlich. Wahrscheinlich ist, dass der Absink der letzten drei Jahre (1999, 2000, 2001) größtenteils ebenfalls auf natürliche Vorgänge im Ästuar zurückzuführen ist, da

- das Thw in diesem Zeitraum augenscheinlich keine Reaktion auf den Ausbau gezeigt hat (s.o.), und
- nicht anzunehmen ist, dass die natürlichen Umlagerungsvorgänge im Ästuar mit ihren hydraulischen Wirkungen in den letzten Jahren schlagartig nachgelassen haben.

Allerdings: Selbst wenn man den gesamten Tnw-Absink seit 1998 allein auf die Fahrrinnenanpassung zurück führt, wäre die eingangs erwähnte UVU-Prognose von 7 cm Tnw-Absenkung am Pegel Hamburg - St. Pauli nicht übertroffen.

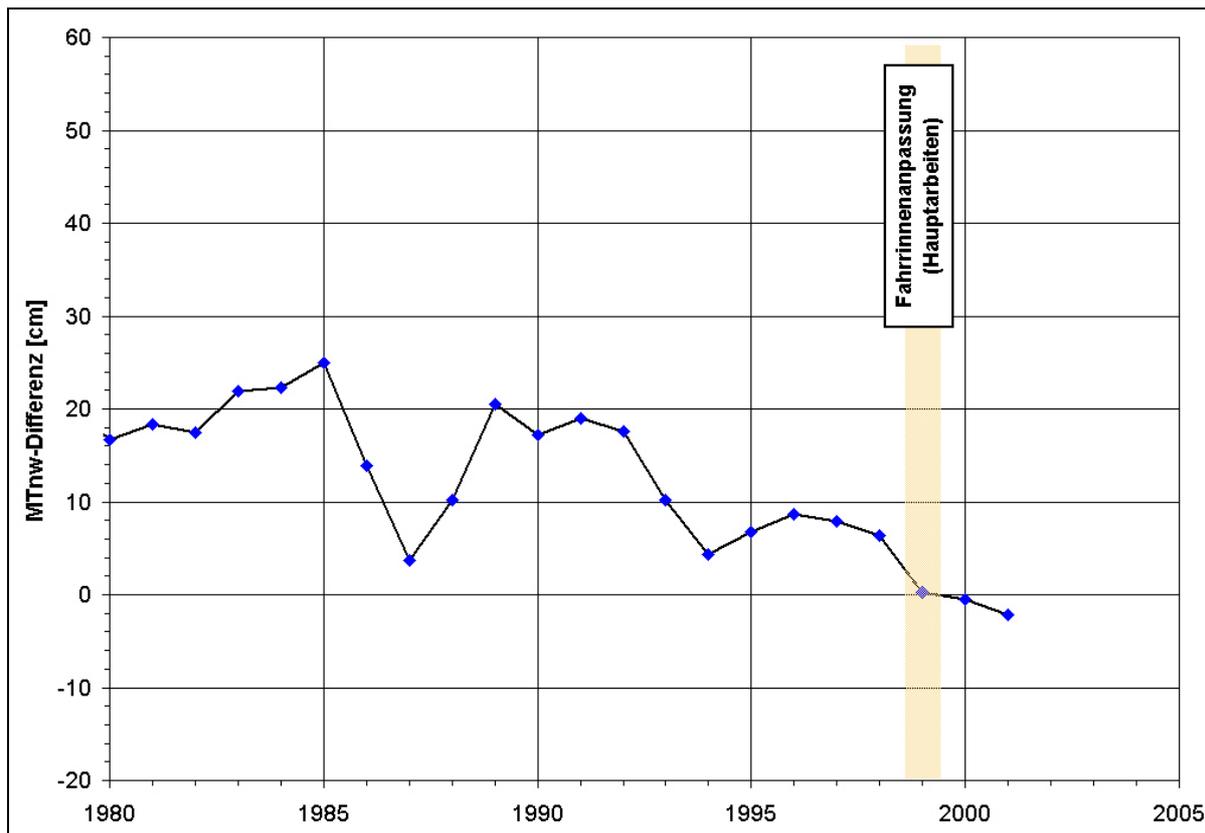


Abb. 5: Um den Oberwassereinfluss normierte MTnw-Differenzen zwischen St. Pauli und Helgoland seit 1980



Weitere Informationen auf CD 1 (Anhang)

3. Sturmfluten / Deichsicherheit

Die Frage der ausbaubedingten Änderungen der Sturmflutwasserstände mit möglichen Konsequenzen für den Hochwasserschutz an der Tideelbe spielte im Genehmigungsverfahren zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe eine zentrale Rolle.

Aus diesem Grund wurde dieser Fragestellung bei den hydronumerischen Modellierungen im Rahmen der Umweltverträglichkeitsuntersuchung besonders große Aufmerksamkeit geschenkt. Die Analyse drei verschiedener Sturmflutereignisse (vom 3.1.1976, vom 28.1.1994 sowie der für den Hochwasserschutz an der Tideelbe maßgeblichen Bemessungssturmflut) ergab, dass Sturmflutscheitelhöhen durch den Fahrrinnenausbau kaum verändert werden. So wurde für die Tideelbe ein ausbaubedingtes Ansteigen der Hochwasserstände bei „normalen“ schweren Sturmfluten um

maximal 2,5 cm berechnet, bei der extremen Bemessungssturmflut sogar nur um rund 1 cm. Grundsätzlich gilt: Je höher ein Hochwasser aufläuft, desto geringer ist die durch einen Fahrrinnenausbau bedingte Wasserstandsänderung, denn: Je höher eine Sturmflut aufläuft, desto größer wird der durchströmte Querschnitt des Flusses, desto relativ kleiner wird gleichzeitig aber auch der Einfluss der Vertiefung an der Gewässersohle der Fahrrinne. Aus diesem Grunde ergeben sich bei *mittleren* Tideverhältnissen prinzipiell *größere* ausbaubedingte Wasserstandsänderungen als bei Sturmfluten. Die UVU-Modelluntersuchungen haben dies bestätigt.

Die im Kapitel 2 dargelegte Ermittlung der eingetretenen ausbaubedingter Wasserstandsänderungen bei mittleren Tideverhältnissen zeigt, dass beim Tidehochwasser bislang keine nachweisbare Reaktion auf den jüngsten Fahrrinnenausbau zu verzeichnen ist. Da ausbaubedingte Wasserstandserhöhungen bei Sturmfluten aber generell geringere Werte erreichen als bei mittleren Tidebedingungen, kann gefolgert werden, dass auch die Sturmflutscheitelwasserstände durch den jüngsten Fahrrinnenausbau nicht beeinflusst worden sind³.

Als Fazit kann somit festgehalten werden, dass die Fahrrinnenanpassung keine Auswirkungen auf die Sicherheit der Deiche oder anderer Hochwasserschutzanlagen hat.

4. Strömungen

Die Strömungsverhältnisse der Tideelbe mit ihren Nebengewässern sind sehr komplex und weisen hohe natürliche Schwankungen auf. Grundsätzlich treten die höchsten Strömungsgeschwindigkeiten in der tiefen Hauptrinne der Elbe auf. Dort liegen die mittleren Geschwindigkeiten in der Größenordnung zwischen 70 cm/s und 110 cm/s, während die maximalen Werte je nach Messort zwischen 120 cm/s und 200 cm/s erreichen. In der UVU zur letzten Fahrrinnenanpassung wurde ermittelt, dass sich die Strömungsgeschwindigkeiten durch den Fahrrinnenausbau nur geringfügig ändern werden. Prognostiziert wurden ausbaubedingte Änderungen in der Größenordnung von 0 bis 3 cm/s, an einzelnen besonderen Stellen bis zu 5 cm/s. In der Hauptrinne der Elbe wurden überwiegend Geschwindigkeitszunahmen, in den Seitenbereichen Abnahmen vorhergesagt.

Die Strömungsmessungen im Rahmen der Beweissicherung finden im Längsverlauf der Elbe an mehreren Stellen statt. **Abb. 6** zeigt beispielhaft die Entwicklung der Maximalwerte der Ebbstromgeschwindigkeiten an der Station LZ 1 (Krummendeich bei

³ Die genaue zahlenmäßige Aufbereitung mittels einer statistischen Analyse erfolgt in den Beweissicherungsberichten.

