

## 5.9 Die Zukunft einer Wattregion bei klimabedingt erhöhtem Meeresspiegel

KARSTEN REISE

*Sea level rise and the fate of the Wadden region: The existing strategy to combat coastal flooding and erosion in the Wadden Sea region is not sustainable with an accelerating sea-level rise. It is recommended (1) to stop excavating estuaries for ever larger vessels and instead to establish a floating terminal in the North Sea for transferring cargo from large to small vessels, (2) to convert agricultural land into a diversified and multifunctional watery landscape which may offer new economic potentials and adaptations to the rising level of the sea, (3) to supply islands and intertidal flats with sand from offshore sources for maintaining a dynamic balance with the rising sea. Adhering for too long to traditional hard and online coastal defences would prevent a fair distribution of costs over the coming generations.*

Die Küsten allgemein behandelt Kap. 1.7 von Reise und die Ursachen des Anstiegs im Meeresspiegel Kap. 2.7 von Köhl & Stammer. Auf die vom Meeresspiegelanstieg gefährdeten kleinen Inseln und flachen Küsten wird in Kap. 3.3 von Schröter und Kap. 3.4 von Reise eingegangen. Hier wird exemplarisch eine besonders flache und inselreiche Küstenregion in ihrer Gesamtheit betrachtet, um nachhaltige Anpassungen vorzuschlagen, wenn der Meeresspiegel deutlich schneller steigt als bisher.

### Die Wattregion der Nordseeküste

Die von Watt und Düneninseln gesäumte Küste der östlichen Nordsee ist im Zuge des vor 6.000 Jahren deutlich langsamer gewordenen Anstiegs des Meeresspiegels (s. Kap. 1.7: Reise) entstanden. Eine weite

Moor- und Sumpflandschaft mit sich mischendem Süß- und Salzwasser bildete sich heraus. Seewärts ging sie in eine von den Gezeiten geprägte Wattlandschaft über. An deren äußerem Rand entstand aus Sandbänken eine Kette mit Düneninseln, die den Seegang der oft stürmischen Nordsee abfing (Abb. 5.9-1).

Vor 1.000 Jahren begannen Siedler diese Küste neu zu strukturieren (BEHRE 2008, MEIER 2006). Sie wandelten Moore, Sümpfe und Salzwiesen in eine Kulturlandschaft um. Gegen Überflutungen von Meer und Flüssen wurden Erdwälle aufgeworfen. Daraus entstand eine geschlossene Deichlinie, die zur Grenze zwischen Kultur- und Wattlandschaft wurde. Das so geschützte Land konnte mit einem umfangreichen Grabensystem und durch Siele im Deich entwässert werden. Moorböden wurden abgetragen und der getrocknete Torf verheizt. War das Moor zuvor unter Meerwasser geraten, wurde

