

Hanz Dieter Niemeyer, Ralf Kaiser et al.

Evaluation alternativer Küstenschutzstrategien in Niedersachsen

Angesichts der erwarteten Folgen des Klimawandels stehen die Küstenregionen weltweit vor besonderen Herausforderungen. Es ist daher erforderlich, sich mit der Bandbreite möglicher Entwicklungen und darauf abgestellter Anpassungsstrategien zu befassen. Im Rahmen des Forschungsverbundes KLIFF werden diese Fragestellungen zurzeit innerhalb des Forschungsthemas A-KÜST exemplarisch für die niedersächsische Küste bearbeitet.

1. Einleitung

Der Insel- und Küstenschutz in Niedersachsen richtet sich seit 1.000 Jahren darauf aus, den Menschen in sturmflutgefährdeten Gebieten Sicherheit für Leib und Leben sowie für den Erhalt der Lebensgrundlagen zu gewährleisten (Bild 1). Insel- und Küstenschutz bieten heutzutage die Grundlage für Leben und Wirtschaften von etwa 1,2 Mill. Menschen und mehr als 12 Mrd. Einheitswerte in Niedersachsen. Damit werden auch mittelbar Gebiete in den benachbarten Bundesländern Bremen und Hamburg sowie in den Niederlanden geschützt. Vor dem Hintergrund zu erwartender Folgen des Klimawandels stellt sich die Frage, ob sich die bisher praktizierte Strategie aufrecht erhalten lässt oder ob Alternativen anzustreben sind. Da allein das Umsetzen erhöhter Sicherheitsanforderungen bei Weiterverfolgen der jetzigen Strategie linienhafter Schutz Jahrzehnte benötigt, ist eine vorausschauende Planung unter Einbeziehung einer hinreichenden Bandbreite von Szenarien für Klimaänderungsfolgen unabdingbar. Hierbei ist im Hinblick auf den zu erwartenden hohen Ressourcenbedarf an Geldmitteln, Baustoffen und -kapazitäten sowie Fachpersonal eine entsprechende Schwerpunktsetzung unter festgelegten Standards wie landesweit gleiches Schutzniveau unabdingbar. Primäre Zielsetzung ist dabei die Sicherheit und in Orientierung daran die Wirtschaftlichkeit. Eine Optimierung sollte in Abhängigkeit vom Erkenntnisgewinn ständig erfolgen.

Die Niedersächsische Landesregierung hat die Folgen des Klimawandels auf den Küstenschutz mit Schwerpunkt auf die Niederungsgebiete an der Festlandsküste

in dem von ihr initiierten KLIFF-Programm untersuchen lassen, was ihr für diesen Bereich bereits jetzt konkrete Folgeabschätzungen für erfolgversprechende Strategien ermöglicht. Dabei kann einheitlich auf die Szenarien für Klimaänderungsfolgen aufgebaut werden, die im KLIFF-Forschungsthema A-KÜST nach Abgleich mit den international verwandten Handlungsgrundlagen angesetzt worden sind.

Zur Anpassung an den Klimawandel werden wohl zusätzliche Haushaltsmittel bereit zu stellen sein. Dafür ist es in den Untersuchungs- und Planungsphasen erforderlich, die Folgen des Klimawandel so konkret wie möglich darzustellen, um Po-

litik und Verwaltung eine angemessene Ressourcenplanung zu ermöglichen. Von besonderer Bedeutung für die Niedersächsische Landesregierung ist dabei die Akzeptanz durch die betroffene Bevölkerung. Auch hierfür hat das KLIFF-Forschungsthema A-KÜST wesentliche Grundlagen geliefert, die konkrete Einschätzungen und Orientierungen erlauben.

Der derzeitige Sicherheitsstandard im Küstenschutz ist der höchste bisher erreichte, an seiner Verbesserung wird weiter gearbeitet werden. Der hohe Stellenwert des Küstenschutzes muss erhalten bleiben und die Minimierung des Restrisikos eine Daueraufgabe sein. Repräsentative Befragungen der betroffenen Bevölke-

