



**Küstenschutz und Hochwasserschutz
an Nord- und Ostsee
eine gesellschaftspolitische Herausforderung
- Arbeitspapier -
11/2017**

Dieses Arbeitspapier unterstützt Mitglieder des BWK, die sich einen Überblick über den Küsten- und Hochwasserschutz an der Küste von Nord- und Ostsee verschaffen möchten.

Anhand der fünf nördlichen Bundesländer werden die unterschiedlichen Situationen an Nord- und Ostsee und die Unterschiede zwischen dem Küstenschutz und dem im Binnenland zu verortenden Hochwasserschutz skizziert. Das Arbeitspapier ist auf der Homepage des BWK-Bund veröffentlicht. Weitergehende Informationen können vor allem dem Bericht der FAK-Arbeitsgruppe – Küstenschutzstrategien entnommen werden [1]

Für den Hochwasserschutz im Binnenland sind in einem weiteren BWK-Arbeitspapier Informationen zusammengestellt [2].

A: Was ist der Küstenschutz und was unterscheidet ihn vom Hochwasserschutz im Binnenland?

Der Küstenschutz ist das Gegenstück zum Hochwasserschutz bei seeseitigen Ereignissen, die zu Wasseranstieg führen. Strategien werden entwickelt und Maßnahmen ergriffen, durch die die Küsten des Festlandes und der Inseln gegen die zerstörerischen Einwirkungen des Meeres gesichert werden. Ziel ist es, den Küstenbereich als Siedlungs-, Wirtschafts- und Kulturraum zu schützen sowie als Naturraum zu erhalten. Dabei wird zwischen Sturmflutschutz (Schutz vor sturmflutbedingten Überschwemmungen, d.h. von seeseitigen, windinduzierten Hochwasserereignissen) und Erosionsschutz (Schutz gegen Uferrückgang und Erosion) unterschieden [1].

Die Rahmenbedingungen entlang der Deutschen Küste sind sehr unterschiedlich und es muss zwischen Ostsee, Nordsee und den Ästuaren unterschieden werden.

In der Ostsee werden Sturmfluten durch Stürme sowie Beckenschwingungen erzeugt, die den Sturmflutwasserstand maßgeblich mit beeinflussen. Die Gezeiten (Ebbe und Flut) spielen an der Ostseeküste nur eine untergeordnete Rolle. In der Ostsee liegt das letzte katastrophale Sturmflutereignis bereits 135 Jahre zurück (13./14. November 1872). Die Ostseeküste ist durch Ausgleichsprozesse gekennzeichnet (Erosion an Steil- und Flachküsten, Sedimentation in den Buchten). Eine spezifische Besonderheit stellen an der Ostsee die inneren Küstengewässer dar, die Bodden und Haffe, in denen gegenüber der Ostseeküste veränderte hydrodynamische Bedingungen herrschen.

An der Nordseeküste entstehen die Sturmfluten durch eine Überlagerung von Gezeiten (Ebbe- und Flut), Windstau und langperiodischen Fernwellen. In der Nordsee traten die bisher höchsten Sturmfluten in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts auf. Die reliefarme

Ausschuss für gesellschaftliche Fragen der Umwelttechnik

Nordseeküste bzw. das Wattenmeer stellen eine Sedimentsenke dar. Vorgelagerte Inseln haben eine schützende Wirkung für das Festland.

Die Ästuare Ems, Weser, Elbe und Eider liegen an der Nordseeküste. Sturmflutwasserstände in den Ästuaren werden zusätzlich noch durch den sogenannten Oberwasserzufluss beeinflusst, der in Richtung Nordsee abnimmt. Die Stadtstaaten Bremen und Hamburg liegen an den Ästuaren von Weser und Elbe.

