



Quantifizierung des Hochwasserrisikos für die Stadt Bremen

Heiko Spekker

Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen, Leibniz Universität Hannover

Abstract

The Joint Research Project INNIG (Integriertes Hochwasserrisikomanagement in einer individualisierten Gesellschaft) tried to find solutions and possible ways for a better communication of "Risk" and "Vulnerability" between public and governmental services in flood protection and coastal risk management. The project is divided in five work package from engineering and social science. Work Package 1 „Risk Analysis and Risk Management“ studied the probability of simultaneously approaching storm surges and flood events in the Weser Estuary. The probability of failure and related damages were simulated for three districts of the City of Bremen (Werderland, Seehausen and Blockland) using a 2D-model for flooding after a failure of the coastal protection system. The vulnerability was also studied for a scenario of climate change, where water level increase is about 55 cm. This paper presents main results of the project and gives an impression about the vulnerability of the City of Bremen.

1 Einleitung

Das Ziel des Verbundprojektes INNIG ist, die Hochwasserrisiko-Kommunikation zu verbessern, um dem geringen Bewusstsein der Bevölkerung und Politik in Bezug auf Hochwassergefährdung entgegenzuwirken. Das Verbundprojekt besteht aus fünf Teilprojekten aus den Ingenieur- und Sozialwissenschaften.

Ziel des Teilprojektes 1 „Risikoanalyse und –steuerung“ war die Analyse des Zusammentreffens von schweren Sturmfluten mit extremen Hochwässern der Weser im Stadtbereich Bremen. Hierzu wurden Tidehochwasserstände und Abflüsse für die Unter- und Mittelweser, ihre Korrelationen untersucht und mit dem Deutschen Wetterdienst diskutiert.

Ein weiterer Schwerpunkt des Teilprojektes war die verbesserte Quantifizierung des Hochwasserrisikos für die Stadt Bremen und ihr Umland. Zur Ermittlung des Risikos wurden die Versagenswahrscheinlichkeiten von Hochwasserschutzanlagen sowie die Folgeschäden, die aufgrund dieses Versagens im Hinterland auftreten, berechnet. Hierfür wurden drei Fokusflächen (Werderland, Seehausen und Blockland) ausgewählt und mit Hilfe von 2D-Überflutungssimulationen mit anschließender detaillierter Schadensanalyse das bestehende Risiko bestimmt. Das Risiko wird hier definiert als das Produkt der Versagenswahrscheinlichkeit und dem zu erwartenden Schaden in der betroffenen Region. Für die Fokusflächen wurden Überflutungssimulationen für das Szenario des Zusammentreffens einer 100jährigen Sturmflut mit einem 100jährigen Hochwasser sowie für ein Klimaszenario mit einem um 55 cm erhöhten Wasserstand durchgeführt.

Die Randbedingungen für dieses fiktive Szenario wurden mit Hilfe eines am Franzius-Institut betriebenen Flussgebietsmodells der Weser ermittelt, mit dem auch die Wasserstände entlang der Unterweser bei verschiedenen Sturmflut/Hochwasser-Kombinationen bestimmt wurden. Des Weiteren wurden Strategien zur Risikominderung durch die Schaffung von zusätzlichem Flutraum untersucht und darauf aufbauend Schadensanalysen für ein gewähltes Reaktionszenario durchgeführt.

2 Methodischer Ansatz

Der methodische Ansatz entspricht im Wesentlichen dem Vorgehen von Mai (2004). Entscheidend ist, dass die Randbedingungen für die Simulation der zweidimensionalen Ausbreitung in das Hinterland nach einem Versagen des Küstenschutzbauwerkes aus einem instationär betriebenen Ästuarmodell der Unterweser (Spekker et al. 2006) gewonnen wurden. Dieses Modell beinhaltet alle wichtigen Nebenflüsse und die im Sturmflut- bzw. Hochwasserfall zu steuernden wasserbaulichen Anlagen (Wehre, Sturmflutsperrwerke). Diese wurden entsprechend ihrer Betriebspläne gesteuert.

3 Zusammentreffen von extremen Sturmfluten und extremen Oberwasserabflüssen

Für die Korrelation von extremen Sturmfluten und Binnenhochwasser wurden Tidewasserstände am Pegel Vegesack bzw. am Pegel Bremerhaven, Alter Leuchtturm (Abb. 1) den Durchflüssen am Pegel Intschede gegenüber gestellt.