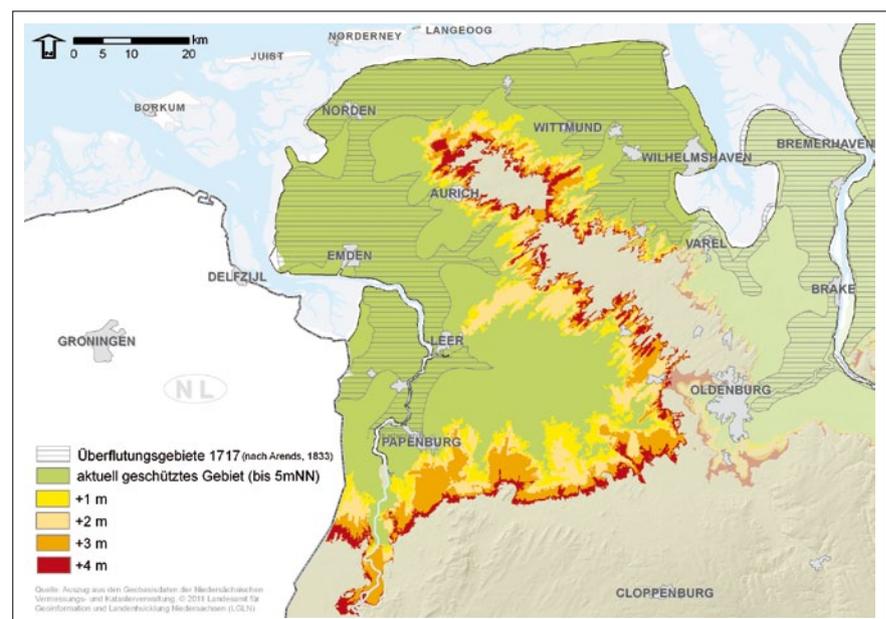


Bild 1: Geschütztes Gebiet im nordwestlichen Niedersachsen mit Überlagerung der überfluteten Gebiete bei der Weihnachtsflut 1717 (nach der Überflutungskarte von Arends)

Die Bandbreiten der Eingangsszenarien bei globalen Klimamodellierungen hinsichtlich des zukünftigen weltweiten Ausstoßes von Treibhausgasen ergeben Variationen für die zu erwartenden Raten des Meeresspiegelanstiegs, die deren Nutzung als Grundlage für technische Ausführungsplanungen derzeit ausschließen. Zudem sind die Szenarien für den Meeresspiegelanstieg global angesetzte Werte; für regionale Differenzierungen fehlen noch belastbare Grundlagen im Vergleich zu den globalen Szenarien. Wesentliche Unsicherheiten im Nordseeküstengebiet sind dabei neben den Auswirkungen der Eisschmelze mögliche Änderungen im Verhalten des nordatlantischen Golfstroms. Weitergehende Absenkungen von Niederungsgebieten sind nur dort relevant, wo Entnahmen von Erdöl und -gas in nennenswerter Form vorgenommen werden. Die Wasserstandsaufzeichnungen an der deutschen Nordseeküste lassen bisher keine signifikanten Trendänderungen erkennen.

2. Auswirkungen des Klimawandels

Nach jüngeren Erkenntnissen wird der relative statische Meeresspiegelanstieg durch zusätzliche dynamische Klimaänderungsfolgen überlagert:

- Herabskalierungen globaler Klimamodelle auf die Nordatlantik-Nordsee-Region weisen auf zunehmende Sturmstärken auch bei stauwirksamen Windrichtungen für die deutsche Nordseeküste hin. Als Folge davon sind höhere Stauwerte in einer Größenordnung von einem bis drei Dezimetern bei Sturmfluten im niedersächsischen Küstengebiet zu erwarten.
- Das Mitwachsen der Watten mit dem Meeresspiegelanstieg in den letzten Jahrhunderten wird sich bei dessen Beschleunigung zumindest verlangsamen. Beide Effekte führen zu größeren Wassertiefen vor den Küstenschutzwerken entlang der südlichen Nordseeküste und somit mittelbar zu stärkerem Seegang, des-

sen Längen und Höhen grundsätzlich durch die Wassertiefen begrenzt sind. Damit erhöht sich die Gefahr größeren Wellenüberlaufs, durch den bei der Sturmflut vom Februar 1962 die gefährlichsten Deichschäden an der Nordseeküste entstanden sind.

Die zu erwartenden Folgen des Klimawandels werden die Belastungen von Küstenschutzwerken an den Niederungsküsten des Festlands wesentlich erhöhen; statisch durch den relativen Meeresspiegelanstieg und dynamisch durch den stärkeren Seegang als Folge größerer Wassertiefen. Damit steigt die Gefährdung durch Sturmfluten in den geschützten Niederungsküsten erheblich, worauf die Planungen im Küstenschutz rechtzeitig auszurichten sind.

3. Handlungsziele

3.1 Ausgangslage

Die gegenwärtige Bemessung von Küstenschutzwerken in Niedersachsen trägt den Klimaänderungsfolgen bereits durch ein Vorsorgemaß beim Bemessungswasserstand von 50 cm Rechnung, das doppelt so groß ist wie der gegenwärtige Anstieg des mittleren Tidehochwassers pro Jahrhundert. Ein Mitwachsen der Watten bleibt bei der Ermittlung des Bemessungsseegangs unberücksichtigt, so dass mittelbar auch zusätzlich erhöhte dynamische Belastungen vorsorglich einbezogen sind.

Um die entsprechenden Planungsgrundlagen zeitnah verfügbar zu haben, hat das Niedersächsische Umweltministerium kurzzeitig nach Einführung des erhöhten Vorsorgemaßes von 50 cm im Jahr 2007 gesonderte Haushaltsmittel verfügbar gemacht, die es der Forschungsstelle Küste im NLWKN ermöglichen sollen, bis Mitte 2013 für die niedersächsischen Küstengebiete und Tideästuarien insgesamt eine konsistente Bemessungsgrundlage nach dem Stand der Technik und Wissenschaft zu erstellen. Damit sind dann belastbare quantitative Grundlagen verfügbar. Nach Umsetzung der daraus abzuleitenden Bauprogramme wird auch für die kommenden Jahrzehnte die größte jemals an der südlichen Nordseeküste erreichte Sturmflutsicherheit für die geschützten Niederungsgebiete an der Küste und an den Tideflüssen in Niedersachsen erreicht werden können.