Es gibt aber auch Ähnlichkeiten zwischen den norddeutschen Küstenregionen: In allen Küstenländern existieren ausgedehnte Küstenniederungen. Große Flächen und viele Einwohner sind überflutungsgefährdet. Alle Küstenländer unterliegen der Bedrohung durch stark erhöhte Sturmflutwasserstände. Die Küsten an Nord- und Ostsee sind meist aus Lockersedimenten aufgebaut. Deshalb herrscht eine ausgeprägte Morphodynamik vor. Längere Küstenstrecken sind von Erosion betroffen [1]. Eine gute Übersichtskarte mit den durch Sturmfluten gefährdeten Gebieten an der deutschen Nord- und Ostseeküste kann [1] entnommen werden.



Deich in der Nähe von Büsum (Foto: Schüttrumpf, 2012)

Die wasserwirtschaftlichen, wasserbaulichen und ingenieurtechnischen Strategien enthalten zur Reaktion auf die Gefährdung durch Sturmfluten in der Regel drei Kernelemente: Verteidigung (z.B. Deiche, Dünen), Rückzug (auf höher gelegene Flächen) und Anpassung



Ausschuss für gesellschaftliche Fragen der Umwelttechnik

(z.B. Erhöhung der genutzten Flächen). Hinzu kam früher die Landgewinnung durch Eindeichung, die sowohl wirtschaftlichen Bedürfnissen entgegenkommt aber auch eine Art „Vorwärtsverteidigung“ der landseitigen Flächen darstellt. Auch für den Erosionsschutz gibt es ingenieurtechnische Strategien. Es wird im Wesentlichen zwischen harten und weichen Küstenschutzmaßnahmen unterschieden. Harte Küstenschutzmaßnahmen wie z.B. Wellenbrecher und Uferwände verhindern eine Küstenerosion, führen aber bei unsachgemäßer Planung zu negativen Begleiterscheinungen. Weiche Küstenschutzmaßnahmen wie z.B. Strandaufspülungen sind Verschleißbauwerke, die der Strömung Sedimente zur Verfügung stellen und in regelmäßigen Abständen erneuert werden müssen. Wasserwirtschaftliche und ingenieurtechnische Bauten und Maßnahmen für den Küstenschutz sind die Errichtung von Deichen, Sperrwerken, Sielen, Hochwasserschutzwänden, Schleusen, Aufspülungen, Lahnungen, Bühnen, Deichrückverlegungen. Träger und Nutznießer des Küstenschutzes sind vornehmlich die Anrainer der Küste.

Der Hochwasserschutz im Binnenland setzt sich demgegenüber mit dem Wasseranstieg der Fließgewässer entlang deren Fließstrecke auseinander. Seine Bedeutung hat durch den Gewässerausbau, die Beschleunigung des Abflusses und die durch Melioration ermöglichte Besiedlung gewässernaher Flächen zugenommen. Wasserwirtschaftliche und ingenieurtechnische Bauten und Maßnahmen für den Hochwasserschutz sind die Errichtung von Deichen und Poldern, heute auch Deichrückverlegungen, Hochwasserschutzwände und Talsperren.

B: Küstenschutzbauwerke

Küstenschutzbauwerke befinden sich an der Schnittstelle zwischen Wasser und Land und damit in einem dynamischen und komplexen System. Sie sind auf der Wasserseite durch Schwankungen des Wasserstands, Wellen, Strömungen, erhebliche morphologische Veränderungen sowie wertvolle Ökosysteme geprägt. Die Landseite wird vom Menschen intensiv für zahlreiche Aktivitäten genutzt. Hieraus und aus Besiedlungsdruck, natürlicher Gefährdung und ökosystemaren Nutzen der Küstenzone ergeben sich enorme Herausforderungen an einen nachhaltigen Schutz und eine Sicherung der Küstenzone zum Wohle der dort lebenden Menschen sowie zum Schutz der dort vorhandenen wertvollen Ökosysteme. Dieser Konflikt wird verstärkt durch Auswirkungen des Klimawandels und reduzierte finanzielle Mittel.



