

# HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENT AM BEISPIEL WESERÄSTUAR

von

Heiko Spekker<sup>1</sup>

## ABSTRACT

Large parts of coastal hinterlands are endangered from flooding during storm surges and floods. These hinterlands are usually protected by a system of coastal defense elements (e.g. levees and storm surge barriers).

At the Franzius-Institute impact studies regarding the tidal behaviour in the Weser River estuary were performed with reliable numerical simulations. In particular the effects of control structures (storm surge barriers and potential polder areas) were simulated for several boundary conditions with one- and multidimensional numerical models.

The results show that optimised control strategies of hydraulic structures and polder areas can reduce the tidal high water level in estuaries and therefore minimise the risk of flooding for the hinterland.

## 1 EINLEITUNG

In tidebeeinflussten Gebieten können die Hochwasserschutzanlagen durch sturmflutbedingte Extremwasserstände sowie zeitweise auftretende extreme Oberwasserabflüsse durch Niederschläge bzw. Schneeschmelze besonders stark belastet werden. Bei diesen Hochwasserereignissen wird im Allgemeinen die Abflussleistung der Mittelwasserbetten überschritten, so dass in Verbindung mit dem Wasserspiegelanstieg erhebliche Ausuferungen auftreten und Belastungen auf die Schutzbauwerke ausgeübt werden. Abhängig vom Nutzungs- und Bebauungsgrad der betroffenen Flächen und des Hinterlandes ist ein erhebliches Schadens- und Gefahrenpotential gegeben.

Den Ästuaren wurde in der Vergangenheit vielfach der natürliche Flut- und Überschwemmungsraum durch nahe am Gewässer errichtete Deiche und Hochwasserschutzwände ge-

---

<sup>1</sup> Dipl.-Ing., Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen, Leibniz Universität Hannover, Nienburger Straße 4, 30167 Hannover, Email: hsp@fi.uni-hannover.de

nommen. Im Rahmen eines Hochwasserrisikomanagements stellen Sturmflutentlastungspolder sowie eine optimierte Steuerung von Sturmflutsperrwerken eine mögliche Maßnahme des technischen Hochwasserschutzes dar.

Der Beitrag beschreibt die am FRANZIUS-INSTITUT zurzeit durchgeführten Untersuchungen für ein Hochwasser- und Risikomanagement in tidebeeinflussten Küstenregionen am Beispiel der Unterweser. Es wird untersucht, ob eine Anlage von Poldern auch im Tidegebiet vergleichbar zu tidefreien Gewässern hoch wirksam ist. Ein zentraler Aspekt der Untersuchungen ist eine optimierte Steuerung von Sturmflutsperrwerken verbunden mit einer besseren Ausnutzung des oberhalb liegenden Flutraums. Die Untersuchungen erfolgten mit instationär betriebenen ein- und zweidimensionalen numerischen Modellen.

## 2 POTENTIELLE GEFÄHRDUNG DER STADT BREMEN

Mit Hilfe von statischen Höhenverschnitten wurde die potentielle Gefährdung Bremens aufgrund von Sturmfluten und Hochwasser aus dem Binnenland untersucht. Dazu wurde ein statischer Wasserspiegel mit den Geländehöhen im Stadtgebiet von Bremen verschnitten. Die Differenz liefert die Wassertiefe unterhalb des Wasserspiegels. Dieses Verfahren dient der Veranschaulichung der potentiell gefährdeten Gebiete und darf nicht mit einer Überflutungssimulation gleichgesetzt werden. Sie zeigt gleichwohl die Notwendigkeit und Ausdehnung der seit Jahrhunderten gebauten und gepflegten Hochwasserschutzanlagen. Die Abb. 1 zeigt die Wassertiefen bei einer Wasserspiegellage von 5 mNN.