Damit können innerhalb der nächsten eineinhalb Jahrzehnte Forschung und Pla-

nung auf die Konsequenzen ungünstigerer Szenarien, die nach gegenwärtigen Erkenntnissen für die zweite Hälfte dieses Jahrhunderts möglich sein werden, ausgerichtet werden. Hierzu sind folgende vier Handlungsfelder zu evaluieren:

- Verstärkung der bisherigen Küstenschutzwerke durch Anpassung an zu erwartende Belastungsszenarien,
- Mögliche Verbesserungen von Randbedingungen für die Sturmflutsicherheit der Menschen in den geschützten Niederungsgebieten an der Festlandküste durch Einführung alternativer Strategien,
- Nutzung von Potenzialen zum versagensfreien Ertragen größerer Wellenüberlaufvolumen als bisher zulässig,
- Neuausrichtung der Binnenentwässerung an Klimaänderungsfolgen.

3.2. Evaluierung:

Verstärkung bestehender Schutzwerke

Im KLIFF-Forschungsthema A-KÜST sind die ersten beiden Handlungsfelder bereits so weitgehend abgearbeitet, dass für das Handeln im Küstenschutz für die nächsten Jahrzehnte belastbare Grundlagen vorliegen:

Exemplarische Untersuchungen für die Rheider Deiche im südlichen Dollart haben gezeigt, dass selbst bei einem Vorsorgemaß von 100 cm zusätzlich zu dem aktuell für die Sturmflutsicherheit erforderlichen Bemessungswasserstand und den damit verbundenen zusätzlichen stärkeren dynamischen Belastungen die daraus abzuleitenden Verstärkungen mit heutigen technischen Mitteln ohne Änderung von Bauweisen und Baustoffen leistbar sind. Die hierfür aufzubringenden Ressourcen müssen auch künftig zur Verfügung stehen. Damit bleiben die Maßnahmen zur Anpassung des linienhaften Schutzes im Rahmen bisheriger Bauprogramme und sind mit den bereits verfügbaren technischen Mitteln umsetzbar.

3.3. Evaluierung: Alternative Strategien

Die Arbeitsgruppe Küstenzonenmanagement des Weltklimarats hat bereits Ende des letzten Jahrhunderts drei alternative Strategien des Küstenschutzes – in Anlehnung an historische Erfahrungen und in Übereinstimmung mit gleichzeitigen Überlegungen in den Niederlanden – skizziert. In den Niederlanden wurde zusätzlich die aus der Geschichte abgeleitete Vorwärtsverteidigung einbezogen, so dass damit vier grundsätzliche Strategien zu betrachten sind:

- Schutz,
- Anpassung,
- Rückzug,
- Vorwärtsverteidigung.

Im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts wurden im Rahmen nationaler und europäischer Forschungsprogramme wie KRIM oder COMCOAST Modifizierungen der Strategie „Schutz“ untersucht und als erfolgversprechende Alternativen zum traditionellen linienhaften Schutz deklariert:

- Schutz durch Rückdeichung,
- Schutz durch Staffelung von seegängedämpfenden und wasserstandskehrenden Bauwerken.

Die Ergebnisse des KLIFF-Forschungsthemas A-KÜST haben zu folgenden Ergebnissen geführt, deren Erhärtung aus den noch bis Ende 2013 laufenden Untersuchungen zu erwarten ist:

- Rückzug: der Rückzug aus allen sturmflutgefährdeten Gebieten an der Küste und an den Tideästuarien beinhaltet die Aufgabe so großer Siedlungs- und Wirtschaftsräume, dass sie nur dann volkswirtschaftlich gerechtfertigt erscheint, wenn Belastungen aus Klimaänderungsfolgen keine entsprechenden sicheren technischen Lösungen entgegen gestellt werden können.
- Anpassung: Warften oder Wurten, die historischen Anpassungsmaßnahmen von Siedlungs- und Wirtschaftsräumen an Sturmflutwasserstände scheiden heute weitestgehend aus. Denn sowohl bei der Erhöhung noch bestehender Warften als auch bei der Neuschaffung von Warften wird eine vollständige Neuerrichtung der gegen Sturmfluten zu sichernden Infrastrukturen erforderlich (**Bild 2**). Diese Alternative ist für die absehbaren Bedrohungsszenarien in seiner volkswirtschaftlichen Gesamtbilanz im Vergleich zur Strategie Schutz ausgesprochen negativ.
- Schutz-Rückdeichung: Die Idee einer Rückverlegung der Linie des Sturmflut-schutzes unterstellt, dass wegen des größeren Stauraums eine Absenkung von Sturmflutwasserständen und wegen der größeren Laufstrecke bis zum Deich eine stärkere Dämpfung des Seegangs im Vergleich zu der gegenwärtigen Schutzlinie zu erreichen ist.

