

Modellierung von
Sturmflutwasserständen in der Tideelbe
Ergänzungen

B3955.03.06.10006

Modellierung von Sturmflutwasserständen in
der Tideelbe - Ergänzungen

B3955.03.06.10006

Modellierung von Sturmflutwasserständen in der Tideelbe - Ergänzungen

Auftraggeber: Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz
Schleswig-Holstein
Herzog-Adolf-Straße 1
25813 Husum

Auftrag vom: 4. Juli 2017, Az.: AZ

Auftrags-Nr.: BAW-Nr. B3955.03.06.10006

Aufgestellt von: Abteilung: Wasserbau im Küstenbereich
Referat: Ästuarsysteme II (K3)
Bearbeiter: Dr. rer. nat. E. Rudolph

Hamburg, 08.01.2019

Dieser Bericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die Vervielfältigung und eine Veröffentlichung bedürfen der schriftlichen Genehmigung der BAW.

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2 Vergleich der Modelltopographien: Planerischer Ist – Zustand 2010 (PIZ02) und Ist – Zustand 2016 (IZ2016)	3
3 Wasserstände während der Sturmflutszenarien SFREFQ2600 und SFBEMQ2600	15
3.1 Wasserstandszeitreihen SFREFQ2600 und SFBEMQ2600	15
3.2 Wasserstandskenngößen	17
3.3 Flächenhafte Darstellung des Sturmflutscheitelwasserstandes	19
4 Literaturverzeichnis	32

Bildverzeichnis	Seite
Bild 1: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (PIZ02, Grundlage: Jahrespeilung 2010) mit ausgewählten Pegelorten.	4
Bild 2: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (IZ2016, Grundlage: Jahrespeilung 2016).	4
Bild 3: Änderung der Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen IZ2016 (2016) im Vergleich zu PIZ02 (2010).	5
Bild 4: Teilgebiet West: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (PIZ02, Grundlage: Jahrespeilung 2010).	6
Bild 5: Teilgebiet West: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (IZ2016, Grundlage: Jahrespeilung 2016).	6
Bild 6: Teilgebiet West: Änderung der Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen IZ2016 (2016) im Vergleich zu PIZ02 (2010).	7
Bild 7: Teilgebiet Hafen: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (PIZ02, Grundlage: Jahrespeilung 2010).	8
Bild 8: Teilgebiet Hafen: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (IZ2016, Grundlage: Jahrespeilung 2016).	8
Bild 9: Teilgebiet Hafen: Änderung der Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen IZ2016 (2016) im Vergleich zu PIZ02 (2010).	9
Bild 10: Teilgebiet Ost: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (PIZ02, Grundlage: Jahrespeilung 2010).	10
Bild 11: Teilgebiet Ost: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (IZ2016, Grundlage: Jahrespeilung 2016).	10
Bild 12: Teilgebiet Ost: Änderung der Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen IZ2016 (2016) im Vergleich zu PIZ02 (2010).	11
Bild 13: Teilgebiet Mittelbe: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (PIZ02, Grundlage: Jahrespeilung 2010).	12
Bild 14: Teilgebiet Mittelbe: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (IZ2016, Grundlage: Jahrespeilung 2016).	12

Bild 15:	Teilgebiet Mittelelbe: Änderung der Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen IZ2016 (2016) im Vergleich zu PIZ02 (2010).	13
Bild 16:	Untersuchungsgebiet Elbe: Längsprofil der auf NHN bezogenen Sohlage der Fahrrinnenachse in der Topographie des HN – Modells für den planerischen Ist – Zustand 2010 sowie den IST-Zustand 2016 zwischen Elbe – km 755 und Elbe – km 585 (Geesthacht).	14
Bild 17:	Modellgebiet Elbe: Längsprofil der auf NHN bezogenen Sohlage der Fahrrinnenachse in der Topographie des HN – Modells für den planerischen Ist – Zustand 2010 sowie den IST-Zustand 2016 zwischen Elbe – km 755 und Elbe – km 550 (Bleckede).	14
Bild 18:	SFREFQ2600: Wasserstandsentwicklung entlang der Elbe bei Cuxhaven (Elbe – km 725, rot), Brunsbüttel (Elbe – km 696, cyan), Glückstadt (Elbe – km 675, grün), Schulau (Elbe – km 641, dunkelgrün), Hamburg St. Pauli (Elbe – km 623N, schwarz), Zollenspieker (Elbe – km 598, magenta) und Geesthacht (Elbe – km 585, blau) (Datum ohne Bedeutung) in der Topographie 2010 (PIZ02) gestrichelt in Farbe und in der Topographie 2016 (IZ2016) durchgezogen in Grau.	16
Bild 19:	SFBEMQ2600: Wasserstandsentwicklung entlang der Elbe bei Cuxhaven (Elbe – km 725; rot), Brunsbüttel (Elbe – km 696, cyan), Glückstadt (Elbe – km 675, grün), Schulau (Elbe – km 641, dunkelgrün), Hamburg St. Pauli (Elbe – km 623N, schwarz), Zollenspieker (Elbe – km 598, magenta) und Geesthacht (Elbe – km 585, blau) (Datum ohne Bedeutung) in der Topographie 2010 (PIZ02) gestrichelt in Farbe und in der Topographie 2016 (IZ2016) durchgezogen in Grau.	16
Bild 20:	SFREFQ2600 und SFBEMQ2600: Sturmflutscheitelwasserstand HW entlang des Elbefahrwassers von Elbe – km 755 (Elbmündung bei Bake Z) bis Elbe – km 585 (Geesthacht) für die Sturmflutszenarien SFREFQ2600 in PIZ02 (2010) (rot), SFREFQ2600 in IZ2016 (2016) (dunkelrot), SFBEMQ2600 in PIZ02 (2010) (dunkelblau) und SFBEMQ2600 in IZ2016 (2016) (blau).	18
Bild 21:	SFREFQ2600 (IZ2016 – PIZ02) und SFBEMQ2600 (IZ2016 – PIZ02): Änderung des Sturmflutscheitelwasserstand HW entlang des Elbefahrwassers von Elbe – km 755 (Elbmündung bei Bake Z) bis Elbe – km 585 (Geesthacht) auf Grund der verwendeten Modelltopographie für die Sturmflutszenarien SFREFQ2600 IZ2016(2016) - PIZ02 (2010) (rot), und SFBEMQ2600 IZ2016(2016) - PIZ02 (2010) (blau).	18
Bild 22:	SFREF (PIZ02): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFREFQ2600 im Teilgebiet West zwischen Scharhörn und Glückstadt.	20
Bild 23:	SFREF (IZ2016): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFREFQ2600 im Teilgebiet West zwischen Scharhörn und Glückstadt.	20

Bild 24:	SFREF (IZ2016) – SFREF (PIZ02): Änderung des Sturmflutscheitelwasserstandes HW für das Sturmflutszenario SFREFQ2600 im Teilgebiet West.	21
Bild 25:	SFBEM (PIZ02): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 im Teilgebiet West zwischen Scharhörn und Glückstadt.	22
Bild 26:	SFBEM (IZ2016): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 im Teilgebiet West zwischen Scharhörn und Glückstadt.	22
Bild 27:	SFBEM (IZ2016) – SFBEM (PIZ02): Änderung des Sturmflutscheitelwasserstandes HW für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 im Teilgebiet West.	23
Bild 28:	SFREF (PIZ02): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFREFQ2600 im Teilgebiet Hamburg zwischen Schulau und Bunthaus.	24
Bild 29:	SFREF (IZ2016): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFREFQ2600 im Teilgebiet Hamburg zwischen Schulau und Bunthaus.	24
Bild 30:	SFREF (IZ2016) – SFREF (PIZ02): Änderung des Sturmflutscheitelwasserstandes HW für das Sturmflutszenario SFREFQ2600 im Teilgebiet Hafen.	25
Bild 31:	SFBEM (PIZ02): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 im Teilgebiet Hamburg zwischen Schulau und Bunthaus.	26
Bild 32:	SFBEM (IZ2016): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 im Teilgebiet Hamburg zwischen Schulau und Bunthaus.	26
Bild 33:	SFBEM (IZ2016) – SFBEM (PIZ02): Änderung des Sturmflutscheitelwasserstandes HW für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 im Teilgebiet Hafen.	27
Bild 34:	SFREF (PIZ02): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFREFQ2600 im Teilgebiet Ost zwischen Bunthaus und Geesthacht.	28
Bild 35:	SFREF (IZ2016): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFREFQ2600 im Teilgebiet Ost zwischen Bunthaus und Geesthacht.	28
Bild 36:	SFREF (IZ2016) – SFREF (PIZ02): Änderung des Sturmflutscheitelwasserstandes HW für das Sturmflutszenario SFREFQ2600 im Teilgebiet Ost.	29
Bild 37:	SFBEM (PIZ02): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 im Teilgebiet Ost zwischen Bunthaus und Geesthacht.	30
Bild 38:	SFBEM (IZ2016): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 im Teilgebiet Ost zwischen Bunthaus und Geesthacht.	30
Bild 39:	SFBEM (IZ2016) – SFBEM (PIZ02): Änderung des Sturmflutscheitelwasserstandes HW für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 im Teilgebiet Ost.	31

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein haben 2017 eine Absichtserklärung zur länderübergreifenden Harmonisierung der Deichbemessung an der Tideelbe sowie eine Kooperationsvereinbarung über die Ermittlung von Wasserständen zur Bemessung von Deichen an der Tideelbe unterzeichnet. Im Rahmen dieser Kooperation ist vorgesehen, dass die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) entsprechende Modellierung durchführt zur Ermittlung der zur Bemessung heranzuziehenden Wasserstände in der Elbe von der Elbmündung bis zum Wehr Geesthacht.

Folgende Randwerte für die Modellierung der Sturmflutszenarien wurden vorgegeben:

- § Referenzwasserstand in Cuxhaven (SFREF): NHN + 5,78 m
- § Bemessungswasserstand in Cuxhaven(SFBEM): NHN + 6,28 m (NHN + 5,78 m zzgl. + 50 cm Meeresspiegelanstieg)
- § Verlauf der Windstaukurve, astronomischer Anteil und Fernwellenanteil in Cuxhaven
- § Windfelder der Sturmflut vom 3. Januar 1976 (Daten des DWD)
- § Oberwasserzufluss = 2600 m³/s am Wehr Geesthacht

Die Ergebnisse der im Juli 2017 beauftragten Untersuchung wurden im April 2018 von der BAW in einem Gutachten „Modellierung von Sturmflutwasserständen in der Tideelbe“ (BAW, 2018) dargestellt.

Seit Mitte des Jahres 2018 liegt für die Tideelbe das DGM-W 2016 vor. Für den Bereich stromauf von Geesthacht zwischen dem Wehr Geesthacht und Bleckede liegen Daten aus der Jahrespeilung 2016 aus dem 3D-Datenarchiv BWaStr vor.

Als Ergänzung zum Gutachten der BAW (2018) sollen im vorliegenden Bericht lediglich die Ergebnisse der Sturmflutuntersuchungen auf der Grundlage der Topographie 2010 mit Ergebnissen auf der Grundlage der Topographie 2016 vergleichend dargestellt.

Kapitel 2 zeigt einen Vergleich der Modelltopographien des Planerischer Ist – Zustandes 2010 (PIZ02) mit dem Ist – Zustand 2016 (IZ2016).

Kapitel 3 zeigt den Vergleich der Wasserstandsverläufe während der Sturmflutszenarien SFREFQ2600 und SFBEMQ2600, die mit den Modelltopographien 2010 und 2016 berechnet werden. Es werden sowohl Wasserstandszeitreihen als auch analysierte Sturmflut-scheitelwasserstände HW vorgestellt.

2 Vergleich der Modelltopographien: Planerischer Ist – Zustand 2010 (PIZ02) und Ist – Zustand 2016 (IZ2016)

Die im Gutachten BAW (2018) vorgestellten Sturmflutuntersuchungen werden mit einer hochaufgelösten Modelltopographie auf der Grundlage der Jahrespeilung 2010 durchgeführt (siehe Abschnitt 4.1 in BAW, 2018). Da seit dem Sommer 2018 ein DGM-W der Elbe auf der Grundlage der Jahrespeilung 2016 zur Verfügung steht, kann eine Modelltopographie auf dieser Grundlage für Sturmflutuntersuchungen erstellt werden.

Die folgenden Bilder zeigen für das gesamte Modellgebiet die Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen auf der Grundlage der Jahrespeilung 2010 (Bild 1, siehe auch Abschnitt 8.7 in BAW, 2018) sowie der Jahrespeilung 2016 (Bild 2). Zusätzlich ist die Änderung der topographischen Zustände als Differenz zwischen Topographie 2016 und Topographie 2010 (Bild 3) dargestellt.

Für die Bereiche Teilgebiet West (Bild 4 und Bild 5), Teilgebiet Hafen (Bild 7 und Bild 8), Teilgebiet Ost (Bild 10 und Bild 11) und Teilgebiet Mittelelbe (Bild 13 und Bild 14) ist die Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen auf der Grundlage der Jahrespeilung 2010 sowie der Jahrespeilung 2016 zusätzlich in einem anderen Maßstab dargestellt. Zusätzlich ist die Differenz der topographischen Zustände (Bild 6, Bild 9, Bild 12 und Bild 15) dargestellt.

Größere Änderungen zwischen der Topographie 2016 und 2010 treten vor allem in der Elbmündung (siehe Bild 6) auf. Diese entstehen durch natürliche Verlagerungen der Rinnensysteme, z. B. der Medemrinne. Die Topographie 2016 enthält die Veränderungen aufgrund der Rückdeichung Kreetsand (siehe Bild 9) sowie den Polder Borghorster Elbwiesen (siehe Bild 12 bzw. Bild 15).

Bild 16 zeigt das Längsprofil der auf NHN bezogenen Sohlage der Fahrrinnenachse in der Topographie des HN – Modells für den planerischen Ist – Zustand 2010 (PIZ02) sowie für den IST-Zustand 2016 (IZ2016) im Untersuchungsgebiet zwischen Elbe – km 755 und Elbe - km 585 (Geesthacht). Bild 17 zeigt das Längsprofil der auf NHN bezogenen Sohlage der Fahrrinnenachse in der Topographie des HN – Modells für den planerischen Ist – Zustand 2010 (PIZ02) sowie für den IST-Zustand 2016 (IZ2016) im Modellgebiet zwischen Elbe – km 755 und Elbe - km 550 (Bleckede).

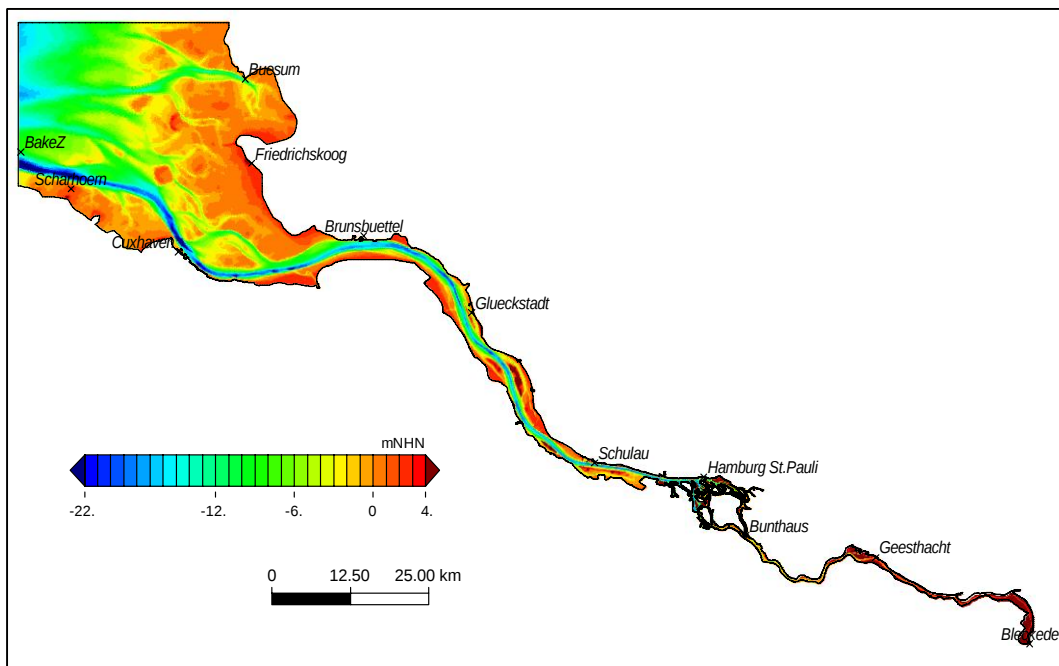


Bild 1: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (PIZ02, Grundlage: Jahrespeilung 2010) mit ausgewählten Pegelorten.