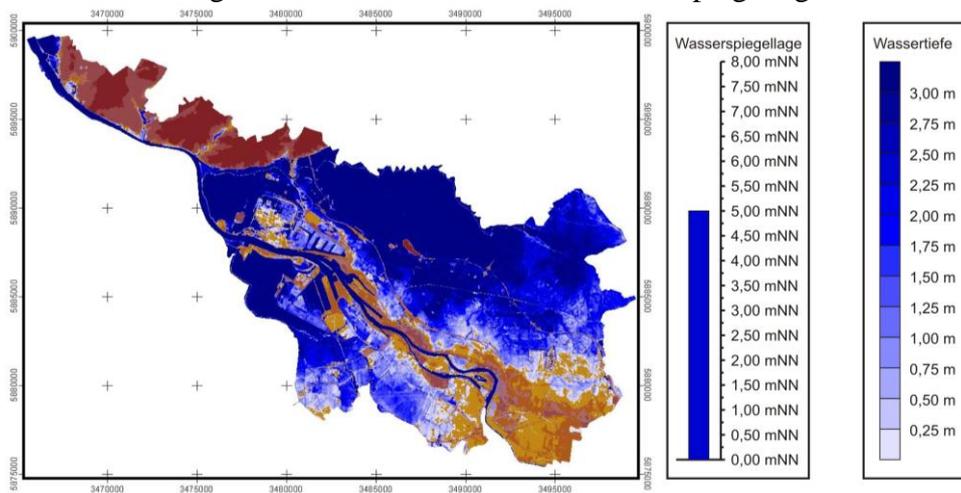
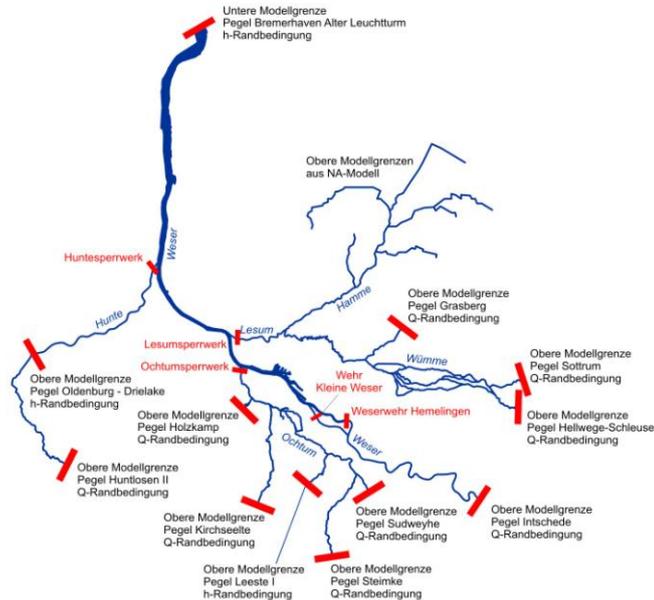


Abb. 1: Statische Höhenverschnidung der Stadt Bremen mit einer Wasserspiegellage von 5 mNN

## 3 MAßNAHMEN ZUR RISIKOMINDERUNG

Im Rahmen der Untersuchungen wurden die Strategien „Schaffung von zusätzlichem Flutraum durch Polder“ und „Änderung der Steuerung der vorhandenen Sperrwerke“ betrachtet. Ziel ist eine Entlastung der vorhandenen Küstenschutzelemente während des Sturmflutcheitels. Konkret wurden die Auswirkungen von drei Sturmflutentlastungspoldern entlang des rechten Weserufers zwischen Bremen und Bremerhaven sowie eine geänderte Steuerung der drei vorhandenen Sperrwerke an Lesum, Ochtum und Hunte simuliert. Die Lage der Sperrwerke geht aus Abb. 2 hervor.

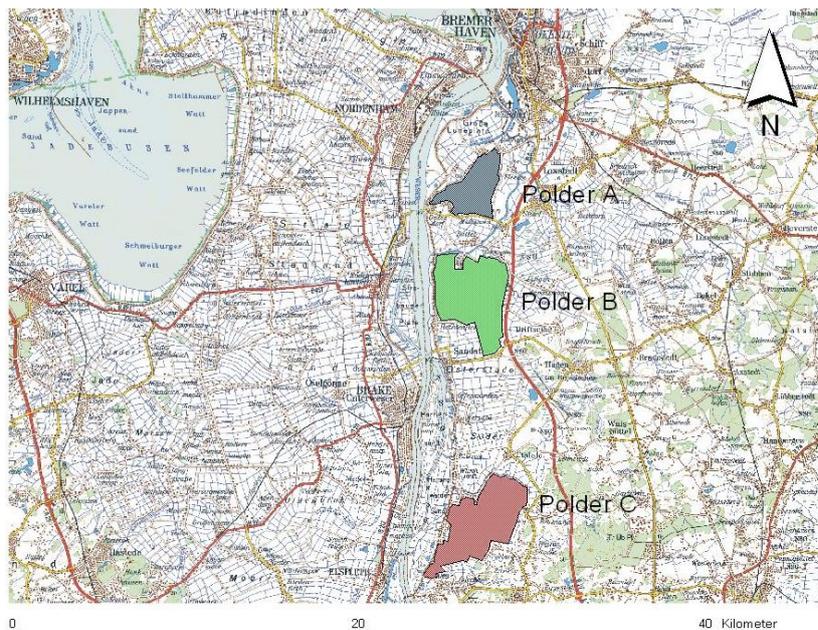
Als Randbedingungen für das instationär betriebene 1-D-Modell wurden an der unteren Modellgrenze in Bremerhaven ein Tidehochwasserstand und an der oberen Modellgrenze in Intschede ein Abfluss jeweils mit 100-jähriger Wiederkehrzeit eingesteuert (Lastfall  $Thw_{100}/HQ_{100}$ ).



