

# Sturmfluten in den Ästuaren von Elbe, Jade-Weser und Ems



## Sensitivitätsstudie zu Anpassungsoptionen an die Folgen des Klimawandels

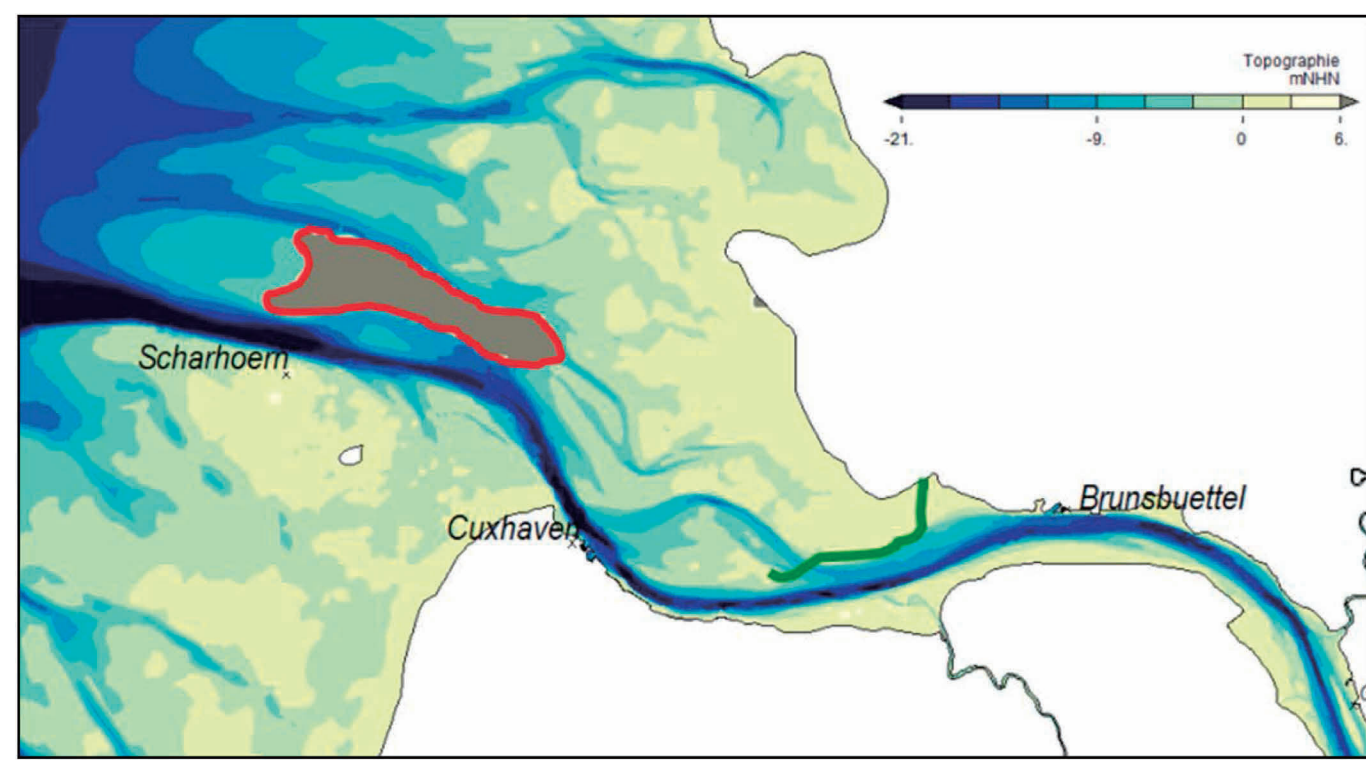
Elisabeth Rudolph, Annette Büscher, Fred Hesser, Rita Seiffert

