

**TRILATERALE ÜBERLEGUNGEN ZUM KÜSTENSCHUTZ IM WATTENMEER**  
**UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER GEPLANTEN**  
**EU-HOCHWASSERSCHUTZRICHTLINIE**

von

Jacobus Hofstede<sup>1</sup>

**ABSTRACT**

About 3.3 million people live in the flood-prone coastal lowlands of the Wadden Sea region. Coastal flood defence and protection are prerequisites for social and economic sustainable development in these lowlands, especially with regard to the expected increase in sea level rise. At the same time, the Wadden Sea is one of the last remaining near-natural large-scale ecosystems in central Europe. At the Trilateral Governmental Conference for the protection of the Wadden Sea in 1997, it was decided to investigate the possible effects of enhanced sea level rise and, on the basis of this study, develop proposals for sustainable coastal protection. A trilateral expert group, the Coastal Protection and Sea Level Rise group (CPSL), was installed with this merit. The members of the group represent coastal defence and nature protection authorities in the three Wadden Sea countries. Since 2006, the group is complemented by state spatial planners.

The CPSL group concludes that the Wadden Sea is a robust and resilient ecosystem with respect to variations in sea level (CPSL, 2001). However, there exists a (regionally varying) breakpoint in sea level rise, above which a development might start in the direction of tidal lagoons. With respect to coastal defence it was, amongst others, concluded that sand nourishments successfully balance coastal erosion along the outer coastlines of the barriers (CPSL, 2005). Further, they may contribute to the compensation of sediment deficits in the Wadden

---

<sup>1</sup> Dr. Jacobus Hofstede, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Mercatorstraße 3, 24062 Kiel

Sea resulting from sea level rise. As a consequence, CPSL recommends to apply sand nourishments, wherever feasible, to combat erosion along sandy coastlines. With regard to non-structural measures, the consideration of buffer and coastal flood hazard zones in spatial plans is a sustainable way to deal with the effects of sea level rise. At the 10<sup>th</sup> trilateral Governmental Conference in 2005, the conclusions and recommendations were acknowledged. It was decided to support the conduction of feasibility studies about coastal spatial plans that consider climate change and coastal defence as well as about sand nourishments in a follow-up group.

The conclusions and recommendations of the CPSL-group are well in line with a proposal of the European Parliament and Council for a Directive on the assessment and management of flood risks. The proposal includes, amongst others, the drawing of flood risk maps. On the basis of these maps, flood risk management plans that include technical and non-structural measures, should be established for each stretch of coastline.