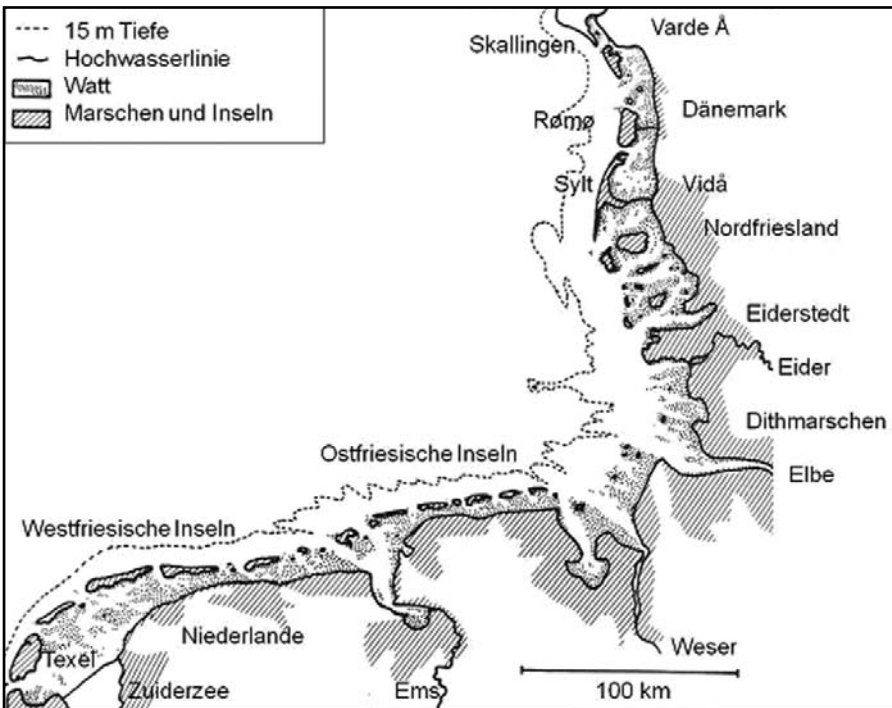


Abb. 5.9-1: Die flache Wattregion von der Insel Texel im Westen bis zur Halbinsel Skallingen im Norden.

der Torf auch zur Salzgewinnung verascht.

Entwässerung und Torfabbau senkten das Land. Hinzu kommt ein generelles Absinken der Küste als tektonische Gegenbewegung zum sich hebenden Skandinavien, befreit von seiner Gletscherlast durch das Abschmelzen. Andererseits ging der Meeresspiegelanstieg weiter (VINK et al. 2007). Zusammen führte das dazu, dass heute weite Teile der Marsch unter dem mittleren Hochwasserniveau liegen. Ohne Deichschutz wäre heute das Meer über der Marsch (Abb.5.9-2).

Inseln und Watt erhielten von der Nordsee ausreichend Sand und Sinkstoffe, so dass sich die Wattlandschaft trotz Küstensenkung und Meeresspiegelanstieg erhalten konnte. Die Watten wuchsen schichtweise um rund 10 m nach oben. Dabei wechselten Phasen mit stärkerer Auflandung bis hin zu Salzwiesen und Süßwassersümpfen mit Phasen regelmäßiger Überflutung durch die Gezeiten.

Diese Phasen verliefen nicht immer zeitgleich entlang der Küste. In Nordfriesland kehrte nach langer Sumpfzeit erst durch mittelalterliche Sturmfluten das Watt wieder zurück. Geblieben sind davon die nicht eingedeichten Halligen, wo die Menschen auf selbst geschaffenen Hügeln siedeln wie generell an der Küste, bevor Deiche diese alte Siedlungsform ablösten. Die Halligen erhöhen sich bei jeder Überflutung durch Sinkstoffe des Meeres und passen sich so den steigenden Hochwasserständen an.

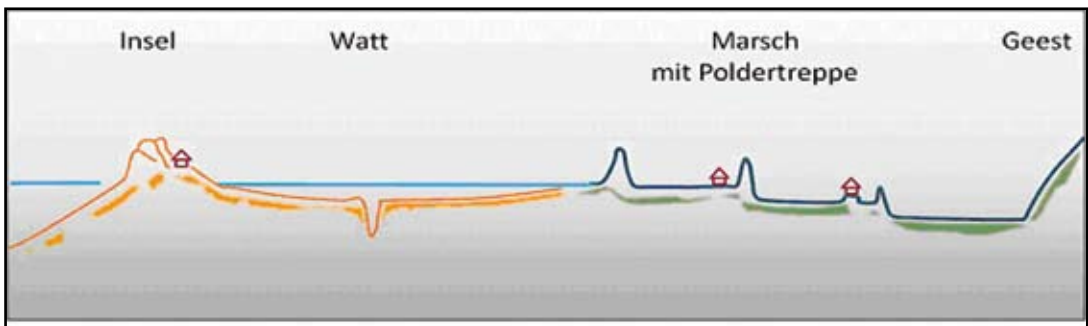
Weltweit einmalig ist die Größe der zusammenhängenden Wattlandschaft (REISE et al. 2010). Im Gezeitenrhythmus auf- und abtauchende Meeresböden gibt es an vielen Küsten, aber nicht mit einer Ausdehnung von 4.700 km<sup>2</sup> (über eine Küstenlänge von 500 km bei einer durchschnittlichen Wattbreite von 9,4 km). Gezählt werden dort im Jahr 10–12 Mio. Küstenvögel. Die meisten von ihnen brüten in der Arktis, überwintern südlich des Wattenmeeres, aber nutzen vor allem die großen Wattflächen, um Fettpolster für die weiten Flüge anzufressen.