### Motivation: Klimawandel und Wasserstraße

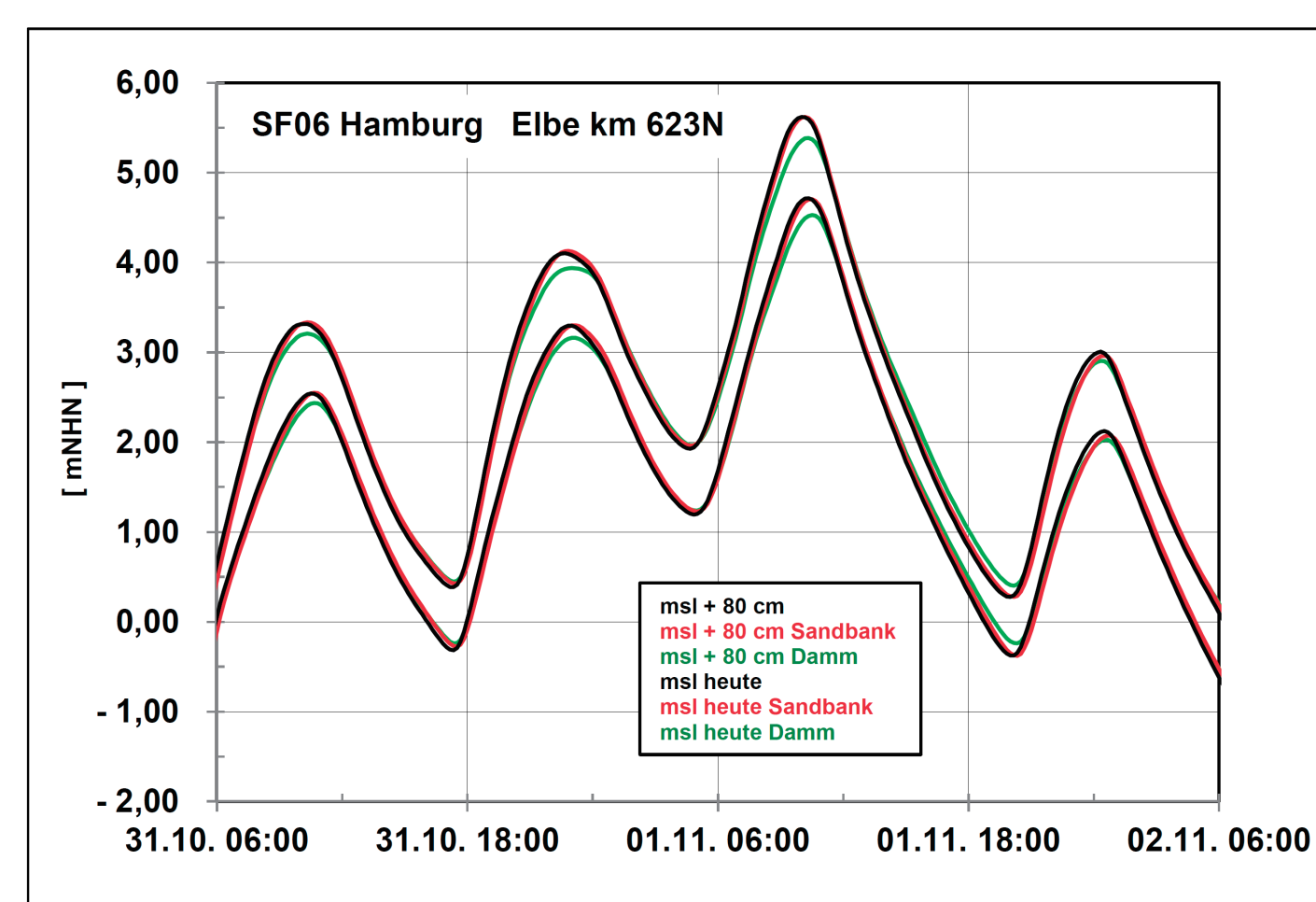
Vor dem Hintergrund des möglichen Klimawandels ist u.a. das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) daran interessiert, mögliche Folgen des Klimawandels für Schifffahrt und Wasserstraßen (KLIWAS) zu untersuchen. Sturmfluten in den Ästuaren von Elbe, Jade-Weser und Ems können bereits heute sowohl große Schäden verursachen als auch das Leben der Bewohner der Küstengebiete gefährden. Zur Entwicklung geeigneter Anpassungsstrategien an die Folgen des Klimawandels ist es nötig, sowohl die heutige Situation zu verstehen, als auch mögliche Zukünfte unter Klimaänderungsbedingungen zu analysieren.