Ausschuss für gesellschaftliche Fragen der Umwelttechnik

Warum Küstenschutzbauwerke?

Ohne Küstenschutzbauwerke würde die Küstenzone heute anders aussehen und Aktivitäten wie Tourismus, der Betrieb der Seehäfen, Landwirtschaft, Fischerei, Freizeit, Wohnen, Arbeiten, etc. wären nur bedingt oder gar nicht möglich. Hinzu käme eine erhebliche Gefährdung der dort lebenden Menschen.

Die großen Katastrophen der letzten Jahre im Süden der USA (Hurrikan Katrina) und in New York (Hurrikan Sandy) oder in Asien in Zusammenhang mit den beiden Tsunamis am 21.12.2004 (Südostasien) bzw. am 11.3.2011 (Japan) zeigen eine anhaltende Gefährdung der Küsten weltweit.

Extremereignisse können aber auch in Deutschland jederzeit auftreten und erfordern daher einen permanenten Schutz der Küste. Die vermutlich größte Naturkatastrophe in Europa im Jahr 1362 war die erste große Manndränke mit mehr als 100.000 Toten. Aber auch die Sturmfluten von 1634, 1717, 1825 und 1962 haben zu verheerenden Überflutungen, zahlreichen Toten und großen Änderungen der Küste selber geführt. Sturmfluten haben somit stark zur Entstehung der heutigen Küste Nordfrieslands aber auch zum Umgang der Menschen mit dem „Blanken Hans“ beigetragen.

Als Reaktion auf die große Sturmflut 1953 an der niederländischen und deutschen Küste wurde zu einem vorsorgenden Küstenschutz übergegangen [14]. Der Küstenschutz ist als ein Element des Küstenzonenmanagements somit von zentraler Bedeutung für die Bewohner des Küstenraums und ihre Aktivitäten. Die Beurteilung des Risikos eines Versagens der Küstenschutzbauwerke ist daher eng mit der Frage „Wie sicher ist sicher genug?“ verknüpft und erfordert eine quantitative Bewertung des Risikos und damit der Sicherheit der verschiedenen Küstenschutzbauwerke.

Weg zum geeigneten Küstenschutzbauwerk

Die Identifizierung, Planung, Bemessung, Konstruktion und Unterhaltung eines geeigneten Küstenschutzbauwerks hängt von den individuellen Gegebenheiten vor Ort ab und erfordert eine sorgfältige Planung sowie eine genaue Kenntnis des Küstenschutzbauwerks selber sowie der Wechselwirkungen mit seiner dynamischen Umwelt über die gesamte Lebensdauer.

Neben den bekannten Einflussfaktoren auf den Küstenschutz wie Wasserstände, Strömungen und Wellen haben morphologische Prozesse, veränderte Sicherheitsphilosophien, Alterungsprozesse, Klimawandel und benachbarte Maßnahmen einen Einfluss auf die Sicherheit der Küstenschutzbauwerke und -systeme. Aufgrund der zahlreichen Wechselwirkungen des Schutzsystems (z.B. Deich, Düne, Hochwasserschutzwand) mit einer sich ändernden Umwelt können viele Prozesse heutzutage noch nicht vollständig erfasst werden und erfordern:

- die Entwicklung von Konzepten und Methoden zur Quantifizierung der Sturmflutsicherheit,
- Konzepte für eine prozess- und versagensorientierte Überwachung sowie die Unterhaltung der Küstenschutzsysteme,



Ausschuss für gesellschaftliche Fragen der Umwelttechnik

- die Beschreibung der relevanten Belastungen eines Schutzbauwerkes in Zeit und Raum,
- die Beschreibung der Versagensformen und deren Wechselwirkungen, um daraus
- die Sturmflutsicherheit zu quantifizieren und
- innovative Küstenschutzbauwerke zu entwickeln.