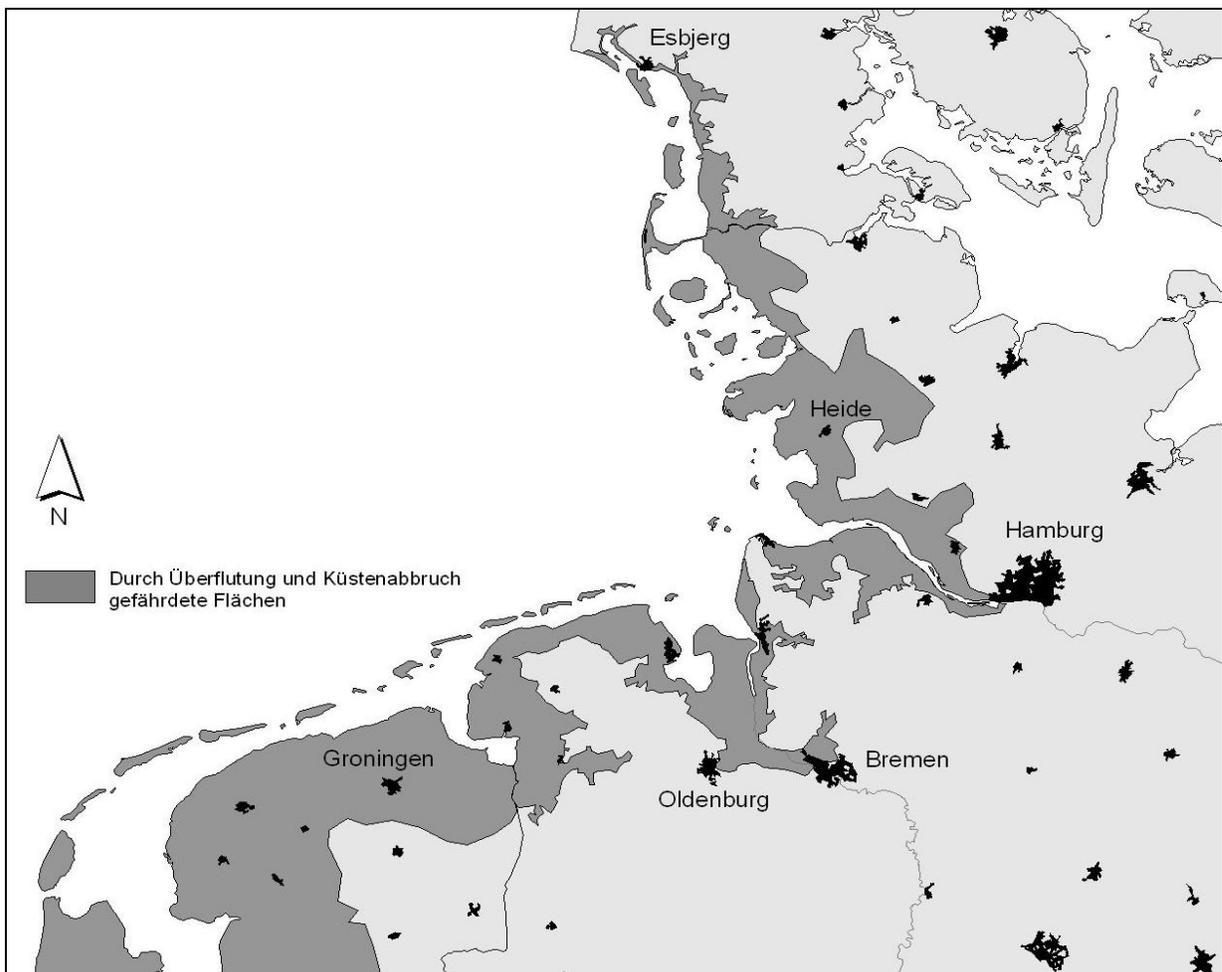


Abb. 1: Überblick über das Wattenmeer

## 1. EINLEITUNG

Etwa 3,3 Millionen Menschen, 2,3 Millionen davon in Deutschland, leben in der Wattenmeerregion in überflutungsgefährdeten Küstenniederungen (Abb. 1). Küstenschutz ist Voraussetzung für eine sozial und ökonomisch nachhaltige Entwicklung in diesen Niederungen. Gleichzeitig ist das Wattenmeer eine der letzten überwiegend naturbelassenen Ökosysteme in Zentral Europa. Aus diesen Gründen wurde während der 8. Trilateralen Regierungskonferenz zum Schutz des Wattenmeeres im Jahre 1997 vereinbart, eine Untersuchung über die möglichen Folgen eines beschleunigten Meeresspiegelanstieges durchzuführen. Auf der Basis dieser Studie sollten Vorschläge für künftige integrierte Strategien zum Küsten- und Naturschutz im Wattenmeer erarbeitet werden. Im Jahre 1998 wurde zu diesem Zweck eine trilaterale Expertengruppe „Küstenschutz und Meeresspiegelanstieg“ (CPSL) einberufen, die sich aus Vertretern der Küstenschutz- und Umweltverwaltung der drei Wattenmeer-Anrainerstaaten zusammensetzt.

In einer ersten Phase (1998 – 2001) wurde ein gemeinsamer Kenntnisstand über das Wattenmeer (Geomorphologie, Biologie und Küstenschutz) erarbeitet. Für drei Meeresspiegelszenarien wurden die Auswirkungen auf physikalische und biologische Parameter sowie auf den Küstenschutz untersucht. Schließlich wurde eine erste Selektion von nachhaltigen Küstenschutzmaßnahmen, so genannten „Best Environmental Practices“, zur Gewährleistung der heutigen Sicherheitsstandards durchgeführt. Die Resultate wurden in einem Bericht veröffentlicht (CPSL, 2001), und während der 8. Trilateralen Regierungskonferenz im Jahre 2001 vorgestellt. In Anerkennung der hohen Aktualität der Thematik und der Bedeutung von nachhaltigen Küstenschutzstrategien entschieden die Umweltminister, die Arbeiten fortzusetzen.