Brunsbüttel, Elbe-km 693,6) seit 1997. Bemerkenswert sind die überaus starken saisonalen und kurzfristigen Schwankungen: Die maximale Ebbstromgeschwindigkeit an dieser Stelle erreicht Werte zwischen 60 und über 120 cm/s. Bei Flutstrom ist die Spannweite der Werte sogar noch wesentlich größer.

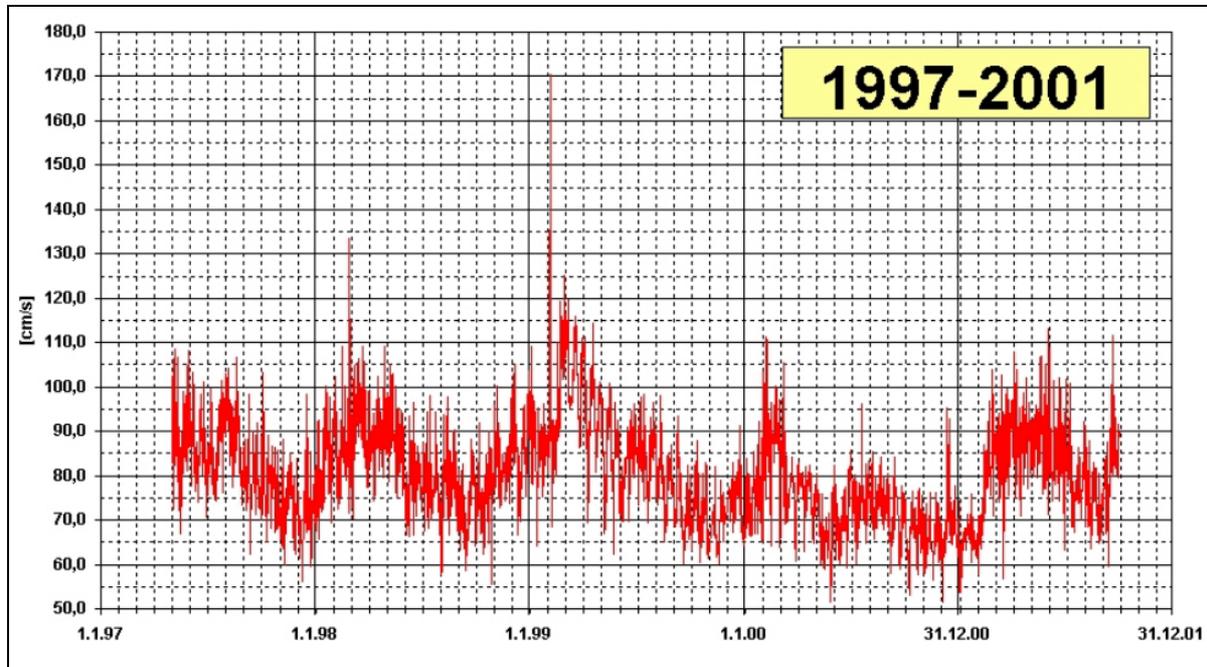


Abb. 6: Maximalwerte der Strömungsgeschwindigkeit während der Ebbe an der Station LZ1 (Krummendeich, Elbe-km 693,6) seit 1997. Die Messung erfolgt außerhalb der Fahrrinne, rund 2,5 m über der Gewässersohle.

Angesichts der großen, sowohl zeitlichen als auch räumlichen Variabilität der Strömungsgeschwindigkeiten ist ein genaues rechnerisches Herausfiltern möglicher ausbaubedingter Änderungen schwierig - zumal die prognostizierte Größenordnung der Veränderungen im Bereich der Mess- und Auswertegenauigkeit liegt. Allerdings lässt sich der Trend der Entwicklung der Strömungsgeschwindigkeit über längere Zeiträume ermitteln. Die bislang vorliegenden Messergebnisse weisen jedenfalls in keinem Fall darauf hin, dass die in der UVU prognostizierten ausbaubedingten Änderungen der Strömungsgeschwindigkeiten übertroffen wurden. Dieses wäre angesichts des geringen Ausmaßes der festgestellten Wasserstandsänderungen (siehe Kapitel 2) auch nicht zu erwarten gewesen.



Weitere Informationen auf CD 1 (Anhang)

5. Salzgehalte

Die Brackwasserzone der Unterelbe, also der Gewässerabschnitt, in dem sich Salz- und Süßwasser miteinander mischen, hat eine Ausdehnung von rund 20 - 30 km. Ihre Lage unterliegt großen Schwankungen. Sie wird beeinflusst durch die Gezeiten und insbesondere den Oberwasserzufluss. In Zeiten mit anhaltend niedrigen Oberwasserzuflüssen verlagert sich die Brackwasserzone stromauf und erreicht den Bereich Stadersand/Wedel. Dieser Vorgang geschieht über einen Zeitraum von mehreren Wochen. Bei einem Anstieg des Oberwasserzuflusses wird die Brackwasserzone hingegen innerhalb weniger Tiden stromab verschoben. Große natürliche Variationen der Lage der Brackwasserzone und damit der Salzgehaltsverteilung sind somit die typischen natürlichen Merkmale des Elbeästuars. Die Salzgehaltsverhältnisse und die Lage der Brackwasserzone wurden bereits durch die vorangegangenen Ausbaumaßnahmen beeinflusst. Untersuchungen deuten darauf hin, dass die obere Brackwassergrenze infolge der Fahrrinnenausbauten seit Beginn des letzten Jahrhunderts rund 20 km stromauf vorgedrungen ist.

Die hydronumerischen Modellrechnungen im Rahmen der UVU zur letzten Fahrrinnenanpassung haben ergeben, dass durch den Fahrrinnenausbau die obere Brackwassergrenze nur geringfügig stromauf vordringt. Die prognostizierte Zunahme der Salzgehalte soll demnach im Mittel bei Wedel etwa 0,02 ‰, bei Stadersand 0,05 ‰ und bei Glückstadt rund 0,1 ‰ betragen. Angesichts der sehr großen natürlichen räumlichen und zeitlichen Schwankungen der Salzgehalte im Elbeästuar und dem kleinen Ausmaß der prognostizierten Veränderungen ist ein Nachweis der Änderungen im Rahmen des Beweissicherungsverfahrens nur sehr schwer möglich, zumal die prognostizierten Änderungsbeträge im Bereich der Messgenauigkeit liegen. Eventuell werden Trendaussagen bei der Betrachtung mehrjähriger Datenreihen möglich. In Übereinstimmung mit den Auswertungen der hydrologischen Messdaten lassen die vorliegenden Salzgehaltsdaten bislang jedenfalls keinerlei Rückschlüsse auf eine Veränderung durch den jüngsten Fahrrinnenausbau zu.

Zusätzlich zu den Dauermessungen in der Elbe wurde zur Überwachung der Leitfähigkeit (Parameter zur Bestimmung des Salzgehaltes) des Wassers für Tränke und Beregnung ein Überwachungssystem installiert. An insgesamt acht Entnahmestellen werden auf der niedersächsischen Elbseite seit Mitte 2001 permanent Leitfähigkeit und Temperatur an den Ausgängen der Vorfluter in die Elbe gemessen; die Messwerte können über ein Intranet jederzeit abgerufen werden.

Seit mehreren Jahren an verschiedenen Messstellen (Wedel, Krautsand, Wischhafen) genommene Schöpfproben zeigen, dass auch kurzzeitige Überschreitungen der für die Landwirtschaft akuten Verträglichkeitsgrenze bislang weder bei Sturmfluten noch bei extrem niedrigen Oberwasserzuflüssen vorgekommen sind. Im Mittel liegen die Werte im gesamten Ästuar weit unterhalb der Verträglichkeitsgrenzen.