Dies erfordert neben gekoppelten Modellen, die das Bauwerk abbilden (z.B. Fluid-Struktur-Sohle) insbesondere eine enge Zusammenarbeit verschiedener Fachdisziplinen (Küsteningenieurwesen, Geotechnik, etc.). Weiterhin sind präventive Managementsysteme für Küstenschutzbauwerke zu entwickeln, die über die Lebensdauer der Infrastruktur risikobasierte Überwachungs- und Unterhaltungsstrategien integrieren und auf diese Weise Ressourcen effizient nutzen und schonen.

Es kann letztlich nur einen wirksamen Schutz vor Sturmfluten und Hochwasser geben, wenn die wasserwirtschaftlichen Anlagen des Hochwasser-, Insel- und Küstenschutzes den Anforderungen entsprechend dimensioniert und unterhalten werden.

C: Was unternehmen die für den Küstenschutz Verantwortlichen auf Ebene des Bundes und der Bundesländer, um den Küstenschutz sicherzustellen?

Gemeinsames Handeln von Bund, Ländern und Kommunen ist im Küstenschutz unabdingbar, wobei im Küstenschutz sowohl länderübergreifend als auch länderspezifisch agiert werden muss [1].

Internationale Zusammenarbeit - EU-Ansatz eines Integriertes Küstenzonenmanagements (IKZM)

Die Mitgliedstaaten wurden vom Europäischen Parlament und Rat aufgefordert, eine nationale Strategie für das integrierte Management der Küstengebiete zu entwickeln [3]. Das Integrierte Küstenzonenmanagement (IKZM) ist ein Verfahren zur ganzheitlichen Raumentwicklungsplanung in Küstengebieten. Es hat die ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekte gleichwertig zu berücksichtigen (Nachhaltigkeit). Dem Küstenschutz kommt eine besondere Bedeutung zu. Eine nationale IKZM-Strategie ist verabschiedet. Neben einer Bestandsaufnahme enthält sie Handlungsempfehlungen sowie weitere Schritte [4, 5].

Internationale Zusammenarbeit - Beratungsgremien zu strategischen Fragen des Küstenschutzes

Mitarbeiter der obersten Küstenschutzbehörden aus Deutschland (Bund, Niedersachsen und Schleswig-Holstein), Belgien, Dänemark, den Niederlanden, Großbritannien und Frankreich bilden die „North Sea Coastal Managers Group“, ein informelles Beratungsgremium. Während der jährlichen Treffen werden grenzüberschreitende und strategische Fragestellungen des Küstenschutzes wie z.B. EU-Regulierungen und die Reaktion auf den Klimawandel erörtert. Bereits im Jahre 2006 wurde eine gemeinsame Stellungnahme zur geplanten EU-Hochwasserschutzrichtlinie verabschiedet [1].



Ausschuss für gesellschaftliche Fragen der Umwelttechnik

Internationale Zusammenarbeit - Schutz des Wattenmeeres

Zur Erörterung von nachhaltigen Lösungen für den Küstenschutz im Wattenmeer unter besonderer Berücksichtigung des erwarteten Klimawandels ist die Expertengruppe „Küstenschutz und Meeresspiegelanstieg“ eingerichtet. Sie setzt sich aus Mitarbeitern der Natur-, Küstenschutzverwaltungen und der Landesplanung der Anrainer des Wattenmeers zusammen [6].

Bund-Länder-Kooperationen - Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK)

Die Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz (GAK) umfasst die Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit der Küste der Nord- und Ostsee sowie an den fließenden oberirdischen Gewässern im Tidegebiet gegen Sturmfluten einschl. der für diese Maßnahmen erforderlichen Vorarbeiten [7]. Der Bund trägt im Bereich des Küstenschutzes 70 % der Kosten der investiven Maßnahmen, wobei eine Differenzierung der Bundeszuschüsse nach der Leistungsfähigkeit der Länder unzulässig ist. Ziele und Erfordernisse u. a. der Raumordnung, Landesplanung und des Umweltschutzes sind zu beachten. Die Maßnahmen sind mit anderen Neuordnungs- und Entwicklungszielen abzustimmen.

