

Bastian SCHUCHARDT, Bremen

Michael SCHIRMER, Bremen

## **Wie können wir den Klimawandel an der Küste bewältigen? Die Perspektive 2050. Ergebnisse aus dem Verbundvorhaben KRIM**

### **Summary**

The interdisciplinary KRIM project has generated orientation and policy-relevant knowledge for the future task of risk management in coastal defence efforts under conditions of climate change. KRIM included seven subprojects from the social sciences and natural sciences. Central results are that the adaptation to climate change currently needed can be achieved using established strategies and structures, provided that the accelerated rate of rise in mean sea level is accepted as a “new parameter” by the political and administrative systems involved. In order to support this acceptance, the discussions on climate change on the one hand and on risk of storm surges on the other have to be brought together. In order to prepare for medium and long-term adjustment to climate change, the discussion already started on the further development of the coastline defence strategy has to be expanded, ultimately culminating in integrated risk management.

### **1 Einleitung**

Die Langfristbeobachtungen klimatischer Parameter (v.a. der Weltmitteltemperatur) belegen, dass ein Wandel des globalen Klimas bereits stattfindet; die Ergebnisse der globalen Klimamodelle machen plausibel, dass dieser sich in Zukunft nicht nur fortsetzen, sondern weiter verstärken wird (IPCC 2001a). Das Ausmaß des zu erwartenden Klimawandels ist dabei v.a. von den klimarelevanten Emissionen abhängig, die wiederum wesentlich von der wirtschaftlichen Entwicklung und dem Erfolg der Bemühungen der Klimaschutzpolitik geprägt werden.

Küstenrelevante Aspekte des Klimawandels sind vor allem der Anstieg der Atmosphärentemperaturen und des Meeresspiegels, die Änderung der Niederschlagsverteilung sowie die mögliche Zunahme von Stürmen und durch diese induzierte Sturmfluten. Die zu erwartenden ökologischen, ökonomischen und sozialen Auswirkungen solcher Veränderungen auf den Küstenraum sind vielfältig; von zentraler Bedeutung sind die Konsequenzen für den Küstenschutz (DASCHKEIT u. SCHOTTES 2002; SCHUCHARDT u. SCHIRMER 2005).

IPCC (2001a) prognostiziert 8 bis maximal 88 cm Anstieg des globalen Meeresspiegels bis 2100, mittlere Werte liegen zwischen 30 und 50 cm. Infolge regionaler und lokaler Effekte wie Landsenkung, Änderung der Meeresströmungen und des

lokalen Tideklimas sind regional deutliche Abweichungen von den globalen Werten zu erwarten (u.a. VON STORCH 2005). Im letzten Jahrhundert betrug der Anstieg des mittleren Meeresspiegels an der deutschen Nordseeküste im Durchschnitt etwa 15 cm. Die Anstiegsraten an einzelnen Tidepegeln können wegen lokaler Effekte dabei stark voneinander abweichen; ob eine Beschleunigung bereits erkennbar ist, wird kontrovers diskutiert (JENSEN u. MUDERSBACH 2004; VON STORCH 2005).

Nach wie vor sind allerdings alle Prognosen zur globalen Klimaentwicklung mit erheblichen Unsicherheiten behaftet (IPCC 2001a), auch bezogen auf die nähere Zukunft, in der heute zu treffende Entscheidungen wirksam werden (z.B. 30 Jahre für die Anpassung von Küstenschutzbauwerken; Standortentscheidungen für küstenorientierte Industrien). Diese Unsicherheiten gelten in besonderem Maße für die küstenrelevanten Folgen des verstärkten Treibhauseffekts, also den Anstieg des Meeresspiegels und die Veränderung der Intensität und Häufigkeit von sturmflut-erzeugenden Stürmen (STERR et al. 2000).

Zusätzlich ändern sich auch die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen für den Küstenschutz in der Region: Die Kosten für Baumaßnahmen steigen stetig, während die öffentlichen Mittel und die allgemeine Zahlungsbereitschaft stagnieren bzw. zurückgehen. Gleichzeitig steigen die Risiken durch zunehmende Besiedlungs- und Nutzungsdichte und Wertzuwächse im zu schützenden Bereich bei ansteigenden Eintrittswahrscheinlichkeiten für Deichversagen (PLATE 2000).

Die Unsicherheit über die zukünftige Entwicklung der natürlichen Rahmenbedingungen, steigendes Risikopotential an der Küste und die Vielzahl von Interessen im Küstenraum erfordern neue, angemessene Erkenntnisse, Methoden und Instrumente für ein präventives Risikomanagement im Küstenschutz. Die Infragestellung der kulturellen Traditionen und Lebensbedingungen in einem so großen Siedlungsraum bedeutet eine nicht unerhebliche Herausforderung an die Problemlösungskompetenz und das Zusammenwirken eines weiten Spektrums relevanter Akteure. Um das komplexe Netz der Auswirkungen eines Klimawandels, der Betroffenheiten und der Risiken abzubilden und die Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen im Rahmen eines umfassenden Risikomanagements zu fördern, hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) das interdisziplinäre Verbundvorhaben KRIM: „Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste“ im Rahmen des deutschen Klimaforschungsprogramms DEKLIM ([www.deklim.de](http://www.deklim.de)) gefördert.

Im Folgenden wird ein Überblick über die zentralen Ergebnisse des Vorhabens gegeben. Deren Grundlage, die disziplinären Einzelergebnisse, können hier nicht dargestellt werden. Dazu ist auf die Abschlussberichte und Publikationen der einzelnen Teilprojekte zurückzugreifen.

## **2 Ansatz und Methodik**

### *2.1 Aufgabe*

Vor dem oben beschriebenen Hintergrund hatte das Verbundvorhaben KRIM das Ziel, Orientierungs- und Handlungswissen für die Zukunftsaufgabe „Risikomanagement im Küstenschutz unter Klimawandelbedingungen“ bereitzustellen. Die zentrale Forschungsfrage lautete: Welche Anforderungen stellen ein beschleunigter

Meeresspiegelanstieg und verstärkte Extremereignisse an den in ein integriertes Küstenzonenmanagement einzubindenden zukünftigen Küstenschutz und welche gesellschaftlichen Interpretationsmuster und Entscheidungsvorgänge beeinflussen diesen Prozess?

## 2.2 *Ansatz*

Die Aufgabenstellung erforderte die Analyse funktionaler Zusammenhänge zwischen natur- und sozialwissenschaftlichen Prozessen und damit die Beteiligung verschiedener Fachdisziplinen im Rahmen eines integrierten Forschungskonzepts (s. dazu SCHUCHARDT u. SCHIRMER 2003). Inhaltliche Klammer der Teilprojekte war die Fokussierung auf ein integratives Risikokonzept. Der Begriff des Risikos wird in verschiedenen sozial- und naturwissenschaftlichen Disziplinen recht unterschiedlich verwendet. In KRIM haben wir ein Risikokonzept entwickelt, das sowohl eine „integrative“ Funktion im Projektrahmen bilden kann, indem es für die verschiedenen disziplinären Definitionen anschlussfähig ist, als auch als Grundlage für ein Risikomanagement dienen kann.

