

SDN-Kolloquium im Forschungszentrum TERRAMARE, Wilhelmshaven

# Klimaänderung und Küste

*Was geschieht an der Küste, wenn der Meeresspiegel, wie von vielen Fachleuten vorausgesagt, deutlich ansteigt? Was kommt auf uns zu, wenn die Temperatur auf unserem Teil des Globus ansteigt? Müssen wir uns auf andere Tier- und Pflanzenarten einstellen, wie lange bleiben die Deiche sicher? Das sind nur einige der Fragen, die Experten, die auf Einladung der SDN im Oktober 1995 in Wilhelmshaven zu einem Kolloquium zusammen kamen, diskutierten.*

Dr. Horst **Sterr**, Universität Oldenburg, fasste die bisherigen Kenntnisse über die durch anthropogene Einflüsse zu erwartenden Klimaveränderungen zusammen. Er stellte fest, dass Prognosen heute immer noch unsicher sind. Es gibt keine gesicherten Erkenntnisse, denen alle Experten zustimmen. Klimaveränderungen finden in anderen Zeithorizonten statt als die sie bedingenden Faktoren, wie Politik, Wirtschaft, Landwirtschaft und andere. Die wichtigsten klimabeeinflussenden Faktoren sind mit 50 Prozent der Energiesektor, 20 Prozent die Landwirtschaft, 15 Prozent der Tropenwald und eine Reihe von anderen. Der Eintrag von CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre stieg seit Beginn der Messungen um 1750 bis heute fast exponentiell an. Im Jahre 2100 wird aufgrund der CO-Emissionen (Verdopplung gegenüber der vorindustriellen Zeit) ein Temperaturanstieg um 4°C zu erwarten sein. Dabei ist der anthropogene Anteil relativ gering. Im wesentlichen werden Klimaveränderungen beeinflusst durch CO<sub>2</sub>, Methan, Distickstoff, FCKW, Halon, Perfluormethan, Perfluorethan und andere. Dabei werden, bezogen auf die Ver-

weilzeiten, klimawirkende Substanzen, die in sehr geringen Mengen abgegeben werden, später eine viel größere Wirksamkeit erzeugen. Zu diesen gehört u.a. Fluorkohlenwasserstoff. Es wird daher immer wahrscheinlicher, dass wir mit einer massiven Temperaturerhöhung zu rechnen haben. Folgt man den Modellberechnungen, dann hätte in der Vergangenheit aufgrund der bisherigen Emissionen eine Temperaturerhöhung von 1.7°C stattfinden müssen. Tatsächlich erhöhte sie sich um 0.5 bis 0.7°C. Die Ursache für diese Diskrepanz in den Berechnungen und den realen Werten wird darin gesehen, dass weitere wichtige klimabeeinflussende Faktoren nicht in die bisherigen Modellberechnungen miteinbezogen werden konnten.

## 20 cm pro Jahrhundert

Bisher stieg der mittlere Meeresspiegel um 20 Zentimeter pro Jahrhundert an. Das ist u. a. darauf zurückzuführen, dass wir uns in einer Nacheiszeitperiode befinden. Durch die anthropogenen Veränderungen des Klimas wird dieser Trend verdoppelt bis verdreifacht. Dabei wird es aus zwei Gründen zu einem Anstieg des Meeresspiegels kommen:

1. Durch die erhöhte Temperatur dehnt sich das Meeresoberflächenwasser aus.
  2. Gletscher und Polkappen etc. schmelzen ab und erhöhen somit das Volumen des Meerwassers.
- Es wird aber auch die Verdunstung zunehmen, und somit wird es zu einer Zunahme der Niederschlagsmengen kommen.

