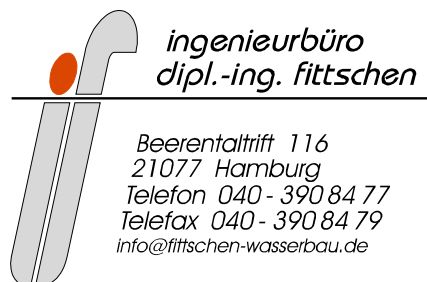


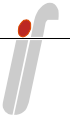
Darstellung und Bewertung der Auswirkungen des OTB auf die Bemessung des Seedeichs (Wellenauflauf)

**(Betrachtung nach Vorliegen des BAW-Berichts
„Wasserbauliche Systemanalyse für das Offshore-Terminal Bremerhaven“ und
der Stellungnahme der BAW
„Veränderung der Seegangbelastung des Seedeichs Bremerhaven“)**

Auftragsnummer 42821022

4. Februar 2013





1. Aufgabenstellung

Im Rahmen der Planung des Offshore-Terminals Bremerhaven (OTB) gilt es unter anderem zu klären, welche Wirkungen durch den OTB auf den Küstenschutz zu erwarten sind.

Hierzu liegt von der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) neben der „Wasserbauliche Systemanalyse für das Offshore-Terminal Bremerhaven“ (U9) auch eine zusätzliche Stellungnahme zur „Veränderung der Seegangbelastung des Seedeichs Bremerhaven“ (U10) vor, die Veränderungen infolge des Baus des OTB beschreiben.

Das Ingenieurbüro Fittschen wurde von bremenports beauftragt, die von der BAW ermittelten Änderungen der Seegangbelastung für die Hochwasserschutzbauwerke Bremerhavens im Hinblick auf mögliche Änderungen des Besticks zu quantifizieren.

2. Verwendete Unterlagen

Vom Auftraggeber wurden für die Bearbeitung folgende vorhabensbezogene Unterlagen zur Verfügung gestellt:

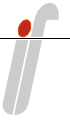
- U1. Offshore-Terminal Bremerhaven (OTB), Erläuterungsbericht, bremenports, (Entwurf Stand vom März 2012)
- U2. Lageplan OTB, M.=1:2000 (Stand 01.11.2012)
- U3. Höhenplan des Fahrwasser am OTB, M.=1:5000 (Stand 26.03.2012)
- U4. Querschnitt Randdamm OTB, m.=1:250 (Stand 12.03.2012)
- U5. Vorhaben Ertüchtigung Seedeich, Tabelle der Sollhöhen f. Deichneigung 1:6 (2010)
- U6. Vorhaben Ertüchtigung Seedeich, Lageplan M.=1:2500 (Stand 10.10.2009)
- U7. Vorhaben Ertüchtigung Seedeich, Querschnitt Station 0+400 und 0+800, M.=1:200 (Stand 12.01.2010)
- U8. Vorhaben Ertüchtigung Seedeich, Querschnitt an den Stationen 2+000 und 2+400, M.=1:200 (Stand 12.01.2010)
- U9. Wasserbauliche Systemanalyse für das Offshore-Terminal Bremerhaven, Bundesanstalt für Wasserbau (Stand September 2012)
- U10. Stellungnahme zur Veränderung der Seegangbelastung des Seedeichs Bremerhaven, Bundesanstalt für Wasserbau (Stand Januar 2013)

3. Eingangsdaten

Der für Hochwasserschutzbauwerke zugrunde zu legende Bemessungshochwasserstand (BHW) beträgt für Bremerhaven 6,62 mNN und schließt einen von der Verwaltung festgelegten zusätzlichen Sicherheitszuschlag von 0,25m ein, der die Unsicherheiten im Hinblick auf die Prognose des Säkularanstiegs berücksichtigen soll.

Nach den Ergebnissen der BAW (U9 und U10) ist von den Hochwasserschutzbauwerken Bremerhavens im Hinblick auf eine mögliche zusätzliche Wellenbelastung nur der Seedeich in einem etwa 300m langen Abschnitt nördlich des geplanten OTB betroffen.