6. Topographie

Neben den Tidewasserständen ist die Topographie der zweite Basisparameter der Beweissicherung. Im Vergleich zu den Tidewasserständen ist ein Nachweis möglicher ausbaubedingter Veränderungen bei den topographischen Verhältnissen allerdings ungleich schwerer, da es sich bei der Unter- und Außenelbe um ein hochdynamisches morphologisches System handelt, in dem ständig und überall Erosion und Sedimentation mit entsprechendem Materialtransporten stattfinden. Die modellhafte Nachbildung aller hierbei maßgeblichen physikalischen Prozesse steckt auch heute noch in den Kinderschuhen und ist qualitativ noch nicht möglich. Vor diesem Hintergrund war und ist eine räumlich detaillierte Prognose der langfristigen morphologischen Entwicklung eines Tideästuars wie der Unter- und Außenelbe schlicht nicht möglich - zumal ein meteorologisches Einzelereignis wie eine Sturmflut die topographischen Verhältnisse innerhalb weniger Stunden vollkommen verändern kann.

Folglich ließen sich auch die Auswirkungen der Fahrrinnenanpassung auf die morphologischen Verhältnisse in der UVU nicht exakt quantifizieren. Es konnten lediglich Trendaussagen zu morphologischen Änderungen getroffen werden. Im Mittelpunkt standen dabei die Kenntnisse über die prognostizierten ausbaubedingten Veränderungen der Tidedynamik, die sich über veränderte Wasserstände, Überflutungsdauern, Strömungsgeschwindigkeiten sowie Sedimentations- und Erosionsverhalten auf Ufer, Deichvorländer sowie die Watt- und Flachwasserbereiche auswirkt.

Die in der UVU beschriebenen Entwicklungstendenzen für die einzelnen morphologischen Strukturelemente⁴ lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Deichvorland:** Durch den prognostizierten Anstieg des MThw und die damit verbundene Verlängerung der Überflutungsdauer wurde eine Beeinträchtigung ufernaher Biotope angenommen, in deren Folge sich die Gefahr von Erosionen im Uferbereich erhöht. Andererseits können Sedimentationen stattfinden, da die prognostizierte Erhöhung des Hochwassers zu einem erhöhten Schwebstoffein

⁴ Die "morphologische Strukturelemente" wurden in der UVU definiert und voneinander abgegrenzt:
Vordeichflächen sind die Bereiche zwischen dem Ufer (MThw-Linie) und dem Deich.
Wattflächen liegen zwischen dem Ufer (MThw-Linie) und der MTnw-Linie.
Flachwasserzonen sind definiert als Bereiche mit Tiefen zwischen MTnw und 2 m unter MTnw.
Tiefwasserbereiche weisen Tiefen von mehr als 2 m unter MTnw auf. Die Bereiche > 10 m unter MTnw werden differenziert betrachtet, da diese eine andere ökologische Wertigkeit aufweisen.

trag in die Vordeichflächen führt.

- **Watt:** Aufgrund der prognostizierten Absenkung des Tnw wurden bereichsweise tendenzielle Vergrößerungen der Wattflächen erwartet.
- **Flachwasser:** Für die Flachwasserbereiche wurde aufgrund der prognostizierten Absenkung des Tnw lokale Flächenverlagerungen vorhergesagt. Überwiegend wurde von einer Tendenz zur Abnahme der Flachwasserbereiche ausgegangen.
- **Tiefwasser:** Die Auswirkungen der Fahrrinnenanpassung resultieren einerseits aus den direkten Veränderungen infolge der Ausbaubaggerungen. Andererseits wurde angenommen, dass es zu indirekten Veränderungen aufgrund des morphologischen Nachlaufs kommen könnte, durch den sich nach dem Ausbau eine morphologische Entwicklung der Gewässersohle bis zu einem neuen dynamischen Gleichgewicht einstellen wird (siehe auch Abschnitt "Sockelstabilität"). Tendenziell wurde mit einer Zunahme der Tiefwasserbereiche gerechnet.

Insgesamt wurden in der UVU zur Fahrrinnenanpassung jedoch keine gravierenden Veränderungen der morphologischen Verhältnisse im Bereich der Unter- und Außenelbe prognostiziert, was angesichts des Umfangs der baulichen Maßnahmen (nur bereichsweise Veränderungen der Fahrrinnenbreiten) und des vergleichsweise geringen Ausmaßes der vorhergesagten vertiefungsbedingten Änderungen der Tidedynamik auch nicht verwundert.

Gleichwohl ist im Rahmen des Beweissicherungsprogramms eine umfassende Kontrolle der Topographie des Untersuchungsgebietes vorgesehen. Zentraler Untersuchungsinhalt ist hier die Entwicklung der flächenmäßigen Verteilung der oben genannten topographischen Strukturelemente Vorland, Watt sowie Flach- und Tiefwasser.

Die topographischen Veränderungen werden im gesamten Untersuchungsgebiet ermittelt, welches von der Außenelbe bis zur Tidegrenze am Wehr Geesthacht reicht und eine Gesamtfläche von etwa 848 km² aufweist. Das Gesamtgebiet ist unterteilt in sieben Untersuchungsabschnitte (**Abb. 7**), die bereits in der UVU festgelegt wurden. Ihre Einteilung basiert auf den unterschiedlichen Milieubedingungen für die Tier- und Pflanzenwelt. Die Untersuchungsgebiete sind:

- | | |
|--------------------------------|---|
| • Geesthacht bis Hamburg | (UG 1; 19,8 km ² = 2,3 % des Gesamtgebietes) |
| • Hamburger Delegationsstrecke | (UG 2; 15,7 km ² = 1,9 % " ") |
| • Hamburg bis Hetlingen | (UG 3; 40,8 km ² = 4,8 % " ") |
| • Hetlingen bis Stör | (UG 4; 95,5 km ² = 11,3 % " ") |
| • Stör bis Ostemündung | (UG 5; 104,7 km ² = 12,3 % " ") |
| • Ostemündung bis Cuxhaven | (UG 6; 284,6 km ² = 33,5 % " ") |
| • Cuxhaven bis See | (UG 7; 287,3 km ² = 33,9 % " ") |