Ein jährlicher Rahmenplan wird aufgestellt. Er enthält die Grundsätze für die Förderung von Küstenschutzmaßnahmen, die durchzuführenden Maßnahmen und die Zuweisung der hierfür vorzusehenden Mittel des Bundes und jedes Landes. Im Zeitraum von 2000-2008 wurden insgesamt 1,3 Mrd. € an investiven Ausgaben zum Küstenschutz durch die Bundesländer erbracht. Der Bund hat sich daran mit 0,7 Mrd. € beteiligt (aus [1], dort nach Tabelle 2). Im Zeitraum von 2009-2015 haben der Bund im Zusammenhang mit der GAK 722 Mio. € und die Küstenländer 310 Mio. € investiert.

Bund-Länder-Kooperation - Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI)

Durch Zusammenschluss der im Bereich der Küsteningenieurforschung tätigen in den Bundesländern mit dem Bund wurde das Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI) gebildet. Ziel der Küsteningenieurforschung ist die Untersuchung von Küstenprozessen an Nord- und Ostsee, die Ermittlung von Grundlagen für die Bemessung von Küstenschutzbauwerken sowie die Optimierung von Küstenschutzbauwerken, um die Lebensbedingungen und Entfaltungsmöglichkeiten der Menschen an den Küsten sicherzustellen [8].

Hierbei geht es vorrangig um die Entwicklung oder Weiterentwicklung von Methoden der Messtechnik, der Datenauswertung und der physikalischen und mathematischen Modellierung, die Gewinnung von Kenntnissen über die vorwiegend physikalisch geprägten Naturvorgänge und Wechselwirkungen und die Entwicklung von Verfahren zur Bemessung und funktionalen Optimierung von Bauwerken [1].

Das KFKI stellt die vielen Naturmessdaten, Modellierungsergebnisse, weitere Erkenntnisse sowie Forschungs- und Untersuchungsmethoden über ein Meta-Datenbanksystem (NOKIS) und Forschungsergebnisse in der Fachzeitschrift („Die Küste“) sowie die Ergebnisse der Forschungsvorhaben auf ihrer Internetseite der Öffentlichkeit zur Verfügung.



Ausschuss für gesellschaftliche Fragen der Umwelttechnik

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung stellt 10 % seines jährlichen für die Meeresforschung vorgesehenen Etats für die Forschung im Küsteningenieurwesen zur Verfügung.

Bund-Länder-Kooperation - Ausnahmen vom Grundsatz der Länderzuständigkeit [1]

Die Unterhaltung der Seewasserstraßen ist Aufgabe des Bundes [9]. Zur Stabilisierung der Fahrwasser von Ems und Jade werden Strombaumaßnahmen auf den Inseln Borkum, Wangerooge und Minsener Oog durchgeführt. Der Bund sichert den Bestand der Insel Helgoland (ohne Düne).

Durch eine Vereinbarung zwischen dem Bundesminister für Verkehr und dem Niedersächsischen Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten haben der Bund und Niedersachsen die örtlichen Zuständigkeiten auf Wangerooge und Borkum geregelt.

Die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) betreibt die Staustufen in der Elbe (Geestacht), der Weser (Bremen) und der Ems (Herbrum). Sie bilden die Tidegrenze. Die Sturmflutsperrwerke in der Leda, der Oste, der Este (inneres Estesperwerk) und der Eider als Zubehör zur Bundeswasserstraße werden ebenfalls von der WSV betrieben.