Für diesen Deichabschnitt gilt der Generalplan Küstenschutz (NLWKN 2007) und es liegt bereits eine planfestgestellte Ausbauplanung ohne Berücksichtigung des OTB vor.



Auf Anforderung der für den Hochwasserschutz im Lande Bremen zuständigen Behörde (Senator für Umwelt, Bau und Verkehr/Referat 32 - Wasserwirtschaft, Hochwasserschutz, Wasserbau) war der Einfluss des OTB durch Vergleichsrechnungen auf der Basis des für die Deichbemessung in Niedersachsen und Bremen zugrundeliegenden Generalplans und des Berichtes des NLWKN (2003) zu untersuchen.

In der dem Generalplan zu Grunde liegenden NLWKN-Untersuchung der Forschungsstelle Küste (2003) wurden auf Basis einer numerischen Modellierung der Weser Wellenhöhen und -richtungen für den Bemessungshochwasserfall berechnet und flächenhaft dargestellt. Hieraus wurden vom NLWKN „die Parameter des Bemessungsseegangs zur Berechnung des Bemessungswellenaufbaus für Deiche und des Bemessungsfreibords für Sturmflutschutzmauern in einem Abstand von etwa 70 Metern vom Bauwerk“ ermittelt. Das erforderliche Bestick der Hochwasserschutzbauwerke auf Basis der damals vorliegenden Außendeichneigungen wurde mit diesen Wellenparametern und einer Wellenaufbau-Formel nach Niemeyer bestimmt und das Ergebnis tabellarisch dargestellt. Inwieweit dabei Umformungsprozesse der Wellen auf dem Weg zum Deich durch Refraktion und Shoaling berücksichtigt und welche Wellenangriffsrichtung am Deich angenommen wurden, ist genauso unbekannt, wie die jeweiligen expliziten Wellenhöhen und -perioden, die für die einzelnen Deichabschnitte angesetzt wurden.

Für den betroffenen Deichabschnitt zwischen Deich-km 2+050 und 2+350 (Anlage 1) können aus der Grafik (NLWKN 2003, Abb. 9 und Abb. 10) Wellenhöhen H_{m0} zwischen 1,25m und 1,75m und eine Wellenperiode $T_{m-1,0}$ von 3,5s abgelesen werden. Als Wellenangriffsrichtung wird ein Winkel von 20° zur Böschungsnormale angesetzt.

Die BAW gibt die vorhabensbedingten Änderungen der Wellenhöhen am Seedeich mit einer Erhöhung um 0,05 bis 0,10m an. Dies trifft in vollem Umfang auf die ersten 100m Deichlinie nördlich des OTB zu (Deich-km 2+050 bis 2+150), für die nächsten 200m (Deich-km 2+150 bis 2+350) kann mit einer linearen Abnahme auf Null gerechnet werden. Eine Veränderung der Wellenperiode durch die Reflexionen wird von der BAW ausgeschlossen.

Im planfestgestellten Ausbau des Seedeichs (2010) wurde das nach Generalplan erforderliche Bestick wegen der beschriebenen Unwägbarkeiten bei den Eingangsparametern durch Ähnlichkeitsbetrachtung auf die neue Außendeichneigung von 1:6 umgerechnet (U5); dies erfolgte im Raster von 50m entlang der Hochwasserschutzlinie.

Diese Bestickermittlung ist Basis der hier durchgeführten Vergleichsrechnung.

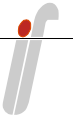
4. Nördlicher Seedeich

Die Berechnung der Wellenaufbauhöhe erfolgt entsprechend dem Vorgehen des NLWKN (2003) nach der dort angegebenen Formel nach Niemeyer für einen zulässigen Wellenüberlauf von 3% der Wellen:

$$a_{97} = 1,62 * (g/(2*PI) * H_{m0})^{-1/2} * T_{m-1,0} * 1/n * \gamma_R$$

mit $\gamma_R = 1 - 0,0022 * \text{abs}(\Theta)$

Im Folgenden werden die resultierenden Wellenaufbauhöhen für Wellen der Höhe 1,25m, 1,50m und 1,75m sowie die durch den OTB um jeweils 0,05 und 0,10m erhöhten Wellen berechnet. Als vorhabensbezogene Erhöhung ist dann die jeweilige Differenz zu sehen.