In der zweiten Phase (2002 – 2005) hat die CPSL-Gruppe Machbarkeitsstudien für sieben ausgewählten Küstenschutzlösungen durchgeführt, die dazu dienen, die Sicherheitsstandards unter Berücksichtigung der erwarteten Klimaänderungen ökologisch nachhaltig zu gewährleisten. Regionale Aspekte sollten gebührend berücksichtigt werden. In der ersten Phase bestand Einvernehmen darüber, dass das Wattenmeer bis zu einer gewissen, regional unterschiedlichen Schwelle in der Lage sein wird, Änderungen des Meeresspiegels durch Materialumlagerungen auszugleichen. Oberhalb dieser Schwelle wird das Ökosystem sich in Richtung von Küstenlagunen entwickeln. In der Konsequenz wurden die Arbeiten in CPSL II auf der Basis zweier Szenarien, unterhalb und oberhalb der Schwelle, durchgeführt.

In diesem Beitrag werden die bisherigen Arbeiten und Ergebnisse der CPSL-Expertengruppe vorgestellt. Zunächst wird kurz auf das natürliche System im Bezug auf die Entwicklung unterhalb und oberhalb der Schwelle eingegangen. Anschließend werden die ausgewählten Maßnahmen im Hinblick auf ihre Wirksamkeit für den Küstenschutz und ihre ökologische Konsequenzen evaluiert. Nach einer Darstellung der wichtigsten Schlussfolgerungen und Empfehlungen werden in einem Ausblick die Beziehung zur EU-Hochwasserschutzrichtlinie sowie die weiteren Arbeiten in der CPSL-Gruppe behandelt. Für eine ausführliche Beschreibung der Arbeiten wird auf die bisherigen Berichte verwiesen (CPSL, 2001, 2005).

## 2. GEOSYSTEMANALYSE

Im Wattenmeer existieren enge Wechselbeziehungen zwischen den einwirkenden hydrologischen Kräften und der reagierenden Morphologie. Jedes Element wie auch jedes Tidesystem strebt dabei nach einem stabilen Zustand bzw. Fließgleichgewicht mittels Materialumlagerungen. Das heißt, Änderungen in einem Teil des Systems werden in erster Linie durch Sedimenttransport zu oder von anderen Teilen desselben Systems kompensiert (CPSL, 2001). Wenn die Änderungen gering bzw. moderat sind, kann das Fließgleichgewicht durch interne Rückkopplungsmechanismen wieder hergestellt werden (HOFSTEDDE, 2002). Ein moderater Meeresspiegelanstieg wird zum Beispiel durch erhöhte Wasserstände zu verlängerter Überflutungsdauer der Watten führen. Die Folgen sind verstärkte Sedimentationen auf dem Watt (die Partikel haben mehr Zeit, sich abzusetzen), wodurch diese in die Höhe wachsen. Schließlich nimmt hierdurch die Überflutungsdauer wieder ab, bis das alte Fließgleichgewicht wieder hergestellt ist. Dieser Rückkoppelungsprozess funktioniert unter den Voraussetzungen, dass genügend Sediment zur Verfügung steht, und der Meeresspiegelanstieg nicht zu stark ist. Weil die Sedimentverfügbarkeit stark variieren kann, wird jedes Tidesystem unterschiedlich reagieren (Abb. 2). Werden die Voraussetzungen nicht erfüllt, wird sich ein neues Fließgleichgewicht einstellen. Zur Berücksichtigung dieser unterschiedlichen morphologischen Reaktionen wurden die zwei Szenarien, unterhalb und oberhalb der Schwelle, definiert (Abb. 2).