D: Fünf Bundesländer, angepasste Küstenschutzstrategien

Hansestadt Bremen und Bremerhaven

Bremen und Bremerhaven sind wesentlich durch die Unterweser geprägt, die ab dem Weserwehr in Bremen-Hemelingen tidebeeinflusst ist. Die Vertiefungsmaßnahmen an Außen- und Unterweser führten zu einer starken Vergrößerung des Tidehubes auf zurzeit ca. 4 m, was sich bis in die größeren Nebengewässer, die Lesum, Wümme und Ochtum in Bremen sowie die Geeste in Bremerhaven, fortsetzt. Bremen und Bremerhaven liegen, mit Ausnahme des bis auf rd. NN +20 m hohen Geestrückens in Bremen Nord, auf niedrigem Marschengelände.

Bremen und Bremerhaven sind seeseitig von Sturmfluten und Flutphasen (täglich zweimal) sowie von Binnenhochwässern durch die Weser gefährdet. Stürme bedrohen Bremerhaven und Bremen bis auf Höhe des Weserwehres in Bremen-Hemelingen. Binnenhochwasser haben Auswirkungen ausschließlich an den Deichen der Stadt Bremen von der Landesgrenze in Hemelingen-Arsten bis zum Weserwehr.

Der Bereich Bremerhaven wird auf einer Länge von etwa 15 km mit Hilfe von Küstenschutzbauwerken vor Hochwasser und Sturmfluten geschützt. Hafenkaje und Schleusen der Häfen sind als Kombinationsbauwerke ausgeführt, die den küstenschutzbedingten Anforderungen als Landesschutzdeichlinie wie auch ihrer Hafenfunktion genügen. Entlang des östlichen Weserufers erstrecken sich Gründeiche. Im Bereich des Überseehafens übernehmen Kaimauern die Hochwasserschutzfunktion. Bei der Columbuskaje erfüllt eine zurückverlegte Spundwand diesen Zweck.

Innerhalb des Küstenabschnittes Bremerhaven mündet die Geeste in die Weser. Die Geeste wird gegen Sturmfluten durch das Geestesperwerk geschützt. Die normalen Tiden laufen bis



Ausschuss für gesellschaftliche Fragen der Umwelttechnik

zum Tidesperrwerk etwa 4 km oberhalb der Mündung auf. Fischerei- und Überseehafen werden durch Schleusen von der tidebeeinflussten Weser abgetrennt.

Der Bereich Bremen wird auf einer Länge von etwa 155 km mit Hilfe von Hochwasserschutzbauwerken geschützt. Davon liegen etwa 87 km oberhalb der Sperrwerke an den Flüssen Lesum und Ochtum. Im Hafengebiet ist nur der Industriehafen abgeschleust und vor Sturmfluten geschützt.

Die Küstenschutzstrategie von Bremen und Bremerhaven basiert auf der „Verteidigung“ mit zwei strategischen Elementen. Zum einen wurden Sperrwerke errichtet, was zur Verkürzung der Deichlinie geführt hat. Zum zweiten wurden und werden die Deiche entsprechend erhöht. Laut dem Bericht „Hochwasserschutz im Land Bremen“ sind ihre Qualität zu sichern und der Meeresspiegelanstieg infolge des Klimawandels zu berücksichtigen.

Gemeinsam mit dem Land Niedersachsen wird zurzeit ein neuer Generalplan Küstenschutz aufgestellt. In diesem Plan wird die Strategie der „Verteidigung“ weiterhin verfolgt.

Hansestadt Hamburg

Obwohl die Freie und Hansestadt Hamburg rd. 100 km weit von der Nordseeküste entfernt liegt, beinhaltet die geographische Lage der Metropole am Tideästuar Elbe eine Gefährdung durch Sturmfluten in ganz besonderem Maße. Die Nutzung der tief liegenden Hafen- und Marschgebiete setzt seit Stadtgründung Hochwasserschutzmaßnahmen sowie das Treffen von Vorkehrungen zur Schadensminimierung bei Eintritt von extremen Sturmflutereignissen voraus.