Nr.	Wellenhöhe nach Niemyer	Wellenaufbauhöhe a ₉₇ nach Niemyer	Wellenaufbauhöhe einschl. Erhöhung durch OTB ($\Delta H_{m0} = 0,05m$)	Wellenaufbauhöhe einschl. Erhöhung durch OTB ($\Delta H_{m0} = 0,10m$)
1	1,25m	1,26m	1,29m	1,31m
2	1,50m	1,38m	1,41m	1,43m
3	1,75m	1,49m	1,51m	1,54m

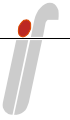
Bei einer Reflexionswellenhöhe von 0,10m vom OTB beträgt die Erhöhung des Wellenaufbaus weitgehend unabhängig von der verwendeten Ausgangswellenhöhe 0,05m. Bei einer Reflexionswellenhöhe von 0,05m beträgt die Erhöhung 0,02m bis 0,03m.

Ausgehend vom ungünstigeren Fall, einer Reflexionswellenhöhe von 0,10m, wurden über dem betrachteten Deichabschnitt die notwendigen Erhöhungen des Besticks berechnet und in der folgenden Tabelle dargestellt. Dabei wurde das erforderliche Bestick ohne OTB aus den Unterlagen zum Vorhaben Ertüchtigung Seedeich (U5) entnommen:

Deich-km	erforderliches Bestick ohne OTB	notwendige Erhöhung durch OTB	erforderliches Bestick mit OTB
2+050	NN+8,01m	100%*0,05m=0,05m	NN+8,06m
2+100	NN+8,02m	100%*0,05m=0,05m	NN+8,07m
2+150	NN+8,03m	100%*0,05m=0,05m	NN+8,08m
2+200	NN+8,05m	75%*0,05m=0,04m	NN+8,09m
2+250	NN+8,06m	50%*0,05m=0,03m	NN+8,09m
2+300	NN+8,06m	25%*0,05m=0,01m	NN+8,07m
2+350	NN+8,06m	0%*0,05m=0,00m	NN+8,06m

Im gesamten betrachteten Deichabschnitt von Deich-km 2+050 bis 2+350 reicht daher auch bei Berücksichtigung der Reflexionswirkung des OTB (im nach BAW ungünstigsten Fall) das bereits planfestgestellte Deichbestick von NN+8,10m aus (Anlage 2).

Hamburg, 4. Februar 2013



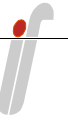
Schrifttum

NLWKN (2003)