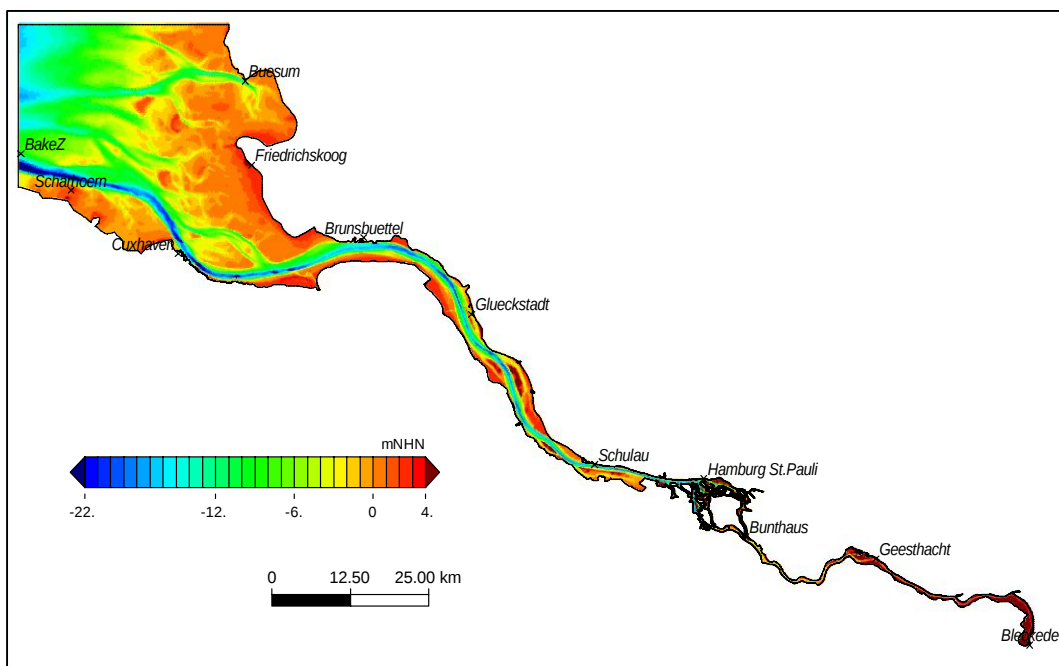


Bild 2: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (IZ2016, Grundlage: Jahrespeilung 2016).

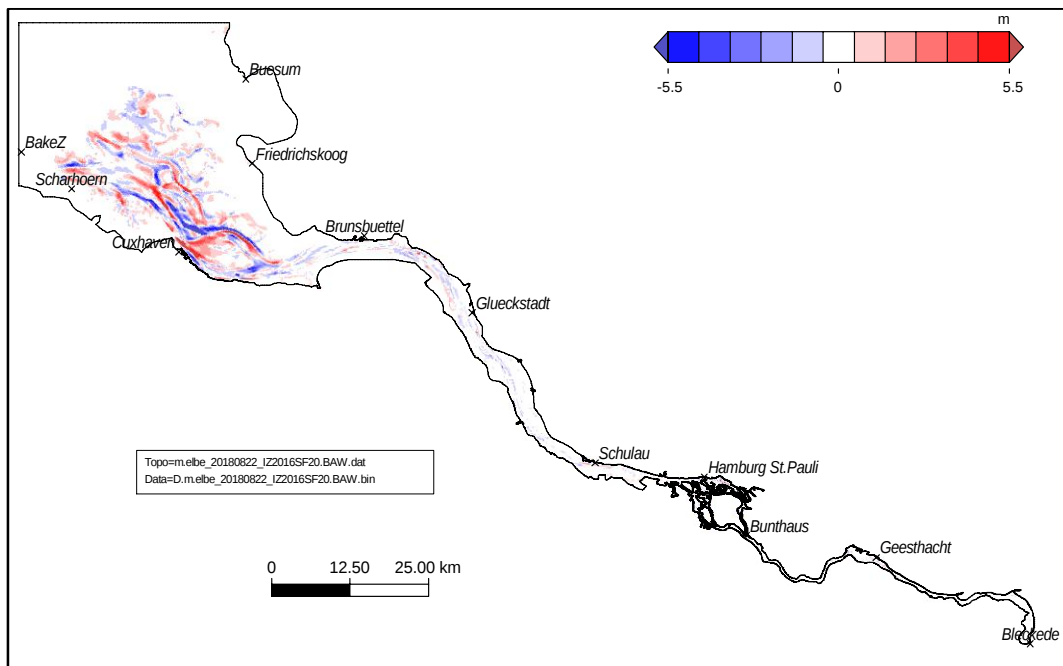


Bild 3: Änderung der Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen IZ2016 (2016) im Vergleich zu PIZ02 (2010). Eine Farbstufe entspricht einer Tiefenänderung von 100 cm. In den weiß dargestellten Gebieten ändert sich die Topographie um weniger als ± 50 cm. In den blau dargestellten Bereichen ist die Topographie 2016 tiefer als 2010. In den rot dargestellten Bereichen ist die Topographie 2016 flacher als 2010.

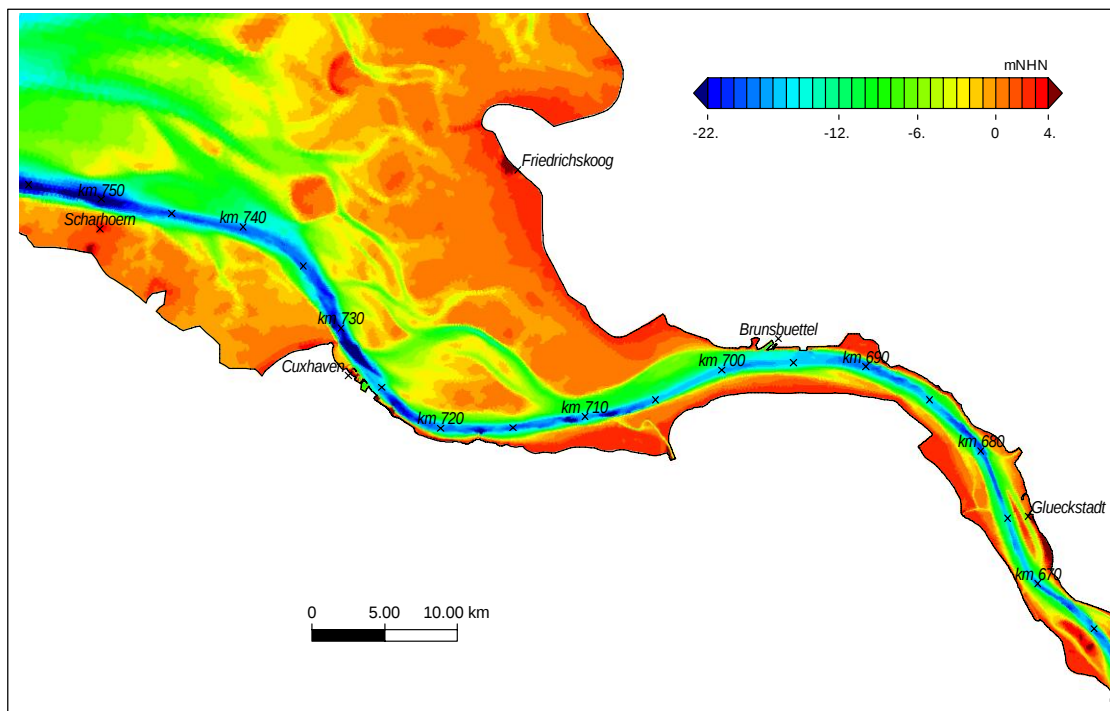


Bild 4: Teilgebiet West: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (PIZ02, Grundlage: Jahrespeilung 2010).

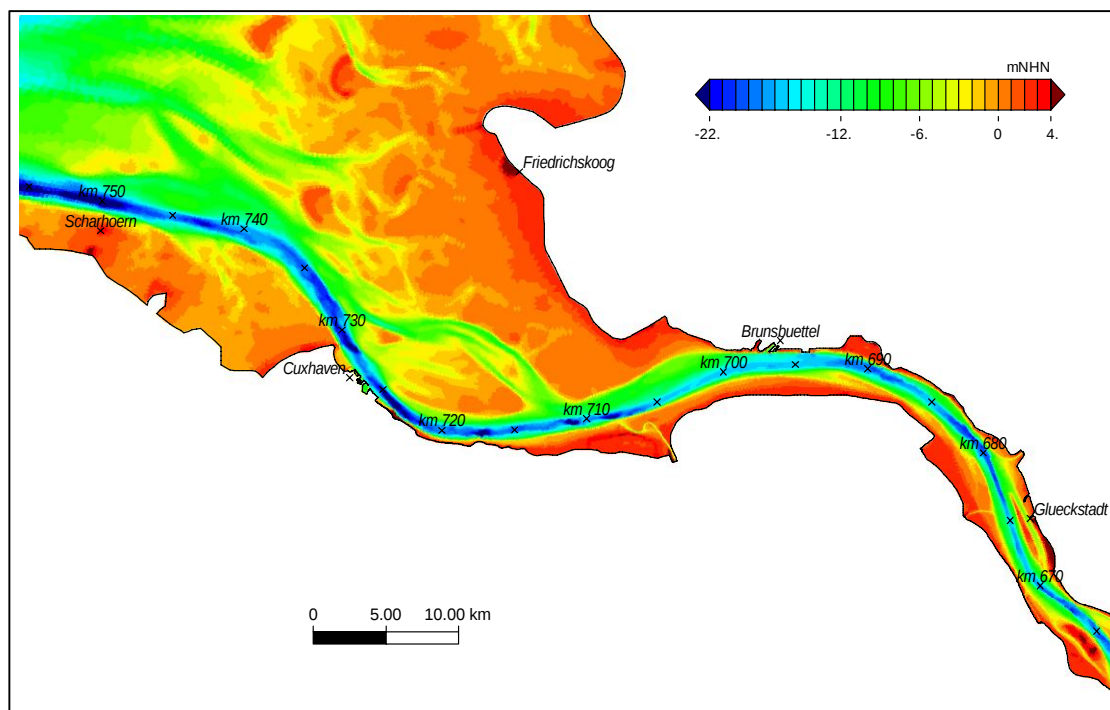


Bild 5: Teilgebiet West: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (IZ2016, Grundlage: Jahrespeilung 2016).

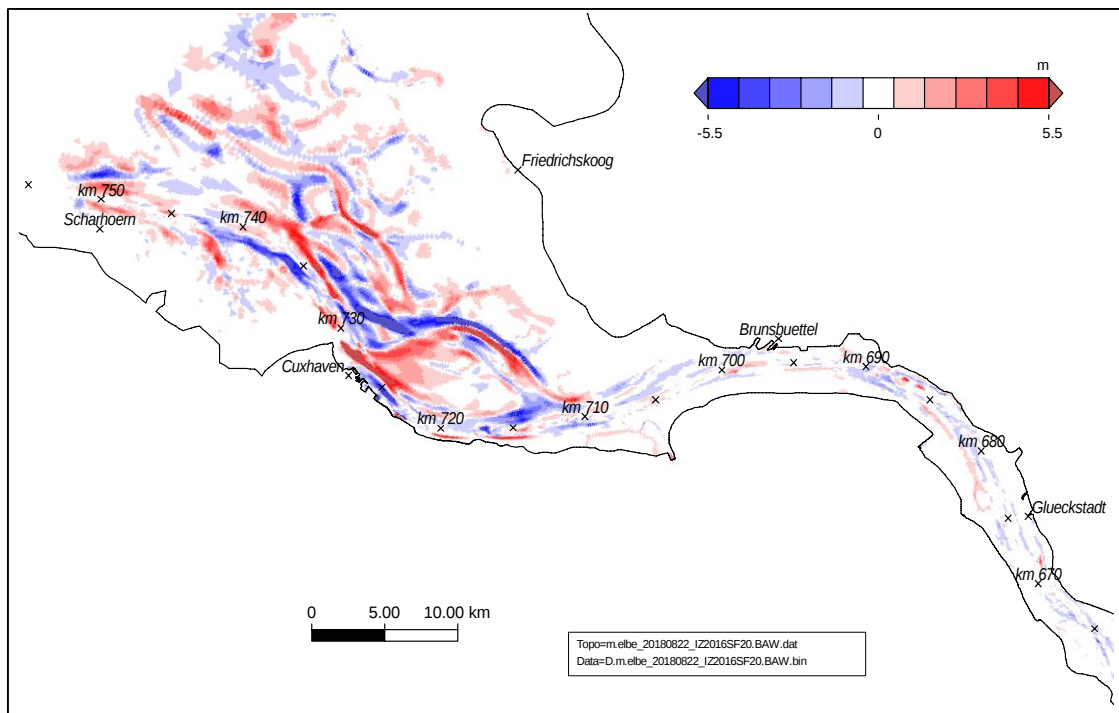


Bild 6: Teilgebiet West: Änderung der Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen IZ2016 (2016) im Vergleich zu PIZ02 (2010). Eine Farbstufe entspricht einer Tiefenänderung von 100 cm. In den weiß dargestellten Gebieten ändert sich die Topographie um weniger als ± 50 cm. In den blau dargestellten Bereichen ist die Topographie 2016 tiefer als 2010. In den rot dargestellten Bereichen ist die Topographie 2016 flacher als 2010.

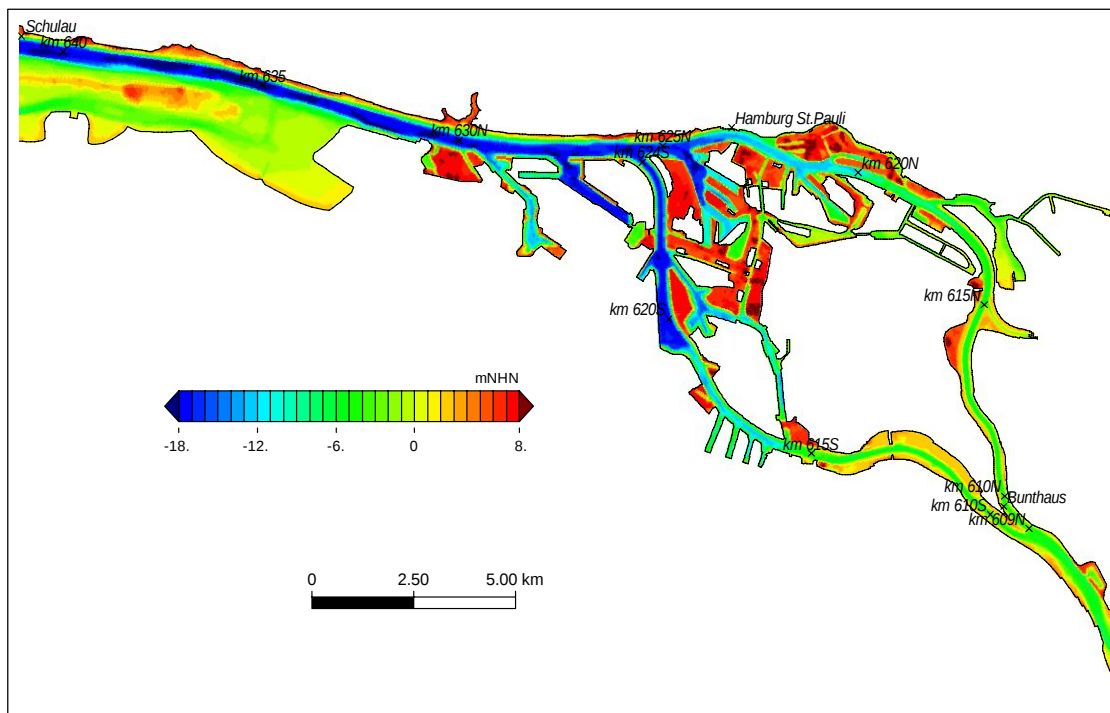


Bild 7: Teilgebiet Hafen: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (PIZ02, Grundlage: Jahrespeilung 2010).