Allgemein wahrgenommen wurde diese geologisch-ökologische Besonderheit erst seit den 1970er Jahren. Das mündete 1982 in eine gemeinsame niederländisch-deutsch-dänische Regierungserklärung zum Schutz des Wattenmeeres ein, die 2010 erneuert wurde. Daraus entwickelte sich ein sehr erfolgreiches, trilaterales Naturschutzprogramm. In 2009 wurden die niederländischen und deutschen Watten und Teile der Inseln zum Weltnaturerbe der UNESCO erklärt.

Einschließlich der großen Hafenstädte wird die Wattregion von 3,7 Mio. Menschen besiedelt, darunter 75.000 Insulanern. Wirtschaftlich boomt der Tourismus mit geschätzten 10 Mio. Besuchern auf den Inseln und in den unmittelbaren Küstengemeinden. Etwa 10% der Besucher nimmt an geführten Wattwanderungen und Bootstouren teil oder besucht eine der zahlreichen Informationszentren für Natur und Regionalgeschichte. Die gemeinsame Herausforderung durch Sturmfluten, der klimabedingt höher steigende Meeresspiegel und der neue Status eines Weltnaturerbes lässt die Bevölkerung der Wattregion mehr und mehr zusammen wachsen.

### Flüsse, Häfen und Marschen

Südwestlich vom Wattenmeer befindet sich das Rheindelta, das früher mit dem Wattenmeer landschaftlich verbunden war. Durch Eindeichen und Flussverlegungen ging dieser Zusammenhang verloren. Direkt ins Wattenmeer fließen Elbe, Weser und Ems mit ihren trichterförmigen Mündungen (Abb. 5.9-1). Da wichtige Seehäfen oberhalb der Mündungen liegen und Schiffe immer größer wurden, sind seit Mitte des 19. Jahrhunderts die Flussmündungen zu Fahrrinnen ausgebagert worden. In der Elbe nahm die Mindestdiefe von einst 2 m auf heute 12,5 m zu und mehr ist geplant. Erheblich zugenommen haben der Tidenhub, die Fließgeschwindigkeit, die Mobilität der Sedimente und auch die Trübung des Wassers. Ökologisch ist das ein Desaster und Sturmfluten gelangen so schneller stromaufwärts, was bei höherem Meeresspiegel mehr und mehr Risiken nach zieht.



**Abb.5.9-2:** Schematisches Profil der Nordseeküste. Düneninseln wandern langsam landwärts. Watt und Salzwiesen erhöhen sich mit dem Meeresspiegel. Durch sukzessives Eindeichen, Entwässern und Torfabbau entstand eine zur hohen Geest abfallende Marschlandschaft, die gesackt ist.