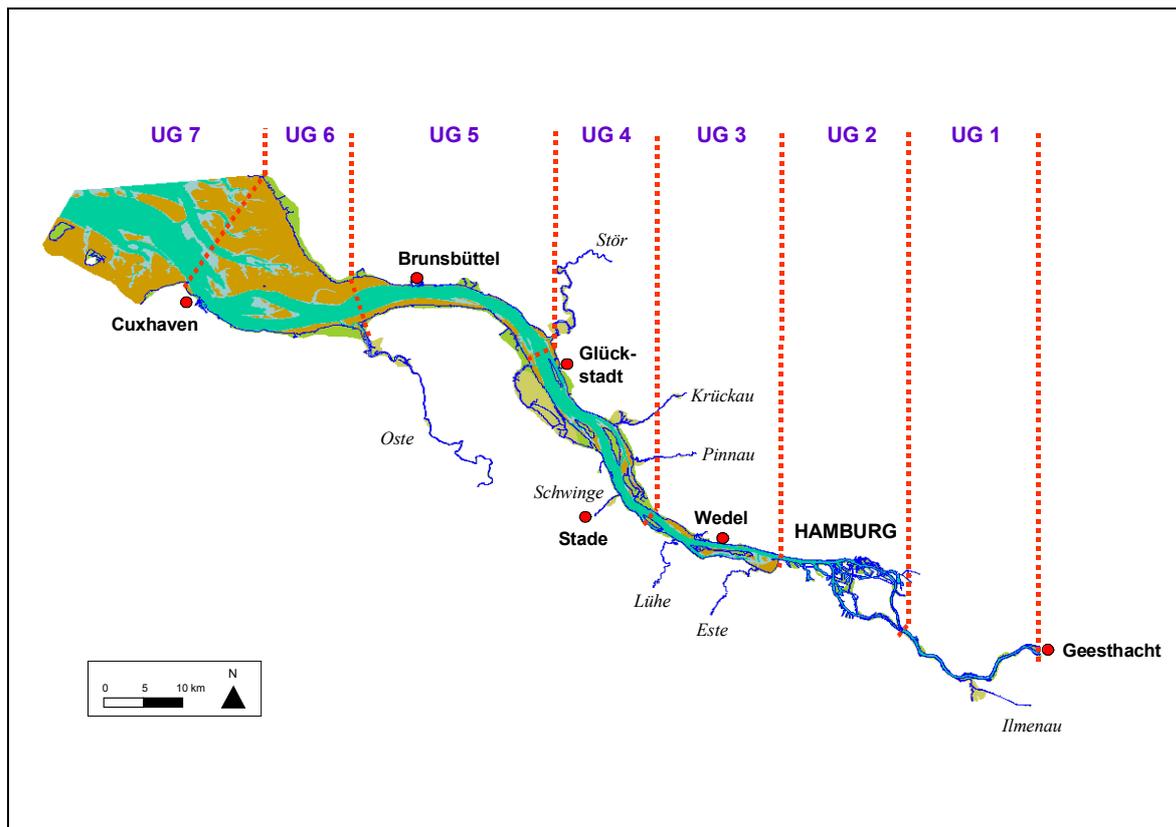


Abb. 7: Die sieben Untersuchungsabschnitte der Tideelbe

Im Beweissicherungsprogramm wurde für den Parameter Topographie als Schwellenwert eine ausbaubedingte Veränderung der Flächenverteilung von Watt, Flach- und Tiefwasser um jeweils $> 10\%$ im Untersuchungsgebiet festgelegt. Hinsichtlich der Vorlandbereiche (MThw-Linie bis Deichoberkante) wurde die Veränderungsschwelle auf $> 5\%$ festgelegt.

Grundlage für die Vergleichsbetrachtungen ist die Erstellung digitaler Geländemodelle für die einzelnen Untersuchungsabschnitte auf Basis der Peil- und Vermessungsdaten der beteiligten Ämter. **Abb. 8** zeigt am Beispiel des Untersuchungsgebietes 5 (Stör bis Ostemündung) die räumliche Verteilung der fünf morphologischen Struktureinheiten von 1995 bis 2000. Die Ergebnisse der bis dato vorliegenden topographischen Vergleiche sind exemplarisch in **Abb. 9** für UG 5 (Stör bis Ostemündung) dargestellt.

Die Daten zeigen nur ausgesprochen geringfügige Schwankungen der Verteilung der definierten Struktureinheiten. Ein klarer Entwicklungstrend ist nicht auszumachen. Trotz der hohen Morphodynamik des Systems Unter- und Außenelbe bleibt die generelle prozentuale Verteilung der topographischen Einheiten also offenbar ausgesprochen stabil. Daran hat augenscheinlich auch der jüngste Fahrrinnenausbau nichts geändert. Die hauptsächlich in 1999 durchgeführte Fahrrinnenanpassung schlägt sich in den bis dato vorliegenden Untersuchungsergebnissen nicht nieder.

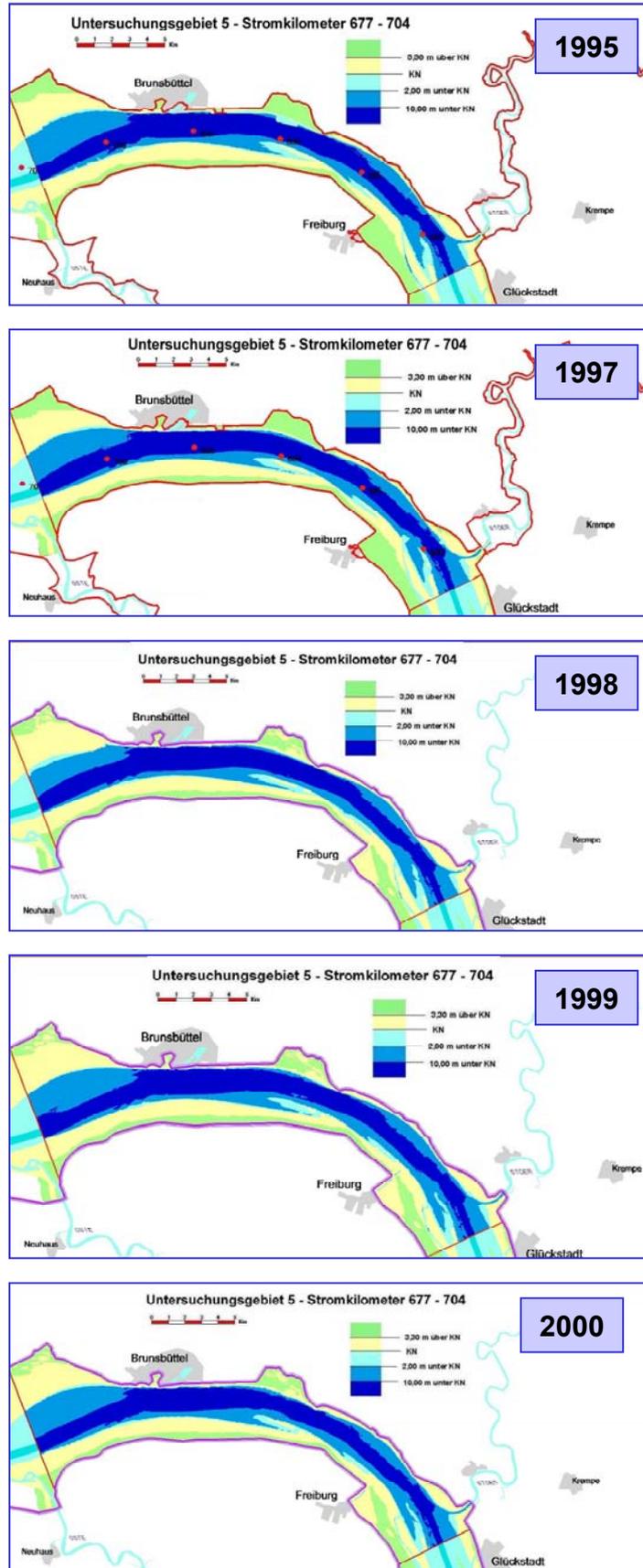


Abb. 8: Verteilung der topographischen Einheiten *Vorland, Watt, Flachwasser* und *Tiefwasser* im Untersuchungsgebiet 5 (Stör bis Ostemündung) 1995 bis 2000

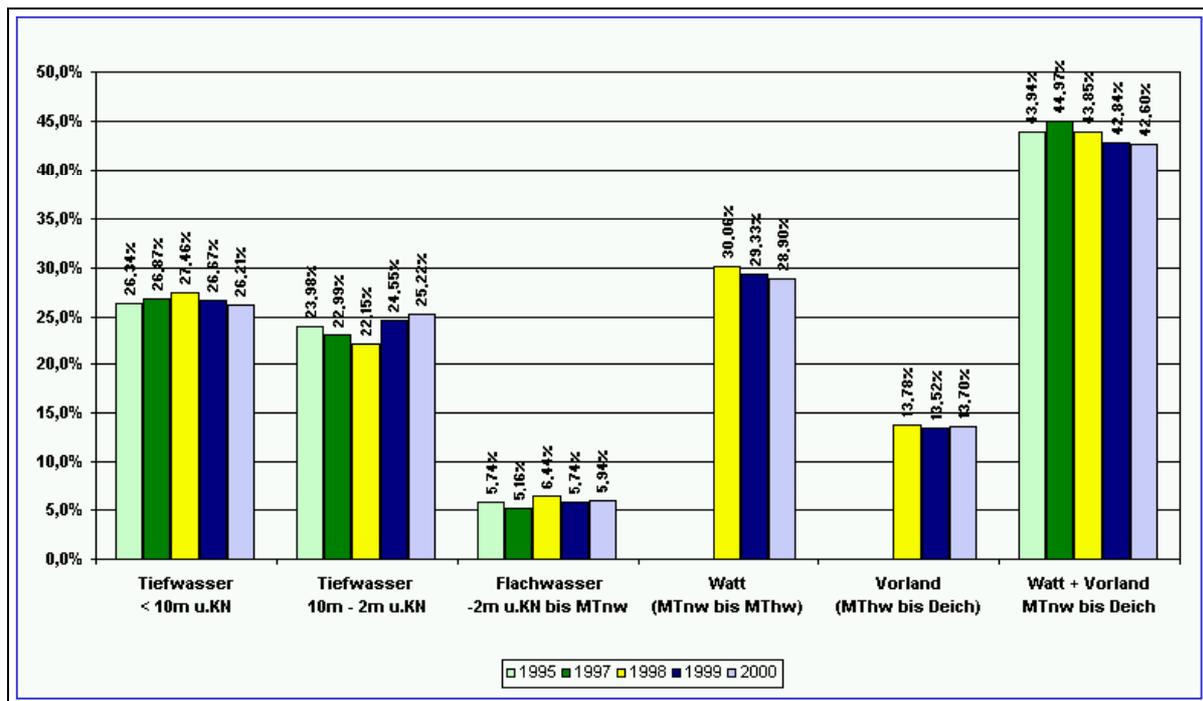


Abb. 9: Prozentuale Verteilung der Einheiten Vorland, Watt, Flachwasser und Tiefwasser im Untersuchungsgebiet 5 (Stör bis Ostemündung) 1995 bis 2000