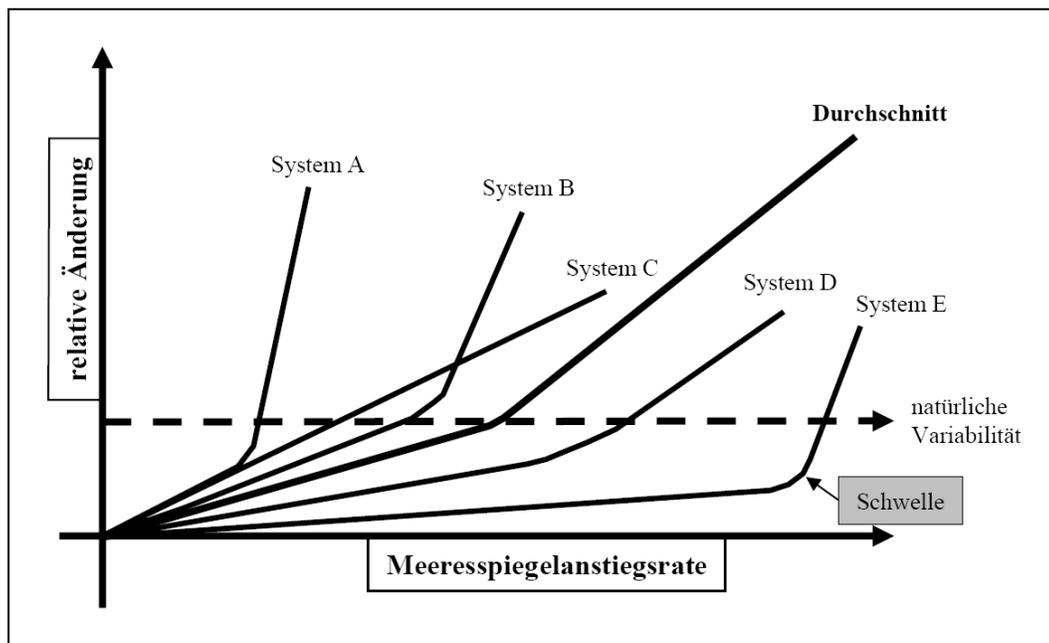


Abb. 2: Prinzipische Skizze der relativen morphologischen und biologischen Änderungen in Tidesystemen bei zunehmender Meeresspiegelanstiegsrate (CPSL, 2005)

### **3. EVALUIERUNG VON AUSGEWÄHLTEN MAßNAHMEN**

In der zweiten CPSL-Phase wurden sieben Maßnahmen einer genaueren Betrachtung unterzogen: Raumordnung, Sandaufspülungen, Dünenmanagement, Vorlandmanagement, Muschelbänke und Seegraswiesen, das Ausdeichen von Sommerpoldern, und Deiche (CPSL, 2005). Sechs Maßnahmen werden hier im Hinblick auf ihre Wirksamkeit für den Küstenschutz (unterhalb und oberhalb der Schwelle) und ihre ökologischen Konsequenzen beschrieben.

#### **3.1 Raumordnung**

Die Erstellung von küstenbezogenen Regionalplänen mit Pufferzonen und Flutrisikozonen wurde als umweltverträgliche nicht-technische Maßnahme eingestuft. Regionalpläne zielen auf eine nachhaltige Entwicklung und Raumnutzung ab, die die sozialen und ökonomischen Ansprüche in einer Region mit seinen ökologischen Wertigkeiten und Funktionen in Einklang bringen. In den Pufferzonen kann durch Nutzungseinschränkungen ausreichend Platz für künftig erforderliche Küstenschutzmaßnahmen reserviert werden. Auch kann langfristig Raum für eine natürliche Entwicklung der Küste, zum Beispiel Abbruch infolge des Meeresspiegelanstiegs, geschaffen werden. In den Flutrisikozonen können Nutzungsregulierungen zu einer Verringerung der Schadenserwartung beitragen. Die Ausweisung dieser Zonen kann zu einer verbesserten Wahrnehmung der Küstenrisiken bei den Bewohnern beitragen. In den Regionalplänen sollen die Bedeutung des Klimawandels und seine Konsequenzen gebührend behandelt werden. Die Ausweisung von Puffer- und Flutrisikozonen erlangt besondere Signifikanz oberhalb der Schwelle. Durch die damit einhergehenden erhöhten Belastungen kann nicht ausgeschlossen werden, dass traditionelle Techniken finanziell und/oder technisch zur Aufrechterhaltung der heutigen Sicherheitsstandards weniger machbar werden.