## Auswirkungen für die Küste

Der gesamte Bereich der dänischen, schleswig-holsteinischen, niedersächsischen und belgischen Küste wird stärker als bisher durch Überflutungen bedroht werden. Durch einen Anstieg des Meeresspiegels wird es häufiger zu Salzwasserüberflutungen kommen mit den sich daraus ergebenden Konsequenzen für das Grundwasser. Aus dem oben Gesagten ergeben sich folgende Prognosen. Bei einer Änderung der Temperatur bis zum Jahre 2100 um 2.5°C wird sich das Auftreten heißer Witterungsperioden häufen. Es wird zu größeren Luftdruckgegensätzen kommen. Das bedeutet häufiger Stürme und Orkane mit höheren Windgeschwindigkeiten und auch Änderungen der Hauptwindrichtungen. Das wird zu höheren Niederschlägen im Winter führen und zu trockeneren Sommern. Der Meeresspiegel wird um 4 bis 6 Millimeter pro Jahr ansteigen. Es steigen auch die extremen Wasserstände und die Sturmflutscheitel an. Das wird auf dem Wattsockel nach außen zu verstärkten Küstenerosionen führen. Tidenrinnen werden tiefer, die Wattoberfläche und Salzwiesen werden erodiert.

## Salzwiesen werden erodiert

Es steigt das Risiko für Deichüberflutungen und Brüche und damit auch das Schadensrisiko für Gebäude. Das wird u.a. auch Konsequenzen für den Immobilienmarkt haben, und es wird

dazu führen, dass öffentliche Aufwendungen für den Küstenschutz steigen müssen. Des Weiteren werden Konsequenzen für Fischbestände eintreten. Eine gestiegene Versalzung wird den Wert von Marschwiesen reduzieren. Das kann zu einer Verringerung der Attraktivität der Küstengebiete für den Tourismus führen. Für Schleswig-Holstein bedeutet das, dass große, niedrig liegende Gebiete an der Küste stärker als bisher durch Überflutung gefährdet sein werden.

Prof. Dr. Karsten **Reise** sprach über Konsequenzen der Klimaveränderung für die Wattenökologie. Er betont, dass Veränderungen des Klimas sich nicht nur auf die Erhöhung der Temperatur bezieht, sondern dass sich auch die Salzgehaltsbedingungen, Strömungsverhältnisse, Wasserstände etc. ändern werden. Er stellt Konsequenzen für die Wattenbodenbesiedlung in den Vordergrund seiner Überlegungen. Er sagt, dass es massive Veränderungen in der Vergangenheit gegeben hat, dass diese jedoch weitgehend auf Überdüngung und Hypertrophierung zurückzuführen waren. Andere wichtige Einflüsse, wie beispielsweise die durch die Fischerei, maskieren die bisher schon aufgetretenen Klimaveränderungen. Durch eine Erhöhung der Wasserstände wird es zu einer Verkleinerung von Flächen kommen. Das wird zu einer Reduzierung des Brackwasserökosystems, der Größe von Salzwiesen, der Schlickschichten, Wattflächen, der Sedimentation, der Primärproduktion der Bodenfauna, Fische und Vögel und auch der Biodiversität, d.h. der Verschiedenheit von Arten, führen. Lediglich die Trübung wird aufgrund der erhöhten Turbulenzen zunehmen. Durch die verstärkte Hypertrophierung wird es aber gleichzeitig zu einer Erhöhung der Primärproduktion, zur Steigerung der Produktion der Bodenfauna und von Fischen und Vögeln kommen, wohingegen ein Einfluss auf die Biodiversität von diesem Faktor nicht vorausgesagt wird. Das heißt, beide Faktoren heben sich in ihren ökologischen

Wirkungen teilweise auf. Aber sowohl eine Veränderung der Küstenarchitektur als auch der Hypertrophierung können durch andere anthropogene Einflüsse zusätzlich verstärkt werden. Ein Ansteigen des Meeresspiegels und Hochwassers werden mit der heutigen modernen Küstenarchitektur interagieren, sich verstärken und daher negative Auswirkungen haben. Bei der Überlegung, welche Maßnahmen an der Küste ergriffen werden könnten, um dem entgegenzuwirken, schlägt **Reise** vor zu überlegen, ob nicht die Überflutung von nichtbesiedelten Kögen eine Entlastung bringen könnten.