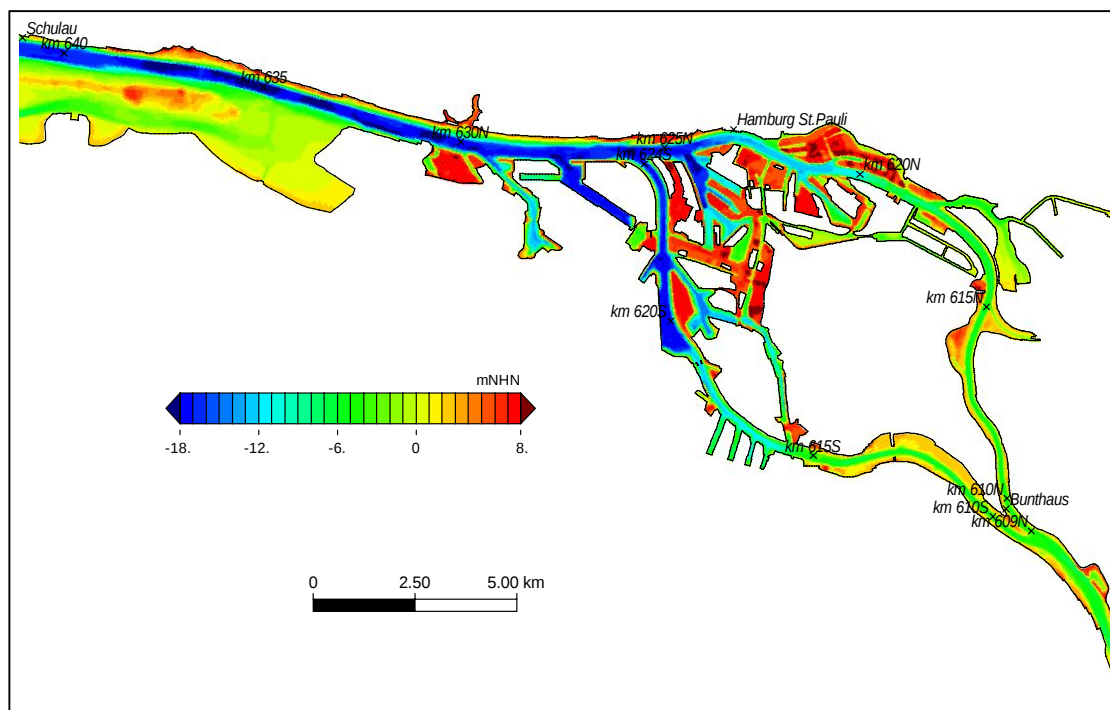


Bild 8: Teilgebiet Hafen: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (IZ2016, Grundlage: Jahrespeilung 2016).

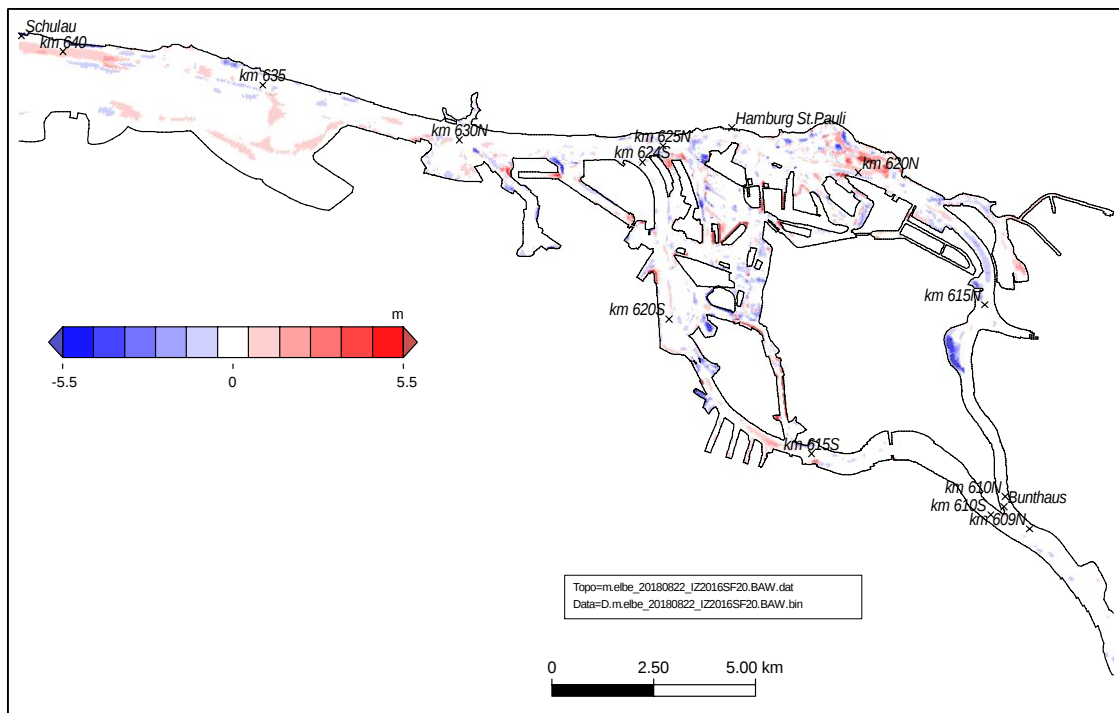


Bild 9: Teilgebiet Hafen: Änderung der Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen IZ2016 (2016) im Vergleich zu PIZ02 (2010). Eine Farbstufe entspricht einer Tiefenänderung von 100 cm. In den weiß dargestellten Gebieten ändert sich die Topographie um weniger als ± 50 cm. In den blau dargestellten Bereichen ist die Topographie 2016 tiefer als 2010. In den rot dargestellten Bereichen ist die Topographie 2016 flacher als 2010.

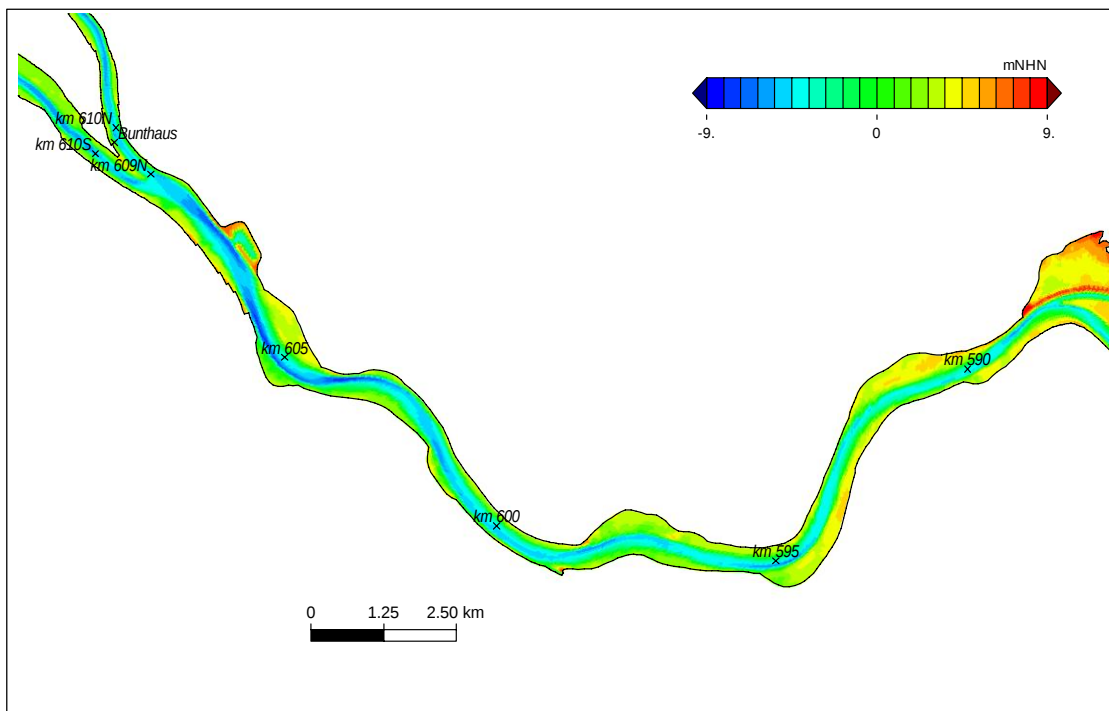


Bild 10: Teilgebiet Ost: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (PIZ02, Grundlage: Jahrespeilung 2010).

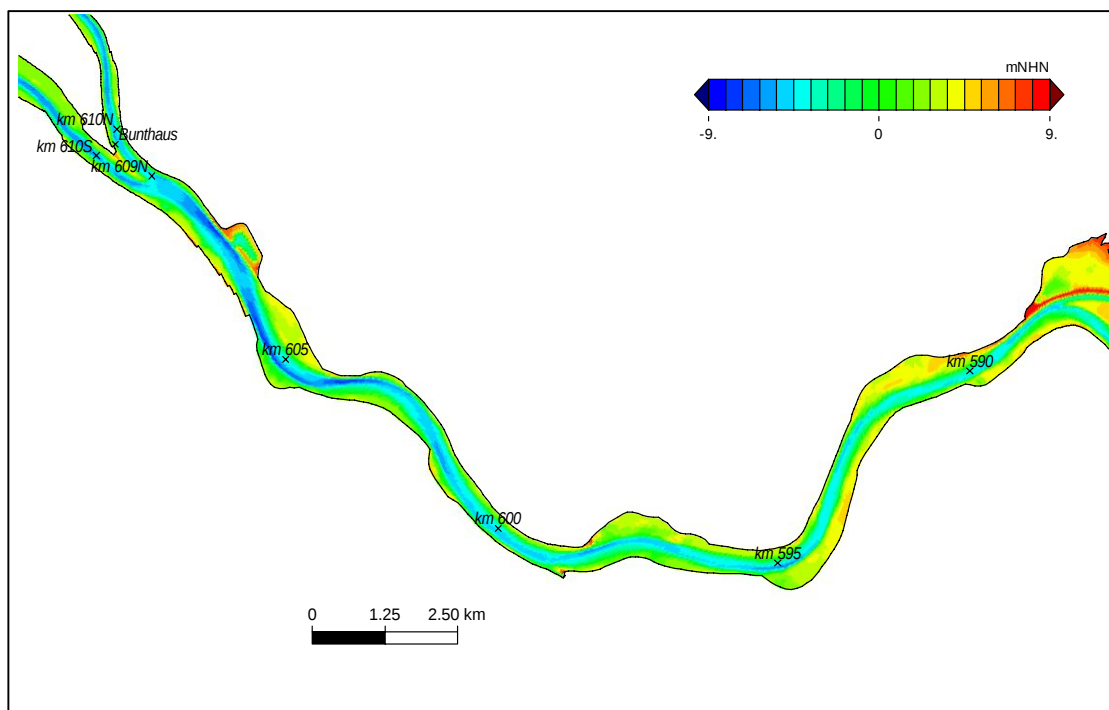


Bild 11: Teilgebiet Ost: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (IZ2016, Grundlage: Jahrespeilung 2016).

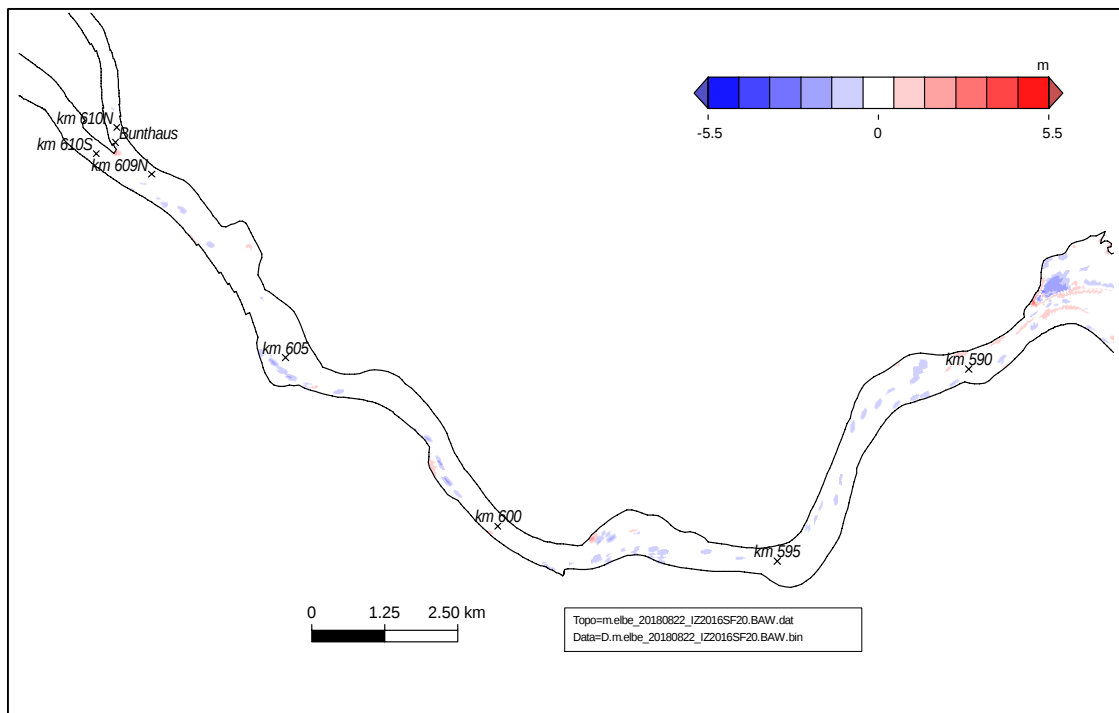


Bild 12: Teilgebiet Ost: Änderung der Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen IJ2016 (2016) im Vergleich zu PIZ02 (2010). Eine Farbstufe entspricht einer Tiefenänderung von 100 cm. In den weiß dargestellten Gebieten ändert sich die Topographie um weniger als ± 50 cm. In den blau dargestellten Bereichen ist die Topographie 2016 tiefer als 2010. In den rot dargestellten Bereichen ist die Topographie 2016 flacher als 2010.

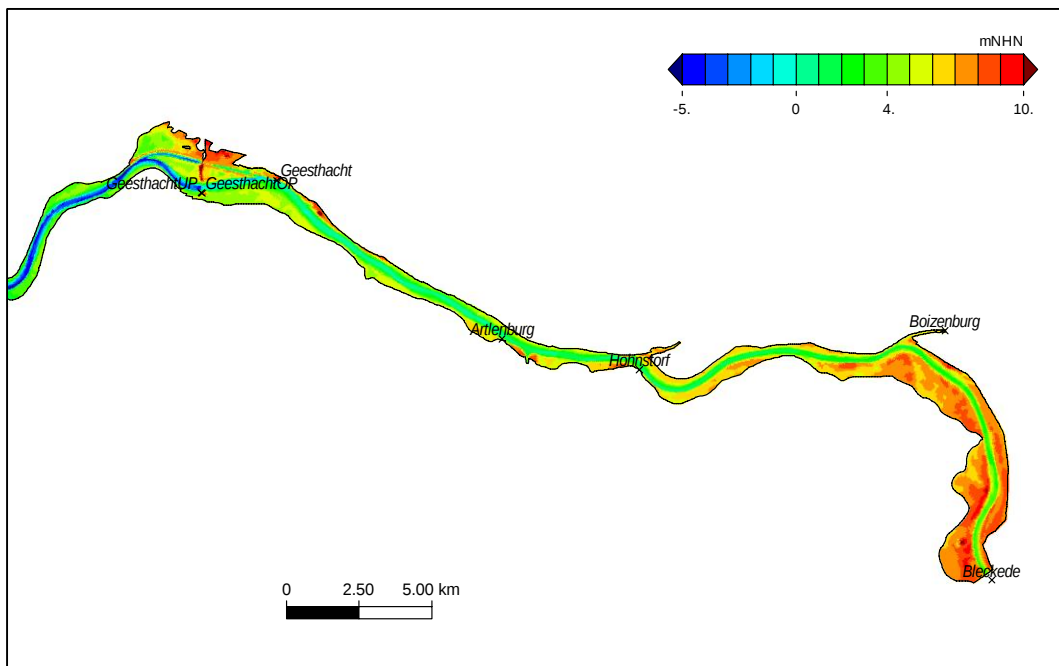


Bild 13: Teilgebiet Mittel-elbe: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (PIZ02, Grundlage: Jahrespeilung 2010).