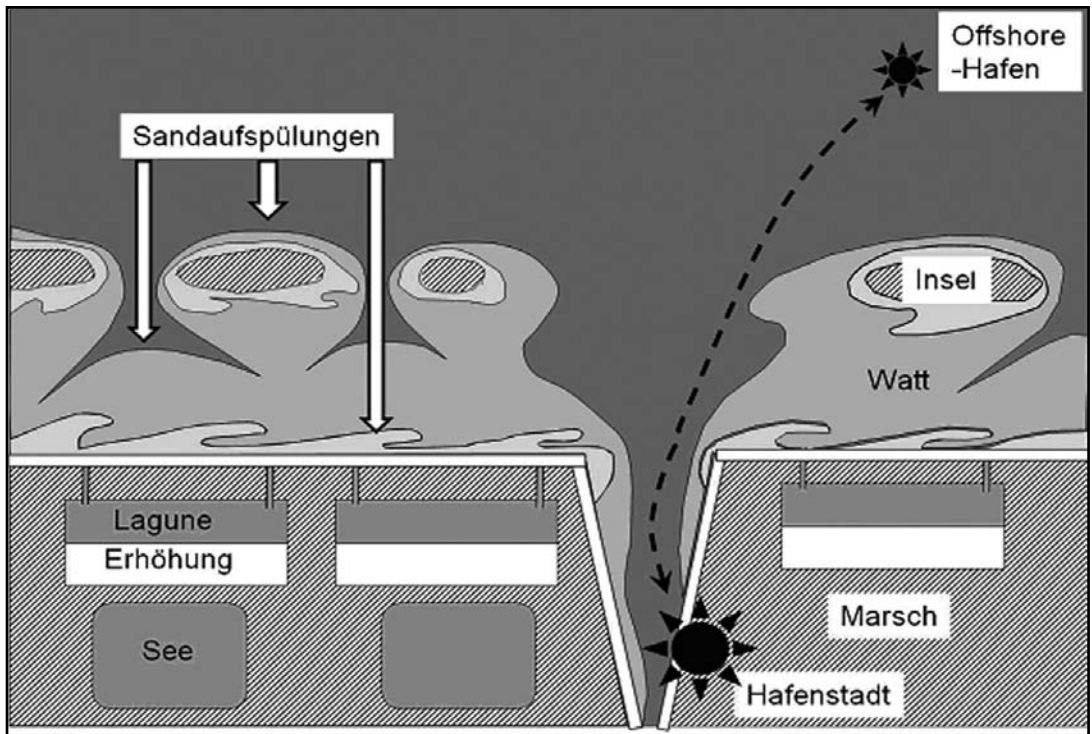
Diese Entwicklung ist nicht nachhaltig. Zwar ist die Wirtschaftskraft der Seehäfen für die Region wichtig, aber der Widerstand gegen weitere Vertiefungen wächst aus Gründen des Naturschutzes und der Gefährdung bei Sturmfluten. Überfällig wäre eine mutige Entscheidung für einen Zentralhafen weit draußen in der Nordsee (Abb.5.9-3). Dort könnte von großen auf kleine Schiffe umgeladen werden. Als schwimmendes Terminal könnte solch ein Offshore-Hafen die Flussmündungen vor weiteren Vertiefungen für immer größere Schiffe verschonen, die geplanten Windenergieparks im Offshore-Bereich versorgen und insgesamt der Wirtschaft neue Impulse geben (REISE 2009a).

Flussmarschen und Seemarschen, die schon vor langem eingedeicht wurden, liegen heute unter mittlerem Hochwasser (Abb.5.9-2). Durch Stärken und Erhöhen der Seedeiche kann diese verdrehte Situation zwar weiter aufrecht erhalten werden, ist aber ebenso wenig nachhaltig wie das weitere Vertiefen der Flussmündungen. Salzwasser kann unter den Deichen hindurch ins Grundwasser sickern, der Entwässerungsaufwand nimmt weiter zu, die Kosten für den Küstenschutz steigen rasant, während das Risiko wegen der Niveaudifferenz zwischen Land und Meer bleibt (STERR 2008).

Da langfristig der Meeresspiegel über mehr als einen Meter steigen wird (s. Kap. 3.4: Reise) sollte beizubringen eine grundsätzlich neue Entwicklung eingeleitet werden (Abb.5.9-3). Vorgeschlagen wird eine graduelle Transformation von der jetzigen Agrarlandschaft zu einer multifunktionalen Wasserlandschaft mit regionalen Produkten aus Gartenbau und Aquakultur, mit hoher touristischer Attraktivität sowie mit hoher landschaftlicher und biologischer Vielfalt (MICHAEL OTTO STIFTUNG 2010). Gekoppelt mit universitärer Kompetenzbildung in diesen Bereichen könnte so der demographische und wirtschaftliche Abwärtstrend aufgefangen werden. Würden nach und nach die Bebauung, Verkehrswege und Versorgungsleitungen so angelegt, dass mehr Wasser in der Landschaft bleiben kann und würden ausgewählte Bereiche regelmäßig geflutet, dann könnte wieder ein Ansteigen der Küstenebene mit dem Meer möglich werden.