### Sensitivitätsstudie zu Sturmfluten

Sturmfluten in den Ästuaren werden sowohl durch die Gezeitendynamik und den Windstau in der Deutschen Bucht als auch durch den Oberwasserzufluss in das Ästuar oder den Wind über dem Ästuar geprägt. Eine Sensitivitätsstudie zu Sturmfluten vor dem Hintergrund des Klimawandels zeigt, dass sich durch einen Meeresspiegelanstieg die Sturmflutscheitelwasserstände bis tief in das Ästuar hinein erhöhen. Eine gleichzeitige Zunahme des Oberwasserzuflusses erhöht zusätzlich die Sturmflutscheitelwasserstände im oberen Bereich der Ästuar. Der Einsatz eines hydrodynamisch-numerischen Modells (UnTRIM) ermöglicht es, die Wirksamkeit von Anpassungsoptionen an die Folgen des Klimawandels bei Sturmflut zu untersuchen.



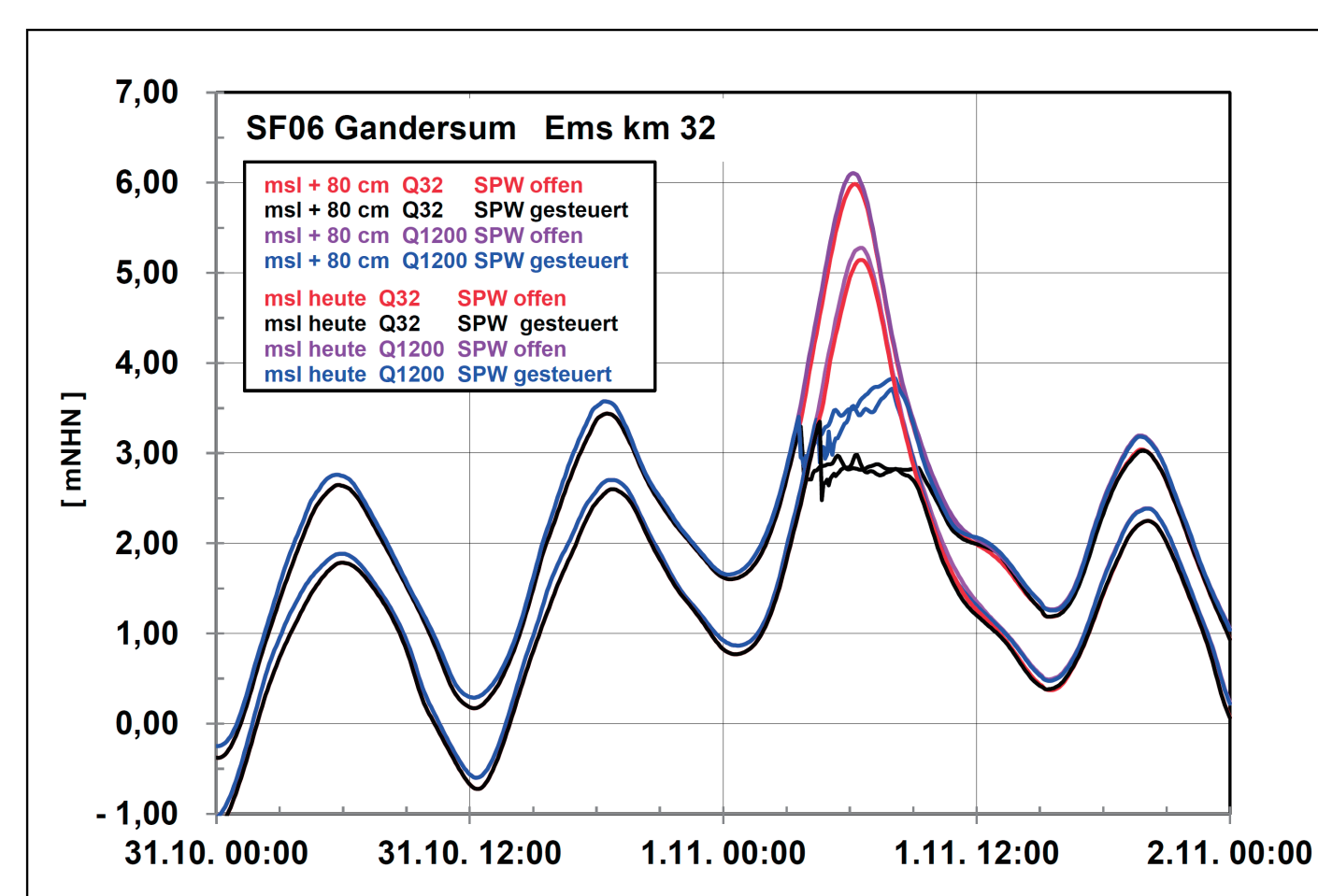
Anpassungsoption Einengung des Mündungsbereiches der Elbe durch eine Sandbank oder einen Damm