Tabelle 1 fasst die bisher vorliegenden Ergebnisse der topographischen Vergleichsbetrachtungen für alle sieben Untersuchungsgebiete zusammen. Die Zahlen unterstreichen das oben Gesagte: Eine Wirkung der Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe auf die Verteilung der morphologischen Strukturelemente ist nicht erkennbar, der im Beweissicherungsprogramm definierte Schwellenwert wird in keinem Fall erreicht.

Tab. 1: Prozentuale Verteilung von *Tiefwasser*, *Flachwasser*, *Watt* und *Vorland* in den sieben Untersuchungsabschnitten von Unter- und Außenelbe

	1995	1997	1998	1999	2000
UG 1:					
Tiefwasser > 10 m u. KN			0,01	0,03	0,01
Tiefwasser 2 - 10 m u. KN			39,95	42,54	41,53
Flachwasser			8,19	9,22	9,19
Watt			22,31	20,79	21,14
Vorland			29,55	23,71	28,06
UG 2:					
Tiefwasser > 10 m u. KN			32,76	32,82	32,71
Tiefwasser 2 - 10 m u. KN			33,18	32,99	33,43
Flachwasser			5,06	4,75	5,18
Watt			10,85	10,73	10,20
Vorland			17,24	18,15	18,36
UG 3:					
Tiefwasser > 10 m u. KN		19,35	19,49	19,79	19,88
Tiefwasser 2 - 10 m u. KN		18,85	17,73	19,09	19,09
Flachwasser		13,02	14,67	13,31	13,46
Watt			32,10	31,89	31,57
Vorland			16,01	15,85	15,83
UG 4:					

Tiefwasser > 10 m u. KN	17,57	17,55	18,18	18,14	17,88
Tiefwasser 2 - 10 m u. KN	27,48	27,44	27,75	27,44	26,83
Flachwasser	8,20	8,34	8,96	8,96	9,78
Watt			27,51	28,07	27,94
Vorland			17,47	17,28	17,25
UG 5:					
Tiefwasser > 10 m u. KN	26,34	26,87	27,46	26,67	26,21
Tiefwasser 2 - 10 m u. KN	23,98	22,99	22,15	24,55	25,22
Flachwasser	5,74	5,16	6,44	5,74	5,94
Watt			30,06	29,33	28,90
Vorland			13,78	13,52	13,70
UG 6:					
Tiefwasser > 10 m u. KN	8,90	8,60	8,90	8,87	8,66
Tiefwasser 2 - 10 m u. KN	19,30	19,70	19,80	19,81	20,29
Flachwasser	9,00	8,20	7,50	6,72	7,60
Watt			55,90	57,27	56,12
Vorland			7,40	7,06	7,25
UG 7:					
Tiefwasser > 10 m u. KN	14,00	13,80	14,89	13,84	13,72
Tiefwasser 2 - 10 m u. KN	25,90	27,60	26,78	27,15	27,70
Flachwasser	12,80	10,90	10,71	10,01	11,64
Watt			44,89	44,81	43,57
Vorland			2,65	4,10	3,13



Weitere Informationen auf CD 1 (Anhang)

unter "Topographie / Topographien der 7 Beweissicherungsuntersuchungsgebiete" und "Ergebnisse der Flächenvergleichsrechnungen der 7 Gebiete"

Im Zusammenhang mit der im vorherigen Abschnitt beschriebenen Ermittlung topographischer Veränderungen auf Basis der sieben Untersuchungsabschnitte erfolgt bei der Beweissicherung zugleich auch eine sehr detaillierte und umfassende Aufnahme des gesamten Elbvorlandes mit seinen Überflutungsräumen. Ziel ist die Dokumentation von Veränderungen der Geländegestalt bzw. Geländebewuchses im Elbvorland und im tidebeeinflussten Bereich der Nebenflüsse. Hauptbestandteil der Erhebungen sind Querprofilmessungen (Deich bis MTnw), die ergänzt werden durch Biotopvermessung (Standortbestimmung einzelner Pflanzen sowie Transektmessung) sowie Vermessung von Abbruch-, Vegetationskanten und der MThw-Linie.

Insgesamt werden im gesamten Beweissicherungsgebiet nicht weniger als 1428 Querprofile in den Vorlandbereichen aufgenommen. Der Abstand der Profilaufnahmen schwankt zwischen 50 und 200 m. Für einen Großteil dieser Profile bestehen Vergleichsmessungen aus den 60er und 70er Jahren, die im Zusammenhang mit vorangegangenen Vertiefungsmaßnahmen aufgenommen wurden, so dass für die Beweissicherung eine sehr gute Datenbasis für die Kontrolle der Erosions- und Se

dimentationsvorgänge im Uferbereich der Tideelbe vorhanden ist. **Abb. 10** zeigt ein Beispiel für ein Querprofil aus der terrestrischen Vermessung. Die ersten Vergleichsmessungen wurden bereits aufgenommen.