Wir schließen dabei wesentlich an das Risikokonzept des WBGU (1999) an. Risiko umfasst danach in einer technischen Risikoperspektive v.a. die Variablen Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens und Schadensausmaß. In einer sozialwissenschaftlichen Perspektive stehen die Aspekte der sozialen und psychischen Risikoerfahrung und Risikowahrnehmung im Vordergrund, während sozioökonomische Ansätze sich mit Risiken der Überlebenssicherung beschäftigen (WBGU 1999). In KRIM haben wir Risiko definiert als mentales Konstrukt um Gefahren näher zu bestimmen, das weder eine direkte Entsprechung in der Wirklichkeit hat noch kontextunabhängig konstruierbar ist. Dies ist zum einen für alle Disziplinen auch theoretisch anschlussfähig und zum anderen ermöglicht es handlungsrelevante Aussagen. An dieses Risikokonzept anschließend haben wir postuliert, dass Risiko in der Wissenschaft, im politisch-administrativen System und in der Öffentlichkeit unterschiedlich konstituiert wird. Wir haben deshalb drei Risikokonstrukte (RK) differenziert, die unseres Erachtens die Wesentlichen für ein Risikomanagement im Küstenschutz sind: ein wissenschaftliches RK, ein politisch-administratives RK und ein öffentliches RK (s. Kapitel 3). Eine wesentliche Forschungsfrage war: Wie entstehen diese drei Risikokonstrukte, was beeinflusst ihre Ausprägung und welche Wechselwirkungen bestehen zwischen ihnen?

Das wissenschaftliche Risikokonstrukt stellte den das Risiko analysierenden Teil der Risikobetrachtung in KRIM dar. Die sozialwissenschaftlichen bzw. durch die Sozialwissenschaften beschriebenen Risikokonstrukte (politisch-administratives RK und öffentliches RK) fokussieren hingegen auf einen gestaltenden Teil der Risikobetrachtung, d.h. dass Bewertung und Umgang mit Risiken im Vordergrund stehen.

## 2.3 *Beteiligte*

Sieben Teilprojekte (TP) waren am Verbundprojekt KRIM beteiligt (Abb. 1). Das Verbundvorhaben lief 3,5 Jahre (Mitte 2001 bis Ende 2004); der Förderumfang betrug ca. 2.8 Mio. Euro.

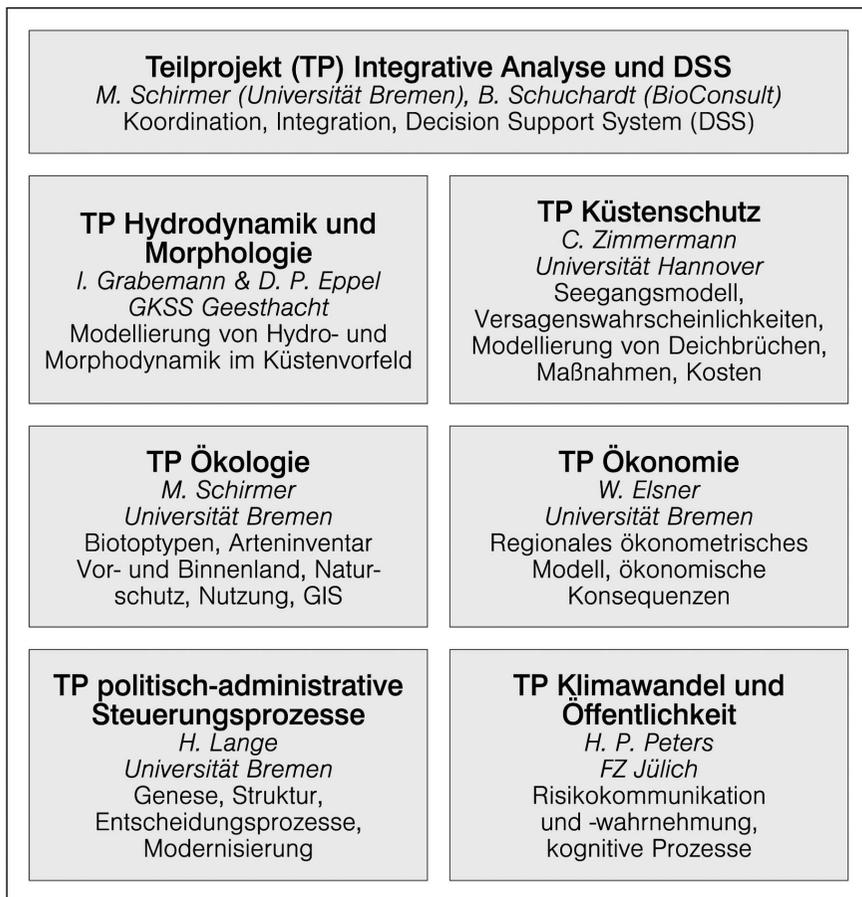


Abb. 1: Die im KRIM Verbundprojekt beteiligten Teilprojekte

#### 2.4 Zeithorizont

Der in KRIM betrachtete Zeithorizont war das Jahr 2050. Knapp 50 Jahre sind einerseits ein realistischer Planungszeitraum für komplexe Küstenschutzvorhaben, andererseits laufen danach die verfügbaren Prognosen zu Klimawandel und auch zum Meeresspiegelanstieg stark auseinander und die Plausibilität sozio-ökonomischer Extrapolationen nimmt dramatisch ab. Die Unbestimmtheit der Kopplung zwischen sozialen und ökologischen Systemen, noch verstärkt durch den langen Zeithorizont des Verbundvorhabens, die zu berücksichtigenden Kommunikations- und Interpretationsprozesse und die Unsicherheit der Klimaprognosen gilt es in der Konzeption interdisziplinärer, problemorientierter Forschung als „Umgang mit Unsicherheit“ explizit zu berücksichtigen. KRIM hat deshalb im Wesentlichen mit Szenarien gearbeitet, sowohl bzgl. der Klimaveränderung als auch der Entwicklung der Region („Zukunftsbilder“).

## 2.5 KRIM Klimaszenario

Um angesichts der erheblichen Unsicherheitsmargen der Klimaprognosen eine effektive Klimawirkungsforschung gestalten zu können, hat sich die Formulierung von Szenarien bewährt (PARRY 2000). Für die küstenraumbezogene, vorsorgeorientierte Klimafolgenforschung sind im Rahmen des Forschungsprogramms „Klimaänderung und Küste“ vom Verbundvorhaben KLIMU (SCHIRMER u. SCHUCHARDT 2001) Klimaszenarien entwickelt worden, die auch für KRIM eine geeignete Basis darstellten (s. Tab. 1).

Tab. 1: Das KRIM-Klimaszenario für das Jahr 2050

Parameter	Veränderung gegenüber heute
Meeresspiegel	+55 cm (15 säkular; 40 Klimawandel)
Mittlerer Tidehub	+25 cm (THW +10 cm; TNW -15 cm)
Wind (Dez./Jan./Feb.)*	+7% (verstärkt aus NW bis N)
Temperatur atmosphärisch*	+2,8 °C
Niederschlag*	0,1

\* = liegen nach Quartalen differenziert vor

## 2.6 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfasste einen wegen seiner Vielfältigkeit besonders geeigneten Ausschnitt der deutschen Nordseeküste, der sich vom Weserästuar mit Bremerhaven und Bremen über die Halbinsel Butjadingen, die Meeresbucht Jadebusen mit Wilhelmshaven bis Wangerooge, dem Beginn der ostfriesischen Inseln, erstreckt (Abb. 2). Innerhalb dieses Transekts sind 8 repräsentative Küstensituationen (Fokusflächen) ausgewählt und detailliert betrachtet worden, die sich insbesondere bezüglich ihrer Expositions-, Vorland-, Hinterland- und küstenschutztechnischen Situation unterscheiden. Damit wurden sowohl städtische als auch ländliche Situationen berücksichtigt, die geschützte Buchtlage und die Inselsituation mit maximaler Exposition und unterschiedliche Kombinationen von Küstenschutz und Naturschutz. Das ausgewählte Untersuchungsgebiet erlaubte zudem die Erfassung einer unterschiedlich strukturierten Küstengesellschaft, die gekennzeichnet ist durch eine große Spannweite ihrer Lebenssituationen und ihres historisch-gesellschaftlichen Bewusstseins.

