

# UNIVERSITÄT HANNOVER

## FRANZIUS-INSTITUT FÜR WASSERBAU UND KÜSTENINGENIEURWESEN

Projekt:	Konzepte und Techniken im Küstenschutz im Land Niedersachsen unter geänderten Klimabedingungen
Finanzierung bzw. Auftraggeber:	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küstenschutz, Norden
Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. C. Zimmermann
Projektbearbeitung:	Dipl.-Phys. Stephan Mai
Bearbeitungszeitraum:	Juli 1995 bis Juli 1999

### Aufgabenstellung

Der Schutz der niedersächsischen Küste wird durch verschiedene charakteristische Küstenschutzsysteme gewährleistet. Die Schutzsysteme sind durch die unterschiedlichen regionalen Bedingungen geprägt und durch verschiedene Kombinationen von Küstenschutzelementen, z.B. der Küste vorgelagerte Inseln, Watt, Vorland, Sommerdeich und Hauptdeich, gekennzeichnet. Die Bemessung der Schutzsysteme erfolgt derzeit im Wesentlichen für den Hauptdeich nach dem a-b-c-d-e-Verfahren. Als Erweiterung stehen heute probabilistische Bewertungskonzepte zur Verfügung, welche zusätzliche Informationen über den Einfluss einzelner Schutzelemente und möglicher klimaänderungsbedingt geänderter hydrologischer und meteorologischer Randbedingungen auf die Sicherheit des Systems geben.

In dem Forschungsvorhaben wurden an der niedersächsischen Küste vorhandenen Küstenschutzsysteme und deren jeweilige Küstenschutzelemente sowie ihre Bemessungsgrundlagen untersucht. Dabei wurden die zur Zeit vorhandenen Schutzsysteme mit Hilfe probabilistischer Bewertungsverfahren hinsichtlich des für den Küstenraum bestehenden Risikos beurteilt. Außerdem wurde der Einfluß möglicher Änderungen der hydrologischen Situation, z. B. als Folge von Klimaänderungen, und der Zusammensetzung des Schutzsystems auf die Sicherheit des Schutzsystems beurteilt.

### Durchführung

Die Belastung von Küstenschutzsysteme erfolgt durch die hydrologischen Bedingungen, i.e. Wasserstand und Seegang. Ein Versagen des Schutzsystems ist unter diesen Belastungen aufgrund unterschiedlicher Fehlermechanismen beim Überschreiten der Belastbarkeit des Systems möglich.

Den wesentlichen Versagensfall eines durch einen Hauptdeich abgeschlossenen Küstenschutzsystems stellt der Wellenüberlauf am Hauptdeich und die nachfolgende Erosion der Binnenböschung dar. Als Maß für das Versagen lässt sich die Zuverlässigkeit  $Z$  als Differenz von Deichhöhe  $h_D$  sowie Wasserstand  $Th_w$  und Wellenauflauf  $R_{98\%}$  definieren, d.h. Versagen tritt für  $Z < 0$  auf. Der Wellenauflauf lässt sich bei gegebenem Wasserstand und Wind nach der in Abbildung 1 als Beispiel für den Küstenabschnitt Butjadingen dargestellten Modellkette berechnen. Der Wind wird zunächst mittels empirischer Zusammenhänge in einen charakteristischen Eingangsseegang am seeseitigen Rand des Küstenschutzsystems umgerechnet. Die Seegangsbeeinflussung durch die Küstenschutzelemente wird dann mit Hilfe der numerischen Modelle SWAN und HISWA (TU Delft) simuliert, um schließlich aus der Wellenhöhe und -periode am Hauptdeich den Wellenauflauf bzw. -überlauf und unter Berücksichtigung des Wasserstandes die Zuverlässigkeit zu berechnen.