**Abb. 2: Ausdehnung des 1-D-Modells und Lage der Kontrollbauwerke**

Bei den Varianten mit geänderter Sperrwerkssteuerung wurde angenommen, dass von der Steuerung laut Betriebsplan abgewichen wird und eine vollständige Schließung der Sperrwerkstore erst bei Erreichen von Tidewasserständen, welche um 0,5 m bzw. 1,0 m höher liegen, erfolgt.

Die gewählte Lage der drei Polder wurde aus dem KLIMU-Projekt (Klimaänderung und Unterweserregion) aus dem Jahr 2000 übernommen und ist in Abb. 3 dargestellt.



**Abb. 3: Lage der betrachteten Entlastungspolder**

Die Polder A, B und C umfassen eine Fläche von rd. 950 ha, 2.140 ha sowie 1.900 ha; die Geländehöhen betragen zwischen -0,8 mNN und 1,1 mNN.

#### 4 AUSWIRKUNGEN DER RISIKOSTEUERUNGSMAßNAHMEN

Im Folgenden sind die Auswirkungen des Anschlusses der Polder sowie der geänderten Steuerung der Sperrwerke auf die Tidewasserstände dargestellt. Die Untersuchungen ergaben, dass eine veränderte Sperrwerkssteuerung beim Lastfall  $Thw_{100}/HQ_{100}$  i.d.R. im ansteigenden sowie im abfallenden Ast der Hochwasserwelle zu einer Verringerung der Wasserstände führt. Diese Auswirkungen sind im Raum Bremen, also in unmittelbarer Nähe zu den Sperrwerken, am größten und nehmen zum Modellrand Bremerhaven immer weiter ab. Die Wasserstandsdifferenzen betragen max. rd. 20 cm. Im Bereich des Scheitelwasserstandes sind bei diesem Szenario die Abweichungen gleich Null.

Bei Anschluss der Polder können die Tidehochwasserstände auch im Bereich des Sturmflutscheitels im Gegensatz zu den Varianten mit veränderter Sperrwerkssteuerung gesenkt werden. Bei Anschluss aller betrachteter Polder ergibt sich eine Differenz von bis zu 47 cm im Raum Bremen. Bei Betrachtung des Längsschnitts entlang der Unterweser wird deutlich, dass die Wasserstandsabsenkungen im Sturmflutscheitel zwischen 47 cm (rd. 8 %) am Pegel Bremen Große Weserbrücke und 17 cm (rd. 3 %) am Pegel Nordenham liegen (Abb. 4). Im gesamten Bereich der Hochwasserwelle (ansteigender/abfallender Ast) ergaben sich maximale Wasserstandsabsenkungen zwischen 67 cm am Pegel Bremen Große Weserbrücke und 23 cm am Pegel Nordenham.