Hamburg ist mit einer rd. 100 km langen öffentlichen Hauptdeichlinie vor Sturmfluten geschützt (77,9 km Erddeiche, 21,7 km Hochwasserschutzwänden mit 6 Sperrwerken, 6 Schleusen, 27 Deichsielen und 36 größeren Toren (Gatts) und einem Anlagevermögen von über 1 Mrd. Euro). Vor allem im Hafengebiet sind 48 private Polder entstanden. Dieser staatlich geförderte private Hochwasserschutz wurde nach der Sturmflut von 1976 installiert. Diese Hafenspolder werden durch eine 109 km lange Hochwasserschutzlinie mit 3 Sperrwerken und 840 Toren verteidigt. Die Hochwasserschutzbauwerke schützen 2.300 ha (70% des Hafengebietes) vor Sturmfluten. Daneben gibt es am Nordufer der Elbe kleinere Polder mit Wohn- und Büronutzung, die von den Eigentümern unterhalten und verteidigt werden.

Die Küstenschutzstrategie in Hamburg basiert auf der „Verteidigung“ mit den zwei Säulen: „Bauliche Anlagen“ sowie „organisatorischer und abwehrender Sturmflutschutz.“ Die baulichen Anlagen umfassen die öffentliche Hauptdeichlinie, die nach 1976 gegründeten privaten Hafenspolder sowie die in den letzten Jahren entstandenen Warften und vor der Hauptdeichlinie liegenden Wohn- und Bürogebäude mit Objektschutz und Rettungswegen hinter die Hauptdeichlinie. Die zweite Säule bildet der organisatorische und abwehrende Sturmflutschutz mit dem Hamburger Sturmflutwarndienst sowie die Planung, Organisation und Durchführung von Abwehrmaßnahmen einschließlich der Verteidigung der Hochwasserschutzanlagen als Teilaufgabe des Katastrophenschutzes.

Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Hamburg sind sich einig, dass ein gemeinsames Bemessungskonzept für die Hochwasserschutzanlagen im Bereich der Unterelbe erforderlich ist.



Ausschuss für gesellschaftliche Fragen der Umwelttechnik

Mecklenburg-Vorpommern

Die Küste Mecklenburg-Vorpommerns (M-V) mit einer Gesamtlänge von 1945 km ist stark gegliedert. Die Außenküste umfasst 376 km und die Bodden- und Haffküste 1569 km, wobei die flachen Bodden- und Haffgewässer von der Ostsee weitgehend abgeriegelt sind. Die Außenküste weist mit ihrem häufigen Wechsel von Steilküsten (128 km) und Flachküsten (248 km) eine hohe Dynamik auf. Ca. 70 % befinden sich im Rückgang. 7 % unterliegen dem Einfluss von Akkumulation.

Auf einer Länge von 106 km erfolgt der Küstenschutz durch Küstenschutzdünen, wobei 2/3 davon ohne dahinter liegende Deiche Sturmfluten abwehren müssen. Daher sind Aufspülungen eine dominierende Küstenschutzmethode. Seit 1990 wurden 17 Mio. m³ Sand in Düne, Strand und Schorre eingebaut. Auf einer Küstenlänge von 80 km erfolgt an der Außenküste die Stabilisierung des Vorstrandbereiches durch mehr als tausend Buhnen, vorwiegend als einreihige Holzpfahlbuhnen in 24 Buhnensystemen. Sie sollen den natürlichen Rückgang vermindern und Aufspülsande stabilisieren. Exponierte, stark belastete Steilküstenabschnitte mit akut gefährdeter Zusammenhangbebauung oder mit Aufhängerwirkung für benachbarte Flachküsten werden durch freistehende Wellenbrecher auch in Kombination mit Ufermauern lokal stabilisiert.

Der Bestand an Landesküstenschutzdeichen in M-V umfasst derzeit 102 Deiche auf einer Küstenlänge von 230 km. Der überwiegende Teil der Küstenschutzdeiche mit einer Länge von 176 km entfällt auf die langen, niederungsreichen Boddenküsten, 54 km auf die Landesküstenschutzdeiche an der Außenküste. Diese wirken auf 33 km Länge in Kombination mit belastungsmindernden Dünen oder Geröllwällen im Vorland.