### Inseln und Watten

Die besiedelten Teile der Inseln wurden stabilisiert und die Ufererosion durch Steinwerke gebremst. Da solche Strukturen durch den Sandhunger des ansteigenden Meeres oft unterspült wurden, mussten sie entweder von



**Abb. 5.9-3:** Küstenschema mit Anpassungen für ein Mitwachsen bei klimabedingt steigendem Meeresspiegel. Ein schwimmender Offshore-Hafen könnte vertiefte Flussmündungen erübrigen. Lagunen hinterm Deich könnten aus ein- und auslaufendem Wattwasser Sedimente abfangen, die zur Marscherhöhung beitragen. Seen könnten einsickerndes Meerwasser aufhalten. Mit Sand aus der Nordsee könnte die Sandbilanz von Watt und Inseln gestützt werden.

Zeit zu Zeit verstärkt werden oder es wurde auf künstliche Sandvorspülungen umgestellt. Letzteres hat sich bewährt und Sand ist im Offshore-Bereich der Nordsee in fast unbegrenzter Menge vorhanden (REISE 2009b).

Bei klimabedingt schneller ansteigendem Meeresspiegel könnte vom Stabilisieren der Inseln auf ein Zulassen ihrer Dynamik umgeschwenkt werden. Das kann mit Gelassenheit beraten werden, denn die Morphodynamik (um einen oder wenige Meter pro Jahr) wird kaum schneller sein als eine ohnehin fällige Erneuerung der Häuser. Künftig wären transportierbare Häuser der passende Baustil für wandernde Inseln.

Für die Zukunft von Inseln und Watten ist die Sandbilanz der einzelnen Küstenabschnitte entscheidend. Wo die Sandbilanz nicht schon negativ ist, wie z.B. um die Insel Sylt, könnte sie bei beschleunigtem Meeresspiegelanstieg negativ werden, weil Sand über den Meeresgrund langsamer rollt als das Wasser steigt. Entscheidend ist meist das natürliche Sandangebot von der Nordsee.

Um Verluste an Inseln und Watten zu vermeiden, könnte es sinnvoll sein, sukzessive die Sandbilanz zu füttern mit dem Ziel, (1) neue Dünen auf den Inseln zu ermöglichen, wo jetzt Steinwerke das Ufer formen, (2) Sandnehrungen und Sandstrände aufzubauen, wo diese durch harten Küstenschutz verloren gingen, und (3) Sand zur natürlichen Weiterverteilung zu den Wattflächen ins jeweilige Seegat zu spülen (Abb. 5.9-3). Im Vergleich zu hartem Küstenschutz sind solche unterstützenden Maßnahmen zur Sandbilanz kostengünstiger und mit geringeren Störungen der Naturvorgänge verbunden.

## Schlussfolgerungen

Die durchgehende Deichlinie entlang der Festlandküste trennt heute eine sinkende und wirtschaftlich stagnierende Kulturlandschaft von einer Naturlandschaft, die zum Weltnaturerbe avancierte sowie einem Inseltourismus der boomt. Der sich unbefristet beschleunigende Anstieg des Meeresspiegels ist Anlass, für die Kulturlandschaft eine neue Zukunft zu erwägen. Durch mehr Wasser könnte eine wirtschaftliche und landschaftliche Diversifizierung erreicht werden. Durch kontrollierte, regelmäßige Überflutungen könnte die Marschlandschaft mit dem Meeresspiegel mitwachsen.