## 2.7 Ausgangspunkt: Anpassung findet statt

Der Lebensraum Küste ist durch kontinuierliche Anpassung an dynamische und sich auch langfristig ändernde Randbedingungen gekennzeichnet. Das gilt sowohl für die ökologische Situation als auch für die Küstengesellschaft. Ein zentraler Parameter ist in diesem Zusammenhang der Meeresspiegel, der seit der Besiedlung des Küstenraumes diese durch seine Trans- und Regressionsphasen geprägt hat. Seit Jahrhunderten ist der steigende Meeresspiegel von der Küstengesellschaft durch umfangreiche, immer wieder verstärkte Küstenschutzanlagen beantwortet worden (Foto 1), die auch die soziale Organisation und die Wahrnehmung geprägt haben (FISCHER 2005).

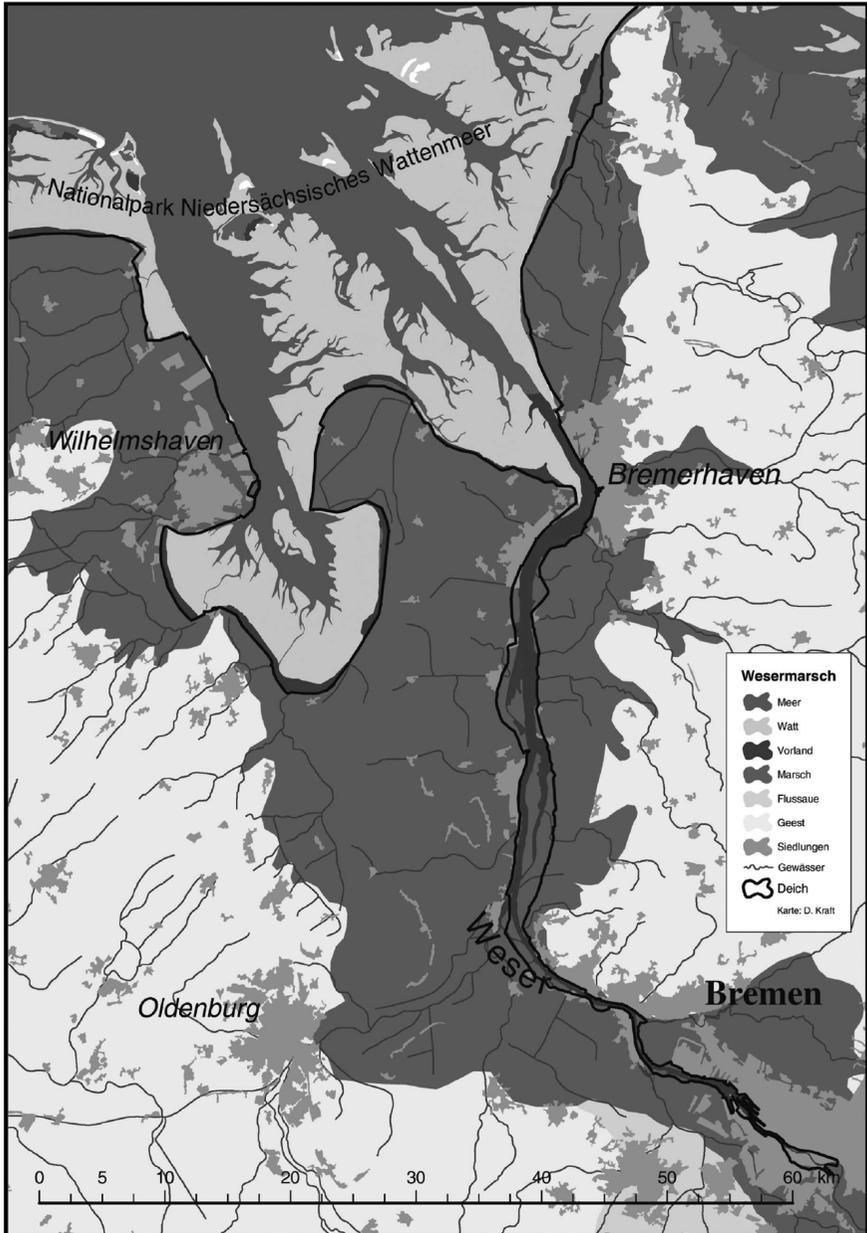


Abb. 2: Das gemeinsame Untersuchungsgebiet des Verbundvorhabens KRIM



Foto 1: Veranschaulichung der historischen Anpassung an steigende Wasserstände in der Wesermarsch (Foto BioConsult)

Bisher hat bereits eine gesellschaftlich organisierte Anpassung an einen steigenden Meeresspiegel stattgefunden. Ein durch den Klimawandel beschleunigt steigender Meeresspiegel stellt also keine grundsätzlich neue Herausforderung dar, sondern es geht darum, die gesellschaftliche Anpassungskapazität zu analysieren und gegebenenfalls zu fördern.

Der Begriff der Anpassungskapazität bezeichnet nach einer Definition des IPCC (2001b) die Fähigkeit eines Systems (eines natürlichen oder eines gesellschaftlichen), sich so an den Klimawandel anzupassen, das mögliche Schäden reduziert, mögliche entstehende Vorteile genutzt und nicht vermeidbare Konsequenzen bewältigt werden können.

Die natürliche Anpassungskapazität, also die der ökologischen Systeme, an den Klimawandel ist je nach betroffenem Ökosystemtyp und Art und Ausmaß (v.a. auch Geschwindigkeit) des Klimawandels sehr unterschiedlich und kann zwischen niedrig und hoch variieren (IPCC 2001b). Das gilt grundsätzlich auch für die gesellschaftliche Anpassungskapazität. Ein wesentlicher Unterschied ist jedoch die grundsätzliche Steuerbarkeit dieses Prozesses. Dies ist ein komplexer Vorgang, der von einer Vielzahl von (steuerbaren und nicht-steuerbaren) Faktoren beeinflusst wird.

Eine Anpassung an ein sich wandelndes Klima haben nicht nur die natürlichen, sondern auch die gesellschaftlichen Systeme schon immer vollzogen. So ist die Küstengesellschaft der deutschen Nordseeküste geprägt worden durch ihre stete Anpassung an einen steigenden Meeresspiegel. Neu sind allerdings derzeit Art und Geschwindigkeit der zu erwartenden Klimaänderungen und ihre (begrenzte) Prognostizierbarkeit. Dies macht eine vorsorgende Auseinandersetzung mit diesem Thema möglich und erforderlich.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 *Wissenschaftliches Risikokonstrukt*

In KRIM haben wir ein wissenschaftliches Risiko-Konstrukt generiert, das u.a. Szenarien aus der Klimaforschung nutzt, die Eintrittswahrscheinlichkeit von Schadensereignissen berechnet, potentielle Schäden bei Überflutungen analysiert, einen erweiterten Schadensbegriff nutzt, der neben Kapitalstockverlusten auch Wertschöpfungsverluste und ökologische Schäden berücksichtigt und versucht, Kosten-Nutzen-Analysen als Entscheidungskriterium heranzuziehen. Eine solche Konstruktion des Risikos hat bisher im politisch-administrativen System keine Entsprechung; Entscheidungen im Küstenschutz in Nordwestdeutschland werden auf einer anderen Basis getroffen. Der entwickelte methodische Ansatz kann jedoch, nach entsprechender Weiterentwicklung, in einem zukünftigen Risikomanagement zusätzliche Entscheidungsgrundlagen liefern.