#### **3.2 Sandaufspülungen**

Sandaufspülungen stellen eine erfolgreiche und umweltverträgliche Methode zum Ausgleich von Sturmerosionen an sandigen Küsten dar. Weiterhin unterstützen sie die Stabilisierung von Dünen (als Sedimentquelle und als Dünenfußsicherung) und damit deren Funktionalität als natürliche Hochwasserschutzanlage (siehe unten). Die Entnahme und Aufspülung stellen einen Eingriff in die natürliche Dynamik dar. Im Vergleich zu anderen Techniken zur Stabilisierung der Küste wie Buhnen und Deckwerke sind Sandaufspülungen zu bevorzugen (MENN et al., 2003). Mit zunehmender Meeresspiegelanstiegsrate (oberhalb der Schwelle) wird die Menge des aufzuspülenden Sandes entsprechend steigen. Langfristig und insbesondere oberhalb der Schwelle können Sandaufspülungen an strategischen Stellen dazu beitragen, die Sanddefizite im Wattenmeer infolge des Meeresspiegelanstieges auszugleichen bzw. zu verringern.

#### **3.3 Dünenmanagement**

Unter Dünenmanagement sind verschiedene Techniken (Düneninstandsetzung, Dünenverlagerung, natürliche Dynamik und Overwash) zusammengefasst, die die Funktionalität der Dünen als Hochwasserschutzanlage unterstützen. Das Erlauben von natürlicher Dynamik einschließlich Overwash hat nachvollziehbar ökologische Vorteile, ist aus Küstenschutzsicht jedoch eher

eine indirekte, erst langfristig wirksame Maßnahme. Instandsetzung und Verlagerung von Dünen, zum Beispiel durch Anlage von Sandfangzäunen oder Anpflanzung von Helmgras, greift in die Natur ein. Sie sind jedoch zu bevorzugen gegenüber sonst notwendigen harten Maßnahmen wie Deichen oder Steinbuhnen. Oberhalb der Schwelle können Instandsetzung und/oder Verlagerung von Dünen in Kombination mit Sandaufspülungen eine nachhaltige Methode darstellen, um die heutigen Sicherheitsstandards zu gewährleisten. Es gibt aber eine Grenze. Oberhalb dieser werden die oben genannten Methoden vermutlich nicht mehr ausreichen. Harte Techniken werden notwendig um den Hochwasserschutz von bewohnten Küstenniederungen sicherzustellen.

### **3.4 Vorlandmanagement**

Vorlandmanagementtechniken (Lahnungsbau, Gräben, Beweidung) zielen auf die Sicherung der Küstenschutzfunktionen von Salzwiesen ab. Salzwiesen haben gleichzeitig eine besondere ökologische Bedeutung und sind deshalb als Deichfußsicherung gegenüber harten Maßnahmen zu bevorzugen. Lahnungen und Gräben greifen in die natürliche Dynamik ein. Beim Lahnungsbau sollten daher nach Möglichkeit natürliche Materialien (Holz) eingesetzt werden. Gräben sollten nur zur Sicherung der Deichfußentwässerung und, falls nötig, zur Entwässerung von beweideten Salzwiesen angelegt werden. Wo möglich sollten natürliche Rinnen genutzt werden. Beweidung von Salzwiesen wird kontrovers diskutiert. Es wird als naturverträglich eingestuft wo, ohne Beweidung, nach Sturmfluten große Treibselmengen von Deichböschungen entfernt werden müssten.

Oberhalb der Schwelle ist zu wenig Sediment verfügbar um die Salzwiesen mit dem Meeresspiegel mitwachsen zu lassen. Die Techniken würden ihre Wirkung zunehmend verlieren. Festlandssalzwiesen sind wahrscheinlich in der Lage, einem Meeresspiegelanstieg von bis zu einem Zentimeter pro Jahr durch verstärkte Sedimentation auszugleichen (DIJKEMA, 1997). Inselfalzwiesen könnten bei einem Anstieg oberhalb von 0,5 cm/J bereits ertrinken.