Wasserstandsentwicklung bei Hamburg St. Pauli (Elbe km 623N)



Anpassungsoption Sturmflutsperrwerk: Sturmflutsperrwerk Ems bei Gandersum (Bild: NLWKN)



Wasserstandsentwicklung bei Gandersum (Ems km 32)

Sensitivitätsstudie  
Q: setze Abflussrandwert auf genannten Wert  
msl: erhöhe Wasserstandsrandwert um genannten Wert

### Anpassungsoption:

#### Einengung des Mündungsbereiches

Eine Einengung des Mündungsbereiches der Elbe durch eine NHN + 10 m hohe Sandbank (rot) bzw. einen NHN + 10 m hohen Damm (grün) senken die Sturmflutscheitelwasserstände stromauf der Maßnahme. Sowohl unter heutigen Bedingungen als auch bei einem Meeresspiegelanstieg von 80 cm werden durch die Sandbank die HW lediglich um wenige cm gesenkt. Durch den Damm dagegen sinken die HW in beiden Fällen um ca. 20 cm.

### Anpassungsoption: Sturmflutsperrwerk

Ein Sturmflutsperrwerk SPW im Mündungsbereich von z.B. Weser oder Ems schützt den stromauf des Sperrwerkes gelegenen Bereich auch bei einem Meeresspiegelanstieg von 80 cm vor Sturmfluten. Stromauf des Sturmflutsperrwerkes ist der Einfluss des Meeresspiegelanstieges auf die Sturmflutscheitelwasserstände nicht zu erkennen. Stromab des Sperrwerkes führt das gesteuerte Sperrwerk zu einer Erhöhung der Sturmflutscheitelwasserstände. Die Schutzfunktion des Sperrwerkes bleibt auch bei Sturmfluten mit hohem Oberwasserzufluss erhalten. Das hier vorhandene Volumen ist ausreichend, um den betrachteten Abfluss aufzunehmen. Bei einem extrem hohem Meeresspiegelanstieg, hier 200 cm, würde das in diesem Beispiel NHN + 7,00 m hohe Sperrwerk überströmt.

### Ergebnisse

Als Anpassungsmaßnahmen zum Sturmflutschutz werden Einengungen im Mündungsbereich und Sturmflutsperrwerke untersucht.