Neben einer Vielzahl von Einzelergebnissen (GRABEMANN et al. 2005; MAI et al. 2004; SCHIRMER et al. 2004, ELSNER et al. 2005) sind aus dem wissenschaftlichen Risikokonstrukt als Ergebnis der Integrativen Analyse für die übergeordnete Fragestellung v.a. die folgenden Ergebnisse wesentlich:

- Ein beschleunigter Meeresspiegelanstieg reduziert das derzeitige Sicherheitsniveau an der Küste und erfordert entsprechende Anpassungsmaßnahmen des Küstenschutzes. Der Finanzbedarf des Küstenschutzes wird sich erhöhen.
- Klimawandelbedingte Veränderungen der Topographie von Watten und Vorländern können zu einer weiter vermehrten Belastung der Hauptdeiche beitragen.
- Das (auch ohne Klimawandel vorhandene) räumlich unterschiedliche Schadenspotenzial findet bei der derzeitigen Praxis der Bemessung der Küstenschutz-

- anlagen im Untersuchungsgebiet keine Berücksichtigung. Es gilt: Gleiche Sicherheit für alle bzw. überall eine gleich große Versagenssicherheit.
- Natürliche Anpassungsprozesse, die die Wahrscheinlichkeit eines Deichversagens reduzieren, sind ein Mitwachsen von Watt und Vorland. Ob dieses eintreten wird, ist derzeit nicht sicher zu sagen, aber wahrscheinlich. Stützende Maßnahmen wären der vermehrte Bau von Lahnungen zur Vorlandsicherung sowie u.U. eine Einstellung von Materialentnahmen im Wattenmeer und dem Küstenvorfeld. Hier besteht allerdings noch Forschungsbedarf.
  - Ein erhöhter Meeresspiegel führt auch bei einem Konstanthalten der Versagenswahrscheinlichkeit durch entsprechende Deichverstärkung zu einer Vergrößerung der potenziellen Schäden, da mehr Wasser einströmen kann.
  - Das Schadenspotenzial nach Deichversagen unterscheidet sich je nach Versagensort sehr stark; in Teilen des Untersuchungsgebietes ist es relativ begrenzt. Das gilt auch bei Anwendung eines erweiterten Schadensbegriffs, der nicht nur die direkten Schäden (Vermögensschäden), sondern auch ökologische Schäden und Sozialproduktverluste berücksichtigt. Dies ist ein Argument für flexible Küstenschutz-Strategien.
  - Kosten-Nutzen-Analysen können zusätzliche Informationen zur Entscheidungsunterstützung beim Vergleich verschiedener Alternativen des Küstenschutzes liefern.
  - Es gibt verschiedene Strategien, mit denen eine Anpassung des Küstenschutzsystems an den beschleunigten Meeresspiegelanstieg erfolgen kann. Von diesen ist eine Verstärkung auf vorhandener Linie oft die mit dem günstigsten Kosten-Nutzen-Verhältnis (und der größten Akzeptanz, s.u.).
  - Als Ergänzung und zur Begrenzung des Schadenspotenzials (bzw. des Schadens) kann örtlich auch die Errichtung bzw. Aktivierung einer zweiten Deichlinie (Abb. 3) und der Bau von weiteren Sturmflutsperrwerken sinnvoll sein.

### 3.2 *Öffentliches Risikokonstrukt*

Die Kommunikation der Risiken durch Klimawandel und Sturmfluten in den Medien und die Einschätzungen der Öffentlichkeit bezeichnen wir als öffentliches Risikokonstrukt. Öffentliche Risikokonstrukte können nicht generell als popularisierte Versionen der entsprechenden wissenschaftlichen Risikokonstrukte verstanden werden, da das System der öffentlichen Kommunikation Bedeutungen nach eigenen Regeln konstruiert. Neben einer Vielzahl von Einzelergebnissen (PETERS u. HEINRICHS 2004) sind aus dem öffentlichen Risikokonstrukt als Ergebnis der Integrativen Analyse für die übergeordnete Fragestellung v.a. die folgenden Ergebnisse wesentlich:

- Der öffentliche Diskurs zum Klimawandel wird deutlich von der Wissenschaft bzw. dem wissenschaftlichen Risikokonstrukt geprägt. Sowohl die Medien als auch die Öffentlichkeit haben die Mehrheitspositionen der Klimawissenschaftler zum globalen Klimawandel übernommen und gehen davon aus, dass es einen globalen Klimawandel gibt, dass dieser (auch) anthropogen verursacht ist und dass mit ihm gravierende Risiken verbunden sind. Dabei gibt es keine Hinweise auf eine Externalisierung der Verantwortung und es gibt eine hohe (verbal geäußerte) Handlungsbereitschaft.