### **3.5 Ausdeichen von Sommerpoldern**

Ausdeichen von Sommerpoldern kann in Ästuaren zeitweilig positive Effekte für den Hochwasserschutz haben, in dem sie die Höhe der (ersten) Flutwelle stromaufwärts reduzieren. An der offenen Küste tritt dieser Effekt jedoch nicht auf. Hier kann sich durch Ausdeichen das Geländeniveau in den ehemaligen Poldern durch vermehrte Sedimentation dem Meeresspiegelanstieg anpassen. Wie bei den Salzwiesen funktioniert dies nur unterhalb der Schwelle. Extra (harte) Maßnahmen zur Sicherung der Seedeiche können notwendig werden. Da das Ausdeichen beim Verlust von Salzwiesen kompensierend wirken kann, hat die Maßnahme ökologische Vorteile.

### **3.6 Deiche**

Unter dem Oberbegriff Deiche wurden die Maßnahmen Deichverstärkung, Rückdeichung und zweite Deichlinie untersucht. Deiche sind im Wattenmeer die wichtigsten Hochwasserschutzanlagen (auf den Inseln gemeinsam mit den Dünen). Maßnahmen, die deren Funktionalität sichern, sind zum Schutz der Küstenbewohner unumgänglich. Gleichzeitig sind Maßnahmen

an Deichen ein starker Eingriff in den Naturhaushalt. Deshalb sollen sie in der Art ausgeführt werden, dass die negativen Auswirkungen auf den Naturhaushalt minimiert werden. Ein Beispiel ist die landseitige Verstärkung unter Benutzung von Material aus dem alten Deichkörper. Des Weiteren könnte lokal, vor unbesiedelten Kögen, auch über Alternativen zur Deichverstärkung wie Deichrückverlegung oder Verstärkung bzw. Bau einer zweiten Deichlinie nachgedacht werden. Dies trifft insbesondere oberhalb der Schwelle zu.

#### **4. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN**

Nachfolgend wird eine Auswahl der wichtigsten Schlussfolgerungen und Empfehlungen vorgestellt. Für eine komplette Auflistung wird nach CPSL (2001) und CPSL (2005) verwiesen.

Die CPSL-Expertengruppe ist zu folgenden Schlussfolgerungen gelangt. Das Wattenmeer hat einen hohen Widerstand gegen Änderungen und zeichnet sich durch starke natürliche Dynamik aus. Strukturelle Änderungen, zum Beispiel durch den Meeresspiegelanstieg oder Änderungen in der Sturm­tätigkeit bedingt, werden deshalb nur schwer zu erkennen sein. Der Meeresspiegelanstieg wird ein Sedimentdefizit im Wattenmeer verursachen, das oberhalb der Schwelle zu einer Entwicklung in Richtung Küstenlagunen durch abnehmende Wattflächen führen wird. Auch der Küstenschutz wird davon betroffen sein, zum einen durch vermehrten Aufspülbedarf und, insbesondere oberhalb der Schwelle, durch die Erfordernis von harten Maßnahmen wie Deichverstärkungen. Nur in den Niederlanden existieren bisher küstenspezifische Regionalpläne, die den Klimawandel und den Küstenschutz explizit berücksichtigen. Die Aufnahme von Pufferzonen und Flutrisikozonen in Regionalpläne ist eine nachhaltige Methode zur Berücksichtigung des Klimawandels. Sandaufspülungen stellen schließlich eine erfolgreiche und umweltverträgliche Maßnahme zum Ausgleich der Sanddefizite an sandigen Küsten dar, und können zum Ausgleich des Sanddefizits im Wattenmeer beitragen.