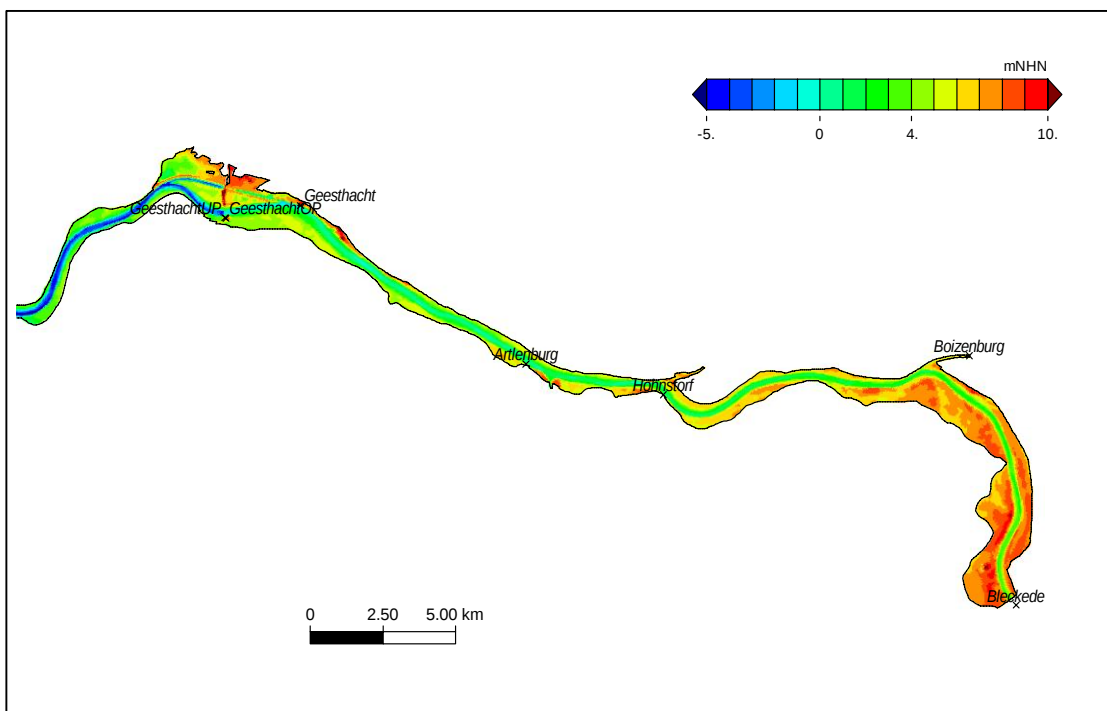


Bild 14: Teilgebiet Mittel-elbe: Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen (IZ2016, Grundlage: Jahrespeilung 2016).

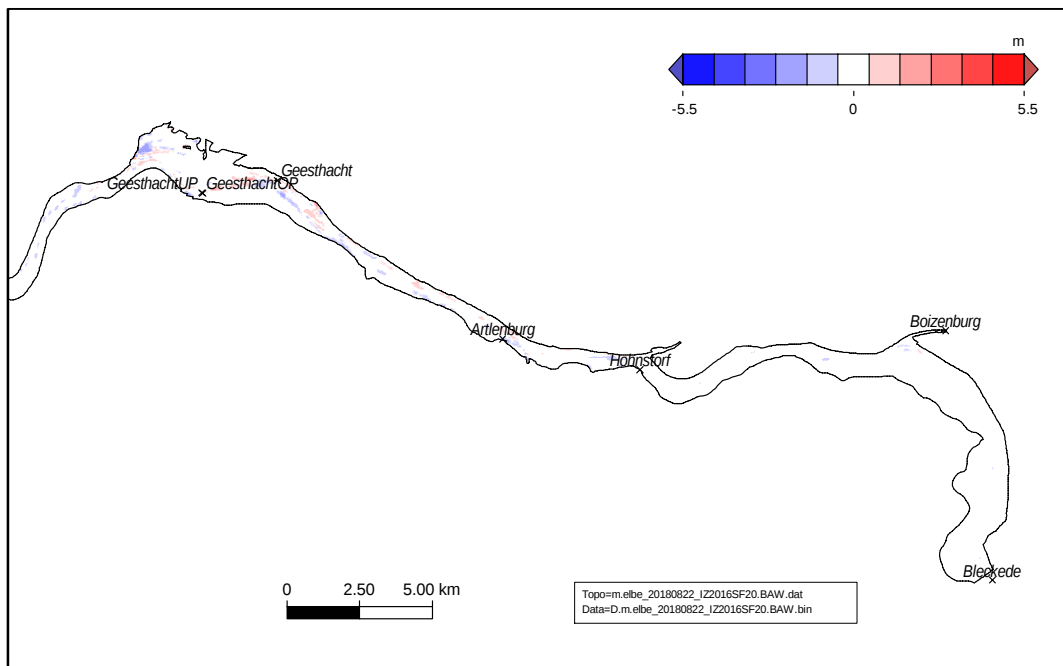


Bild 15: Teilgebiet Mittelelbe: Änderung der Topographie des numerischen Modells des Elbeästuares der BAW für Sturmflutuntersuchungen IZ2016 (2016) im Vergleich zu PIZ02 (2010). Eine Farbstufe entspricht einer Tiefenänderung von 100 cm. In den weiß dargestellten Gebieten ändert sich die Topographie um weniger als ± 50 cm. In den blau dargestellten Bereichen ist die Topographie 2016 tiefer als 2010. In den rot dargestellten Bereichen ist die Topographie 2016 flacher als 2010.

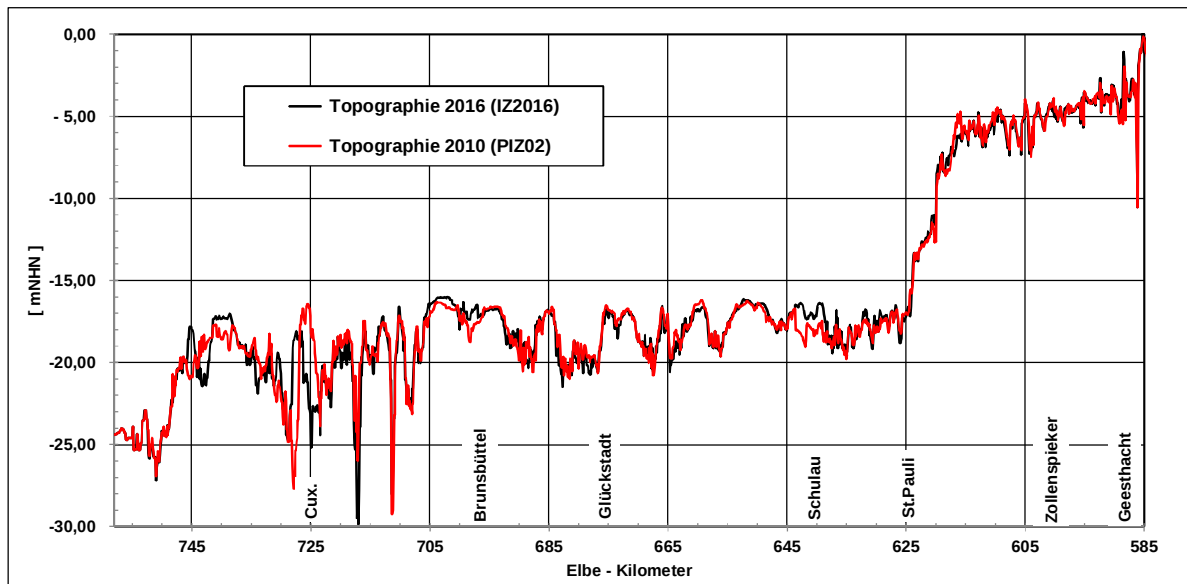


Bild 16: Untersuchungsgebiet Elbe: Längsprofil der auf NHN bezogenen Sohlage der Fahrrinnenachse in der Topographie des HN – Modells für den planerischen Ist – Zustand 2010 (PIZ02 in Rot) sowie den IST-Zustand 2016 (IZ2016 in Schwarz) zwischen Elbe – km 755 und Elbe – km 585 (Geesthacht).

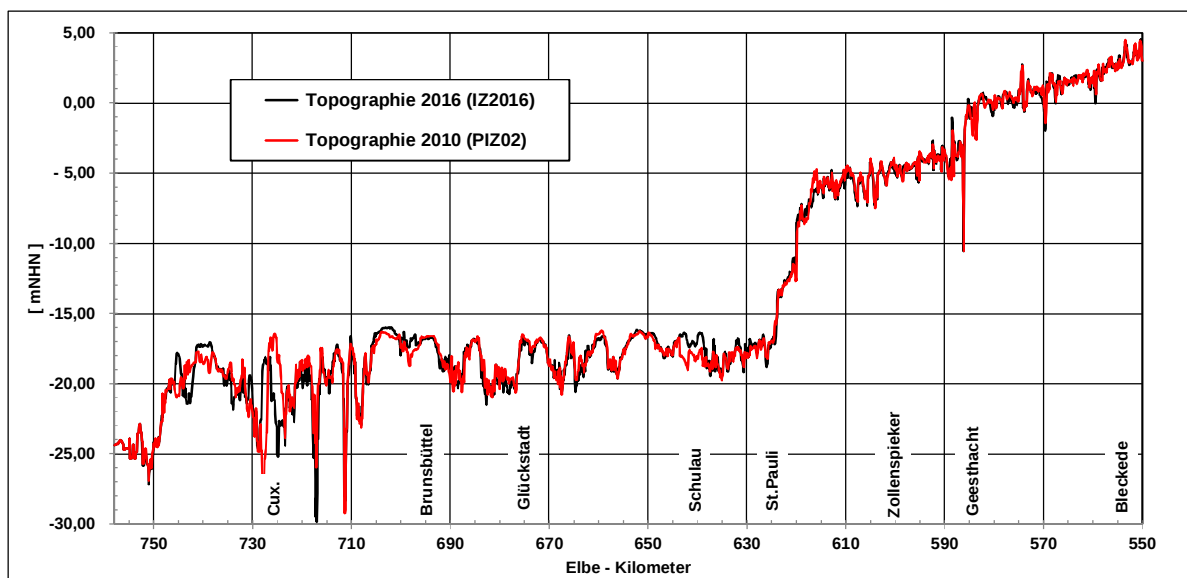


Bild 17: Modellgebiet Elbe: Längsprofil der auf NHN bezogenen Sohlage der Fahrrinnenachse in der Topographie des HN – Modells für den planerischen Ist – Zustand 2010 (PIZ02 in Rot) sowie den IST-Zustand 2016 (IZ2016 in Schwarz) zwischen Elbe – km 755 und Elbe – km 550 (Bleckede).

3 Wasserstände während der Sturmflutszenarien SFREFQ2600 und SFBEMQ2600

3.1 Wasserstandszeitreihen SFREFQ2600 und SFBEMQ2600

Als Ergebnis der numerischen Modellierung stehen für jede durchgeführte Simulation an jedem Gitterpunkt für jeden Ausgabetermin u. a. der Wasserstand und die Strömungsgeschwindigkeit zur Verfügung. Beispielhaft zeigt Bild 18 die Wasserstandsentwicklung des Sturmflutszenarios SFREFQ2600 sowohl in der Topographie 2010 (PIZ02) als auch in der Topographie 2016 (IZ2016) entlang der Elbe an den Orten Cuxhaven (Elbe – km 725), Brunsbüttel (Elbe – km 696), Glückstadt (Elbe – km 675), Schulau (Elbe – km 641), Hamburg St. Pauli (Elbe – km 623N), Zollenspieker (Elbe – km 598) und Geesthacht (Elbe – km 585). Das in Bild 18 dargestellte Sturmflutszenario SFREFQ2600 erreicht in Cuxhaven $\text{NHN} + 5,78 \text{ m}$.

Für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 wird ein Meeresspiegelanstieg in der Nordsee von 50 cm angenommen, so dass in Cuxhaven ein Sturmflutscitewasserstand von $\text{NHN} + 6,28 \text{ m}$ (siehe Bild 19) erreicht wird. Um diesen Meeresspiegelanstieg im HN – Modell der Elbe zu realisieren, werden die Wasserstandsrandwerte des Sturmflutszenarios SFREFQ2600 am offenen Rand zur Nordsee um 50 cm angehoben. Bild 19 zeigt die Wasserstandsentwicklung entlang der Elbe für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 sowohl in der Topographie 2010 (PIZ02) als auch in der Topographie 2016 (IZ2016) an den Orten Cuxhaven (Elbe – km 725), Brunsbüttel (Elbe – km 696), Glückstadt (Elbe – km 675), Schulau (Elbe – km 641), Hamburg St. Pauli (Elbe – km 623N), Zollenspieker (Elbe – km 598) und Geesthacht (Elbe – km 585).

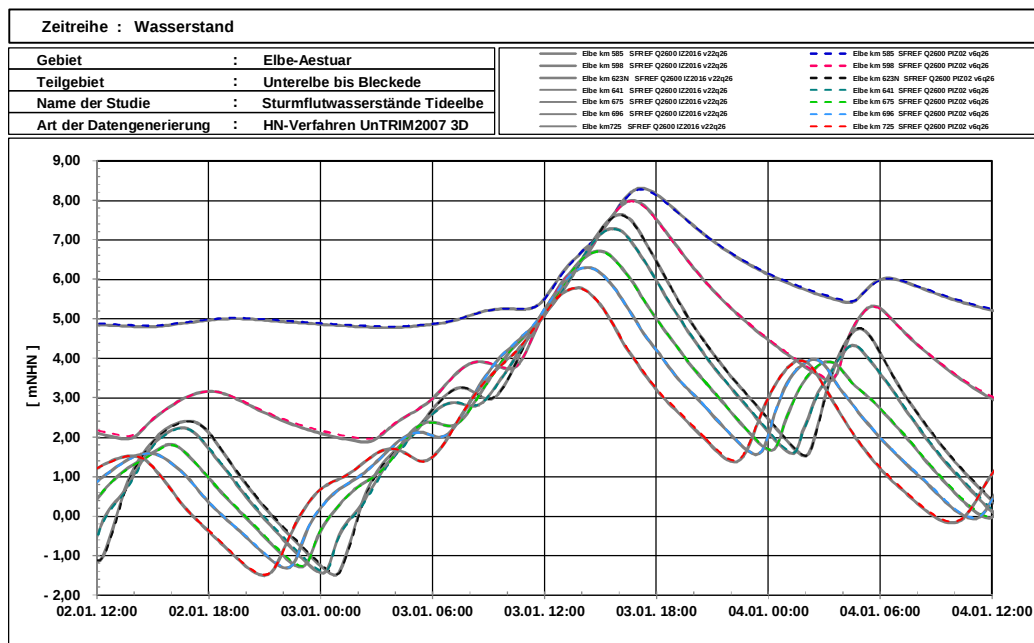


Bild 18: SFREFQ2600: Wasserstandsentwicklung entlang der Elbe bei Cuxhaven (Elbe – km 725, rot), Brunsbüttel (Elbe – km 696, cyan), Glückstadt (Elbe – km 675, grün), Schulan (Elbe – km 641, dunkelgrün), Hamburg St. Pauli (Elbe – km 623N, schwarz), Zollenspieker (Elbe – km 598, magenta) und Geesthacht (Elbe – km 585, blau) (Datum ohne Bedeutung) in der Topographie 2010 (PIZ02) gestrichelt in Farbe und in der Topographie 2016 (IZ2016) durchgezogen in Grau.