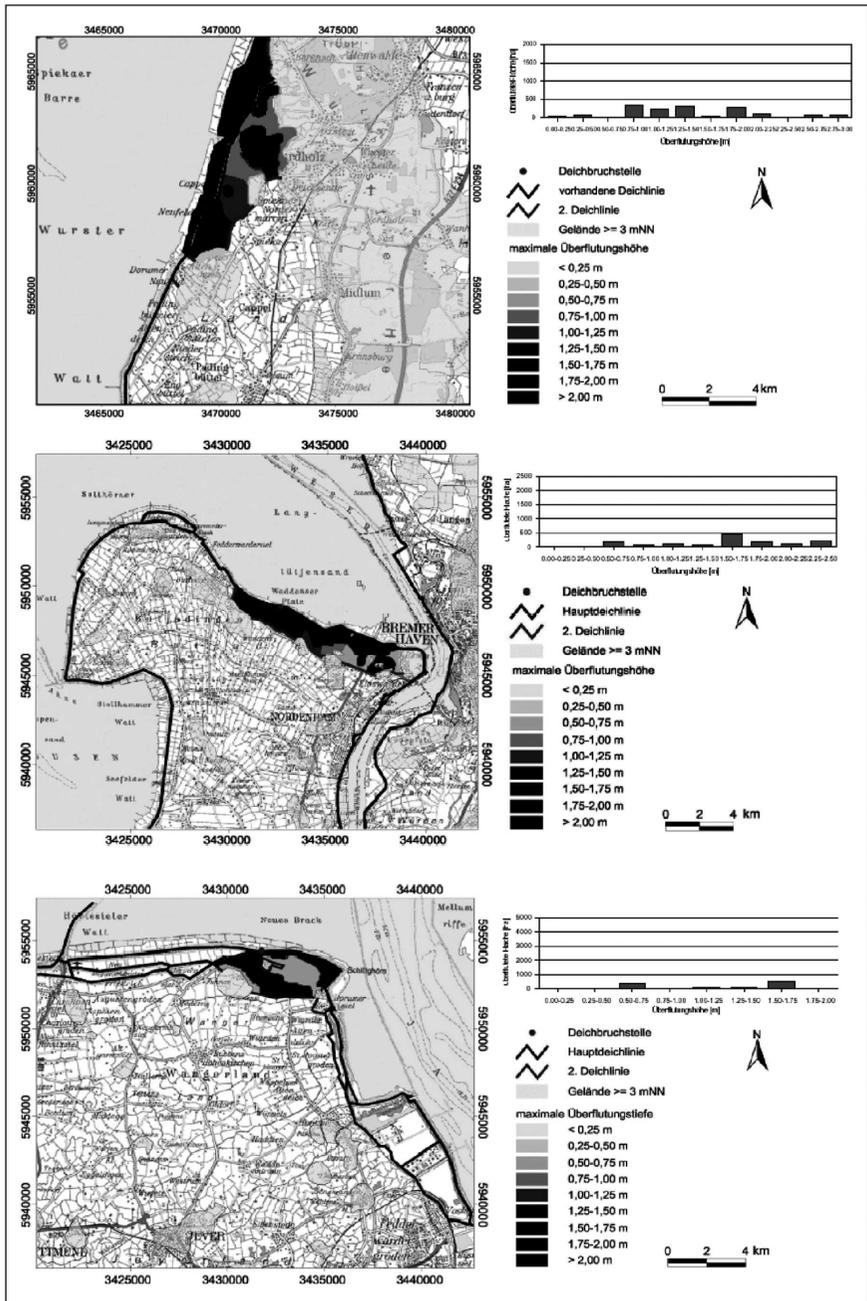


Abb. 3: Simulation der Überflutungsflächen und Verteilung der maximalen Überflutungshöhen in den Fokusflächen Wursten (oben), Butjadingen (Mitte) und Wangerland (unten) bei Anlage einer zusätzlichen 2. Deichlinie  
 Quelle: MAI et al. 2004

- Die Experten für den Bereich Klimawandel stammen überwiegend aus der wissenschaftlichen Forschung, während sie für den Bereich Küstenschutz eher aus Behörden und Verbänden kommen und damit praxisorientiert sind. Die Schnittstelle zu den Journalisten ist durch eine relativ problemlose und konfliktfreie Interaktion gekennzeichnet und kann als Co-Orientierung beschrieben werden.
- Der Umfang der Berichterstattung über den Klimawandel wird in der Öffentlichkeit als zu gering empfunden, in Bezug auf den Küstenschutz als zu unkritisch. Es ist jedoch keine systematische Unzufriedenheit festzustellen und die Existenz eines Klimawandels und die damit verbundenen Risiken werden bestätigt.
- Als Maßnahmen zur Bewältigung der mit dem Klimawandel verbundenen Risiken fokussieren Medien und Öffentlichkeit fast ausschließlich auf Vermeidung von Klimawandel; Anpassung spielt in den Diskursen (zum Zeitpunkt der Erhebung) fast keine Rolle.
- Auffällig ist das hohe Vertrauen von Medien und Bevölkerung in die Wissenschaft hinsichtlich des Herausfindens der „Wahrheit“ und der Problemdiagnose.
- Der öffentliche Diskurs zu Sturmflut-Risiken wird v.a. von den regionalen Küstenschutz-Akteuren geprägt; die Wissenschaft spielt hier keine wichtige Rolle. Die für den Küstenschutz zuständigen regionalen politisch-administrativen Institutionen sind im Mediendiskurs präsenter als wissenschaftliche Primärquellen.
- Es gibt (in allen Untersuchungsorten übereinstimmend) einen Konsens darüber, dass es ein Sturmflutrisiko gibt; aber auch einen Konsens darüber, dass dieses Risiko durch die Küstenschutzmaßnahmen derzeit auf ein akzeptables Niveau reduziert wird.
- Die beiden Diskurse sind bisher sowohl in den Medien als auch in der Wahrnehmung der Öffentlichkeit (anders als in der Fachöffentlichkeit) kaum miteinander verbunden: Obwohl der Klimawandel als unabweisbar und als „Gefährdung“ gesehen wird, besteht jedoch kaum Besorgnis über die Zunahme der Sturmflutrisiken durch den Klimawandel.
- Die Öffentlichkeit geht davon aus, dass der Küstenschutz die aus dem Klimawandel resultierenden Herausforderungen im Rahmen der etablierten Strategie bewältigen können.
- Die empirischen Indikatoren zeigen, dass die Bevölkerung an der Küste mit dem bestehenden Küstenschutz zufrieden ist und v.a. Küstenschutzmaßnahmen akzeptiert werden (würden), die die derzeitige Strategie fortsetzen.
- Öffentliches und politisch-administratives Risikokonstrukt der Sturmflut-Risiken sind auf der regionalen Ebene zwar nicht identisch, aber weitgehend widerspruchsfrei (im Zusammenhang mit dem „Versprechen“, Sicherheit zu garantieren). Dies wird auch durch das hohe Vertrauen deutlich, dass der Küstenschutz (als Teil des politisch-administrativen Systems) in den drei Untersuchungsorten Bremen, Wilhelmshaven und Wangerland genießt.
- Das hohe Vertrauen in den Küstenschutz ist Chance und Problem zugleich: Es bietet für den Küstenschutz die Chance, Unterstützung bei der Überwindung externer Widerstände zu gewinnen. Wenn allerdings Veränderungen von außerhalb durchgesetzt werden sollen, ist ein erhebliches Beharrungsvermögen zu erwarten.

- Die Wissenschaft sollte nicht nur ihre Erkenntnisse, sondern auch ihren Erkenntnisprozess verständlich kommunizieren, um deutlich zu machen, dass Unsicherheiten kein Resultat „schlechter“ Wissenschaft sind, sondern prinzipieller Bestandteil wissenschaftlicher Zukunftsprognosen, insbesondere der Klimafolgenforschung.

### 3.3 Politisch-administratives Risikokonstrukt

Das politisch-administrative System (PAS) mit seinen Akteuren aus Politik, Verwaltung und Deichverbänden, die im Untersuchungsgebiet eine relativ große Rolle spielen, hat den Küstenschutz im Untersuchungsgebiet in einer Weise organisiert, dass nach 1962 keine Überflutungen mehr eingetreten sind und die Akzeptanz des Küstenschutzes in der Öffentlichkeit auffallend hoch ist. Zu dieser Akzeptanz trägt die derzeitige „Sicherheitsphilosophie“ (KUNZ 2004) des Küstenschutzes maßgeblich bei, die versucht „gleiche Sicherheit für alle“ herzustellen. Das politisch-administrative System konstruiert das Risiko zwar in Wechselwirkung mit dem wissenschaftlichen und dem öffentlichen RK, aber dennoch nach eigenen Regeln. Neben einer Vielzahl von Einzelergebnissen (LANGE et al. 2005) sind aus dem politisch-administrativen Risikokonstrukt als Ergebnis der Integrativen Analyse für die übergeordnete Fragestellung v.a. die folgenden Ergebnisse wesentlich:

- Die Akzeptanz der Methoden (z.B. der probabilistischen Risikoanalyse) und Ergebnisse des wissenschaftlichen Risikokonstrukts ist derzeit im PAS noch relativ gering; es wird sowohl auf eine noch erforderliche Weiterentwicklung der Methoden als auch auf eine noch zu große Unsicherheit bzgl. der Ausprägung des Klimawandels verwiesen.
- Der Zusammenhang zwischen den Diskursen Klimawandel und Sturmflutrisiken wird bei den Akteuren des PAS zwar weitgehend gesehen, Konsequenzen aber aufgrund der (noch) zu großen Unsicherheiten über die Entwicklung noch abgelehnt. „Handeln erst auf Basis sicheren Wissens“ wird als Handlungsmaxime genannt; dies ist mit den implizit unsicheren Ergebnissen der Klimafor-schung nicht kongruent.
- Die Akteure des politisch-administrativen Systems setzen ganz überwiegend auf eine Systemkontinuität, gehen also davon aus, die Folgen des Klimawandels im Rahmen des „Normalbetriebs“ bewältigen zu können.
- Die Verantwortung für die Risikoakzeptanz wird vom administrativen Küstenschutz dem politischen Teil des PAS zugeordnet, die Frage der Risikoabschätzung der administrativen Küstenschutzforschung. Beide werden von der Küstenschutz-Verwaltung als quasi externe Faktoren betrachtet, an die Strategie-entscheidungen delegiert sind.
- Für den administrativen Küstenschutz stellt v.a. die Frage einer Sicherung bzw. Erweiterung des Finanzrahmens eine entscheidende Frage dar.
- Derzeit sind die potenziell von einem Deichversagen Betroffenen nicht direkt an der Festlegung des Sicherheitsstandards beteiligt, sondern die Festlegung erfolgt durch das PAS; allerdings sind sie auch an der Finanzierung nur zu einem kleinen Teil beteiligt; den größeren Teil trägt die Gesamtheit der Bundesbürger.