Aufbauend auf die Folgerungen hat die CPSL-Gruppe einige Empfehlungen erarbeitet. Demnach sollen nach Möglichkeit Sandaufspülungen eingesetzt werden, um Küstenerosion auszugleichen. Es sollte eine Machbarkeitsstudie nach den Möglichkeiten von Sandaufspülungen zum Ausgleich des Sedimentdefizits im Wattenmeer durchgeführt werden. Des Weiteren soll die Machbarkeit von küstenspezifischen Regionalplänen mit Puffer- und Flutrisikozonen, untersucht werden.

#### **5. AUSBLICK**

Während der 10. trilateralen Regierungskonferenz in 2005 wurde entschieden, die Ergebnisse der Arbeitsgruppe in die Fortschreibung des trilateralen Wattenmeerplanes aufzunehmen. In einer weiteren Arbeitsphase sollen die empfohlenen Machbarkeitsstudien unter Einbeziehung von Raumplanern durchgeführt werden. Die Studien haben Ende 2006 angefangen.

Zwei Aspekte verleihen die Arbeitsaufträge besonderer Bedeutung. Erstens erhärten sich die Aussagen, wonach spätestens ab der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts mit verstärkt steigendem Meeresspiegel (IPCC, 2007) und mit zunehmenden Sturmwasserständen im Wattenmeer (WOTH et al., 2006) zu rechnen sind. Eine etwaige Verdreifachung der heutigen

Meeresspiegelanstiegsraten und um 10 bis maximal 40 cm erhöhte Windstauwerte würden das Wattenmeer und den Küstenschutz stark belasten. Eine frühzeitige Befassung mit diesen Prognosen, deren Konsequenzen und mögliche Handlungsoptionen ist daher angebracht. Des Weiteren planen das Europäische Parlament und der Rat eine Richtlinie zur Bewertung und Bekämpfung von Hochwasserrisiken. Ziel ist es, einen Rahmen für die Verringerung der hochwasserbedingten negativen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt und wirtschaftliche Tätigkeiten in der Gemeinschaft zu schaffen. In einem ersten Schritt sollen die Mitgliedstaaten auf der Grundlage verfügbarer Informationen eine Bewertung des Hochwasserrisikos an Flüssen und Küsten durchführen. Für die potenziell gefährdeten Gebiete sollen Flutrisikokarten erstellt werden, in denen unter anderem die Zahl der potenziell Betroffenen und Angaben zur Schadensermittlung darzustellen sind. Die Mitgliedstaaten sollen auf der Basis der Karten bis Dezember 2015 Pläne erstellen, in denen sie die Ziele für das Hochwasserrisikomanagement festlegen und die dazu geplanten Maßnahmen beschreiben. Die Mitgliedstaaten bestimmen demnach die Ziele (Schutzstandards) und Maßnahmen. Die Pläne sollen alle Phasen des Hochwasserrisikomanagements erfassen, wobei der Schwerpunkt auf Vermeidung, Schutz und Vorsorge (einschl. Vorhersage und Warnung) liegt. Dies bedingt eine ganzheitliche Herangehensweise bzw. eine enge Abstimmung des Hochwasserschutzes mit dem Katastrophenschutz aber auch mit der Raumordnung. Die neue ergänzte CPSL-Expertengruppe kann im Hinblick auf ihre Aufgaben wichtige Grundlagen für die zu erstellenden Hochwasserrisikomanagementpläne für das Wattenmeer liefern.

## **6. ZUSAMMENFASSUNG**

Etwa 3,3 Millionen Menschen, 2,3 Millionen davon in Deutschland, leben in der Wattenmeerregion in überflutungsgefährdeten Küstenniederungen. Küstenschutz ist somit Voraussetzung für eine sozial und ökonomisch nachhaltige Entwicklung in diesen Niederungen. Gleichzeitig ist das Wattenmeer eines der letzten großen natürlichen Ökosysteme in Zentral Europa. Aus diesen Gründen wurde während der 8. Trilateralen Regierungskonferenz zum Schutz des Wattenmeeres in 1997 vereinbart, eine Untersuchung über die möglichen Folgen eines beschleunigten Meeresspiegelanstieges durchzuführen. Auf der Basis dieser Studie sollten Vorschläge für künftige integrierte Strategien zum Küsten- und Naturschutz im Wattenmeer erarbeitet werden. Im Jahre 1998 wurde zu diesem Zweck eine trilaterale Expertengruppe „Küstenschutz und Meeresspiegelanstieg“ (CPSL) einberufen, die sich aus Vertretern der Küstenschutz- und Umweltverwaltung der drei Wattenmeer-Anrainerstaaten zusammensetzte. Seit 2006 ist die Gruppe ergänzt um Raumplaner.