Für Inseln und Watten ist durch den beschleunigten Meeresspiegelanstieg eine negative Sandbilanz zu erwarten und zum Teil schon eingetreten. Durch künstliche Sandtransporte vom Offshore-Bereich könnte die Bilanz verbessert werden. Im Gegensatz zum harten Küstenschutz wäre so ein Mitwachsen der Inseln und Watten mit dem Meeresspiegelanstieg möglich, so dass das Weltnaturerbe nicht untergeht und die Inseln ihre selbsterhaltende Dynamik nicht verlieren.

Ein solches Konversionsprogramm für die Wattregion ist ein Kompromiss, denn die Küstenbewohner werden ihre Heimat nicht aufgeben wollen. Die bisherige Abwehrstrategie ist nicht nachhaltig und könnte langfristig zum Küstenkollaps führen. Schiffe werden für die Kapazität der Flussmündungen zu groß. Das Marschniveau liegt zu tief unter dem des Meeres. Watt und Inseln mangelt es an Sand, um sich an einer Küste mit beschleunigtem Meeresspiegelanstieg behaupten zu können. Je früher mit einem Umsteuerungsprozess begonnen wird, desto besser könnten die Kosten mit kommenden Generationen geteilt werden und umso naturverträglicher könnten die Anpassungen schrittweise vorgenommen werden.

Außer Frage steht, dass besonders die flachen Küsten zur Gewinnung von regenerativen Energien beitragen sollten, um die globale Erwärmung bremsen zu können. Andernfalls sind auch die vorgeschlagenen Anpassungen nur Zwischenlösungen bis zur Evakuierung.

## Literatur

- BEHRE K-E. (2008): Landschaftsgeschichte Norddeutschlands. Wachholtz, Neumünster. 308 pp.
- CPSL (2005): Coastal protection and sea level rise. Wadden Sea Ecosystem 21:1-47, CommonWaddenSea Secretariat.
- CPSL (2010): Coastal protection and sea level rise. Wadden Sea Ecosystem 28:1-51, CommonWaddenSea Secretariat.
- GEMEINSAMES WATTENMEER SEKRETARIAT (2005) Das Wattenmeer. Theiss, Stuttgart. 351 pp.
- GOOR M.A. VAN, T.J. ZITMAN, Z.B. WANG, M.J.F. STIVE (2003): Impact of sea-level rise on the morphological equilibrium state of tidal inlets. *Marine Geology* 202:211-227.
- MEIER D. (2006): Die Nordseeküste. Boyens, Heide. 208pp.
- MICHAEL OTTO STIFTUNG (2010): Ein Zukunftsbild für eine klimasichere Wattenmeerregion. Hamburg. 59 pp.
- REISE K. (2009a): Visionen für die Nordseeküste: Wenn das Meer immer höher steigt. In: Bremer Universitätsgespräche, Wolfgang-Ritter-Stift., Universität Bremen, Universitätsverlag Aschenbeck & Isensee, Bremen: 10-18.
- REISE K. (2009b): Sylt braucht mehr Sand. In: Klimawandel – globale Herausforderung des 21. Jahrhunderts. Hrsg. M. Fansa und C. Ritzau. Natur und Mensch, Primus Verlag Darmstadt, 67:139-148.
- REISE K. (+ 7 Co-Autoren) (2010): The Wadden Sea – A universally outstanding tidal wetland. Wadden Sea Ecosystem 29:7-24, Common Wadden Sea Secretariat.
- STERR H. (2008): Assessment of vulnerability and adaptation to sea-level rise for the coastal zone of Germany. *J. Coast. Res.* 24:380-393.
- VINKA., H.STEFFEN, L.REINHARDT & G. KAUFMANN (2007): Holocene relative sea-level change, isostatic subsidence and the radial viscosity structure of the mantle of northwest Europe (Belgium, The Netherlands, Germany, southern North Sea).

*Professor Dr. Karsten Reise*

*Alfred Wegener Institut für Polar- und Meeresforschung  
Wadden Sea Station Sylt - 25992 List  
karsten.reise@awi.de*