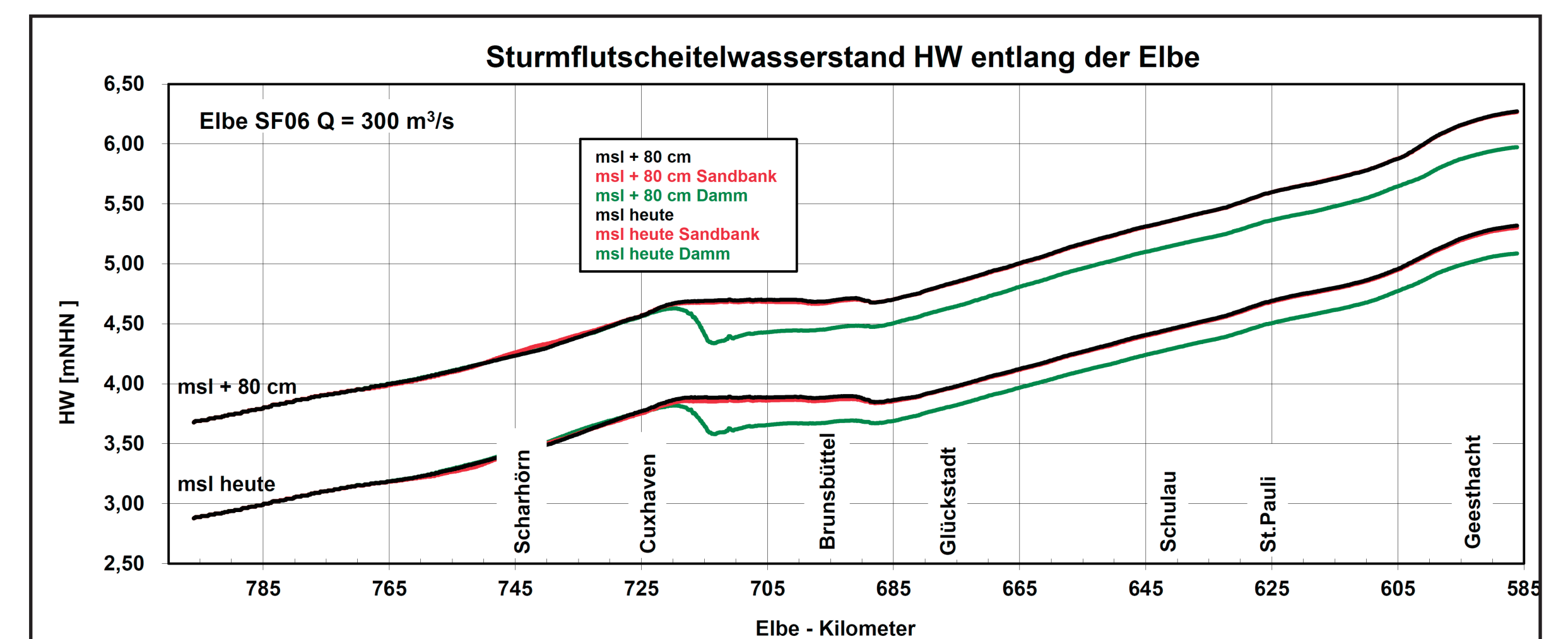
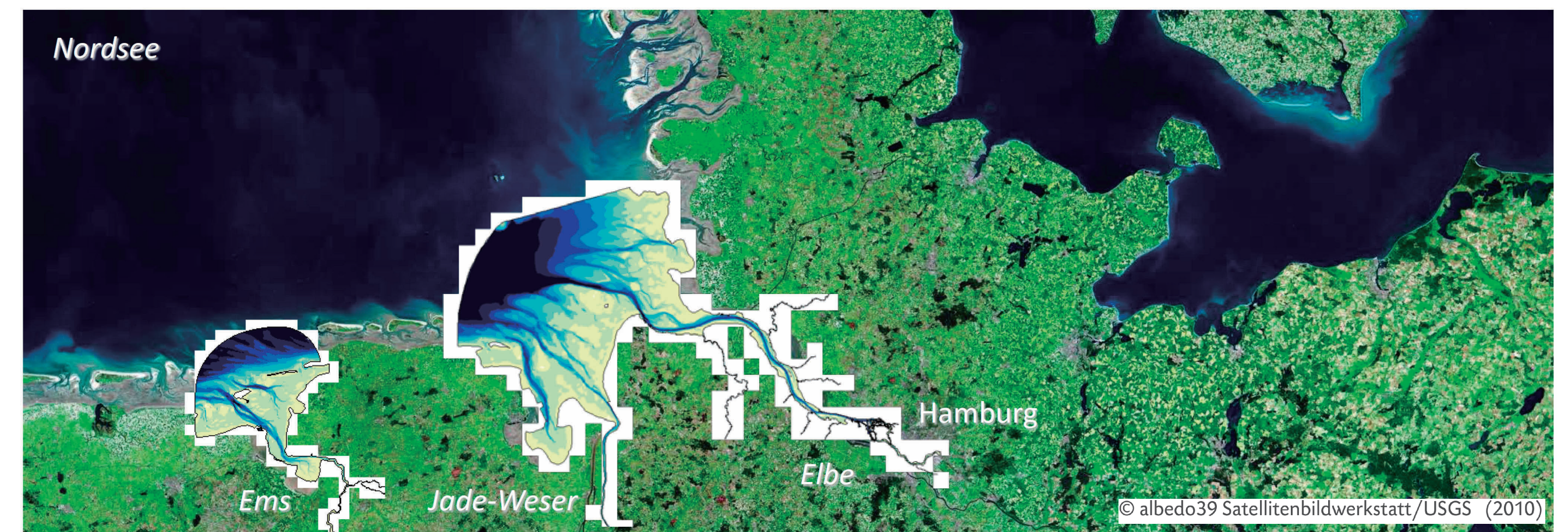
### Einengungsmaßnahmen

- verringern den Sturmflutscheitelwasserstand
- kein kompletter Schutz gegen Sturmfluten
- geringe Einschränkung für die Schifffahrt