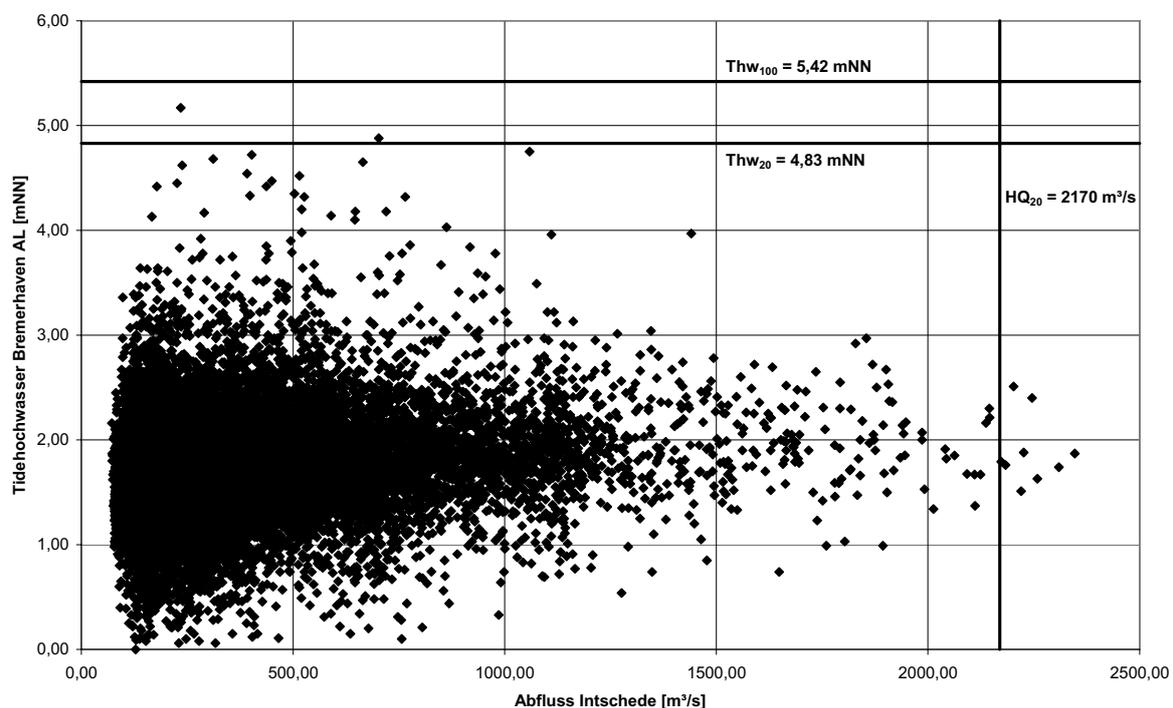


Abb. 1: Gegenüberstellung der Tidehochwasserstände am Pegel Bremerhaven und der Abflüsse am Pegel Intschede zwischen 1950 und 2003

Die Korrelationskoeffizienten $r = 0,25$ (Vegesack/Intschede, 1950-2003) bzw. $r = 0,13$ (Bremerhaven AL/Intschede, 1965-2004) weisen darauf hin, dass extreme Tidehochwasserereignisse nicht zeitgleich mit extremen Binnenhochwässern auftreten. Diese Erkenntnis ist meteorologisch nachvollziehbar, da bei zentralen Westlagen die Sturmflut bereits abgeklungen ist, bevor das Hochwasser aus dem Binnenland das Ästuar erreicht. Da die Ereignisse unkorreliert sind, ergibt sich die Gesamtwahrscheinlichkeit für Tidehochwasserstand und Abfluss aus dem Produkt der beiden Einzelwahrscheinlichkeiten.

4 Risikopotential im Stadtgebiet von Bremen

Das Risikopotential im Stadtgebiet wurde für die Fokusflächen Werderland (Deichbruch in Höhe der Moorlosen Kirche), Seehausen (Deichbruch in Seehausen) und Blockland (Deichbruch bei Dammsiel) untersucht. Für die Untersuchung des Blocklandes wurde angenommen, dass das Lesumsperrwerk nicht geschlossen werden kann.

Für alle Fokusflächen wurde eine Deichlücke von 40 m Breite angenommen, die unmittelbar nach dem Deichbruch bis auf Höhe des Vorlandes entsteht. Vergleichende Betrachtungen mit einem gekoppelten 1D-2D-Modell haben gezeigt, dass die in das Hinterland einströmende Wassermenge von der angesetzten Versagensart (Zeitdauer für den Abtrag bis auf Vorlandniveau und Vergrößerung bis auf die maximale Breite) nahezu unabhängig ist.