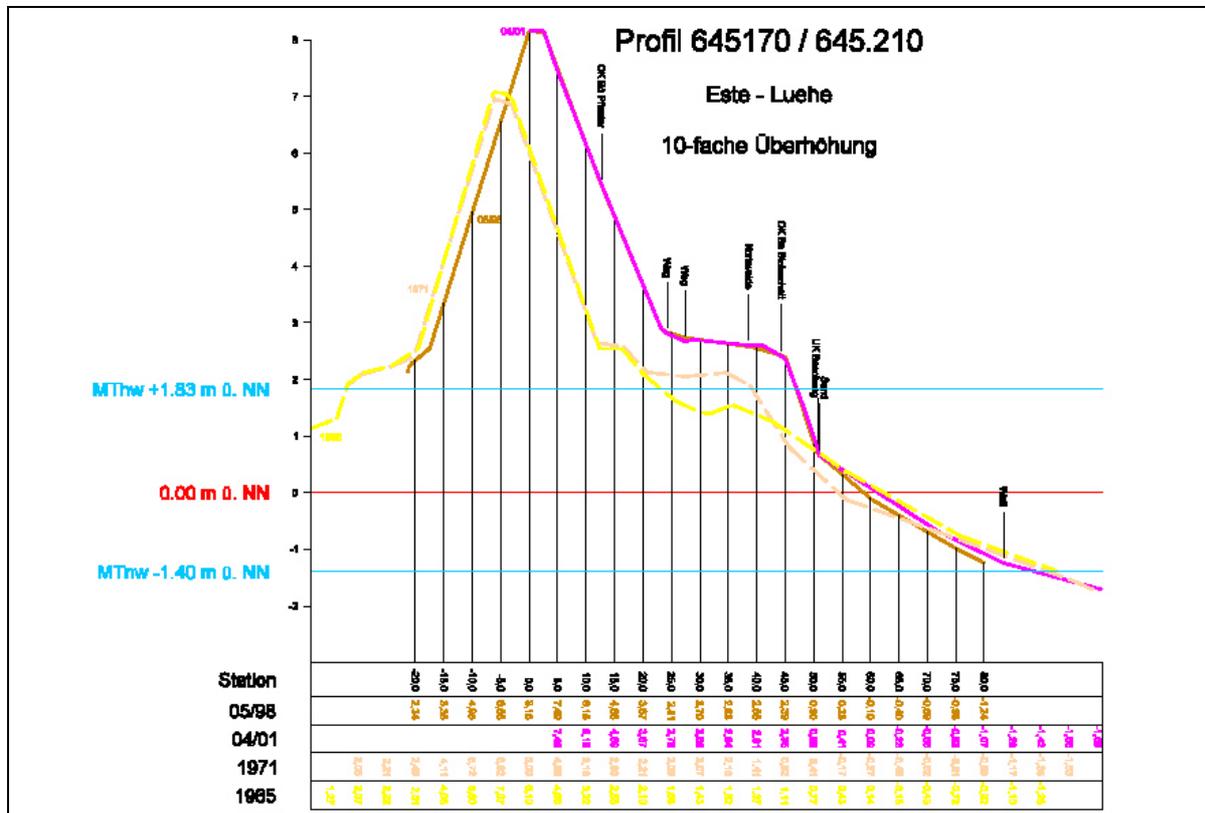


Abb. 10: Beispiel für eine Profildarstellung zur terrestrischen Vermessung mit eingearbeiteten Altprofilen aus früheren Erhebungen bei Elbe-km 645 (zwischen Este und Luehe)



Sämtliche Querprofile aus der terrestrischen Vermessung sind auf der im Anhang befindlichen CD 2 beigefügt.

7. Sockelstabilität

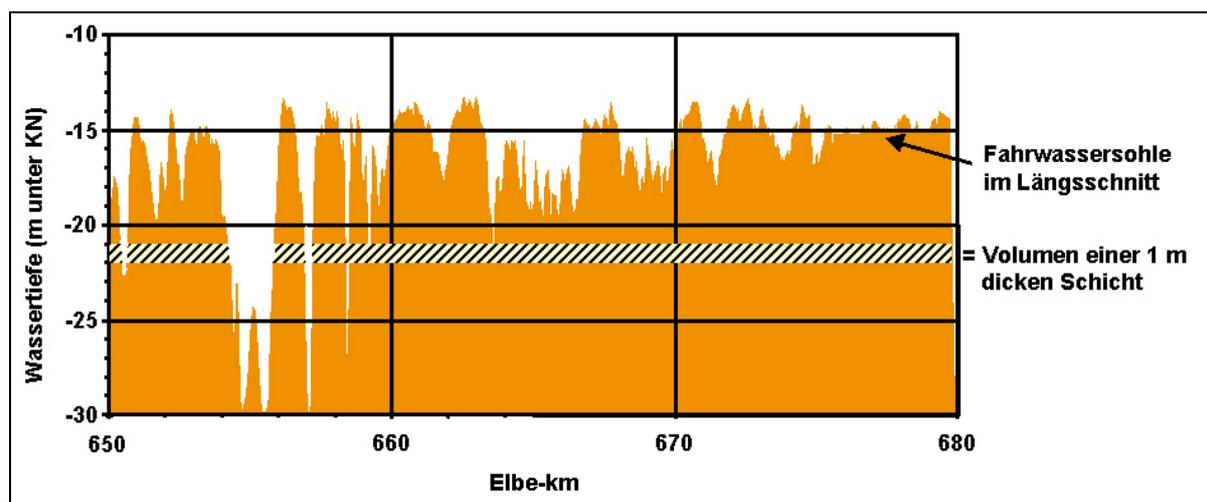
Bei der Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe wurden unterschiedliche Fahrrinntiefen hergestellt. Die Solltiefen der Fahrrinne schwanken zwischen 14,40 m unter Kartennull (KN) im zentralen Abschnitt der Unterelbe zwischen Lühesand und Otterndorf (sog. Sockelbereich) und 15,30 m bzw. 15,20 m unter KN an den Enden der Ausbaustrecke. Insbesondere dem Sockelbereich der Elbe wurde im Zuge des Genehmigungsverfahrens ein besonderes Augenmerk gewidmet, da von

Dritten Befürchtungen bezüglich der dauerhaften Stabilität dieses nur vergleichsweise gering vertieften Fahrinnenabschnitts geäußert wurden. Im Falle einer sukzessiven Erosion des Sockels wurden größere Strömungs- und Wasserstandsänderungen befürchtet.

Daher gilt es im Zuge des Beweissicherungsverfahrens, die Stabilität des Sockels zu kontrollieren. Dies soll auf Basis 12 verschiedener, unterschiedlich langer Untersuchungsabschnitte erfolgen, die außer dem eigentlichen Sockelbereich (Elbe-km 648 bis 717) auch die beiden Rampenstrecken umfassen. Damit wird im Ergebnis fast die gesamte Länge der Ausbaustrecke betrachtet:

- Abschnitt 1 (Elbe-km 632 - 648; 16 km)
- Abschnitt 2 (Elbe-km 648 - 660; 12 km)
- Abschnitt 3 (Elbe-km 660 - 676; 16 km)
- Abschnitt 4 (Elbe-km 676 - 688; 12 km)
- Abschnitt 5 (Elbe-km 688 - 698; 10 km)
- Abschnitt 6 (Elbe-km 698 - 705; 7 km)
- Abschnitt 7 (Elbe-km 705 - 708; 3 km)
- Abschnitt 8 (Elbe-km 708 - 717; 9 km)
- Abschnitt 9 (Elbe-km 717 - 719; 2 km)
- Abschnitt 10 (Elbe-km 719 - 723; 4 km)
- Abschnitt 11 (Elbe-km 723 - 732; 9 km)
- Abschnitt 12 (Elbe-km 732 - 748; 16 km)

Gemäß Beweissicherungsprogramm ist für die genannten Abschnitte die langjährige Entwicklung des Sedimentvolumens im Bereich des Fahrwassers auf Basis von 1 m dicken Schichten zu ermitteln (siehe Skizze):



Vereinfachte Prinzipskizze zur Ermittlung des Materialvolumens in 1 m dicken Sedimentschichten im Bereich des Fahrwassers zur Kontrolle der Sockelstabilität

Die **Abbildungen 11** und **12** zeigen exemplarisch die Ergebnisse dieser Schichtvo

lumenermittlungen für die Untersuchungsabschnitte 3 (etwa Grauerort bis Glückstadt) und 4 (etwa Glückstadt bis Scheelenkuhlen). Es wird zunächst deutlich, dass sich der Fahrrinnenausbau in den einzelnen Gebieten unterschiedlich niederschlägt: Während sich im Abschnitt 3 die Ausbaubaggerungen sichtlich abzeichnen, kommt dies im Abschnitt 4 kaum zum Ausdruck. Dies ist zumindest zum Teil darauf zurückzuführen, dass in einigen Fahrrinnenabschnitten aufgrund natürlich bedingter großer Wassertiefen nur geringfügige Vertiefungsbaggerungen notwendig waren, um die neuen Solltiefen herzustellen. Darüber hinaus ist in beiden Fällen erkennbar, dass nach dem Abschluss der Vertiefungsarbeiten keine "Materialverluste" in diesen Streckenabschnitten zu verzeichnen sind.

Ohnehin ist insbesondere die jüngere Entwicklung der Fahrrinnensohle nach dem Abschluss der Vertiefungsarbeiten von besonderem Interesse, mithin also die Entwicklung von 2000 auf 2001. Die bereits für den Großteil der oben genannten Fahrrinnenabschnitte vorliegenden Ergebnisse für das erste und zweite Halbjahr 2001 lassen, was bereits in obigen Graphiken zum Ausdruck kommt, keine Hinweise auf eine Gefährdung der Sockelstabilität, sprich: eine allmähliche Erosion der vertieften Fahrrinne erkennen. Die Daten weisen große Änderungen in den sohnahen Schichten von Messung zu Messung auf, was angesichts der ständig ablaufenden natürlichen Materialumlagerungen an der zumeist sandigen Fahrrinnensohle und den regelmäßig stattfindenden Unterhaltungsbaggerungen keinesfalls überrascht. Die einzelnen Vergleichswerte, die z.T. sehr hohe Veränderungsraten in einzelnen Schichtsegmenten aufweisen, dürfen vor diesem Hintergrund nicht überinterpretiert werden.