## 4 Diskussion und Konsequenzen

### 4.1 Berücksichtigung des prognostizierten beschleunigten Meeresspiegelanstiegs

Die Bemessung der erforderlichen Bestickhöhen musste in der Vergangenheit durch die Extrapolation der historischen Veränderungen des Meeresspiegels bzw. der Sturmflutscheitelstände erfolgen (im Untersuchungsgebiet ist bis jetzt der Fall), da andere wissenschaftliche Methoden für eine Prognose zukünftig zu erwartender Veränderungen nicht zur Verfügung standen. Durch die Entwicklung der Klimaforschung besonders in den letzten Jahren und die Etablierung von gekoppelten Ozean-Atmosphäre-Modellen ist eine Abschätzung zukünftiger Veränderungen, die nicht nur auf einer Extrapolation eines beobachteten Trends, sondern auf einer Nachbildung der wesentlichen Systemzusammenhänge beruhen, möglich geworden (VON STORCH 2005). Diese haben wahrscheinlich gemacht, dass für die Zukunft von einem beschleunigten Anstieg des Meeresspiegels ausgegangen werden muss, der durch die Extrapolation der historischen Trends nicht abgebildet wird. Das Ausmaß dieser Beschleunigung ist aus verschiedenen Gründen jedoch relativ unsicher: zum einen sind dies Unsicherheiten über die Funktionen des Klimasystems und deren Abbildung in den Modellen; zum anderen sind dies Unsicherheiten bzgl. der zukünftigen Entwicklung des globalen sozioökonomischen Systems (z.B. darüber, wie stark sich die CO<sub>2</sub>-Emission verändern wird), die letztlich nicht prognostiziert werden, sondern nur durch die Definition verschiedener Szenarien abgeschätzt werden können. Trotzdem erweitern die Ergebnisse der Klimaforschung und der internationale Abstimmungsprozess im IPCC die Entscheidungsgrundlagen des Küstenschutzes qualitativ und quantitativ ganz erheblich.

Die Ergebnisse aus KRIM haben deutlich gemacht, dass der beschleunigte Klimawandel mit dem resultierenden Bedarf nach beschleunigter Anpassung keine grundsätzlich neue Herausforderung für den Küstenschutz darstellt. Nach Einschätzung sowohl der Öffentlichkeit als auch des politisch-administrativen Systems (PAS) kann eine Anpassung auch mit dem etablierten System realisiert werden (PETERS u. HEINRICHS 2004; LANGE et al. 2005); die Analysen im wissenschaftlichen Risikokonstrukt haben dies im Wesentlichen ebenfalls gezeigt (SCHIRMER u. SCHUCHARDT 2005).

Allerdings stellt die Art der Information über den beschleunigten Meeresspiegelanstieg als Ergebnisse von Simulationen des Klimasystems unter der Annahme verschiedener Emissions-Szenarien eine neue Information dar. Diese wird vom PAS als unsicher interpretiert, während die Fortschreibung des beobachteten Trends von Pegelständen als „sichere Information“ interpretiert wird – was sie mitnichten ist. Hier erscheint es zum einen sinnvoll, die Informationsbasis über den Klimawandel und seine Prognostizierbarkeit zu verbessern, zum anderen einen „Mechanismus“ zu etablieren, mit dem der Klimawandel zu einer „sicheren“ Randbedingung für den Küstenschutz gemacht werden kann. Derzeit ist die Berücksichtigung nicht nur in Europa, sondern auch innerhalb der Bundesrepublik Deutschland uneinheitlich (HOFSTEDE et al. 2005).

Um die „neue Randbedingung“ „beschleunigter Meeresspiegelanstieg“ operativ zu machen, sind u. E. als externer Input ein oder gegebenenfalls mehrere „autorisierte“ bzw. „legitimierte“ Klimaszenarien erforderlich. Diese sollten, soweit rechtlich möglich, für alle Bundesländer zentral vorgegeben oder zumindest vor-

geschlagen werden und nicht nur Angaben zum Meeresspiegelanstieg, sondern auch zu den Veränderungen anderer Klimaparameter enthalten. Dazu empfehlen wir, an den etablierten und aufwändigen IPCC-Prozess anzuschließen und dazu einen „Klimarat“ aus Vertretern von Bund und Ländern sowie unabhängigen Experten zu etablieren. Dieser hat die Aufgabe, die Ergebnisse des IPCC-Prozesses für die Situation in Deutschland unter Nutzung zusätzlicher regionalisierter Modelle zu interpretieren und ein oder gegebenenfalls mehrere Klimaszenarien (die auch regional differenziert sein können) zu formulieren, die als einheitliche Basis für die Planung und Umsetzung von Adaptationsstrategien genutzt werden. Da in diesem Schritt Setzungen und Wertungen erforderlich sind, ist das Ergebnis entsprechend politisch zu legitimieren, z.B. durch einen Kabinettsbeschluss.

Für die Küstenschutz-Administration würde dies eine einheitliche Randbedingung schaffen und die Berücksichtigung des „unsicheren Wissens“ zum Klimawandel erleichtern. Eine Berücksichtigung wäre auch mit dem aktuell etablierten deterministischen Bemessungssystem durch einen entsprechenden „Klimawandel-Aufschlag“ möglich.

#### *4.2 Bemessungs- und Entscheidungskriterien*

Die Bemessung der Deichhöhen im Küstenschutz kann mit unterschiedlichen Verfahren erfolgen. Derzeit geschieht dies in Deutschland grundsätzlich mit deterministischen Verfahren, die keine Angaben über die Eintrittswahrscheinlichkeiten bestimmter Zustände machen. So werden Deiche als Hauptelemente an den deutschen Küsten in Niedersachsen nach dem sog. Einzelwertverfahren, in Schleswig-Holstein nach dem modifizierten Vergleichswertverfahren bemessen (VON LIEBERMAN u. MAI 2001; MLR 2001). Die Belastbarkeit des Küstenschutzsystems hat nach der gängigen „Sicherheitsphilosophie“ dabei einem Sicherheitsstandard zu entsprechen, der sich auf den höchsten zu erwartenden Wasserstand und Seegang bezieht; ein Versagen des Küstenschutzsystems wird jedoch nicht völlig ausgeschlossen (KUNZ 2004). Wesentliche Grundlage für die Ermittlung des „höchsten zu erwartenden Wasserstandes“ ist dabei der bereits einmal eingetretene höchste Wasserstand, zuzüglich bestimmter Aufschläge.