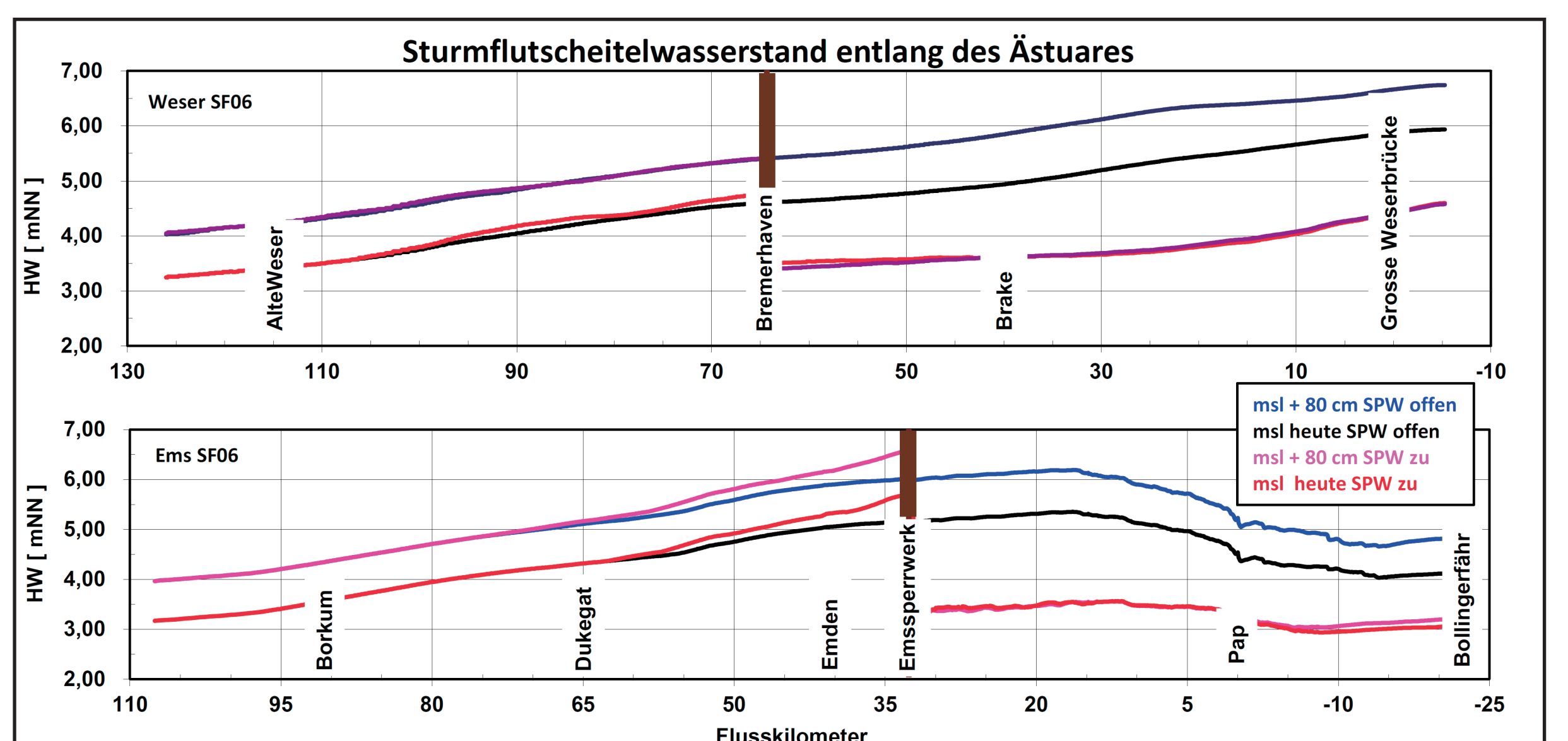
### Sturmflutsperrwerk

- kompletter Schutz gegen Sturmflut stromauf des Sperrwerkes
- Einschränkung für die Schifffahrt