Die Untersuchungen im KLIFF-Forschungsthema A-KÜST ergaben aber das Gegenteil: zum einen bleiben die Sturmflutscheitel in etwa gleich oder erhöhen sich geringfügig, zum anderen verstärkt

sich der Seegang bis zum rückverlegten Deich. Der Grund dafür ist, dass an fast allen Küstenabschnitten früher an die See verlorenes Land im Nachgang schrittweise nach gestützter natürlicher Auflandung bis zur Bedeichungsreife wieder eingepoldert wurde. Mit jeder Einpolderung wurde das dann hinter dem neuen Deich liegende Land von weiterer Sedimentation bei Sturmfluten abgeschirmt, während die Außendeichsgebiete mit dem Meeresspiegelanstieg weiter wachsen konnten. Somit sind die Wassertiefen bei gleichen Sturmflutwasserständen vor einem rückverlegten Deich fast immer größer als vor der aktuellen Schutzlinie und zwar umso mehr, je weiter der neue Deich zurück verlegt wird. Weil der Seegang vor der niedersächsischen Küste im Bemessungsfall grundsätzlich durch die vorhandenen Wassertiefen begrenzt wird, führt deren Zunahme im Hinterland zum Auftreten stärkeren Seegangs als vor der aktuellen Linie (**Bild 3**). Damit bewirkt eine Rückdeichung gerade keine geringeren, sondern sie bewirkt höhere Belastungen als in der aktuellen Schutzlinie. Die Schutzwerke wären dann stärker auszubilden als in der vorhandenen Linie. Bereits dadurch würden die Kosten vergleichsweise höher. Da aber bei Rückverlegungen fast immer ein völliger Neubau notwendig ist, während in der aktuellen Linie nur eine Verstärkung erforderlich wird, ist die Ressourcenbilanz für die Rückverlegung im Vergleich zum

Erhalt des Schutzes in der gegenwärtigen Linie wesentlich ungünstiger.

- Schutz-Staffelung: Hierbei erfolgt eine Aufspaltung des konzentrierten Schutzes durch nur ein Bauwerk in zwei Bauwerke, von denen eines primär den Seegang dämpft und das andere räumlich nachgelagert die Sturmflutwasserstände kehrt und damit das Hinterland schützt. Das zweite allein wasserstandskehrende Bauwerk kann mit steileren Böschungen und niedrigerer Kronenhöhe gestaltet werden als ein gegen Wasserstände und Seegang gleichzeitig kehrendes Bauwerk, da kein oder nur sehr geringer Seegang das Bauwerk erreicht. Die Einsparung an Baustoffen soll ausreichen, um vorgelagert ein wellenbrechendes Bauwerk zu errichten, das bei einer geringeren Kronenhöhe als der Scheitelwasserstand einer Sturmflut wirksam ist.

Untersuchungen im KLIFF-Forschungsthema A-KÜST haben gezeigt, dass diese positiven Annahmen nicht zutreffen: für alle untersuchten Varianten wurde ein höherer Materialbedarf als für ein konzentriertes Bauwerk in einer Linie ermittelt. Je mehr sich die Gestaltung der beiden Bauwerksteile der grundsätzlichen Zielsetzung des geringeren Materialaufwands nähert, umso stärker nahm die Seegangsbelastung des nachgelagerten – eigentlich nur für Wasserstandskehrung ausgelegten – Bauwerks zu, was zu einer inakzeptablen Bruchgefährdung führt (**Bild 4**). Insofern



Bild 2: Warft Rysum: Eine Anpassung würde einen kompletten Abriss und anschließende Neuerrichtung der Bauwerke und Infrastruktur nach Erhöhung der Warft bedeuten