Ergebnisse der Untersuchungen sind beispielhaft für die Fokusfläche Seehausen in Abb. 2 bis Abb. 4 und Tab. 1 dargestellt.

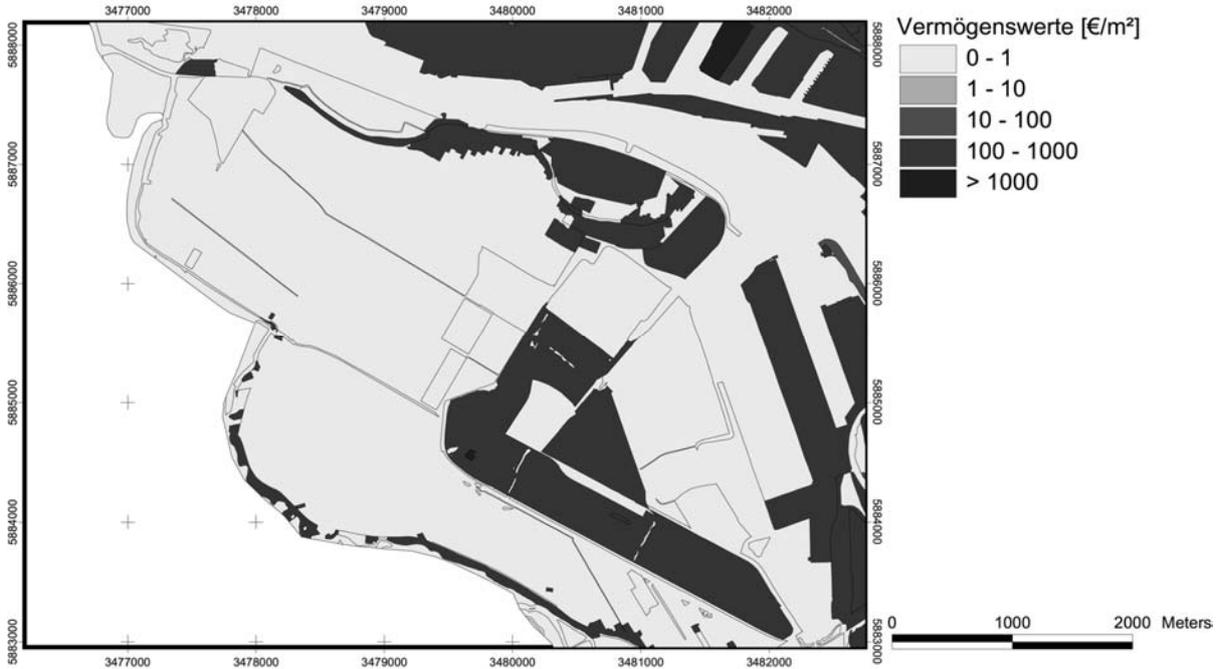


Abb. 2: Vermögenswerte im Bereich der Fokusfläche Seehausen

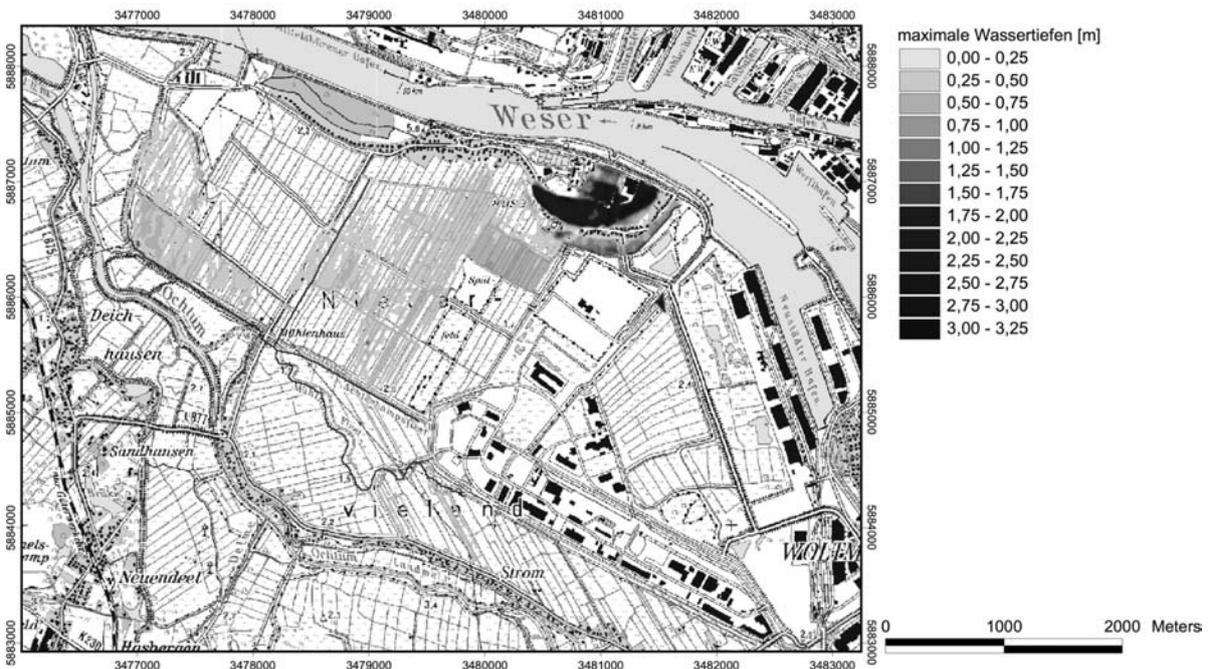


Abb. 3: Maximale Wassertiefen beim Szenario Thw_{100}/HQ_{100} in der Fokusfläche Seehausen

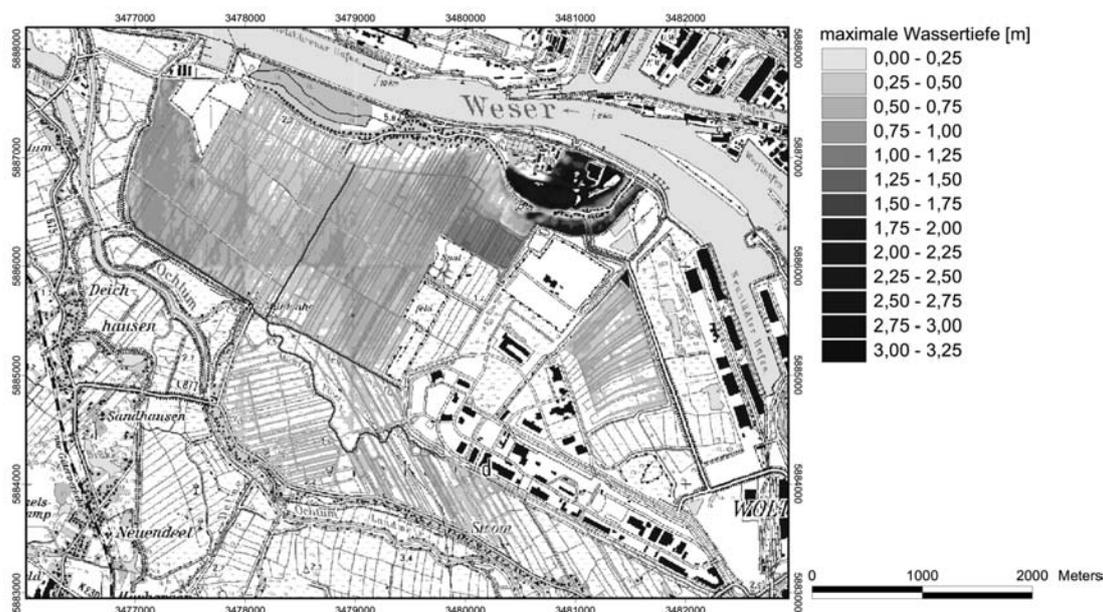


Abb. 4: Maximale Wassertiefen beim Szenario Thw_{100}/HQ_{100} und einem Anstieg des Meeresspiegels um 55 cm (Klimaszenario) in der Fokusfläche Seehausen

Tab. 1: Schäden nach Flächennutzung in der Fokusfläche Seehausen beim Szenario Thw_{100}/HQ_{100} und einem Anstieg des Meeresspiegels um 55 cm (Klimaszenario)

Art der Fläche	betroffene Fläche [ha]	Schaden [Mio. €]
Wohnbaufläche	9,78	8,40
Kläranlage, Deponie	17,30	13,61
Flächen mit gemischter Nutzung	13,89	19,14
Grünland	649,68	0,19
sonstige Flächen (z.B. Sportanlage)	3,17	1,87
	693,82	43,21

Anhand der ermittelten Versagenswahrscheinlichkeiten und der ermittelten Schäden kann das Risiko für die Fokusflächen Werderland, Seehausen und Blockland für die simulierten Deichbruchszenarien ermittelt werden. In Tab. 2 sind die Ergebnisse der Risikoanalyse für die drei Fokusflächen im Ist-Zustand und bei Klimawandel (um 55 cm erhöhter Meeresspiegel) aufgeführt. Für die Fokusfläche Blockland wurde angenommen, dass das Lesumsperrwerk aufgrund einer Störung die Sturmflut nicht kehren konnte. Dieses Versagen wurde bei der Berechnung der Versagenswahrscheinlichkeit und somit auch bei der Risikoanalyse nicht berücksichtigt.