Die umfangreichen Ergebnisse zur Überprüfung der Sockelstabilität sind in der Ergebnispräsentation auf CD 1 dokumentiert.



**Weitere Informationen auf CD 1 (Anhang)
unter "Topographie/ Ergebnisse von Schichtmengenberechnungen"**

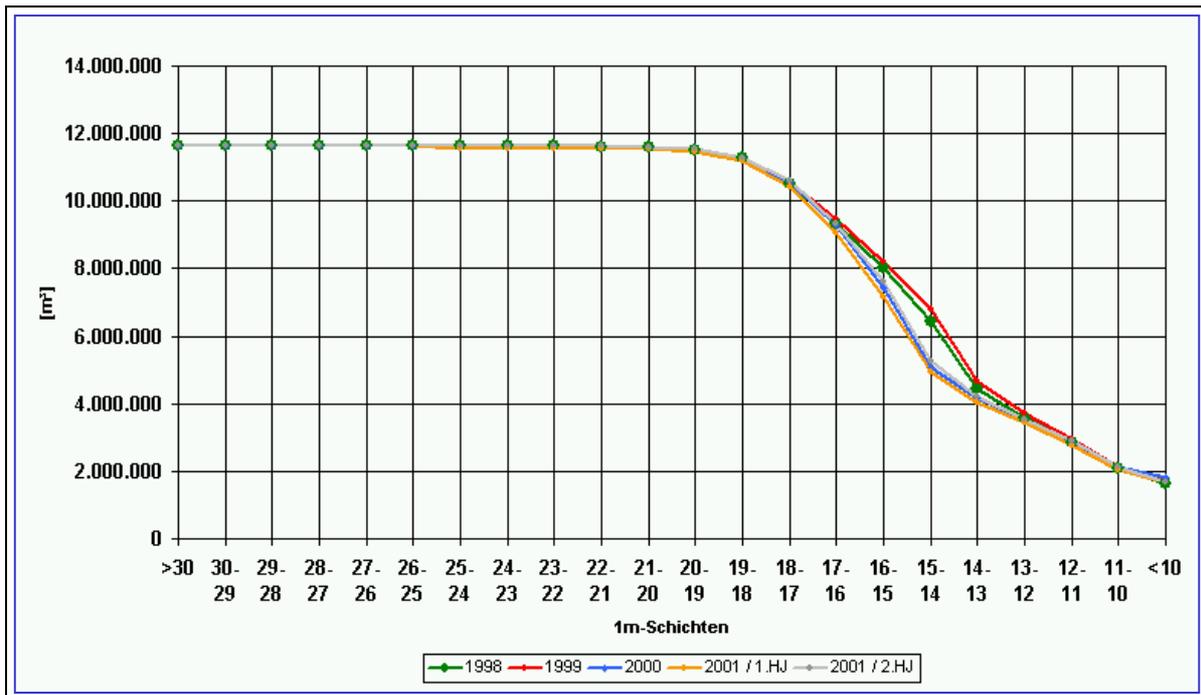


Abb. 11: Sockelstabilität im Untersuchungsabschnitt 3 (Elbe - km 660 bis 676): Entwicklung des Volumens von 1 m - Schichten im Fahrrinnenbereich der Untereibe

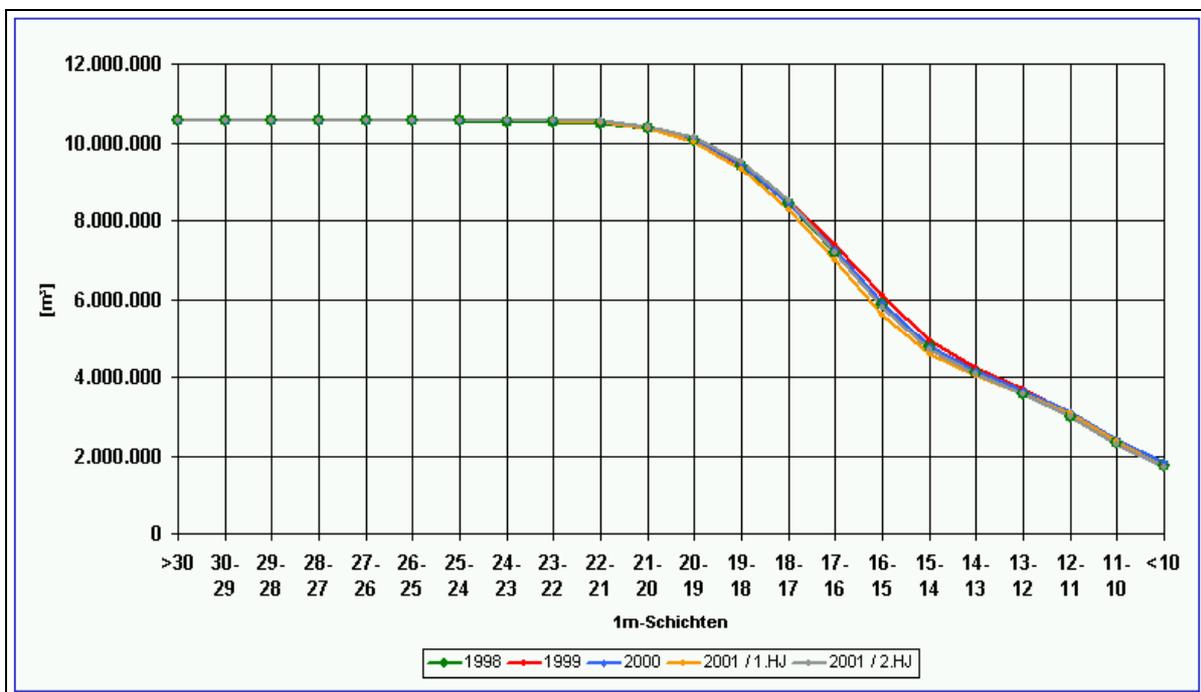


Abb. 12: Sockelstabilität im Untersuchungsabschnitt 4 (Elbe - km 676 bis 688): Entwicklung des Volumens von 1 m-Schichten im Fahrrinnenbereich der Untereibe

8. Sedimentation in Häfen und Nebengewässern

Sedimentation und Erosion sind ständig und überall ablaufende Vorgänge in einem Tidefluss wie der Elbe. Jeder Fluss transportiert ständig Sedimente und Schwebstoffe, sowohl an der Sohle als auch in der Wassersäule. Die Besonderheit am Tidefluss ist, dass durch den Flutstrom, der generell eine höhere Geschwindigkeit aufweist als der Ebbstrom, bei Flut Sedimente stromauf transportiert werden. Hinzu kommt, dass der (wegen des Salzgehaltes schwerere) Flutstrom mehr an der Gewässersohle arbeitet als der (leichtere) Ebbstrom. In der Stauwasserphase zwischen Flut und Ebbe kommt es dann, vorwiegend in strömungsarmen Bereichen, zu Ablagerungen. Der Ebbstrom ist aufgrund seiner geringeren Geschwindigkeit nicht in der Lage, das gesamte stromauf transportierte Material zurückzutransportieren. Bei hohen Oberwasserzuflüssen (zumeist im Frühjahr und Herbst), wenn der Ebbstrom verstärkt wird, kommt es dann zu einem verstärkt stromab gerichteten Sedimenttransport, wodurch die Sedimentbilanz - zumindest größtenteils - wieder ausgeglichen wird. Diese Prozesse treten sowohl in der Elbe als auch ihren Nebenflüssen auf.

Gleichwohl stellt sich die morphologische Entwicklung der Nebengewässer der Untereibe in der jüngeren Vergangenheit sehr unterschiedlich dar. Während in manchen Seitenräume seit Jahrzehnten markante Verschlickungstendenzen zu verzeichnen sind (z.B. Mühlenberger Loch oder Freiburger Watt), sind andere Bereiche seit jeher stabil (z.B. Lühesander Süderelbe oder Glückstädter Nebeneibe).