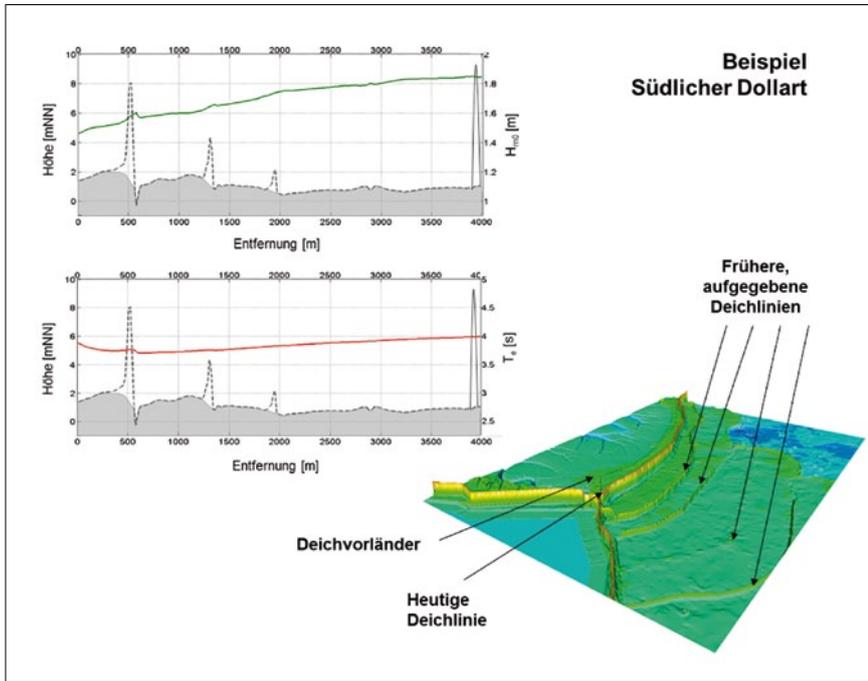


Bild 3: Südlicher Dollart – Auswirkung einer Rückverlegung der Schutzlinie (von Station 500 m auf Station 3900 m) bei Aufgabe des heutigen Deichs und vorhandener äterer Deichlinien (Stationen 1300 m und 1900 m): Anstieg der signifikanten Wellenhöhen und mittleren Wellenperioden aufgrund größerer lokaler Wassertiefen und längeren Windwirkweges beim Bemessungssturm aus Nordwest.

ist die Alternative Staffellung sowohl aus Gründen der Sicherheit als auch in wirtschaftlicher Hinsicht im Vergleich zu einem in einer Linie konzentrierten Schutzwerk deutlich unterlegen.

Unter die Evaluierung der Strategie Schutz-Staffellung ist auch die Diskussion um die sogenannte 2. Deichlinie einzuordnen. In Niedersachsen besteht sie – im Gegensatz zur schleswig-holsteinischen

Westküste – nur noch rudimentär und nahezu nirgendwo in hinreichend wehrhaftem Zustand.

Gegen die Neuerrichtung einer zweiten Deichlinie sprechen folgende Argumente:

- Die Ergebnisse aus dem Forschungsthema A-KÜST bestätigen, dass die Belastungen von Bauwerken in der zweiten Linie keinesfalls grundsätzlich geringer ist als die in der 1. Linie, sondern in manchen Fällen sogar stärker,
- Die begrenzten Ressourcen von deichbaufähigem Sand und Klei lassen es als außerordentlich fraglich erscheinen, hinreichende Materialmengen aktivieren zu können, ohne den Bedarf für die primäre Sturmflutsicherheit zu gefährden,
- Nach Kostenschätzungen des Niedersächsischen Umweltministeriums aus dem Jahr 2000 würde die Neuerrichtung einer 2. Deichlinie für mehr als 120 Jahre das derzeitige Jahresbudget in Niedersachsen vollständig binden.

Fazit: Für die Einführung alternativer Strategien zum linienhaften Schutz liegen zwingenden Gründe vor. Die alternativen Strategien sind alle volkswirtschaftlich betrachtet unterlegen, teilweise auch im Hinblick auf die Sicherheit. Auf absehbare Zeit – d. h. nach gegenwärtigem Kenntnisstand bis zum Ende dieses Jahrhunderts – kann die Sturmflutsicherheit der Niederungsgebiete an der niedersächsischen Nordseeküste auf höchstem Niveau in wirtschaftlich optimaler Form durch