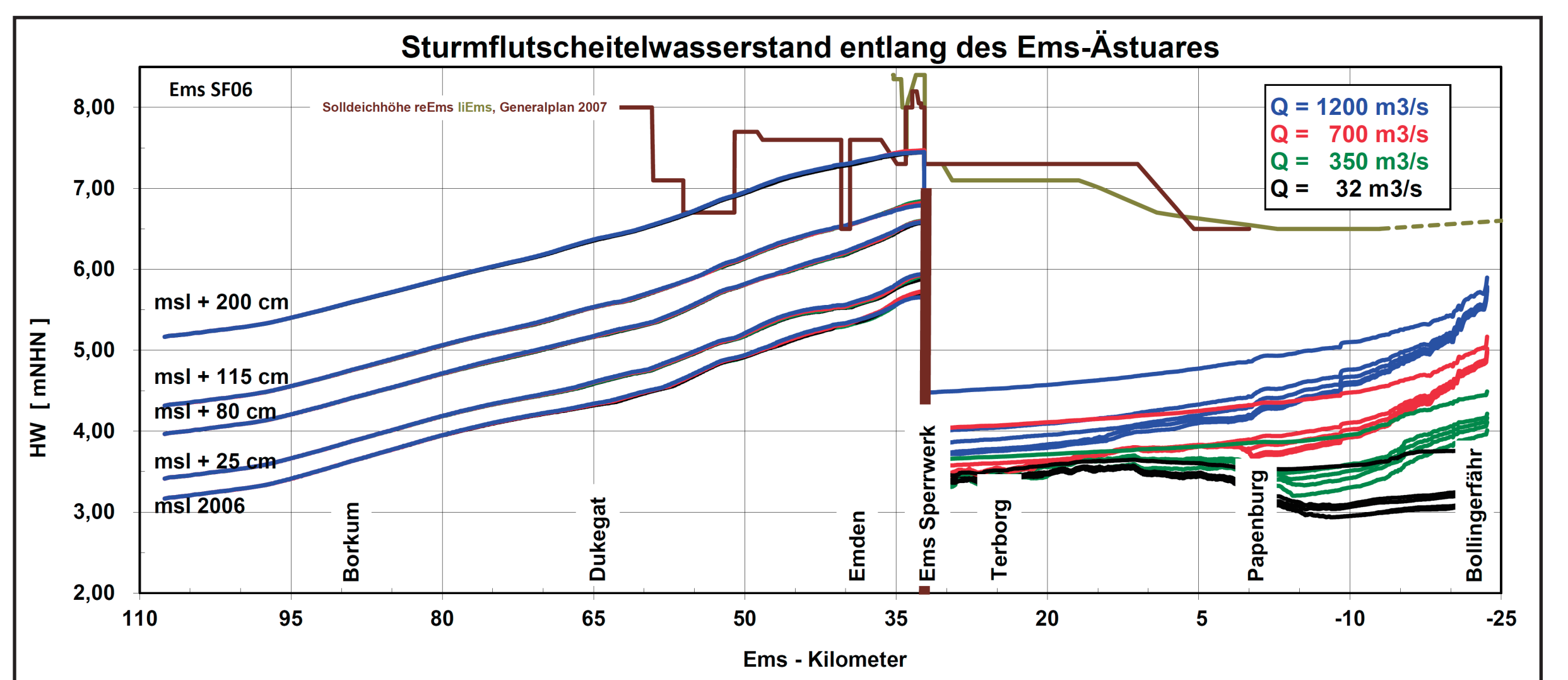
Die Ergebnisse dieser Untersuchung unterstützen die Entwicklung einer Anpassungsstrategie für die Bundeswasserstraßen an die Folgen des Klimawandels.



Anpassungsoption Einengung im Mündungsbereich des Ästuars: Sturmflutscheitelwasserstand entlang der Elbe



Anpassungsoption Sturmflutsperrwerk: Sturmflutscheitelwasserstand entlang der Weser und der Ems



Anpassungsoption Sturmflutsperrwerk: Sturmflutscheitelwasserstand entlang der Ems mit Meeresspiegelanstieg und Zunahme des Abflusses

Literatur:

Casulli, V. und R. A. Walters (2000): An unstructured, three-dimensional model based on the shallow water equations. International Journal for Numerical Methods in Fluids, 32, pp 331-348

Rudolph, E. (2014): Storm Surges in the Elbe, Jade-Weser and Ems Estuaries. Die Küste, 81, pp 291-300.

Seiffert, R. und F. Hesser (2014): Investigating Climate Change Impacts and Adaptation Strategies in German Estuaries. Die Küste, 81, pp. 551 – 563.

Seiffert, R. et al. (2014): Auswirkungen des Klimawandels auf die deutsche Küste und die Ästuar. KLIWAS Schriftenreihe, KLIWAS-36/2014. DOI: 10.5675/KLIWAS\_36/2014\_3.02.