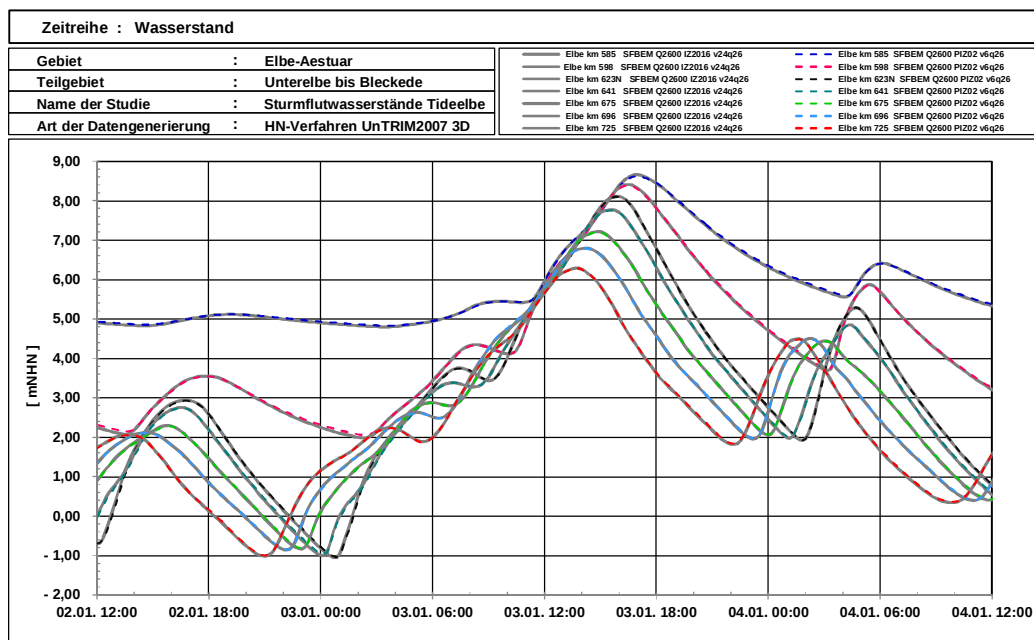


Bild 19: SFBEMQ2600: Wasserstandsentwicklung entlang der Elbe bei Cuxhaven (Elbe – km 725; rot), Brunsbüttel (Elbe – km 696, cyan), Glückstadt (Elbe – km 675, grün), Schulan (Elbe – km 641, dunkelgrün), Hamburg St. Pauli (Elbe – km 623N, schwarz), Zollenspieker (Elbe – km 598, magenta) und Geesthacht (Elbe – km 585, blau) (Datum ohne Bedeutung) in der Topographie 2010 (PIZ02) gestrichelt in Farbe und in der Topographie 2016 (IZ2016) durchgezogen in Grau.

3.2 Wasserstandskenngrößen

Im Rahmen einer sich an die Modellrechnung anschließenden Analyse der Berechnungsergebnisse werden aus den Zeitreihen der Wasserstände für jedes Sturmflutszenario (Simulationslauf) im gesamten Modellgebiet tideunabhängige Kennwerte des Wasserstandes (BAW, 2002) bestimmt. Der Sturmflutscheitelwasserstand HW ist der höchste im Analysezeitraum (hier 3. Januar 00:00 Uhr bis 4. Januar 00:00 Uhr, Datum ohne Bedeutung) aufgetretene Wasserstand.

Bild 20 zeigt den Sturmflutscheitelwasserstand HW für die Sturmflutszenarien SFREFQ2600 und SFBEMQ2600 auf einem Profil entlang des Elbefahrwassers zwischen Elbe – km 755 (Bake Z) und Elbe – km 585 (Geesthacht) sowohl in der Modelltopographie PIZ02 (2010) als auch in der Modelltopographie IZ2016 (2016). Bild 21 zeigt die Änderung des Sturmflutscheitelwasserstandes auf Grund der unterschiedlichen Modelltopographien als Differenz zwischen den Ergebnissen unter Verwendung der Topographie IZ2016 (2016) und der Topographie PIZ02 (2010). Entlang der Tideelbe zwischen Cuxhaven und Hamburg erhöhen sich die Sturmflutscheitelwasserstände um bis zu 2 cm. Stromauf von Zollenspieker erhöhen sich die Sturmflutscheitelwasserstände um bis zu 4 cm. Hierbei ist zu beachten, dass in der Topographie 2016 der Flutraum bei den Borghorster Elbwiesen durch einen ca. NHN + 8,40 m hohen Deich und ein geschlossenes Sperrwerk geschützt ist (siehe Bild 37 und Bild 38).

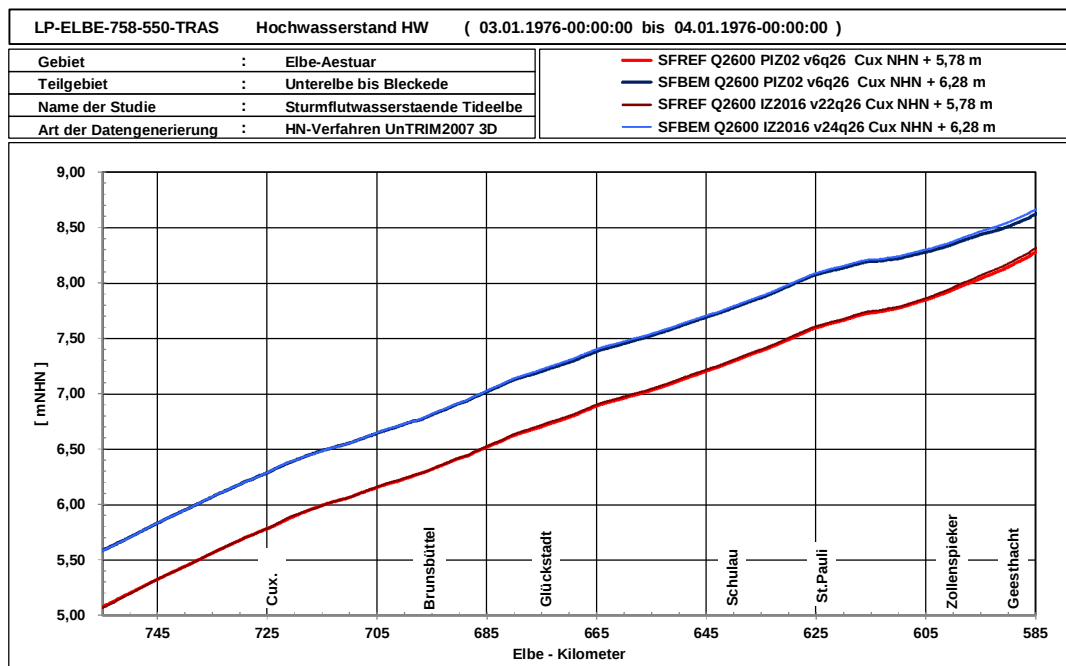


Bild 20: SFREFQ2600 und SFBEMQ2600: Sturmflutscheitelwasserstand HW entlang des Elbefahrwassers von Elbe – km 755 (Elbmündung bei Bake Z) bis Elbe – km 585 (Geesthacht) für die Sturmflutszenarien SFREFQ2600 in PIZ02 (2010) (rot), SFREFQ2600 in IZ2016 (2016) (dunkelrot), SFBEMQ2600 in PIZ02 (2010) (dunkelblau) und SFBEMQ2600 in IZ2016 (2016) (blau).

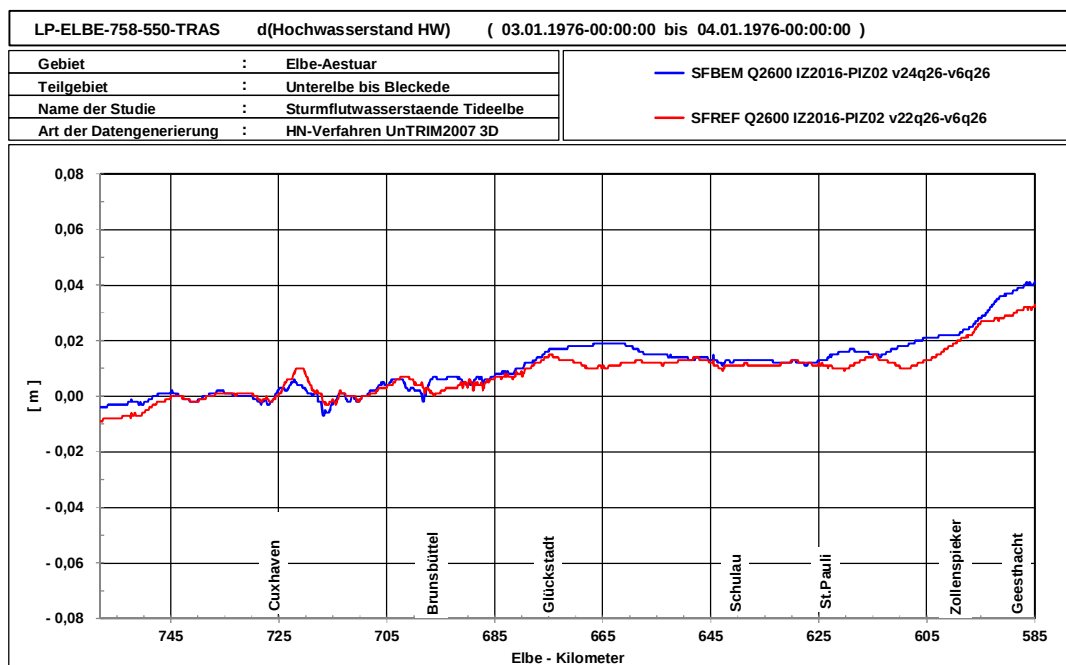


Bild 21: SFREFQ2600 (IZ2016 – PIZ02) und SFBEMQ2600 (IZ2016 – PIZ02): Änderung des Sturmflutscheitelwasserstand HW entlang des Elbefahrwassers von Elbe – km 755 (Elbmündung bei Bake Z) bis Elbe – km 585 (Geesthacht) auf Grund der verwendeten Modelltopographie für die Sturmflutszenarien SFREFQ2600 IZ2016(2016) - PIZ02 (2010) (rot), und SFBEMQ2600 IZ2016(2016) - PIZ02 (2010) (blau).

3.3 Flächenhafte Darstellung des Sturmflutscheitelwasserstandes

Für drei Teilgebiete, Teilgebiet West in der Mündung der Elbe zwischen Scharhörn und Glückstadt (Bild 22 und Bild 25), Teilgebiet Hamburg zwischen Schulau (Elbe – km 640) und Bunthaus (Elbe – km 609N) (Bild 28 und Bild 31) und Teilgebiet Ost zwischen Bunthaus und Geesthacht (Bild 34 und Bild 37), ist der Sturmflutscheitelwasserstand für die Sturmflut-szenarien SFREFQ2600 und SFBEMQ2600 flächenhaft dargestellt. Diese Darstellungen geben z. B. einen Überblick über den Sturmflutscheitelwasserstand entlang des Elbufers in den genannten Teilgebieten. Man erkennt, dass für das Gebiet stromauf von Brunsbüttel die entlang des Elbefahrtwassers dargestellten Sturmflutscheitelwasserstände (Bild 20) repräsentativ für den Scheitelwasserstand des jeweiligen Elbequerschnittes sind.

Die Änderung des Sturmflutscheitelwasserstandes auf Grund der unterschiedlichen Modelltopographien ist als Differenz zwischen den Ergebnissen unter Verwendung der Topographie IZ2016 (2016) und der Topographie PIZ02 (2010) für Teilgebiet West in Bild 24 und Bild 27, für Teilgebiet Hafen in Bild 30 und Bild 33 sowie für Teilgebiet Ost in Bild 36 und Bild 39 dargestellt. Im Bereich des Pegels Cuxhaven sind auf Grund der Vorgaben für die Sturmflutszenarien keine Unterschiede zu finden. Im Bereich des Hamburger Hafens sind die in der Topographie 2016 berechneten Sturmflutscheitelwasserstände HW bis zu 2 cm höher als die in der Topographie 2010 berechneten Sturmflutscheitelwasserstände HW. Stromauf von Zollenspieker sind die in der Topographie 2016 berechneten Sturmflutscheitelwasserstände HW bis zu 4 cm höher als die in der Topographie 2010 berechneten Sturmflutscheitelwasserstände HW. Hierbei ist, wie bereits erwähnt, zu beachten, dass in der Topographie 2016 der Flutraum bei den Borghorster Elbwiesen durch einen ca. NHN + 8,40 m hohen Deich und ein geschlossenes Sperrwerk geschützt ist (siehe Bild 37 und Bild 38).

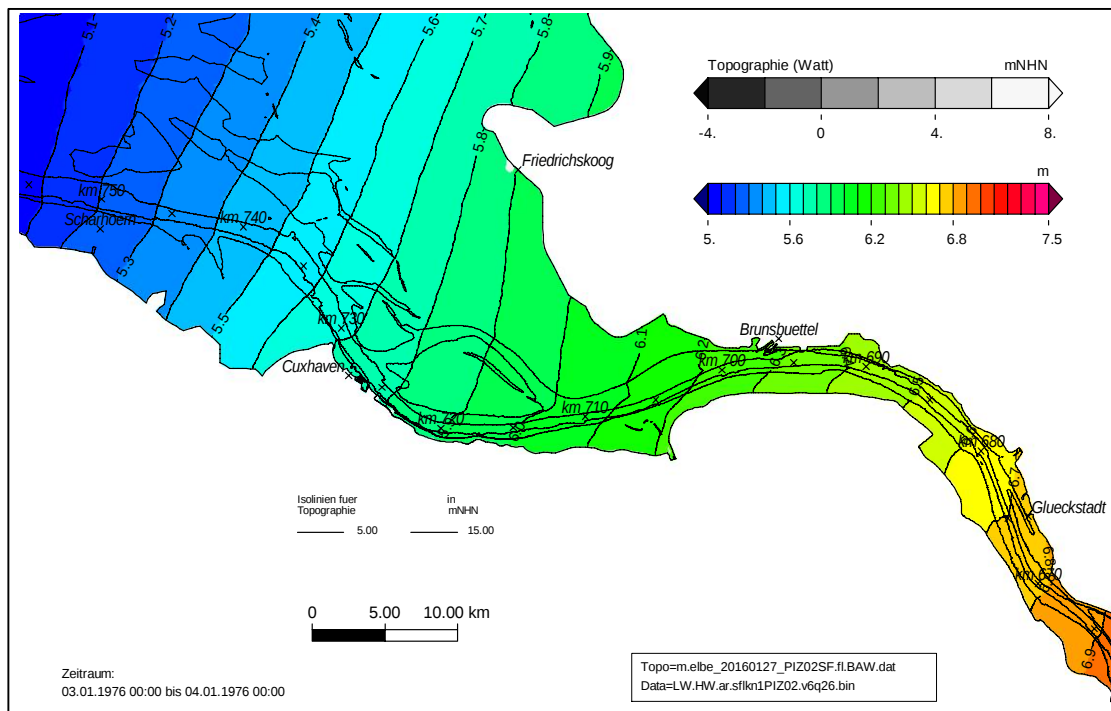


Bild 22: SFREF (PIZ02): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFREFQ2600 im Teilgebiet West zwischen Scharhorn und Glückstadt. Eine Farbstufe entspricht einem Unterschied im HW von 10 cm.

