

Sensitivitätsstudie zum Seegang in der Elbe bei der Sturmflut am 3. Januar 1976

Norbert Winkel, Elisabeth Rudolph, Annette Schulte-Rentrop

Ressortforschungsprogramm

- Deutscher Wetterdienst (DWD)
- Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
- Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)
- Bundesanstalt für Wasserbau (BAW)

■ **KLIWAS-Projekt 2.4**
Betroffenheiten der Wasserstraßen und Häfen an der Deutschen Küste sowie für den Küstenschutz bei Extremereignissen
www.kliwas.de

1. Motivation

Vor dem Hintergrund des möglichen Klimawandels in diesem Jahrhundert und darüber hinaus ist das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) daran interessiert, mögliche Folgen des Klimawandels für Schifffahrt und Wasserstraßen zu untersuchen. Zur Entwicklung geeigneter Anpassungsstrategien an den Klimawandel ist es nötig, sowohl die heutige Situation zu verstehen, als auch mögliche zukünftige Gegebenheiten zu analysieren. Beispielhaft werden die Ergebnisse einer Sensitivitätsstudie zum Seegang in der Tideelbe bei der Sturmflut am 3.1.1976 vorgestellt. Diese Studie wird im Rahmen des Ressortforschungsprogramms KLIWAS durchgeführt.

2. Sturmflut 3. Januar 1976

Am 2.1.1976 wehte über der Deutschen Bucht Nordwestwind mit 8 m/s (Windstärke 4, mäßige Brise), der im Laufe des Nachmittags auf 15 m/s (Windstärke 7, steifer Wind) zunahm und auf Süd drehte. In den Morgenstunden des 3.1.1976 herrschte über der Deutschen Bucht stürmischer Wind aus südlichen Richtungen mit Geschwindigkeiten von 18 m/s (Windstärke 8). Er drehte bis zum Mittag auf westliche Richtungen und erreichte Windgeschwindigkeiten von bis zu 30 m/s (Windstärke 11, orkanartiger Sturm). Erst im Laufe der Nacht zum 4.1.1976 nahm der Wind wieder auf 15 m/s (Windstärke 7) ab. Diese meteorologische Situation bedingte im Bereich der Deutschen Bucht und des Elbegebietes eine sehr schwere Sturmflut, bei der die höchsten je gemessenen Wasserstände im Untereelbegebiet erreicht wurden.

3. Seegangmodell

Der Seegang, der sich unter diesen Sturmflutverhältnissen im Elbästuar entwickelt, wird mit dem *k*-Modell (C. Schneggenburger, 1998) berechnet. Die Berechnung erfolgt dabei auf der Grundlage der mit dem hydrodynamisch-numerischen Modell des Elbästuares berechneten Wasserstände und Strömungen.

4. Sensitivitätsstudie

Als Folgen eines möglichen Klimawandels wird der Anstieg des Meeresspiegels sowie eine Zunahme der Windgeschwindigkeit bei Sturmereignissen erwartet. Damit werden sich die Bedingungen für die Entwicklung und Ausbreitung von Seegang verändern, denn Wassertiefe und Windwirklänge in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit und -richtung bestimmen den Seegang im Küstenvorfeld. Um diesen Einfluss auf den Seegang zu ermitteln, werden 2 Szenarien auf der Grundlage der Sturmflutverhältnisse von 1976 untersucht.

Im 1. Szenario wird die Windgeschwindigkeit um 10 % erhöht. Diese Erhöhung wird sowohl bei der Seegangssimulation als auch bei der Berechnung der für diese Simulation benötigten Randwerte von Wasserstand und Strömung berücksichtigt. Im 2. Szenario werden die Auswirkungen eines Meeresspiegelanstiegs von +80 cm nach dem selben Konzept untersucht.

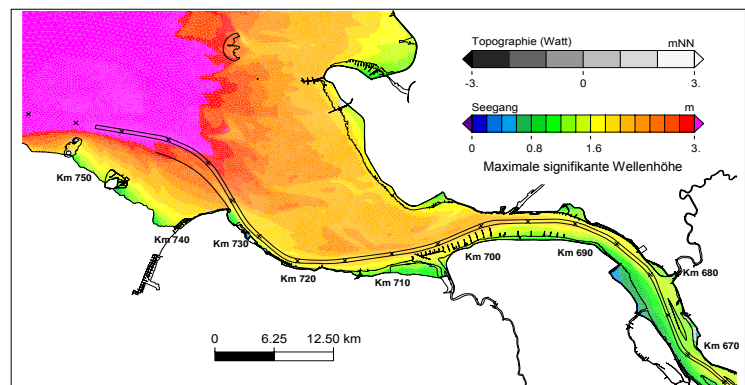
5. Ergebnis

Aus der Simulation der Sturmflutverhältnisse 1976 ist die maximale signifikante Wellenhöhe für die Elbmündung (links) und die Untereelbe (rechts) in der oberen Bildreihe dargestellt. Bezogen auf diese Verhältnisse ist die durch die Erhöhung der Windgeschwindigkeit bedingte Änderung der Wellenhöhe in der mittleren Bildreihe und darunter die Änderung durch einen Meeresspiegelanstieg zu sehen.