Tab. 2: Risiko der Fokusflächen im Ist-Zustand und bei Klimawandel

Fokusfläche	Küstenschutzelement	Versagenswahrscheinlichkeit [1/a]		Schaden infolge des Versagens [Mio. €]		Risiko [€/a]	
		Ist- Szenario	Klima-Szenario	Ist- Szenario	Klima-Szenario	Ist- Szenario	Klima-Szenario
Werdland	Deich	1/6150	1/1800	10,77	16,40	1.748	9.161
Seehausen DB1	Deich	1/1050	1/280	19,63	27,84	18.289	100.705
Seehausen DB2	Deich	1/1050	1/280	32,98	43,21	30.727	156.302
Blockland	Deich	1/30*	1/5*	11,24*	12,52*	361.415*	2.686.695*

*bei Versagen des Lesumsperrwerks

5 Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass Schäden in den Fokusflächen zum größten Teil auf landwirtschaftlich genutzten Flächen entstehen und dementsprechend gering sind (Tab. 1 und 2). Vorhandene Gewerbe- bzw. Industrieflächen in den Fokusflächen liegen höher und sind nicht betroffen. Die Untersuchung zeigt auch, dass mögliche Stellen eines Versagens der Küstenschutzsysteme schwierig zu finden sind. Im Falle des Werderlandes muss für ein Versagen des Deiches an der Moorlosen Kirche auch die in den Deich eingelassene Spundwand versagen. Für extreme Wasserstände bei Niederblockland muss ein Versagen des Lesumsperrwerkes vorausgesetzt werden.

Die monetär zu bewertenden Schäden sind in allen Fokusflächen überschaubar. Die Fließzeiten bis zum Erreichen der maximalen Ausbreitungsflächen lassen Spielraum für Maßnahmen des Katastrophenmanagements. Eine wirkliche Gefahr für Leib und Leben besteht in unmittelbarer Nähe der Deichbruchstellen (<300 m), da hier die Strömungsgeschwindigkeiten und Wassertiefen zu groß sind. Entscheidend für eine Gefährdung ist hier nicht die Wassertiefe, sondern die Wassertemperatur.

Die wird außerdem deutlich, dass auch bei einem Meeresspiegelanstieg um 55 cm (Bremerhaven Alter Leuchtturm) die Ausbreitungsflächen nur unwesentlich größer werden. Das Risikopotential im Stadtgebiet von Bremen ist somit überschaubar, da der wirkliche Siedlungsbereich nicht gefährdet ist. In den gefährdeten Bereichen kann durch einfache Maßnahmen (Aufklärung, Ausarbeitung von Fluchtplänen, gezielte Umleitung von eindringendem Wasser etc.) die Gefährdung merklich reduziert werden.

Literatur

- Mai, S. (2004): Klimafolgenanalyse und Risiko für eine Küstenzone am Beispiel der Jade-Weser-Region. Mitteilungen des Franzius-Instituts für Wasserbau und Küsteningenieurwesen, Heft 91.
- Spekker, H., A. Matheja, A. Verworn & C. Zimmermann (2006): Einfluss von Entlastungspoldern auf die Wasserstände bei Sturmfluten und extremen Hochwässern in Ästuaren. Int. Konf. „Strategien und Instrumente zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes, Tangermünde, 23.-25. November 2006.
- Spekker, H., A. Matheja & C. Zimmermann (2006): Risikosteuerung bei Hochwässern in Tideflüssen. *Acqua Alta 2006*, 3. Internationale Fachmesse für Hochwasserschutz, Klimafolgen und Katastrophenmanagement, Hamburg.
- Franzius-Institut (2007): Integriertes Hochwasserrisikomanagement in einer individualisierten Gesellschaft (INNIG) - Teilprojekt 1: Risikoanalyse und -steuerung - Förderkennzeichen: 0330693A, Endbericht.

Adresse

Dipl.-Ing. Heiko Spekker
Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen
Leibniz Universität Hannover
Nienburger Straße 4
D-30167 Hannover

hsp@fi.uni-hannover.de