Da Wasserstand und Wind wahrscheinlichkeitsverteilte Größen sind, ist auch die Zuverlässigkeit wahrscheinlichkeitsverteilt. Durch Integration der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Zuverlässigkeit

$p_{Z(Z)}$  ergibt sich die Wahrscheinlichkeit des Wellenüberlaufs  $p_{Z < 0} = \int_{-\infty}^0 p_{Z(Z)} dZ$  bzw. die

Wiederkehrzeit des Wellenüberlaufs  $T = 1/p_{Z < 0}$ .

Neben dem in Abbildung 1 dargestellten Küstenabschnitt Butjadingen wurden auch andere Teile der Küste an der Außenems, dem Dollart, dem Norderneyer Watt, der Außenjade, der Außenweser und der Unterweser unter Verwendung des gleichen probabilistischen Bewertungsschemas untersucht.

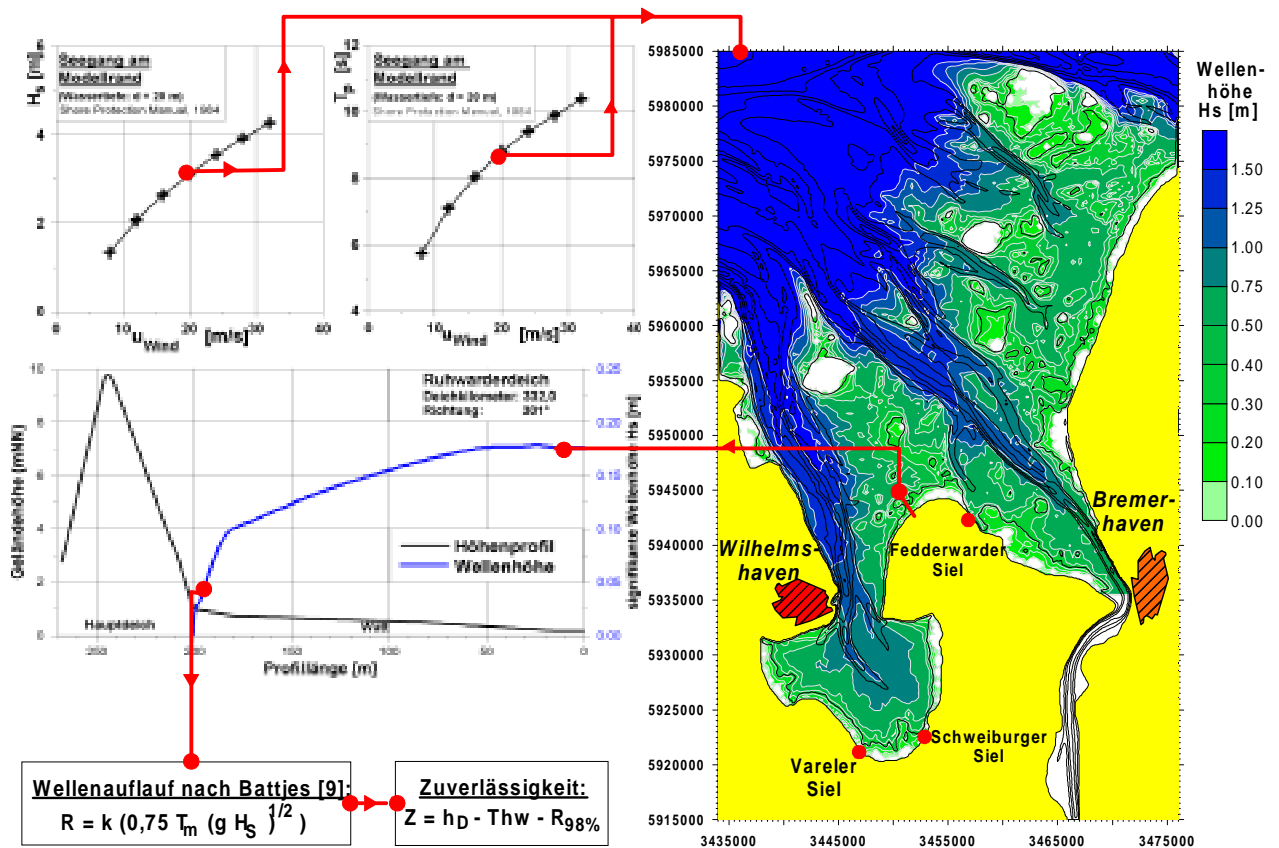


Abbildung 1: Modellkette zur Prüfung auf Wellenüberlauf am Hauptdeich

### Ergebnis

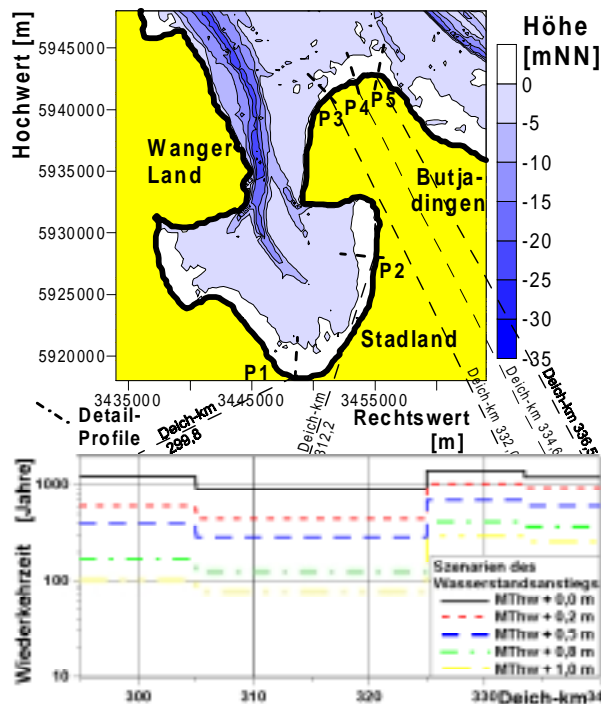


Abb. 2: Wiederkehrintervall des Wellenüberlaufs

### Literatur

- Mai, S., Schwarze, H., Zimmermann, C.** Safety of Coastal Defense Systems, Proceedings of the 1-st International Conference PORT COAST ENVIRONMENT, Varna, Bulgaria, 111-120, 1997
- Mai, S., Schwarze, H., Zimmermann, C.:** Safety Variation of Coastal Defense Systems, Proceedings of the 2-nd Indian National Conference on Harbour and Ocean Engineering (INCHOE), Trivandrum, India, 1226-1235, 1997