In der jüngeren Vergangenheit sind verschiedene Möglichkeiten der probabilistischen Abschätzung der Deichbemessungen unter Berücksichtigung der Wehrfähigkeit des Schutzsystems und der Eintrittswahrscheinlichkeiten der hydrologischen und meteorologischen Randbedingungen aufgezeigt worden (u.a. KORTENHAUS u. OUMERACI 2002; VON LIEBERMAN u. MAI 2001), wie sie auch in KRIM genutzt wurden (s. auch MAI 2004). Mit diesen Methoden lässt sich die Abschätzung des Sicherheitsstatus im Küstenschutz sowie der Veränderungen der einwirkenden Parameter (z.B. Wasserstände und Wellenhöhen) zukünftig verbessern (MARKAU 2003). Die Erweiterung, die probabilistische Risikoanalyse (PRA), berücksichtigt nicht nur die Wahrscheinlichkeit des Deichversagens (das unterschiedlich definiert sein kann), sondern auch die potenziellen Schäden (die ebenfalls unterschiedlich umfassend ermittelt werden können), die bei einem Deichversagen auftreten können. Damit ergibt sich die Möglichkeit, durch multiplikative Verknüpfung der Wahrscheinlichkeit eines Deichversagens mit den potenziellen Schäden ein Risiko zu errechnen und als Bemessungskriterium im Küstenschutz zu nutzen.

Die Informationen aus der PRA können in einem ersten Schritt, wie es in Schleswig-Holstein bereits geschieht (PROBST u. HOFSTEDÉ 2004), als zusätzliche Informationen genutzt werden, um besonderen Handlungsbedarf zu identifizieren, ohne die bisherige Bemessungspraxis zu verändern. Auch für die Entwicklung und vergleichende Bewertung von alternativen Maßnahmen und zur Herstellung überall gleicher Versagenswahrscheinlichkeiten (also gleicher Sicherheit) kann die PRA bereits heute zusätzliche Informationen liefern. Derzeit sind, wie u.a. die Ergebnisse aus KLIMU (SCHUCHARDT u. SCHIRMER 2005) gezeigt haben, die Versagenswahrscheinlichkeiten (definiert als Wellenüberlauf) z.B. in der Unterweser, auch wenn man Deichstrecken mit Unterbestick außer Acht lässt, sehr unterschiedlich (danach ist der Anspruch „gleicher Sicherheit“ derzeit also nur eingeschränkt verwirklicht).

In einem weiteren Schritt, der allerdings noch eine Weiterentwicklung der Methodik der PRA erforderlich macht, könnten die Informationen aus der PRA auch zu einer grundsätzlich anderen Verteilung des Risikos genutzt werden: Durch Berücksichtigung des Schadenpotenzials bei Deichversagen ist es möglich, durch Herstellung unterschiedlicher Versagenswahrscheinlichkeiten ein gleiches Risiko hinter den Deichen herzustellen (PROBST u. HOFSTEDÉ 2004). Dann würden die Deiche, die Gebiete mit einer hohen Wertekonzentration schützen, mit einer geringeren Versagenswahrscheinlichkeit ausgelegt als diejenigen, die Gebiete mit einer binnendeichs geringeren Wertekonzentration schützen. So geschieht es heute bereits in den Niederlanden (KUNZ 2004). Dies würde für die norddeutsche Küste allerdings einen Diskurs über ein akzeptiertes Restrisiko erforderlich machen, der bisher nicht begonnen wurde. Mittelfristig erscheint es jedoch erforderlich, aus Gründen eines effizienten Mitteleinsatzes einen solchen gesellschaftlichen und politischen Diskurs zu initiieren.

### *4.3 Reaktionsvarianten und -strategien*

Im Verbundvorhaben KRIM wurde für den Küstenschutz unter Klimawandelbedingungen wesentlicher Handlungsbedarf identifiziert – ähnlich wie in der Fallstudie Sylt (DASCHKEIT u. SCHOTTES 2002) und im Vorhaben KLIMU (SCHUCHARDT u. SCHIRMER 2005). Alle Vorhaben haben deutlich werden lassen, dass der Küstenschutz mit unterschiedlichen Reaktionsvarianten oder -strategien auf diese Herausforderung reagieren könnte. Sowohl das politisch-administrative System als auch die Öffentlichkeit setzt dabei derzeit im Wesentlichen auf eine Fortsetzung der aktuellen Maßnahmen (Deichverstärkung, Strandvorspülung, Vorlandsicherung etc.) und die Ergebnisse von KRIM machen plausibel, dass eine solche Fortsetzung mittelfristig auch sinnvoll möglich ist.

Allerdings machen die Ergebnisse von KRIM und Ergebnisse anderer Untersuchungen auch deutlich, dass die aktuelle Strategie des „linienhaften Küstenschutzes“ (KUNZ 2004) mittelfristig verändert werden sollte: Der beschleunigt steigende Wasserspiegel erhöht die Konsequenzen nach Deichversagen, da vergrößerte Wassermengen eindringen werden; durch steigende Wertekonzentrationen in den bedeckten Flächen erhöht sich das Schadenspotenzial; eine Verstärkung der Deiche auf vorhandener Linie ist aufgrund der Tragfähigkeit des Untergrundes nur noch örtlich begrenzt möglich. KUNZ (2004) schlägt die Weiterentwicklung des linienhaften zu einem raumbezogenen Küstenschutz vor, mit dem zum einen flexibler auf

sich ändernde Anforderungen reagiert werden kann und zum anderen das Schadenspotenzial nach Deichversagen reduziert ist (s. dazu auch CPSL 2005).

Von den in KRIM entwickelten Reaktionsvarianten (MAI et al. 2004) entspricht die Variante „Zweite Deichlinie“ diesem Ansatz, der jedoch noch weitere Maßnahmen wie Objektschutz, verbesserten Katastrophenschutz etc. umfasst. Die Ergebnisse von KRIM haben bzgl. der zweiten Deichlinie deutlich werden lassen, dass das Schadenspotenzial nach Deichversagen damit in der Tat deutlich reduziert werden kann, dass ein Vergleich unter Kosten-Nutzen-Aspekten jedoch nicht in jedem Fall einen Vorteil der Reaktionsvariante Zweite Deichlinie gegenüber der Verstärkung auf vorhandener Linie erbringt. Dies macht deutlich, dass die Vor- und Nachteile regional ermittelt und abgewogen werden müssen. Das gilt auch für mögliche weitere Maßnahmen eines raumbezogenen Küstenschutzes, wie die Anlage von Sturmflutpoldern in den Ästuaren, die im Vorhaben KLIMU auf ihre Vor- und Nachteile hin analysiert worden sind (SCHUCHARDT u. SCHIRMER 2005).

Insgesamt unterstützen die Ergebnisse aus KRIM den Vorschlag von KUNZ (2004) zur Entwicklung einer Strategie des raumbezogenen Küstenschutzes. Allerdings würde dessen konsequente Umsetzung im Rahmen eines Risikomanagements auch Veränderungen des rechtlichen Rahmens erfordern sowie eine entsprechende Berücksichtigung in der Raumplanung und die Entwicklung neuer integrativer Planungsgrundsätze wie dem IKZM notwendig machen (BOSECKE 2005; CPSL 2005). Jede Erweiterung der derzeitigen Küstenschutz-Strategie sollte allerdings schrittweise und im offenen Dialog erfolgen, um die hohe Akzeptanz des Küstenschutzes in der Öffentlichkeit nicht zu gefährden.