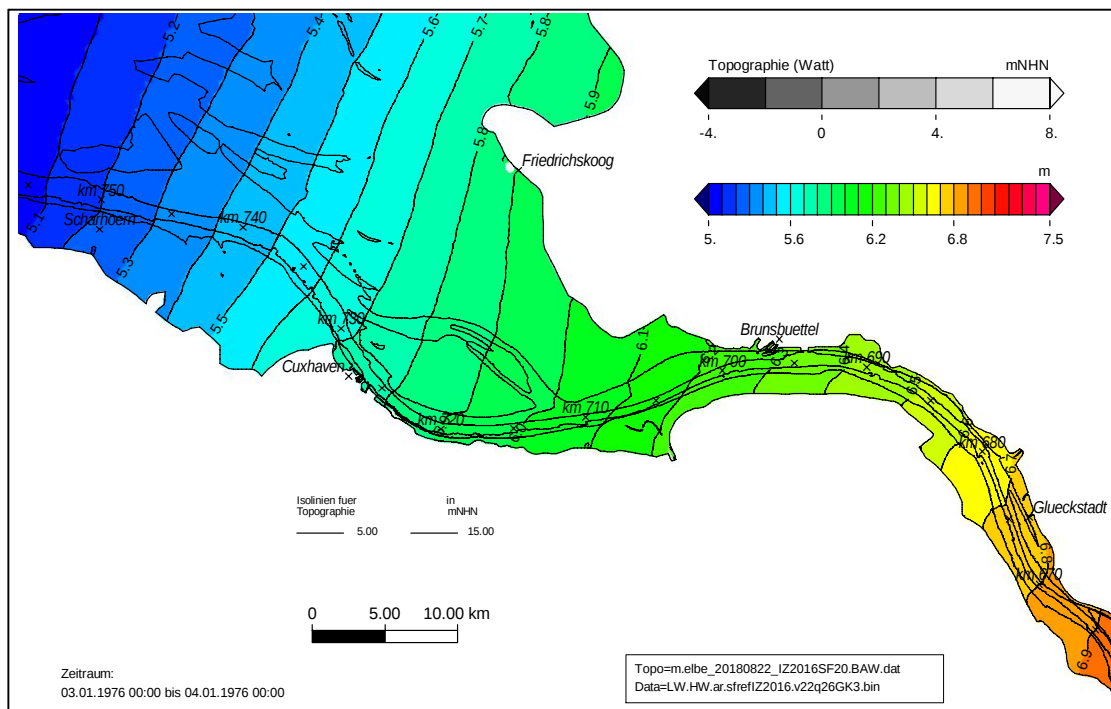


Bild 23: SFREF (IZ2016): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFREFQ2600 im Teilgebiet West zwischen Scharhorn und Glückstadt. Eine Farbstufe entspricht einem Unterschied im HW von 10 cm.

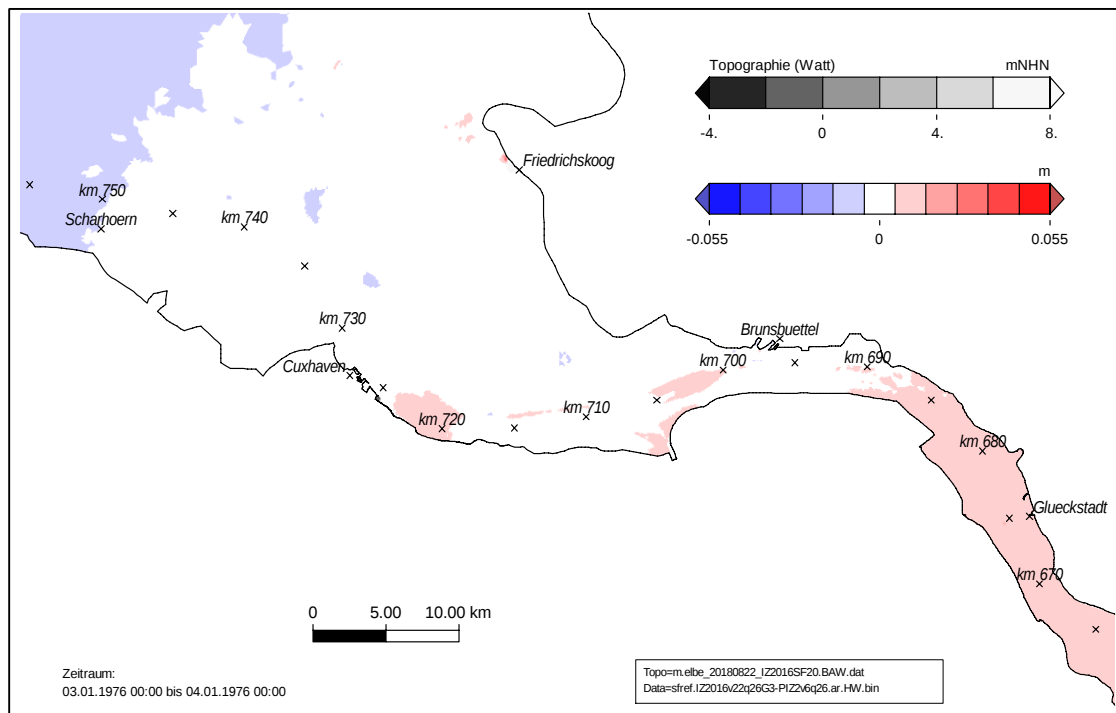


Bild 24: SFREF (IZ2016) – SFREF (PIZ02): Änderung des Sturmflutscheitelwasserstandes HW für das Sturmflutszenario SFREFQ2600 im Teilgebiet West. Eine Farbstufe entspricht einem Unterschied im HW von 1 cm. In den weiß dargestellten Gebieten ändert sich das HW um weniger als $\pm 0,5$ cm.

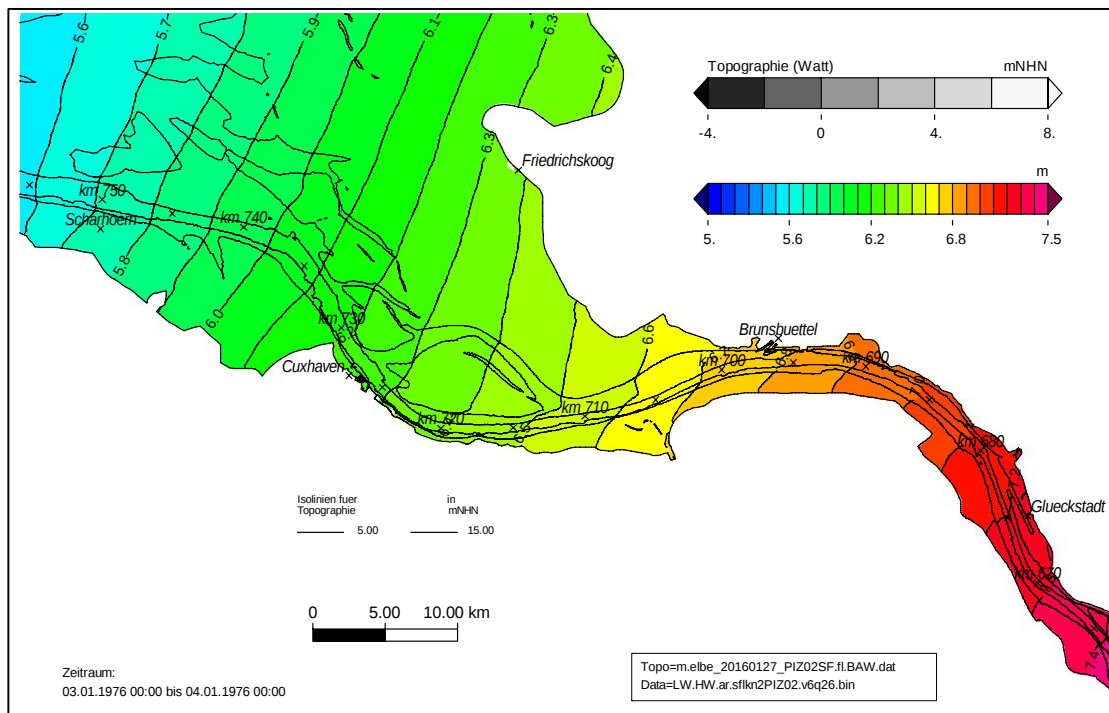


Bild 25: SFBEM (PIZ02): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 im Teilgebiet West zwischen Scharhörn und Glückstadt. Eine Farbstufe entspricht einem Unterschied im HW von 10 cm.

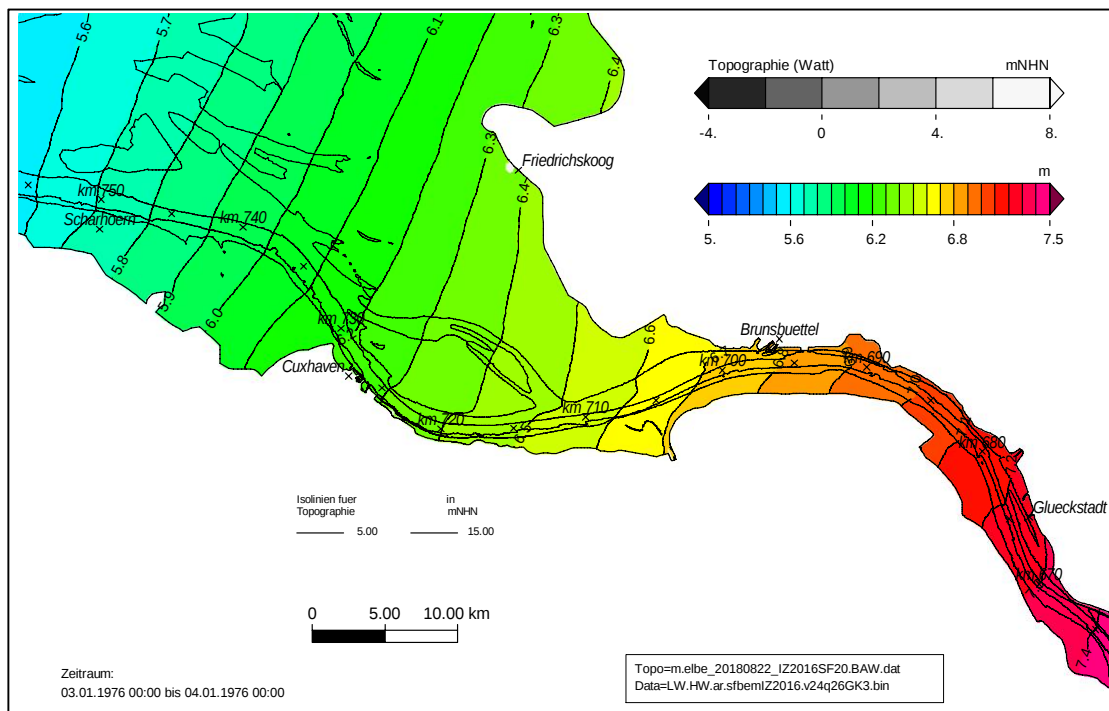


Bild 26: SFBEM (IZ2016): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 im Teilgebiet West zwischen Scharhörn und Glückstadt. Eine Farbstufe entspricht einem Unterschied im HW von 10 cm.

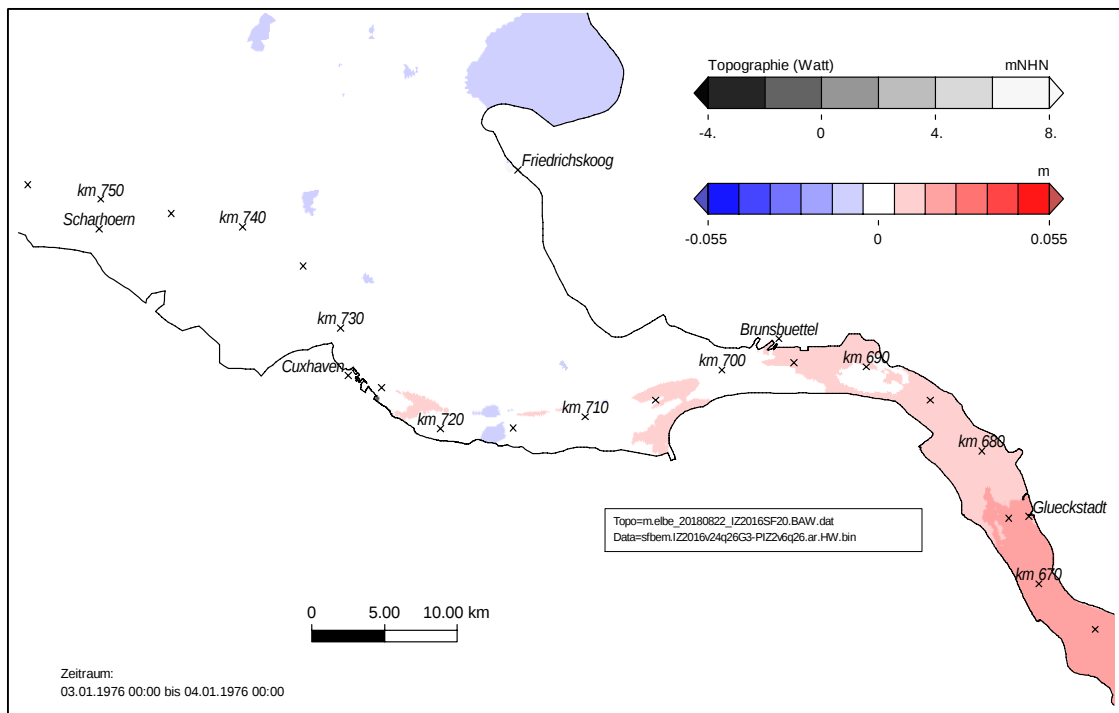


Bild 27: SFBEM (IZ2016) – SFBEM (PIZ02): Änderung des Sturmflutscheitelwasserstandes HW für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 im Teilgebiet West. Eine Farbstufe entspricht einem Unterschied im HW von 1 cm. In den weiß dargestellten Gebieten ändert sich das HW um weniger als $\pm 0,5$ cm.

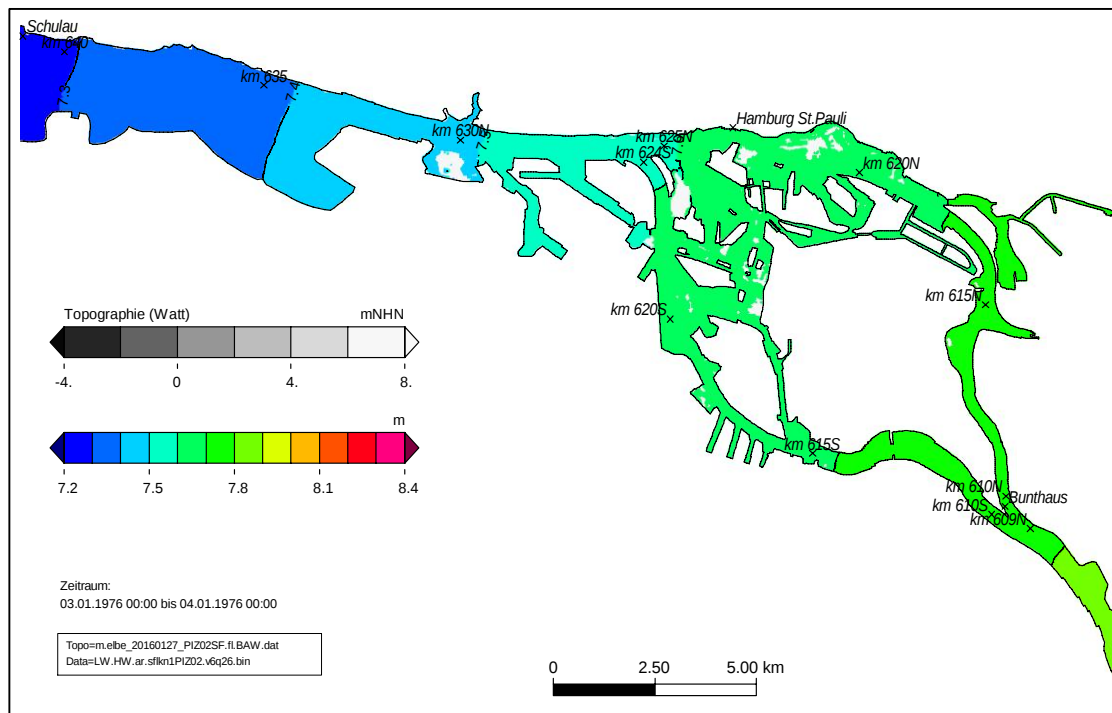


Bild 28: SFREF (PIZ02): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFREFQ2600 im Teilgebiet Hamburg zwischen Schulau und Bunthaus. Eine Farbstufe entspricht einem Unterschied im HW von 10 cm.