### Deiche auf

Das wird allerdings ökologisch nichts bringen, wenn die Hypertrophierung nicht gedrosselt wird. Bei gleichem Niveau der Nährstoffzufuhr könnte man erwarten, dass sich in den überfluteten Gebieten Sauerstoffmangel, Algenblüten, Butolismus usw. verstärken.

Prof. **Mossakowski**, Universität Bremen, sprach über die Auswirkung von Klimaveränderungen auf Salzwiesen. Er untersucht seit 1986 das Auftreten von Laufkäfern in Zusammenhang mit Klimaschwankungen, kann aber bisher aufgrund der kurzen Zeitreihe noch nichts über Tendenzen aussagen.

Dipl.-Ing. **Petersen**, Kiel, berichtete über Konsequenzen der Klimaänderung für den Küstenschutz. Zunächst definiert er den mittleren Meeresspiegelanstieg, der auf der Basis des Tidehalbwassers angegeben wird. Er weist auf unterschiedliche Empfindlichkeit von Küstenabschnitten hin, je nach Beschaffenheit der Küstenschutzanlage; ein Deich kann flexibel reagieren, Hochwasserschutzmauern hingegen nicht, die brechen plötzlich zusammen mit katastrophalen Folgen für die Überflutungsgebiete. **Petersen** stellt fest, dass im letzten Jahrhundert der mittlere Meeresspiegelanstieg 12 Zentimeter

betrug. Bei einer Fortsetzung der bisherigen Emissionspraxis von klimarelevanten Bestandteilen in die Atmosphäre wird von einem Meeresspiegelanstieg von ca. 42 Zentimeter bis zum Jahre 2085 ausgegangen, wohingegen es bei einer massiven Reduktion der Emissionen zu einem Anstieg von 27 Zentimeter kommen wird, d.h. also, der Anstieg kommt, es besteht allerdings Unsicherheit dadurch, dass man nicht genau vorhersagen kann, ob und wie Gletscher abschmelzen werden. Zusätzliche starke Einflüsse auf mittlere Wasserstände sind Wind und Windstau. Häufigkeiten von Sturmfluten haben in der Vergangenheit zugenommen, nicht aber die Schwere der Ereignisse, d.h. es gab keine höheren Wasserstände, sondern häufiger hohe. Der Anstieg des Meeresspiegels wird ein Zurückdrängen der Küstenlinie zur Folge haben. Häufigere hohe Wasserstände werden diesen Effekt verstärken. Schon jetzt kann ein Rückgang der Sände nach Westen um einen Kilometer in 30 Jahren nach Westen registriert werden, d.h. die Erosion der Küstenvorländer wird in Zukunft noch zunehmen. Deiche werden allerdings nach **Petersens** Aussage nicht gefährdet sein, da sie zur Abwehr extremer Hochwässer konzipiert sind. Aber es wird Durchfeuchtungen des Deichsockels mit lokalen Schäden geben. Ein Anstieg des mittleren Meeresspiegels bis zu ca. 50 Zentimeter wird den Deichen noch nichts ausmachen. Allerdings ist der absolut höchste mögliche Sturmflutwasserstand heute unbekannt. Sorgenkind der Zukunft ist nach Aussage **Petersens** das