## Literatur

- BOSECKE, T. 2005: Vorsorgender Küstenschutz und IKZM an der deutschen Ostseeküste. Strategien, Vorgaben und Defizite aus Sicht des Raumordnungsrechts, des Naturschutz- und europäischen Habitatschutzrechts sowie des Rechts der Wasserwirtschaft. Heidelberg.
- CPSL (Trilateral Working Group on Coastal Protection and Sea Level Rise) 2005: Solutions for sustainable coastal protection in the Wadden Sea Region. Report of the Trilateral Working Group on Coastal Protection and Sea Level Rise (CPSL). Wilhelmshaven (= Wadden Sea Ecosystem 21).
- DASCHKEIT, A. u. P. SCHÖTTES (Hrsg.) 2002: Klimafolgen für Mensch und Küste am Beispiel der Nordseeinsel Sylt. Heidelberg.
- ELSNER, W., C. OTTE, u. I. YU 2005: Regionalökonomische Risiken des Klimawandels. Projektendbericht des Teilprojekts 5 im Verbundvorhaben „Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste (KRIM)“. Bremen: Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF-FKZ 01LD0013.
- FISCHER, L. 2005: Naturbilder und Naturverhältnisse: Deutungen der Küste im Wattenmeerraum als Herausforderung für „sustainable development“. In: GLAESER, B. (Hrsg.): Küste, Ökologie und Mensch. Integriertes Küstenzonenmanagement als Instrument nachhaltiger Entwicklung. München, S. 117–156.
- GRABEMANN, I., H.-J. GRABEMANN u. D. EPPLE 2005: Klimawandel und hydrodynamische und morphologische Auswirkungen im Küstenbereich. Projektendbericht des Teilprojekts 1 im Verbundvorhaben „Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste (KRIM)“. Geesthacht. Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF-FKZ 01LD0022.
- HOFSTEDTE, J. H. BLUM, S. FRAIKIN, S. HAYMAN, C. LAUSTRUP, M. VAN NIELEN-KIEZEBRINK, I. MEADOWCROFT, T. PIONTKOWITZ, F. THORENZ, T. VERWAEST u. A. WOLTERS 2005: COMRISK-Common Strategies to Reduce the Risk of Storm Floods in Coastal Lowlands: a Synthesis. In: Die Küste, 70, S. 133–150.

- IPCC 2001a = Intergovernmental Panel on Climate Change: Climate change 2001, the scientific basis. Contribution of working group I to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC 2001b = Intergovernmental Panel on Climate Change: Climate change 2001, impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of working group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge: Cambridge University Press.
- JENSEN, J. u. C. MUDERSBACH 2004: Zeitliche Änderung in den Wasserstandszeitreihen an den Deutschen Küsten. In: GÖNNERT, G., H. GRAßL, D. KELLETAT, H. KUNZ, B. PROBST, H. VON STORCH u. J. SÜNDERMANN (Hrsg.): Klimaänderung und Küstenschutz. Tagungsband der Tagung „Klimaänderung und Küstenschutz“, 29.11. und 30.11.2004 in Hamburg. Hamburg, S. 115–128.
- KORTENHAUS, A. u. H. OUMERACI 2002: Probabilistische Bemessungsmethoden für Seedeiche (Pro-Deich). Braunschweig (= TU Braunschweig, Leichtweiss-Institut für Wasserbau. Bericht Nr. 877).
- KUNZ, H. 2004: Sicherheitsphilosophie für den Küstenschutz. In: Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft, 54, S. 253–287.
- LANGE, H., M. HAARMANN, A. WIESNER-STEINER u. E. VOOSSEN 2005: Politisch-administrative Steuerungsprozesse (PAS). Endbericht des Teilprojekts 4 im Verbundprojekt „Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste (KRIM)“. Bremen. Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF-FKZ 01LD0011.
- MAI, S. 2004: Klimafolgenanalyse und Risiko für eine Küstenzone am Beispiel der Jade-Weser-Region. In: Mitteilungen des Franzius-Instituts 91, S. 1–275.
- MAI, S., A. ELSNER, V. MEYER u. C. ZIMMERMANN 2004: Klimaänderung und Küstenschutz. Endbericht des Teilprojekts 2 im KRIM Verbund „Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste (KRIM)“. Hannover. Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF-FKZ 01 LD 0014.
- MARKAU, H.-J. 2003: Risikobetrachtung von Naturgefahren. Analyse, Bewertung und Management des Risikos von Naturgefahren am Beispiel der sturmflutgefährdeten Küstenniederungen Schleswig-Holsteins. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- MLR 2001 = Ministerium für ländliche Räume, Landesplanung, Landwirtschaft und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.) 2001: Generalplan Küstenschutz: integriertes Küstenschutzmanagement in Schleswig-Holstein. Kiel.
- PARRY, M. L. (Hrsg.) 2000: Assessment of potential effects and adaptations for climate change in Europe: the Europe ACACIA project. Jackson Environmental Institute, University of East Anglia, Norwich. Norwich.
- PETERS, H. P. u. H. HEINRICHS 2004: Interpretationen des globalen Klimawandels durch die Öffentlichkeit. Konsequenzen für die Risikowahrnehmung und die Implementierung eines vorbeugenden Küstenschutzes. Projektendbericht zum Teilprojekt 6 im Verbundvorhaben „Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste (KRIM)“. Jülich. Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF-FKZ 01LD0015.
- PLATE, E. J. 2000: Risikoanalyse im Hochwasser- und Küstenschutz. In: Mitteilungen des Franzius-Instituts 85, S. 1–13.
- PROBST, B. u. J. HOFSTEDE 2004: Neue Strategien für den Küstenschutz. In: Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft 54, S. 249–252.
- SCHIRMER, M., D. KRAFT, u. S. WITTIG 2004: Küstenökologische Aspekte des Klimawandels. Endbericht des Teilprojekts 3 im Projekt „Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste (KRIM)“. Bremen. Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF-FKZ 01LD0012.
- SCHIRMER, M. u. B. SCHUCHARDT 2001: Assessing the impact of climate change on the Weser estuary region: an interdisciplinary approach. In: Climate Research 18, S. 133–140.
- SCHIRMER, M. u. B. SCHUCHARDT 2005: Integrative Analyse und Decision Support System. Endbericht des Teilprojekts 7 im Projekt „Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste (KRIM)“. Bremen. Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF-FKZ 01LD0010.
- SCHUCHARDT, B. u. M. SCHIRMER 2003: Ansatz und Ziel des interdisziplinären Verbundvorhabens „Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste“ (KRIM). In: Berichte des Forschungs- und Technologiezentrums Westküste 28, S. 31–42.
- SCHUCHARDT, B. u. M. SCHIRMER (Hrsg.) 2005: Klimawandel und Küste. Die Zukunft der Unterweserregion. Heidelberg.

- STERR, H., R. KLEIN u. S. REESE 2000: Climate Change and Coastal Zones: An Overview of the State-of-the-Art on Regional and Local Vulnerability Assessment. In: Fondazione Eni Enrico Mattei. Nota di LAVORNO 38, S. 1–24.
- VON LIEBERMAN, N. u. S. MAI 2001: Entscheidungsunterstützung im Sturmflutschutz durch Risikoanalyse. In: Wasser und Boden, 53 (12), S. 11–16.
- VON STORCH, H. 2005: Veränderliches Küstenklima – die vergangenen und die zukünftigen 100 Jahre. In: FANSA, M. (Hrsg.): Kulturlandschaft Marsch: Natur, Geschichte und Gegenwart. Oldenburg, S. 230–245.
- WBGU = Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung, Globale Umweltveränderungen 1999: Strategien zur Bewältigung globaler Umweltrisiken. Jahresgutachten 1998 des wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen. Heidelberg.

[www.deklim.de](http://www.deklim.de)