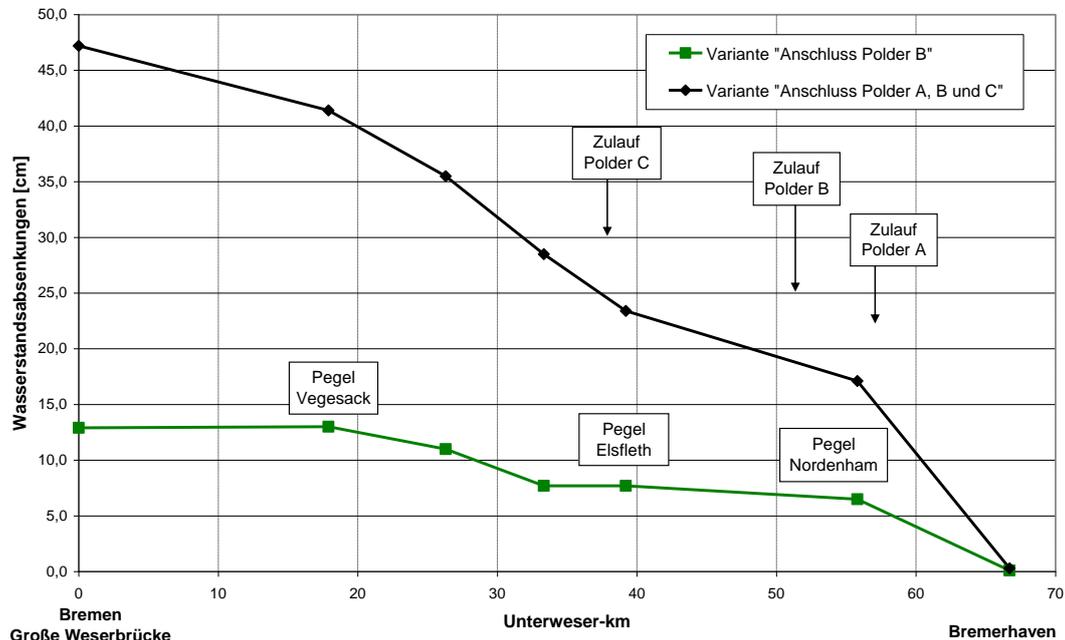
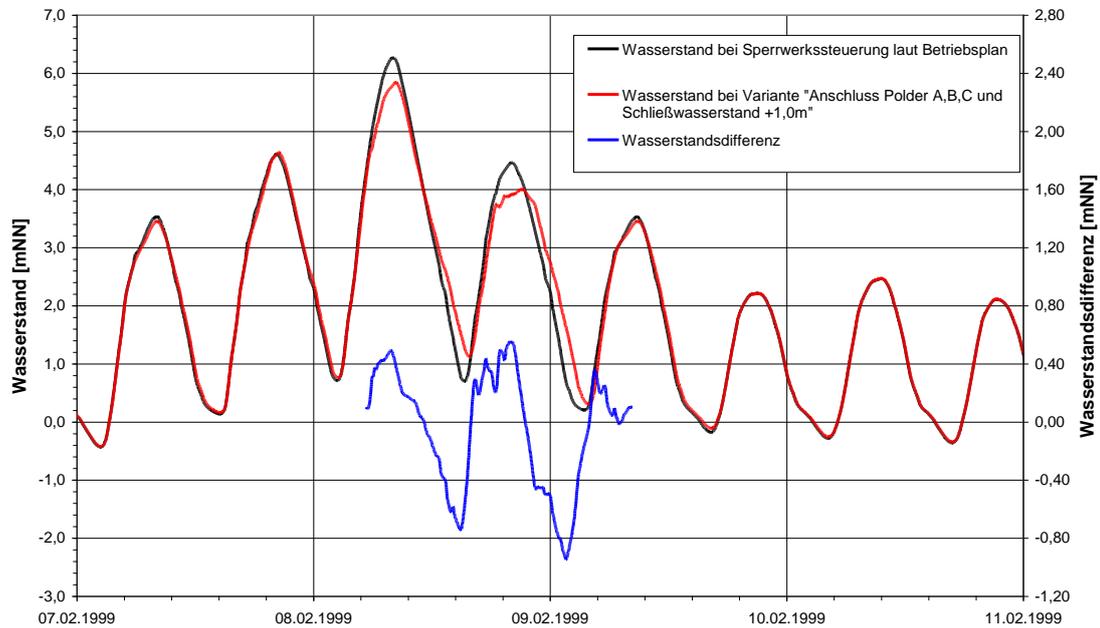


Abb. 4: Wasserstandsabsenkungen in der Unterweser bei Anschluss des Polders B und Anschluss der Polder A, B und C im Vergleich zur Ausgangssituation

Im Folgenden werden die Auswirkungen einer Kombination der Risikosteuerungsmaßnahmen (Abschluss der drei Polder sowie Schließwasserstand der Sperrwerke + 1,0 m) am

Pegel Vegesack dargestellt (Abb. 5). Wie zu erwarten, können bei einer Kombination der gewählten Varianten die Tidehochwasserstände in der Spitze nicht weiter gesenkt werden.



**Abb. 5:** Wasserstand am Pegel Vegesack bei Sperrwerkssteuerung laut Betriebsplan und bei Variante „Anschluss der Polder A, B, C und Schließwasserstand +1,0m“ sowie Wasserstands Differenz für das Szenario Thw<sub>100</sub>/ HQ<sub>100</sub>

Es ist zu erkennen, dass während des Tideniedrigwassers, welches auf das höchste Ereignis folgt, Wasser aus den Poldern in die Unterweser abgegeben wird. Das Tnw liegt deutlich höher als im unbeeinflussten Fall (kein Anschluss von Poldern).

## 5 WEITERE INFORMATIONEN

BRENCHE, J., ELSNER, A., SPEKKER, H., MATHEJA, A., ZIMMERMANN, C.: Risiko und Risikominderung in einer Tideregion, Mitteilungen des Franzius-Instituts, Heft 94, 2007

SPEKKER, H., VERWORN, A., MATHEJA, A., ZIMMERMANN, C.: Einfluss von Entlastungspoldern auf die Wasserstände bei Sturmfluten und extremen Hochwässern in Ästuaren, Internationale Konferenz "Strategien und Instrumente zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes", Tangermünde, 2006

SPEKKER, H., MATHEJA, A., ZIMMERMANN, C.: Risikosteuerung bei Hochwässern in Tideflüssen, Acqua Alta 2006, 3. Internationale Fachmesse für Hochwasserschutz, Klimafolgen und Katastrophenmanagement, Hamburg, 2006