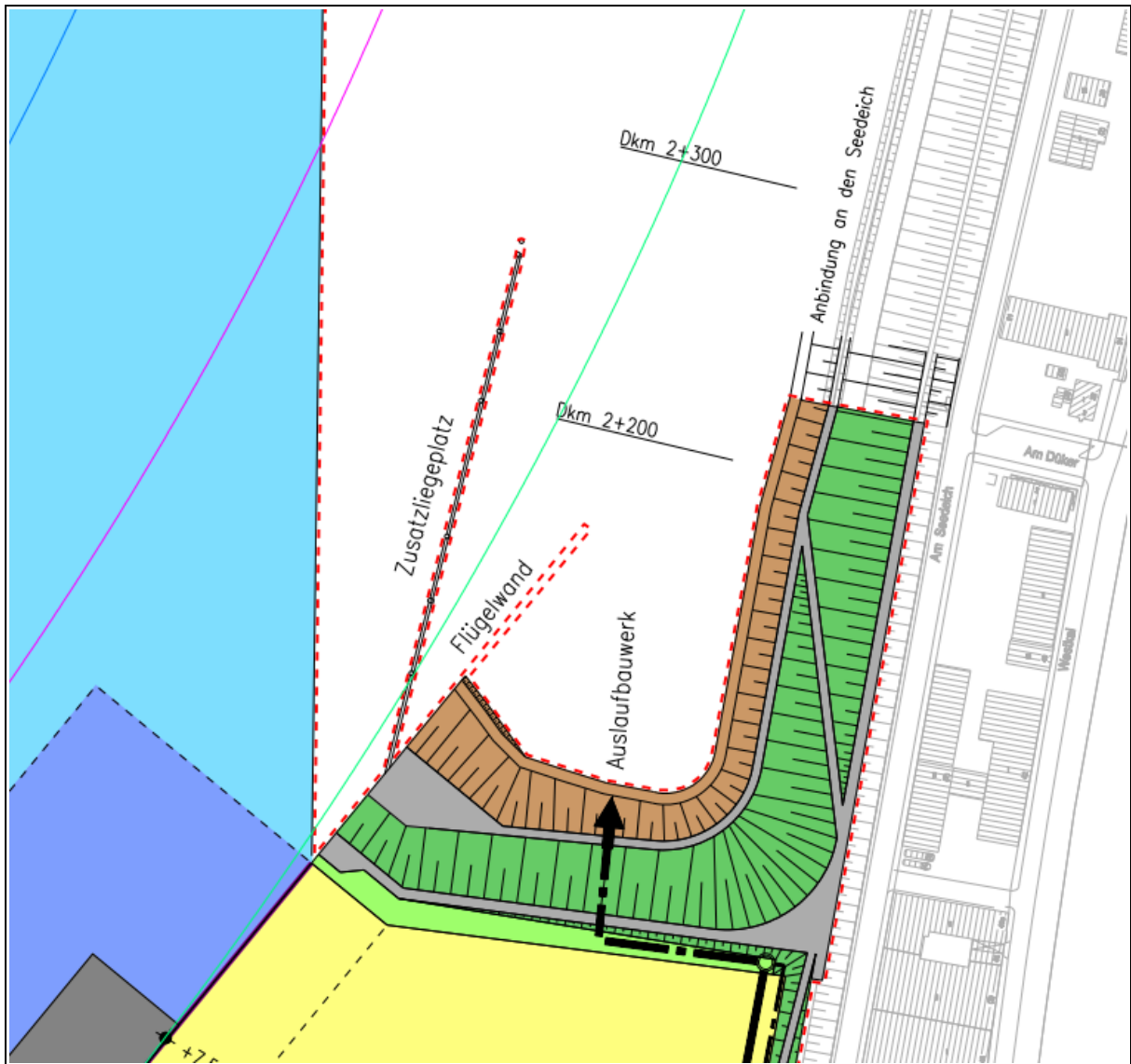
Ergebnisse der Untersuchungen zur Sturmflutsicherheit an der Unterweser.
Ergebnisbericht, Dienstbericht 9a/2003, Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Forschungsstelle Küste.

NLWKN (2007)

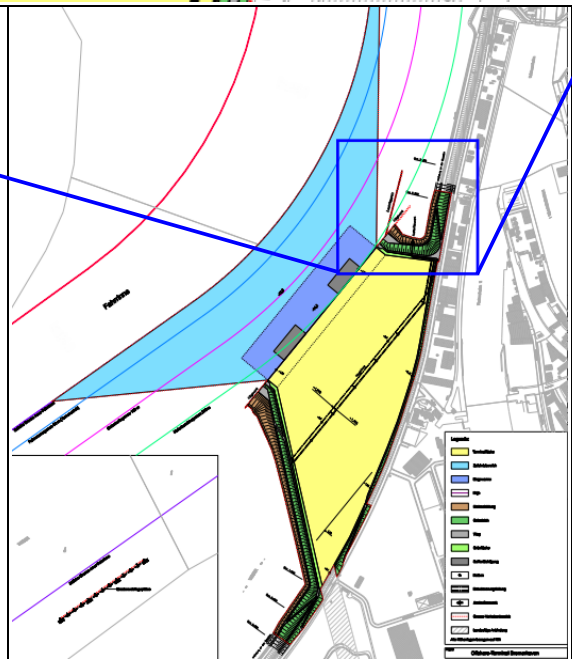
Generalplan Küstenschutz Niedersachsen/ Bremen -Festland-
Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Norden.