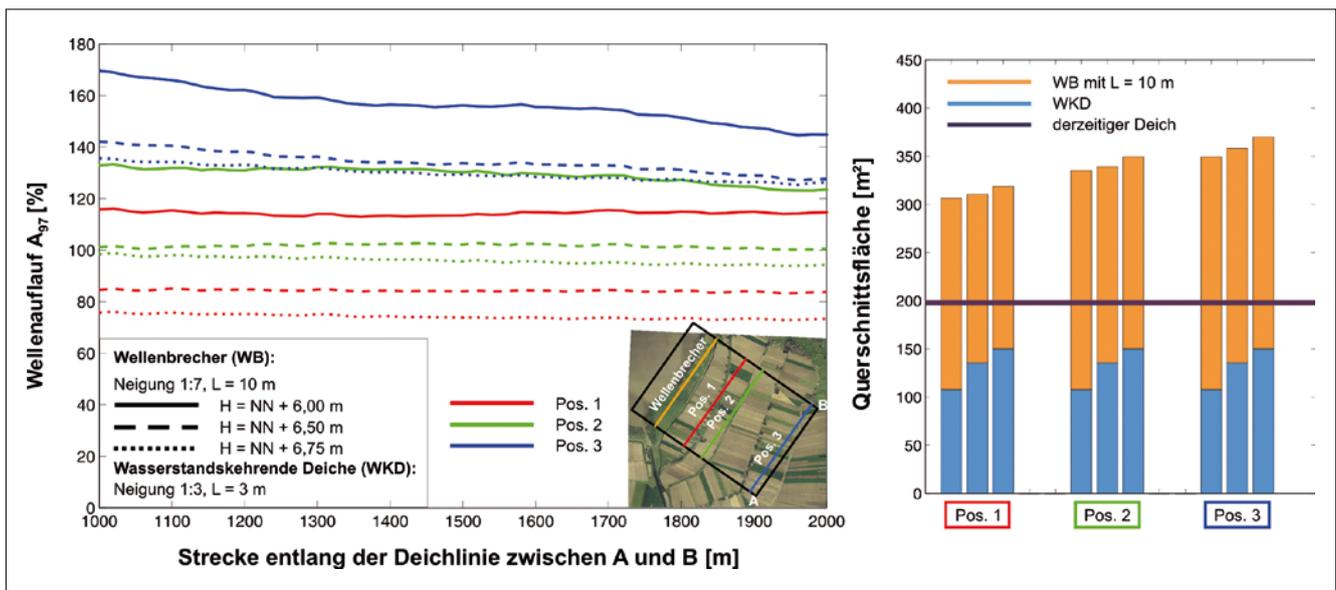


Bild 4: Querschnittsflächen eines gegliederten Schutzsystems (Summe aus Wellenbrecher und wasserstandskehrendem Deich) als Resultat der Wellenauflaufberechnungen an unterschiedlich tief gestaffelten Linien. Zum Vergleich ist die Querschnittsfläche des heutigen Deichs abgebildet.

Verstärkung der Schutzwerke in der gegenwärtigen Linie gewährleistet werden.

3.4. Evaluierung: Erhöhte Überlauftoleranz

Die Erfahrungen aus den Schadensfällen während der Sturmflut vom Februar 1962 ergaben, dass der Wellenüberlauf die stärkste Bruchgefahr bewirkt hatte – soweit die Sturmflutwasserstände unterhalb der Deichkronen lagen und keine dauerhafte Überströmung stattgefunden hatte. Folglich wurden zwei Vorgaben entwickelt:

- Abflachung der Binnenböschungen,
- Begrenzung des zulässigen Wellenüberlaufs auf 3 % der angreifenden Wellen für die Dauer des höchsten Sturmflutwasserstands.

In den letzten Jahren haben in Dänemark, Deutschland, den Niederlanden und Vietnam Untersuchungen mit dem Ziel stattgefunden, ob und wann in welchem Maß und unter welchen Bedingungen höhere Wellenüberlaufmengen zulässig sind. Während in Dänemark, den Niederlanden und Vietnam aufwändige Experimente in der Natur erfolgten, sind in Deutschland auch Untersuchungen mit Hilfe mathematischer Modellierungen des Wellenüberlaufs in Verbindung mit bodenmechanischen Stabilitätskriterien vorgenommen worden. Grundsätzlich weisen alle Untersuchungen aus, dass wesentlich höhere Überlaufmengen, als bisher bei der Bemessung berücksichtigt, schadensfrei von Deichen aufgenommen werden können. In den Untersuchungen mit mathematischen Modellen sind Überlaufmengen von bis zu 200 l/(m·s) simuliert worden, ohne dass für bestimmte Kleiquantitäten ein Versagen des Bauwerks aufgetreten ist. Damit liefern diese Untersuchungsergebnisse wesentliche Hinweise für künftiges wirtschaftlicheres Bauen zur Herstellung der Sturmflutsicherheit, was insbesondere angesichts wachsender Belastungen bei Wirkung von Klimaänderungsfolgen von Bedeutung ist.

Dieses Potenzial wird nicht vollständig umsetzbar sein und zudem weiterer Vorabklärungen bedürfen: Zum einen kann im geschützten Gebiet keinesfalls überall eine Überlaufmenge von 200 l/(m·s) schadensfrei aufgenommen werden. Bei einer Dauer höchster Sturmflutwasserstände von drei Stunden entspräche dies pro Meter einer Gesamtmenge von 2160 m³. Weiterhin ist fraglich, ob die für die angesetzten bodenmechanischen Stabilitätskriterien zu Grunde gelegten kennzeichnenden Parameter im für die Abdeckschicht von Deichen verwendeten Klei hinreichend

konsistent sind. Diese Einschränkungen sind aber kein hinreichender Grund, zukünftig grundsätzlich auf die Ausschöpfung dieses Potenzials zu verzichten, da sich bereits bei einer Erhöhung der zulässigen Überlaufmenge von 10 l/(m·s) entsprechend etwa 100 m³ pro Meter für die Dauer der Bemessungssturmflut eine Ersparnis bei der zur Erlangung der Sturmflutsicherheit erforderlichen Kronenhöhe von 0,5 m und mehr ergibt. Zudem konnte nachgewiesen werden, dass die bodenmechanischen Stabilitätskriterien teilweise weit auf der sicheren Seite liegen. Daher ist sollten weitere Untersuchungen zur Entwicklung einer hinreichend sicheren und wirtschaftlich praktikierbaren Methodik zur Einbeziehung erhöhter Überlaufmengen in die Bemessungspraxis angestoßen werden. Auch würden dann die Reaktionszeiten für neue Bauprogramme bei Erkenntnissen zu höheren Belastungen aus Folgen des Klimawandels verlängert werden können.