Die CPSL-Gruppe folgert, dass das Wattenmeer im Hinblick auf den Meeresspiegelanstieg ein robustes und widerstandsfähiges Ökosystem darstellt. Es existiert eine regional variierende Schwelle, oberhalb welcher eine Entwicklung in Richtung von Küstenlagunen einsetzen kann. Im Hinblick auf den Küstenschutz wurde unter anderem gefolgert, dass Sandaufspülungen erfolgreich die Küstenerosion an sandigen Küsten ausgleichen können. Des Weiteren können sie zum Ausgleich der Sedimentdefizite im Wattenmeer beim Meeresspiegelanstieg beitragen. In der Konsequenz empfiehlt die Expertengruppe den Einsatz von Sandaufspülungen um, wo machbar, die Küstenerosion entlang sandiger Küsten auszugleichen. Im Bezug auf nicht-strukturelle Maßnahmen stellt die Gruppe fest, dass die Ausweisung von Pufferzonen und

Flutrisikozonen in Regionalplänen eine nachhaltige Methode darstellt, um den Folgen des Meeresspiegelanstieges zu begegnen. Während der 10. trilateralen Regierungskonferenz in 2005 wurden die Ergebnisse und Empfehlungen anerkannt. Es wurde vereinbart, in einer weiteren Phase Machbarkeitsstudien über küstenspezifische Regionalpläne und über Sandaufspülungen zum Ausgleich des Sedimentdefizits im Wattenmeer durchzuführen.

Die Ergebnisse und Empfehlungen der CPSL-Gruppe decken sich gut mit dem Vorschlag der Europäischen Union für eine Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Hochwasserrisiken. Der Vorschlag sieht unter anderem die Erstellung von Flutrisikokarten vor. Auf der Basis dieser Karten sollen Hochwasserrisikomanagementpläne für gefährdete Küstengebiete erstellt werden, die technische und nicht-strukturelle Maßnahmen vorsehen.

## **DANKSAGUNG**

Der Verfasser ist seit der zweiten Phase Obmann der trilateralen Arbeitsgruppe. Er bedankt sich ausdrücklich bei den Mitgliedern (in alphabetischer Reihenfolge) Hubert Farke, Albert Oost, Thorsten Piontkowitz, Karen Raagaard, Hennie Schans, Frank Thorenz and Chantal Van Dam für ihre engagierte Mitwirkung. Dem trilateralen Wattenmeersekretariat in Wilhelmshaven wird für die organisatorische Unterstützung gedankt.

## **7.    SCHRIFTTUM**

CPSL: Final report of the trilateral working group on coastal protection and sea level rise. Wadden Sea Ecosystem, 13, 2001

CPSL: Coastal Protection and sea level rise – solutions for a sustainable coastal protection in the Wadden Sea region. Wadden Sea Ecosystem, 21, 2005

DIJKEMA, K.S.: Impact prognosis for salt marshes from subsidence by gas extraction in the Wadden Sea. Journal of Coastal Research, 13/4, 1997

HOFSTEDDE, J.L.A.: Morphologic response of Wadden Sea tidal basins to a rise in tidal water levels and tidal range. Zeitschrift für Geomorphologie N.F., 46/1, 2002

IPCC: Climate change 2007, summary for policy makers. www.ipcc.ch, in prep.

MENN, I., JUNGHANS, C. und REISE, K.: Buried alive: effects of beach nourishment on the infauna of an erosive shore in the North Sea. Senckenbergiana Maritima, 32 (1/2), 2003

WOTH, K., WEISSE, R. und Von STORCH, H.: Climate change and North Sea storm surge extremes: an ensemble study of storm surge extremes expected in a changed climate projected by four different regional climate models. Ocean Dynamics, 56, 2006