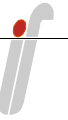


Anlage 1

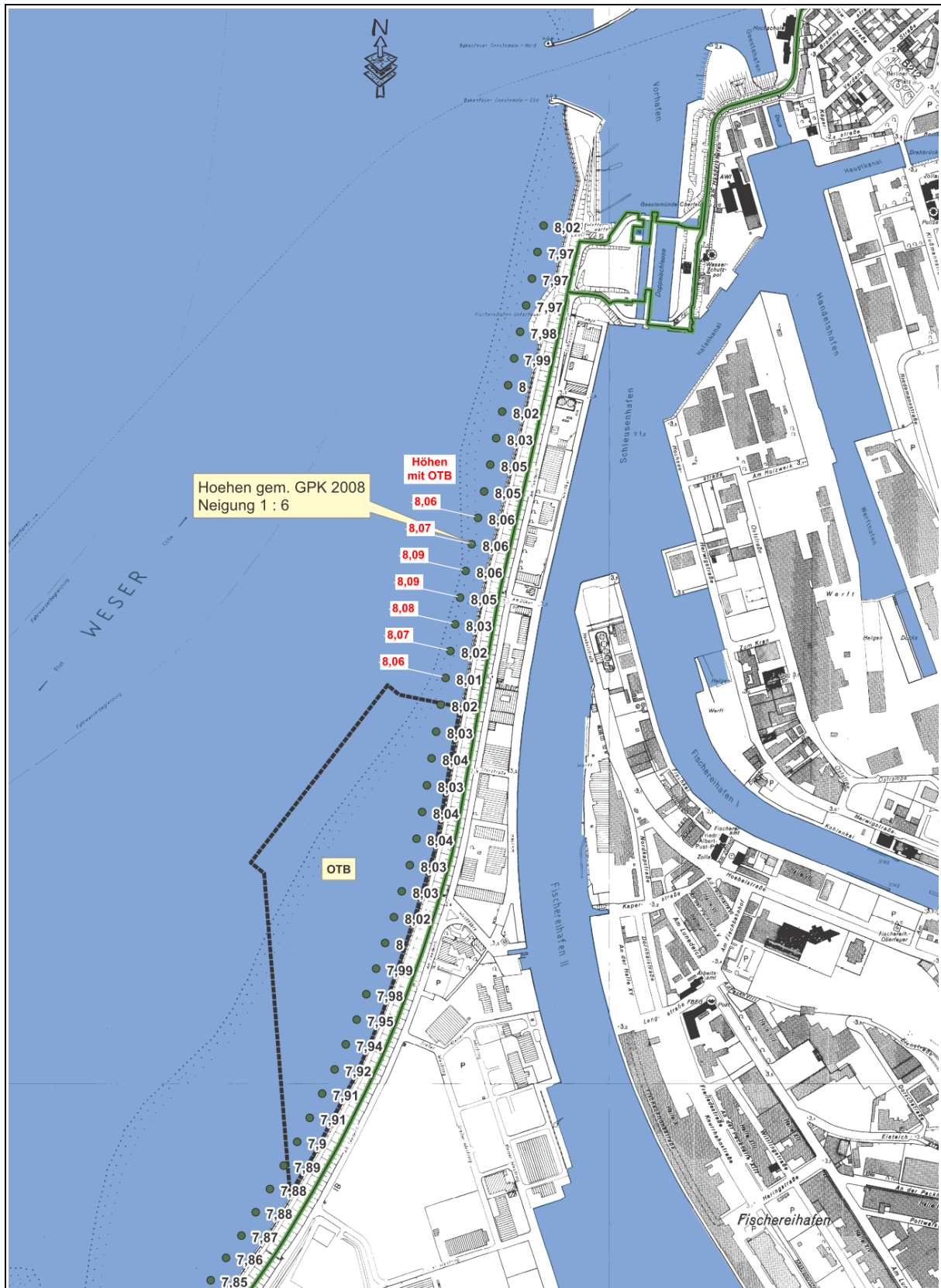


**Übergang Nordmole/Seedeich
bei Deich-km 2+050
(erstellt auf Basis von U2)**





Anlage 2



Neue erforderliche Deichhöhen am Seedeich zwischen Deich-km 2+050 und 2+350 (erstellt auf Basis eines von SBUV am 30.01.2013 übergebenen Plans)