- Zimmermann, C., Mai, S.:** Analyse von Küstenschutzsystemen unter Risikoaspekten, HANSA-Schiffahrt-Schiffbau-Hafen, Nr. 6, s. 67-70, 1998
- Mai, S., v. Lieberman, N.:** Untersuchungen zum Risikopotential einer Küstenregion, Mitteilungen des Franzius-Institutes für Wasserbau und Küsteningenieurwesen der Universität Hannover, 1999
- Mai, S., v. Lieberman, N.:** Internet-based Tools for Risk Assessment for Coastal Areas Proc. of the 4th Int. Conf. on Hydroinformatics, IAHR/AIRH - 2000, Iowa, USA

Abbildung 2 zeigt die Veränderung der Wiederkehrzeit des Wellenüberlaufs am Küstenabschnitt Butjadingen sowie den Einfluss eines möglichen Anstiegs des Tidehochwassers um 0,2 m bis 1 m auf die Wiederkehrzeit. Die Wiederkehrzeit beträgt zur Zeit etwa 1000 Jahre.

Der Einfluss eines Wasserstandsanstiegs von 0,5 m führt zu einer Verminderung der Wiederkehrzeit des Wellenaufbaus etwa um den Faktor 4, ein Anstieg um 1 m wird die Wiederkehrzeit etwa auf 10% reduzieren.

Neben der Wirkung des Küstenschutzsystems als Ganzes lässt sich außerdem die Veränderung der Wiederkehrzeit des Wellenüberlaufs infolge des Verzichts auf einzelne Küstenschutzelemente, z.B. Sommerdeiche, beziffern und somit deren Bedeutung für den Küstenschutz angeben.