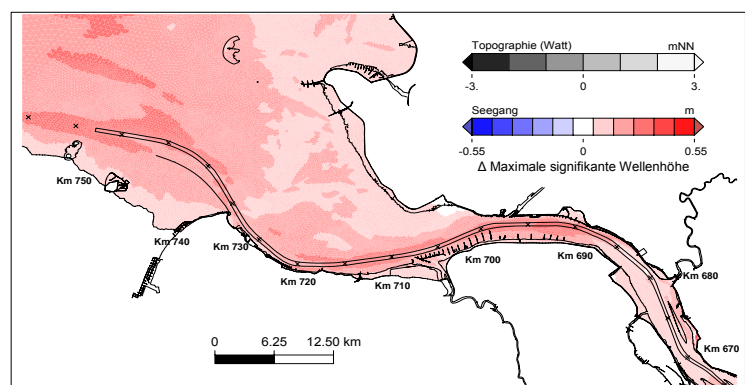
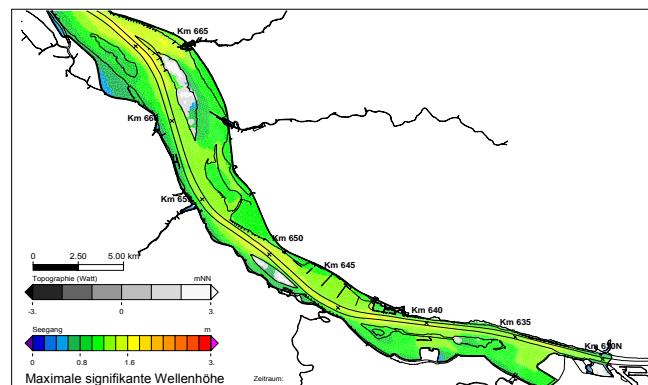
Die höchsten Wellenhöhen treten im Bereich der Elbmündung um Hochwasser auf. In der Untereelbe treten sie durch den Einfluss der Strömungsrefraktion erst bei entwickeltem Ebbstrom auf. In diesem Abschnitt der Elbe hat der Wind einen stärkeren Einfluss auf den Seegang als die Lage des Meeresspiegels. Im flacheren Küstenvorfeld des Elbmündungsgebietes ist die Wirkung eines Meeresspiegelanstiegs von 80 cm auf den Seegang stärker als die Erhöhung der Windgeschwindigkeit um 10 %. Bei Überlagerung dieser Effekte können die Wirkungen in erster Näherung addiert werden.

HN - Modell: UnK (siehe BAWiki)
Wind: MKW des DWD
Topographie: 2003

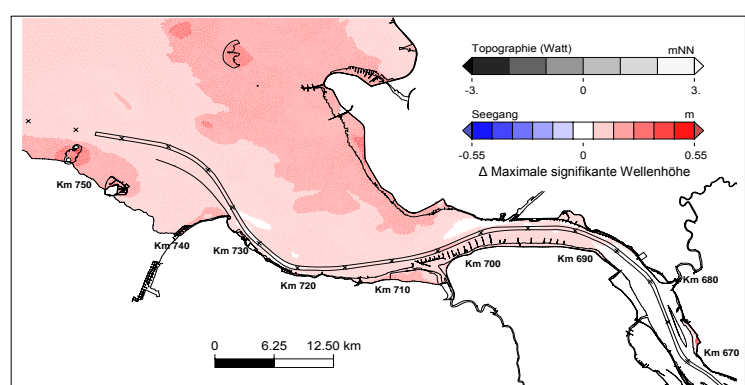
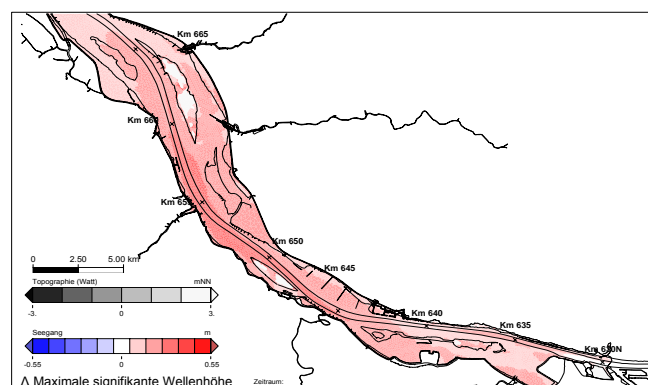
Literatur:
SCHNEGGENBURGER, C. 1998:
Spectral Wave Modelling with Nonlinear Dissipation. Dissertation. GKSS 98/E42, Helmholtz-Zentrum-Geesthacht



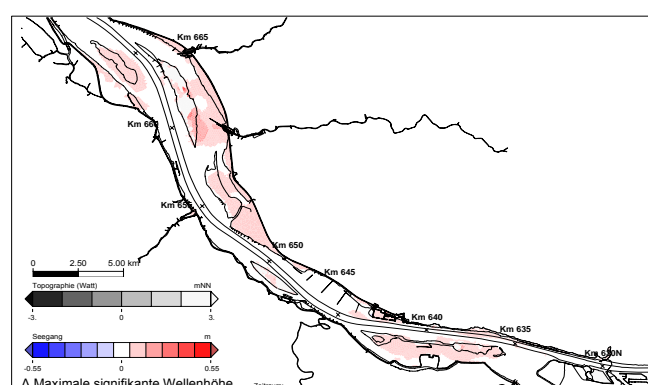
Sturmflutverhältnisse 1976



Windgeschwindigkeit +10 %



Meeresspiegelanstieg +80 cm



Autoren:
Norbert Winkel
norbert.winkel@baw.de

Elisabeth Rudolph
elisabeth.rudolph@baw.de

Annette Schulte-Rentrop
annette.schulte-rentrop@baw.de

Bundesanstalt für Wasserbau
Dienststelle Hamburg
Wasserbau im Küstenbereich
K3 – Ästuarsystem II
Wedeler Landstraße 157
22559 Hamburg

Tel.: +49 (0) 40/81908-0
Fax: +49 (0) 40/81908-373
Email: mail@baw.de
www.baw.de

September 2011