Angesichts der nur geringen prognostizierten Veränderungen in der Hydrodynamik wurden in der UVU entsprechend auch nur unerhebliche Veränderungen der Transport- und Sedimentationsprozesse erwartet. Vor diesem Hintergrund wird nach den Ergebnissen der UVU weder in den Nebenflüssen und Nebengewässern noch in den Häfen entlang der Elbe mit einer signifikanten langfristigen Veränderung des Sedimentationsverhaltens gerechnet.

Die bislang vorliegenden Peilerggebnisse weisen für keinen Nebenfluss bzw. kein Nebengewässer eine erkennbare Zunahme der Sedimentationsbedingungen seit Durchführung der letzten Fahrrinnenanpassung auf. Allerdings ist die Schwankung der Messergebnisse aufgrund der Variation der Tidedynamik sehr groß, so dass sich mögliche Entwicklungstrends erst bei Betrachtung eines längeren Zeitraums erkennen lassen. Die Entwicklung der Sedimentation im Bereich der Tideelbe wird bei der Beweissicherung daher gründlich zu beobachten und zu bewerten sein.



Weitere Informationen auf CD 1 (Anhang) unter "Topographie"

9. Zusammenfassung

Im Jahr 1999 wurde in einer gemeinsamen Maßnahme der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes sowie der Freien und Hansestadt Hamburg die Fahrrinne der Unter- und Außenelbe vertieft. Die Fahrrinnenanpassung wurde durch die Planfeststellungsbeschlüsse der WSD Nord vom 22.2.1999 sowie der Planfeststellungsbehörde des Amtes Strom- und Hafenausbau vom 4.2.1999 genehmigt. Grundlage für die Genehmigung des Projektes waren u.a. die Ergebnisse einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU), in der die erwarteten Wirkungen des Fahrrinnenausbaus dargelegt wurden.

Die beiden Planfeststellungsbeschlüsse enthalten eine Reihe von Auflagen zur Beweissicherung. Im Rahmen eines Beweissicherungsverfahrens soll geprüft werden, inwieweit die in der UVU getroffenen Aussagen zu den vertiefungsbedingten Änderungen der hydrologischen und ökologischen Kenngrößen im Bereich der Unterelbe zutreffend waren.

Das Beweissicherungsprogramm umfasst daher sowohl abiotische Kenngrößen, wie z.B. Wasserstände und Strömungen, als auch biotische ("ökologische") Untersuchungsinhalte, die sich auf die Flora und Fauna des Betrachtungsgebietes beziehen.

Der wichtigste Parameter der Beweissicherung ist der Wasserstand, da er erfahrungsgemäß unmittelbar und am besten nachweisbar auf eine Fahrrinnenvertiefung reagiert. Das Ausmaß der Wasserstandsveränderungen ist zugleich ein wichtiger Indikator für die Intensität der ökologischen Folgen einer Ausbaumaßnahme. Große Wasserstandsveränderungen gehen einher mit entsprechend 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 angenommen werden, dass geringfügige Wasserstandsänderungen kaum mit nennenswerten Beeinträchtigungen der Umwelt verknüpft sind.

Die grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen Fahrrinnenausbauten und Veränderungen der Wasserstände an der Elbe sind seit langem bekannt: In Folge einer Vertiefung kommt es prinzipiell zu einem Absinken der Tideniedrigwasserstände (Tnw), während die Tidehochwasser (Thw) ansteigen. Im Rahmen der UVU zur Fahrrinnenanpassung wurden die relativ stärksten ausbaubedingten Wasserstandsänderungen für den Hamburger Elbabschnitt prognostiziert: Demnach wurde hier mit einem Anstieg des mittleren Thw um bis zu 4 cm und einem Absinken des Tnw um bis zu 7 cm gerechnet.

Da die hauptsächlichen Vertiefungsarbeiten im Zuge der Fahrrinnenanpassung im Jahr 1999 durchgeführt wurden, müsste sich eine hydrologische Reaktion auf diese

Baumaßnahme bereits aus den bis dato vorliegenden Wasserstandsdaten erkennen lassen.

Kennzeichnend für die Wasserstandsentwicklung in der Unterelbe in den letzten Jahrzehnten ist ein leichtes Ansteigen des Tidehochwassers und ein deutlicheres Absinken des Tideniedrigwassers. Die gemessenen Wasserstände sind mehr oder minder stark von den Meeresspiegelschwankungen der Nordsee geprägt. Darüber hinaus beeinflusst auch das Oberwasser die Wasserstände, vornehmlich im oberen Teil des Ästuars. Um die Auswirkung einer Baumaßnahme wie der Fahrrinnenanpassung genauer bestimmen zu können, ist es daher notwendig, diese "externen" Beeinflussungen der Wasserstände zu berücksichtigen.

Unter Berücksichtigung dieser externen Einflüsse ergibt sich bezüglich der Wasserstandsentwicklung an den Pegeln folgendes Bild:

- Eine Verstärkung des Tideniedrigwasser-Trends ist nicht erkennbar. Es zeichnet sich eher eine Stabilisierung der Niedrigwasserverhältnisse ab, die durch die in 1999 durchgeführte Fahrrinnenanpassung offenbar nicht negativ beeinflusst wurde.
- Bei der Entwicklung des Tidehochwassers hat sich bislang keine nachweisbare Reaktion auf den 1999er Fahrrinnenausbau gezeigt.
- Daraus ist ableitbar, dass auch die Sturmflutwasserstände durch den Fahrrinnenausbau nicht negativ beeinflusst wurden.

Vor diesem Hintergrund ist nach dem derzeitigen Wissensstand nicht erkennbar, dass die UVU - Prognosen zu den Auswirkungen der Fahrrinnenanpassung erreicht oder gar übertroffen werden.

Das Beweissicherungsverfahren wird planmäßig fortgesetzt. Der nächste Jahresbericht wird noch in 2002 fertiggestellt. Darüber hinaus sind die Datengrundlagen der Beweissicherung in einer zentralen Datenbank beim Wasser- und Schifffahrtsamt Cuxhaven erfasst. Sie sind jederzeit und für jedermann zugänglich über das Internet unter der Adresse

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

10. Hinweise zur Benutzung der CDs

Benötigte Soft- und Hardware:

- Standard PC (möglichst mit einer Bildschirmauflösung 1028 x 768)
- Betriebssystem Windows 98, 2000, ME oder NT
- Zum Betrachten der topographischen Aufnahmen: Adobe Acrobat Reader ab Version 4.0
- Installationshinweise für Adobe - Reader 5.0 entnehmen Sie bitte der Datei "liesmich.txt" auf CD 2.

Zum Start der CD 1 (*Präsentation der Beweissicherungs-Ergebnisse*) gehen Sie bitte wie folgt vor:

Wenn Ihr Computer "autorun" unterstützt:

1. CD einlegen
2. Nach dem Hochlaufen den Anweisungen folgen:
3. Taste betätigen
4. "start" eingeben
5. Auf Button "Vorführen" klicken

Wenn Ihr Computer "autorun" NICHT unterstützt:

1. CD einlegen
2. Auf Button "Arbeitsplatz" klicken
3. Auf Button "CD-ROM" (z.B. "D") klicken
4. Auf Datei "start.bat" klicken
5. Nach dem Programmstart den Anweisungen folgen:
6. Taste betätigen
7. "start" eingeben
8. Auf Button "Vorführen" klicken

Zum Start der CD 2 (*Querprofile aus der terrestrischen Vermessung*) gehen Sie bitte wie folgt vor:

Wenn Ihr Computer "autorun" unterstützt:

1. CD einlegen
2. Nach dem Hochlaufen öffnet sich die Startseite im Adobe - Reader
3. Navigieren Sie über die Schaltflächen zu den einzelnen Kartenbereichen

Wenn Ihr Computer "autorun" NICHT unterstützt:

1. CD einlegen
2. Auf Button "Arbeitsplatz" klicken
3. Auf Button "CD-ROM" (z.B. "D") klicken
4. Auf Datei "start.pdf" klicken
5. Nach dem Programmstart öffnet sich die Startseite
6. Navigieren Sie über die Schaltflächen zu den einzelnen Kartenbereichen