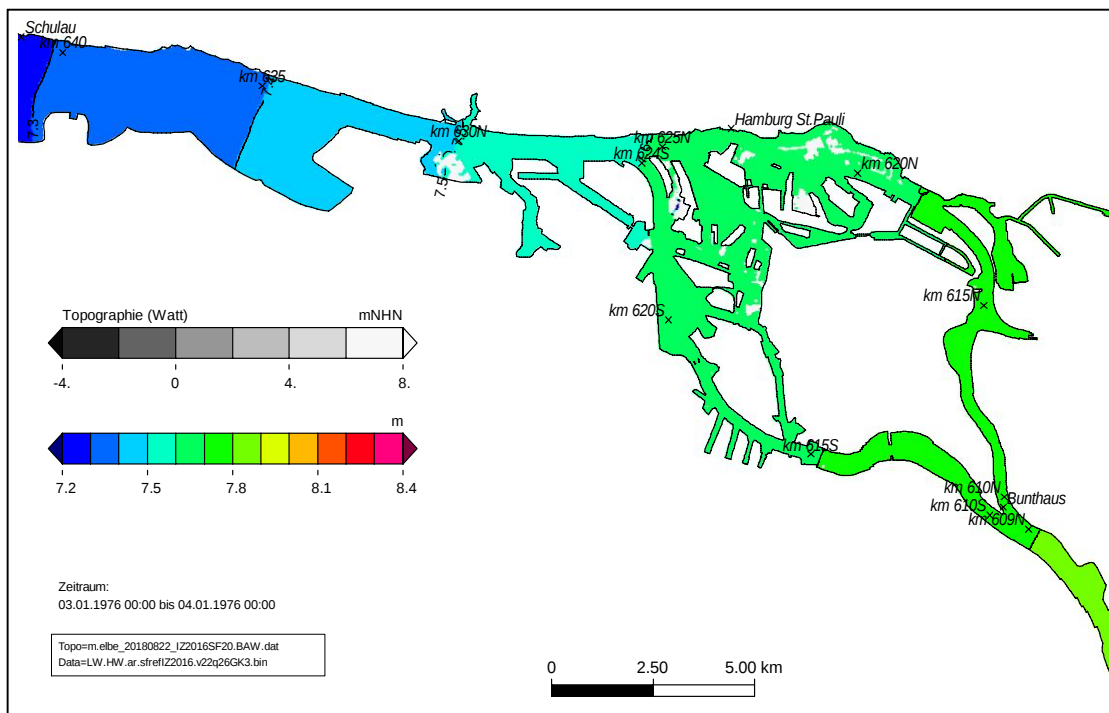


Bild 29: SFREF (IZ2016): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFREFQ2600 im Teilgebiet Hamburg zwischen Schulau und Bunthaus. Eine Farbstufe entspricht einem Unterschied im HW von 10 cm.

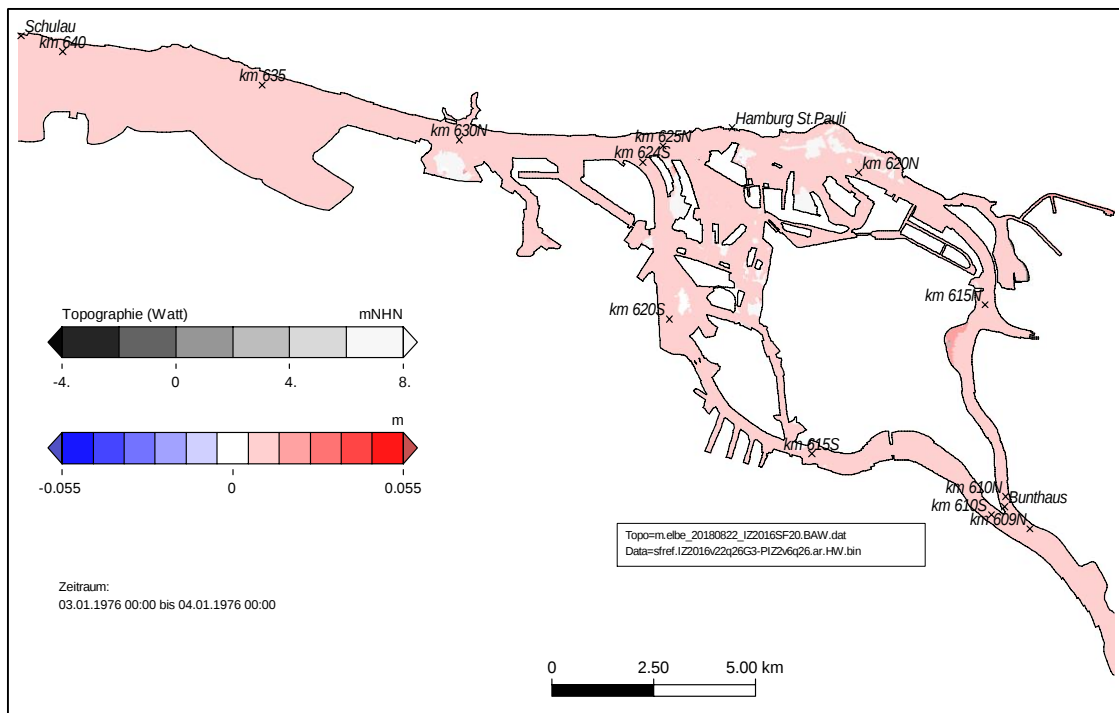


Bild 30: SFREF (IZ2016) – SFREF (PIZ02): Änderung des Sturmflutscheitelwasserstandes HW für das Sturmflutszenario SFREFQ2600 im Teilgebiet Hafen. Eine Farbstufe entspricht einem Unterschied im HW von 1 cm. In den weiß dargestellten Gebieten ändert sich das HW um weniger als $\pm 0,5$ cm.

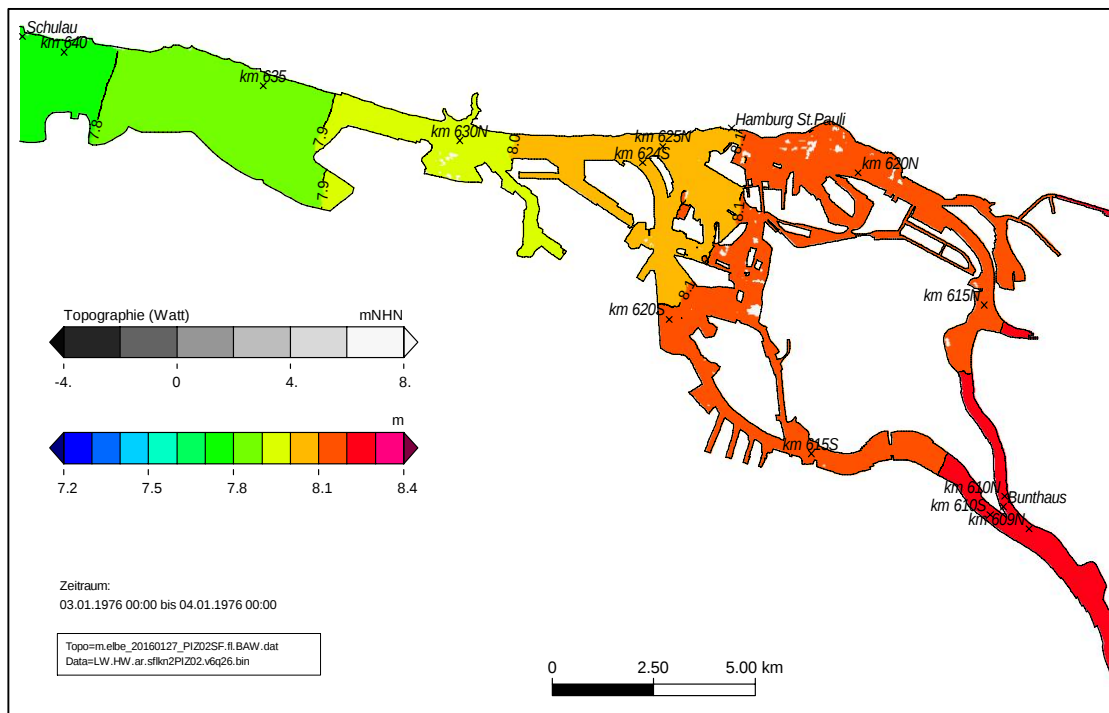


Bild 31: SFBEM (PIZ02): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 im Teilgebiet Hamburg zwischen Schulau und Bunthaus. Eine Farbstufe entspricht einem Unterschied im HW von 10 cm.

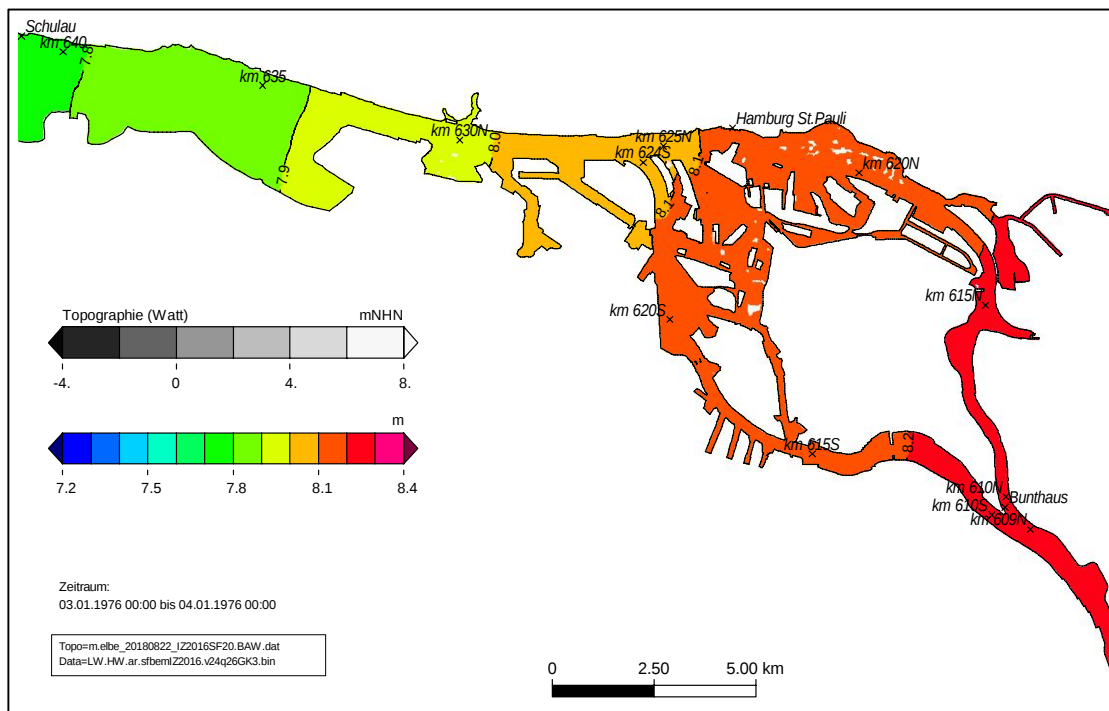


Bild 32: SFBEM (IJ2016): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 im Teilgebiet Hamburg zwischen Schulau und Bunthaus. Eine Farbstufe entspricht einem Unterschied im HW von 10 cm.

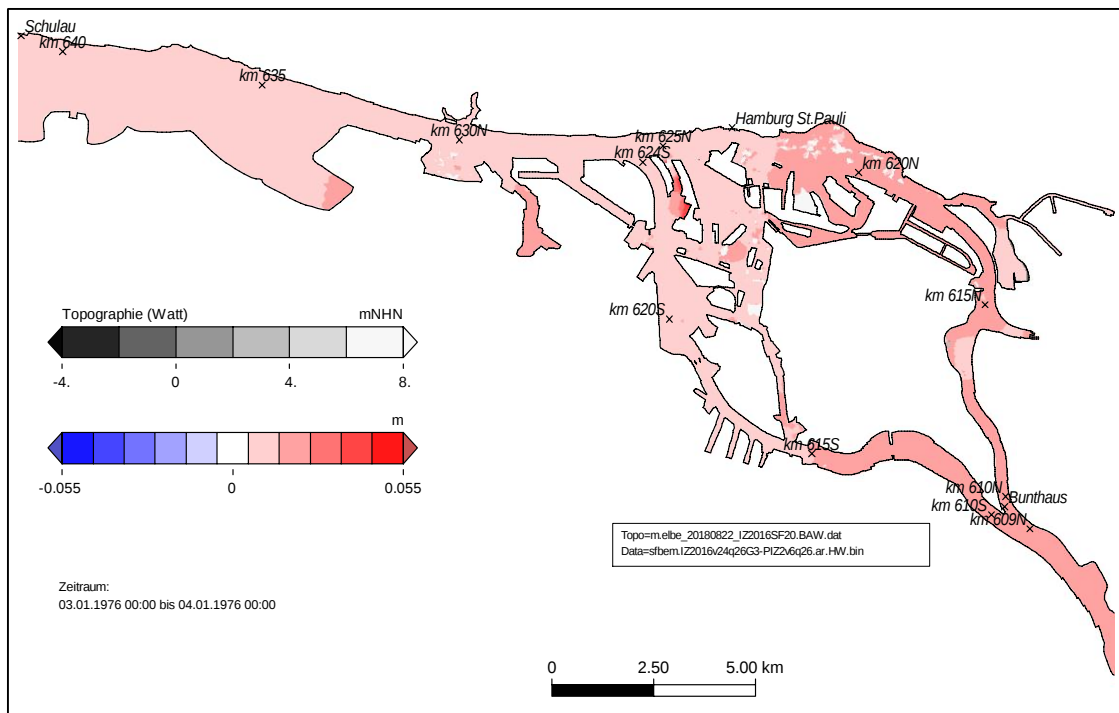


Bild 33: SFBEM (IZ2016) – SFBEM (PIZ02): Änderung des Sturmflutscheitelwasserstandes HW für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 im Teilgebiet Hafen. Eine Farbstufe entspricht einem Unterschied im HW von 1 cm. In den weiß dargestellten Gebieten ändert sich das HW um weniger als $\pm 0,5$ cm.

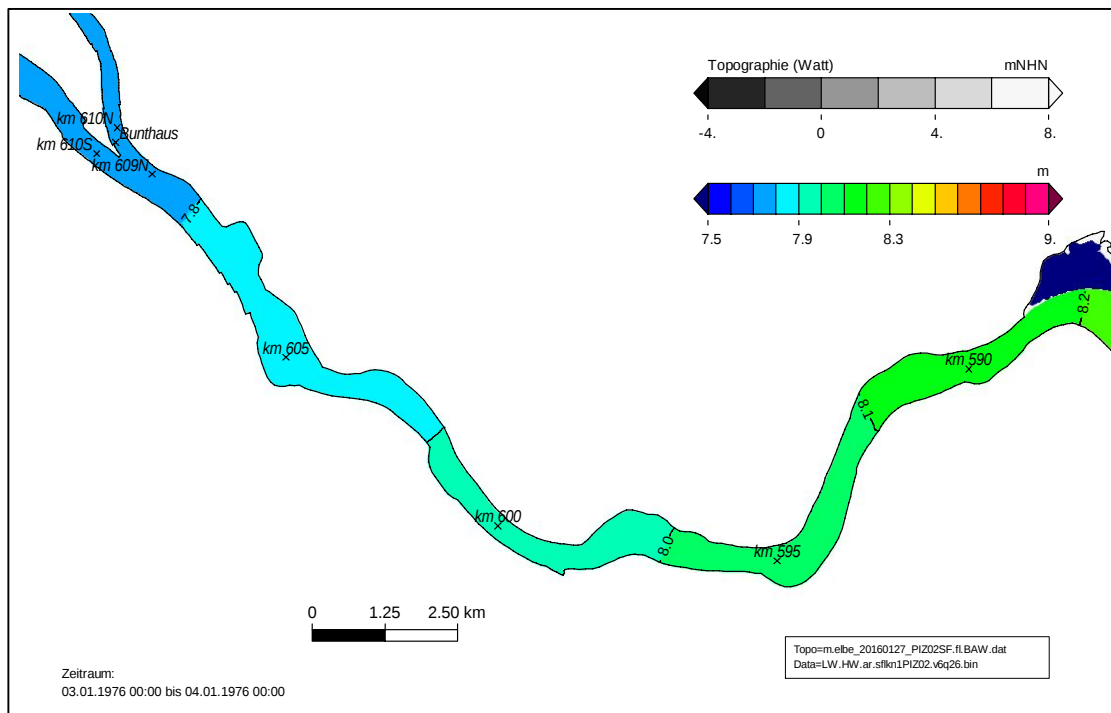


Bild 34: SFREF (PIZ02): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFREFQ2600 im Teilgebiet Ost zwischen Bunthaus und Geesthacht. Eine Farbstufe entspricht einem Unterschied im HW von 10 cm.