Aus den dargelegten Abwägungen lassen sich die vorrangigen Handlungsziele zusammenfassen:

- Fortführung der laufenden Bauprogramme mit dem 2007 eingeführten Vorsorgemaß von 50 cm für bisher bekannten Meeresspiegelanstieg und potenzielle Klimaänderungsfolgen,
- Beibehaltung der Strategie „linienhafter Schutz“ als sichere und wirtschaftlichste Form zur Gewährleistung der Sturmflutsicherheit der geschützten Gebiete,
- Kontinuierliche Anpassung der Sollvorgaben für die Sturmflutsicherheit der geschützten Gebiete auf Grundlage verfügbarer Vorabschätzungen von Klimaänderungsfolgen,
- Verstärkte Beobachtung und möglichst Vorabschätzung der Konsequenzen des Klimawandel für den Küstenschutz durch den Meeresspiegelanstieg, den wachsendem Stau bei Sturmfluten, für die morphologische Entwicklung und den Seegang sowie die Bemessung von Schutzwerken“,
- Beginn eines Untersuchungsprogramms zur Abschätzung von tolerierbaren Überlaufmengen in deichnahen geschützten Gebieten und Entwicklung einer Methodik zur sicheren Einführung erhöhter Überlaufmengen in Abhängigkeit von der Kleiquantität bei der Bemessung von See- und Ästuardeichen,
- frühzeitige und konsequente Anwendung von Prinzipien des nachhaltigen Umgangs mit knappen Ressourcen bei

der Planung zur Deckung eines steigenden Bedarfs der Baustoffe Sand und Klei,

- Erstellung von raumordnerischen Materialkonzepten für den Küstenschutz mit längerfristiger Perspektive. Dies erfordert regional und ortsspezifisch Informationen zum zukünftigen Kleibedarf, zu geeigneten Qualitäten (Kataster) sowie eine enge Abstimmung mit Behörden und relevanten Akteuren unter Zuhilfenahme des Integrierten Küstenzonenmanagements (IKZM). Flächen für die Kleigewinnung für den Küstenschutz sind vorrangig binnendeichs festzulegen. Soweit keine ausreichende Flächensicherung für die Kleigewinnung für den Küstenschutz binnendeichs erfolgen kann, sind Nutzungsmöglichkeiten geeigneter Vordeichflächen zu prüfen. Flächen für die Sandgewinnung zum Ausgleich von Sedimentdefiziten auf den ostfriesischen Inseln sollten im Küstenmeer nördlich der Inseln außerhalb besonders geschützter Gebiete Anspruch genommen werden.

4. Maßnahmen

Unter Berücksichtigung der Handlungszielen und Evaluation der verschiedenen Strategien ergeben sich für die niedersächsische Küste folgende Maßnahmen:

- Fortführung des Programms „Bilanz Sturmflutsicherheit im Insel- und Küstenschutz“ mit Mitteln der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutz“ zur Überprüfung der Sturmflutsicherheit des Hinterlands. Die soll in einem Turnus von 10 Jahren als Grundlage kontinuierlich anzupassender Sollvorgaben für die Sturmflutsicherheit der geschützten Gebiete erfolgen, wie bereits fest eingeplant. Darauf aufbauend kann die kontinuierliche Überprüfung und Festsetzung des amtlichen Besticks erfolgen, was wiederum Grundlage für die Fortschreibung des Generalplans Küstenschutz ist,
- Einrichtung einer zentralen Stelle zur Erfassung von Informationen und Daten mit Relevanz für Klimaänderungsfolgen beim Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, bei dessen Forschungsstelle Küste bereits heute einen Teil der dafür erforderlichen Arbeiten erfolgt. Deren bisher primär an Forschungsprojekten orientierte Zusammenarbeit mit verschiedenen Forschungseinrichtungen

sollte unter Einschluss des Norddeutschen Klimabüros institutionalisiert werden. Fortlaufend sind die Trends von Meeresspiegelanstieg, Tidescheiteln, Sturmfluthäufigkeiten und Seegangsentwicklung zu analysieren und zu dokumentieren,

- Erstellung eines Katasters zur schadensfreien oder -armen Aufnahme von Wellenüberlaufmengen in deichnahen geschützten Gebieten wobei sich an einer verträglichen Abfuhr der Überlaufmengen bei noch akzeptabler Beeinträchtigung der zu schützenden Güter zu orientieren ist. Hierzu ist zu prüfen, ob und wenn wie eine Anpassung der Binnenentwässerung erforderlich sein wird. Notwendig ist das Erstellen eines Katasters bodenmechanischer Kennwerte vorhandener Kleiabdeckungen an See- und Ästuardeichen in Niedersachsen einschließlich der Entwicklung einer Methodik zu deren wirtschaftlich praktikabler Erfassung und Bestimmung. Diese Methodik kann bei Deichverstärkungen auch auf neu zu gewinnenden und einzubauenden Klei angewandt werden. Damit wird die Grundlage für eine Bemessung unter Einbeziehung erhöhter Überlaufsicherheit in Abhängigkeit von den kennzeichnenden bodenmechanischen Parametern des Kleis verfügbar. Hieraus können synergetisch verdeckte Mängel in vorhandenen Kleiabdeckungen erkannt und gezielt beseitigt sowie in neuen Abdeckungen vermieden werden. Dies erhöht wesentlich die Bruchsicherheit der Deiche, weil hierfür die Widerstandsfähigkeit der Kleiabdeckungen entscheidend ist.