### Deiche halten noch lange

Wattenmeer. Die in jüngerer Zeit häufiger diskutierte Gegenmaßnahme, nämlich Buchten schaffen durch Dämme, kann sehr gefährlich werden, da man nicht weiß, wo nach dem Bau eines Dammes Sedimente fehlen, die sich ja zwangsläufig diesseits und

jenseits der Dämme anlagern. Da das Vorland, also Salzwiesen, schneller ansteigt als der Meeresspiegel, wird es an den Kanten dieser Salzwiesen zu verstärkten Erosionen kommen. Das hat insgesamt eine höhere Küstenerosion zur Folge. Die Rücknahme von Deichen wird nach Ansicht **Petersens** nicht zur Vergrößerung des Wattenmeeres führen. Da dann ein größeres Wasservolumen durch das Wattenmeer fließt, müssten die Außenbereiche des Watts massiv gesichert werden, um verstärkte Erosionen, die aufgrund der größeren durchströmenden Wassermenge auftreten, zu reduzieren. Für Tidestromdeiche, z.B. an der Elbe, beurteilt **Petersen** die Lage kritischer. Hier kann es zu Problemen kommen. Dabei haben kleinräumige Deichrücknahmen auf die Wassermengen, die im Elbeästuar eine Rolle spielen, keine Auswirkungen.

Dr. **Bartholomä** berichtete über die Bewegung von Sedimenten im ostfriesischen Watt. Er stellt fest, dass es durch Deichbauten einen erosiven Effekt gibt. Durch Wasserstandserhöhungen kommt es zu einer Verstärkung der Erosion. Bei Niveauerhöhungen wird es zu einer Sedimentverlagerung gegen den Deich kommen. Langfristig hätte das die Verlagerung der Inseln gegen das Land zur Folge. Schlickwatten würden sich in Sandwatten umwandeln mit den entsprechenden ökologischen Veränderungen.

Schließlich berichtete Dr. **Schmidt** über den Forschungsbereich Klimawirkungsforschung. Die Folgen der Klimaveränderungen sollen in einem konzertierten Forschungsansatz untersucht werden. Dabei geht es um die Folgen der naturwissenschaftlichen Primärwirkungen. Er weist darauf hin, dass es durch erhöhte Wasserstände zu einer Landeinwärtsverschiebung der Salz- und Süßwassergrenze mit erheblichen Problemen für Trink- oder Grundwassernutzung kommen wird.

Auf der **Podiumsdiskussion** stand der Vorschlag von Prof. **Reise** im Mittel-

punkt, durch Öffnen der Deiche von besiedelten Kögen Entlastung für die Küste zu erzielen. Reise **erwartet** dadurch auch eine Verbesserung der ökologischen Situation. Herr **Petersen** steht diesem Vorhaben skeptisch gegenüber, räumt allerdings ein, dass zunächst Berechnungen angestellt werden müssen, ob Deichrücknahmen eine Entlastung bringen könnten oder ob Küstenerosionen dadurch nur umgelagert werden oder sogar an Stellen, die besonders empfindlich sind, verstärkte Erosionen auftreten.

In der Diskussion wurde abschließend festgehalten, dass hier zwar viel über Klimafolgen diskutiert wurde und dass die Forschungsansätze einen beschreibenden Charakter hätten, dass es aber vielmehr darauf ankäme, die Bemühungen zur Verminderung der Emissionen von klimarelevanten Schadstoffen massiv zu verstärken. Hier könne man nicht nur in bestimmten Regionen handeln, sondern ein Erfolg zur Eindämmung von anthropogenen Klimaveränderungen könne nur erzielt werden, wenn weltweit Einigkeit über die Reduktion der Emissionen erreicht werden könnte. Hier sei in der Vergangenheit viel zu sehr auf die Unsicherheiten in den Prognosen für die zu erwartenden Klimaveränderungen gestarrt worden. Auch wenn Unsicherheiten bestehen, was die Größenordnung der zu erwartenden Veränderungen angeht, so ist doch heute sicher, dass es zu Veränderungen kommen wird. Diese allerdings können nur gemildert werden, wenn der durch Menschen verursachte Anteil der Schadstoffeinleitungen in die Atmosphäre erheblich verringert wird.

Dr. Volkert Dethlefsen  
Cuxhaven