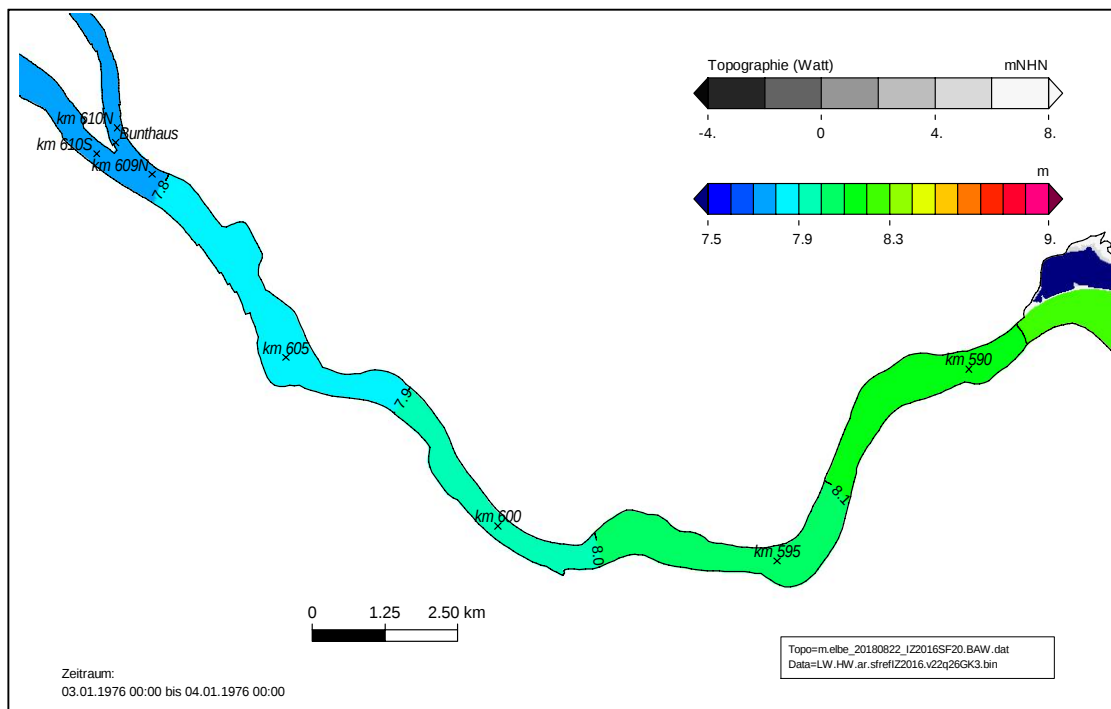


Bild 35: SFREF (IJ2016): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFREFQ2600 im Teilgebiet Ost zwischen Bunthaus und Geesthacht. Eine Farbstufe entspricht einem Unterschied im HW von 10 cm.

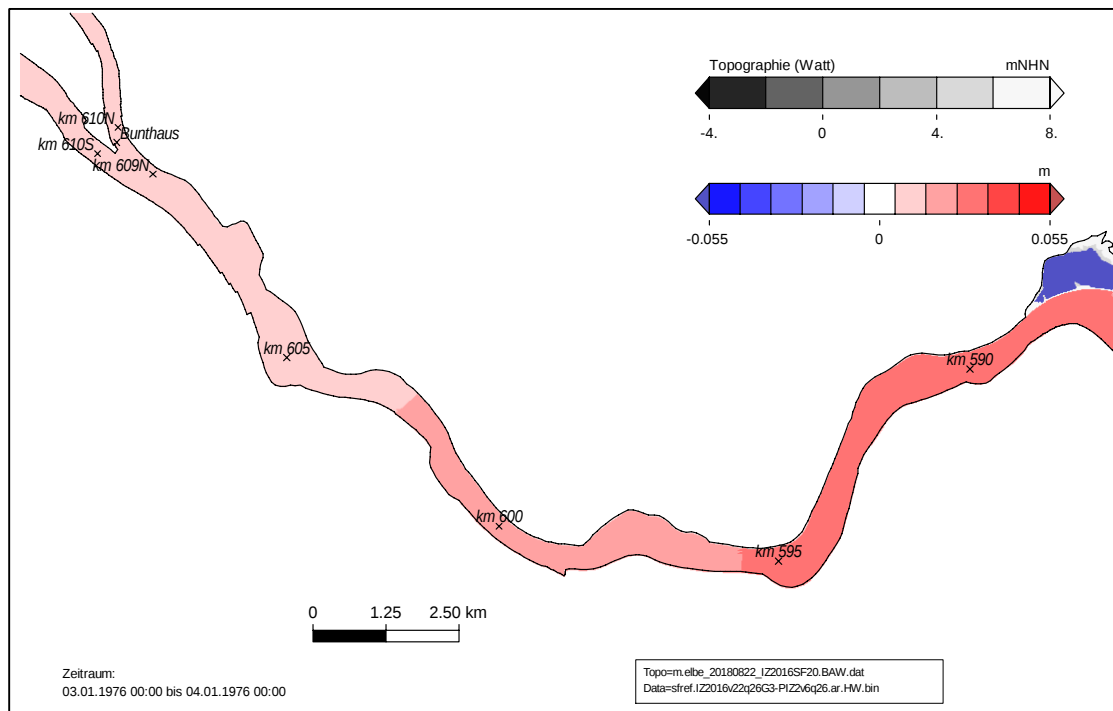


Bild 36: SFREF (IZ2016) – SFREF (PIZ02): Änderung des Sturmflutscheitelwasserstandes HW für das Sturmflutszenario SFREFQ2600 im Teilgebiet Ost. Eine Farbstufe entspricht einem Unterschied im HW von 1 cm. In den weiß dargestellten Gebieten ändert sich das HW um weniger als $\pm 0,5$ cm.

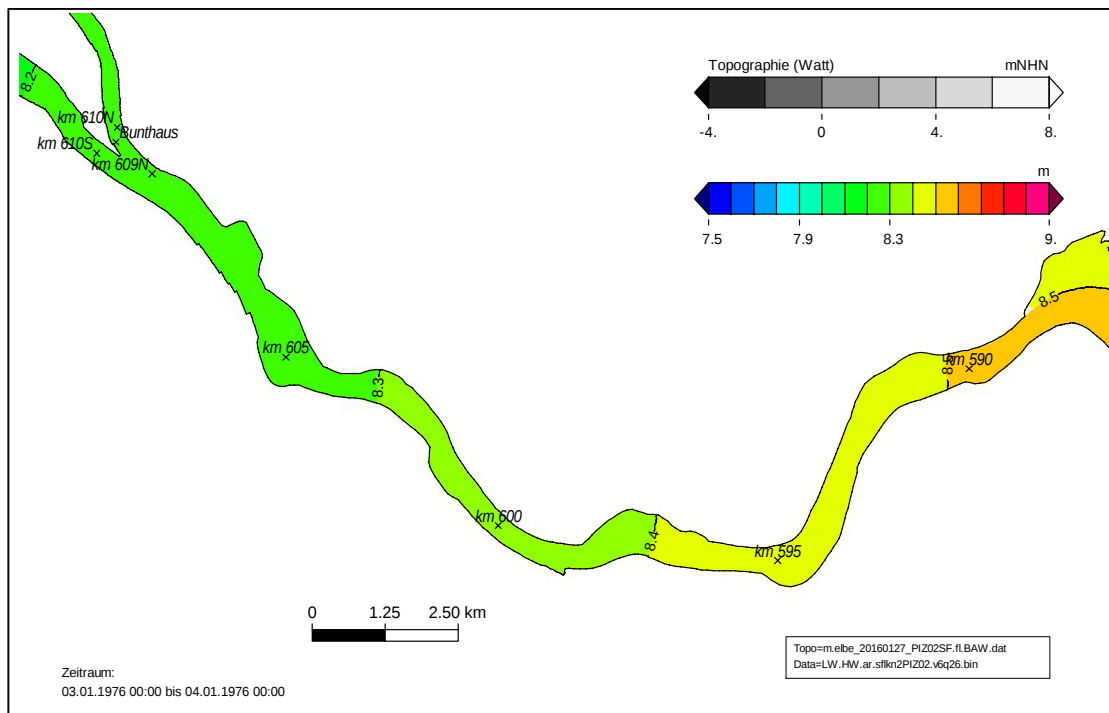


Bild 37: SFBEM (PIZ02): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 im Teilgebiet Ost zwischen Bunthaus und Geesthacht. Eine Farbstufe entspricht einem Unterschied im HW von 10 cm.

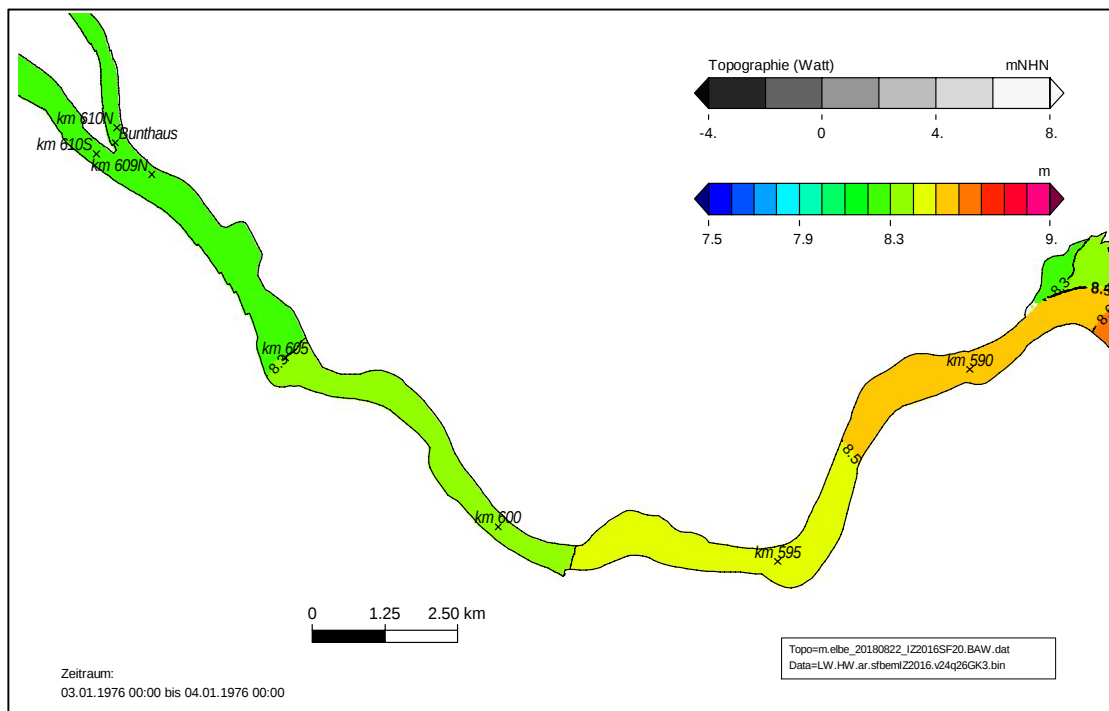


Bild 38: SFBEM (IZ2016): Sturmflutscheitelwasserstand HW für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 im Teilgebiet Ost zwischen Bunthaus und Geesthacht. Eine Farbstufe entspricht einem Unterschied im HW von 10 cm.

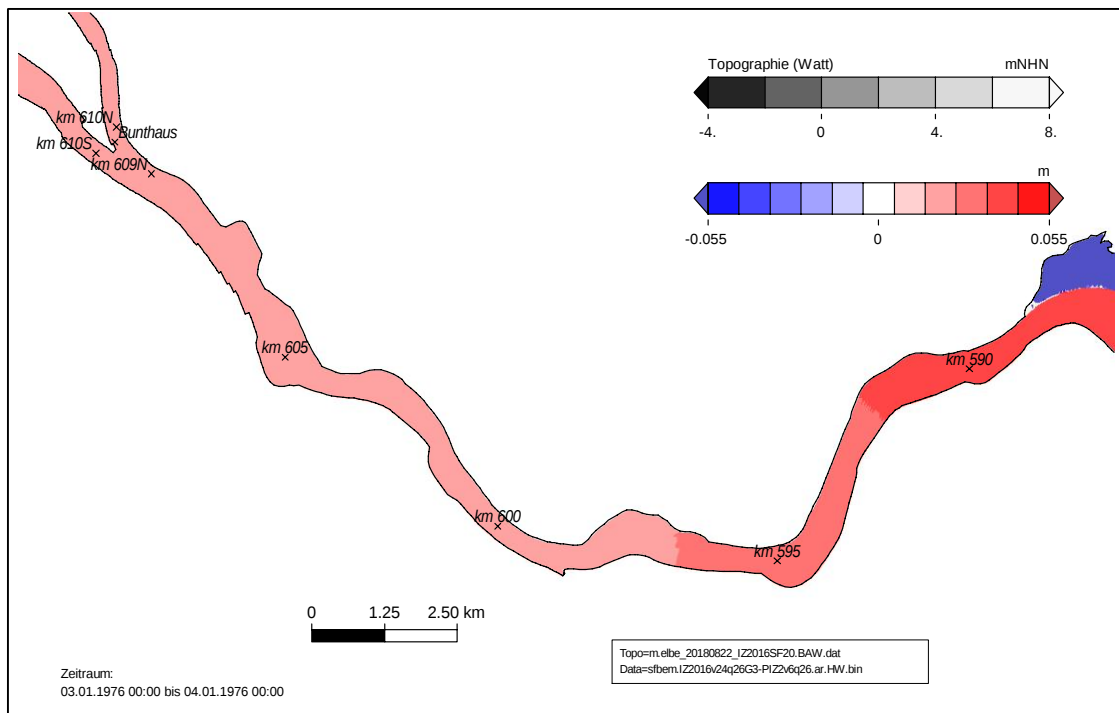


Bild 39: SFBEM (IZ2016) – SFBEM (PIZ02): Änderung des Sturmflutscheitelwasserstandes HW für das Sturmflutszenario SFBEMQ2600 im Teilgebiet Ost. Eine Farbstufe entspricht einem Unterschied im HW von 1 cm. In den weiß dargestellten Gebieten ändert sich das HW um weniger als $\pm 0,5$ cm.

4 Literaturverzeichnis

BAW (2002): Tideunabhängige Kennwerte des Wasserstandes. Technischer Bericht. BAWiki
http://wiki.baw.de/de/index.php5/Tideunabh%c3%a4ngige_Kennwerte_des_Wasserstands
(abgerufen Januar 2019).

BAW (2018): Modellierung von Sturmflutwasserständen in der Tideelbe. Gutachten. BAW
Gutachten B3955.03.06.10006.



Kußmaulstraße 17 · 76187 Karlsruhe
Tel. +49 (0) 721 97 26-0 · Fax +49 (0) 721 97 26-45 40

www.baw.de

Wedeler Landstraße 157 · 22559 Hamburg
Tel. +49 (0) 40 81 908-0 · Fax +49 (0) 40 81 908-373