Alle diese Maßnahmen heben auf das in Niedersachsen traditionelle Ziel bruch sicherer Deiche ab, das nach 1962 massiv angestrebt worden ist. Es steht auch in Einklang mit jüngst in den Niederlanden als Umsetzungsplanung des neuen Deltaplans bekannt gewordene Konzept des Deltadeichs.

Zur Akzeptanz der geschilderten Vorgehensweise bei der Bevölkerung wird auf die sozialwissenschaftlichen Studien verwiesen, die im Rahmen des KLIFF-Forschungsthemas A-KÜST erfolgt sind und eine hohe Akzeptanz der gegenwärtigen und der zur Fortführung vorgeschlagenen Strategie ausweist. Eine weitere Untermuerung des Küstenschutzes könnte sich aus den Ermittlungen der regionalen Schadenspotenziale in den geschützten Gebieten ergeben. Daran wird deutlich werden, dass mit den zur Gewährleistung

der Sturmflutsicherheit eingesetzten Mitteln sehr hohe Renditen erzielt werden. Mit diesen Informationen kann ein, als Folge des Klimawandels erforderlicher, zusätzlicher Mittelbedarf für den Küstenschutz gerechtfertigt werden.

Der Bau einer geschlossenen Deichlinie war erst dann sinnvoll, als durch die Erfindung des Siels eine geregelte Binnenentwässerung möglich wurde. Die Sicherstellung eines zukunftssicheren Küstenschutzes ist daher mit einer an den Folgen des Klimawandels orientierten Ausrichtung der Binnenentwässerung zu koppeln.

5. Ausblick

Der hohe gewässerkundliche Standard bei der Grundlagenermittlung für den Insel- und Küstenschutz in Niedersachsen mit Bemessung und funktionaler Planung ist eine gute Ausgangslage für Planungen von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel für den Insel- und Küstenschutz. Die Datengewinnung und die darauf aufbauenden Analysen von Naturprozessen entsprechen ebenso internationalen Forschungsstandards, wie mathematische Modellierungen von Tide, Seegang und Morphodynamik.

Die Konzentration dieser Kompetenzen bei der Forschungsstelle Küste im NLWKN mit ihrer Vernetzung auf nationaler und internationaler Ebene bildet eine gute Voraussetzung zum Aufbau der weitergehenden Kapazitäten, die für vorausschauende Planungen zur Bewältigung von Klimaänderungsfolgen für den Insel- und Küstenschutz erforderlich werden.

Die Landesregierung hat weiteren Forschungsbedarf zum Klimawandel in Niedersachsen erkannt und mit dem KLIFF-Programm einen bundesweit einmaligen ersten Schritt eingeleitet, der zumindest für den Insel- und Küstenschutz auch international beachtenswert ist. Zu diesem Thema konnten im KLIFF-Forschungsthema A-KÜST insbesondere für die Sturmflutsicherheit der geschützten Niederungsgebiete am Festland und der Auswahl optimaler Strategien bei Reaktionen auf Folgendes des Klimawandels für den Insel- und Küstenschutz belastbare Erkenntnisse gewonnen werden.

Die Forschungsstelle Küste im NLWKN hat darüber hinaus mit universitären Partnern wissenschaftlich belastbare Grundlagen dafür erarbeitet, dass erhöhte Mengen von Wellenüberlauf bei Vor-

liegen angemessener Randbedingungen zugelassen werden können. Hier wurde weiterer Forschungsbedarf identifiziert, der auf die Operationalisierung dieser Erkenntnisse zielt.

Weiterführender Bedarf an Daten Grundlagen und Forschung ergibt sich aus den in den Handlungszielen vorgenommenen Skizzierungen.

Die weitere Entwicklung und die detailierende Konkretisierung der Strategie zur Anpassung des Insel- und Küstenschutzes in Niedersachsen bedarf angesichts der grundsätzlichen Bedeutung für das Leben und Wirtschaften in der Küstenregion in besonderem Maße der frühzeitigen Kooperation der verantwortlichen Institutionen sowie der breiten Verankerung und der Akzeptanz durch gesellschaftliche Akteure. In Anknüpfung an die außerordentlich positiven Erfahrungen des KLIFF-Forschungsthemas A-KÜST als spezifische Umsetzung des IKZM-Ansatzes und auch orientiert an der Vorgehensweise der niederländischen Delta-Kommission wird eine Kommission aus Vertretern der einschlägigen Institutionen und Akteure eingerichtet. Sie führt die konzeptionell-strategischen Grundsatzüberlegungen weiter, begleitet die Umsetzung des aufgezeigten Handlungsbedarfs und berät die Landesregierung.

Literatur

Auf die Wiedergabe des umfangreichen Literaturverzeichnisses und der zugehörigen Zitate im Text musste aus Platzgründen verzichtet werden; es ist bei den Autoren zu erhalten.

Autoren

Hanz D. Niemeyer

früher: Forschungsstelle Küste im NLWKN
Bergkirchener Str. 136
32429 Minden

Ralf Kaiser

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt,
Energie und Klimaschutz
Archivstraße 2
20169 Hannover

Cordula Berkenbrink, Heiko Knaack, Dr. Andreas Wurpts

Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz
Forschungsstelle Küste
An der Mühle 5
26548 Norderney