Die Küstenschutzstrategie in M-V umfasst Maßnahmen zur „Verteidigung“, zum „Rückzug“ als auch zur „Anpassung“. Dünen, Aufspülungen, Buhnen, Wellenbrecher und Küstenschutzdeiche wirken zusammen.

Im Flachküstenbereich der Außenküste ist die Verteidigung auf den uferliniennahen Schutztrassen inklusive der Sicherung der Trassen selbst gegen Küstenrückgang die Regel. Neben dem direkten Schutz der Ortslagen an der Außenküste verhindern durchgehende Dünenzüge und Seedeiche Durchbrüche bei Sturmfluten in die Bodden- und Haffgewässer. Ringdeichungen werden um Ortschaften angelegt (Anpassung) und nicht bebaute Gebiete dem natürlichen Überflutungsgeschehen überlassen, wenn durchgehende Verteidigungslinien entbehrlich sind.

Steilküstenbereiche werden nur verteidigt, wenn eine akute Gefährdung von Zusammenhangbebauung durch Küstenrückgang sowie Abbrüche bei Eintritt der Bemessungssturmflut zu erwarten ist. Andernfalls und soweit nur Einzelbebauungen im Außenbereich betroffen sind, erfolgt der Rückzug, um die Funktion des Kliffs als Sedimentlieferant zu erhalten. Ausgenommen sind exponierte Steilküstenabschnitte, die wegen der großräumigen Aufhängerwirkung für benachbarte Abschnitte stabilisiert werden.

An den Bodden- und Haffküsten erfolgt neben der Verteidigung auf vorhandenen Trassen auch der Rückzug im Bereich scharliegender, unterdimensionierter, langer und ortsferner Deichstrecken. Diese werden durch ortsnahe, verkürzte Deichneubauten ersetzt, wenn



Ausschuss für gesellschaftliche Fragen der Umwelttechnik

Ausbau und Unterhaltung mit unvertretbarem Aufwand verbunden sind. Altdeiche werden zur Belastungsminderung oder zur Aufrechterhaltung der landwirtschaftlichen Nutzung ggf. erhalten.

Der Strategie zum Schutz der überflutungsgefährdeten Bereiche der Hafenstädte mit hohem Schadenspotenzial ist durch Maßnahmen zur Anpassung an Überflutungen gekennzeichnet. Neben linienförmigen Schutzanlagen (Wänden) werden daher bei der Bauleitplanung Flächenerhöhungen und Wohngeschosshöhen oberhalb des Bemessungshochwassers sowie angepasste Nutzungen vorgesehen. Mobile Elemente sollen nur im Ausnahmefall oder im Objektschutz Verwendung finden. Die Anzahl zu verschließender Scharten ist zu minimieren.

Im Ausnahmefall werden küstennahe, verkürzte Trassen eingerichtet (Sperrwerk am Fluss Ryck). Hier vergrößern sich überflutungssichere, bebaubare Flächen (Vordringen).

Niedersachsen

Für die niedrig liegenden Gebiete an der Niedersächsischen Küste mit den großen Ästuaren Ems, Weser und Elbe und für die vorgelagerten Ostfriesischen Inseln ist ein über 6 600 km² großes Siedlungsgebiet mit mehr als 1,2 Mio. Bewohnern zu sichern. Somit sind 14 Prozent der Fläche Niedersachsens durch Sturmfluten gefährdet. Deshalb ist ein zuverlässiger Sturmflut- und Hochwasserwarndienst erforderlich, um die Wasserstände an der Küste ständig zu überwachen und bei Erfordernis die Kommunen und Institutionen schnell und umfassend zu informieren [14].

Die Ostfriesischen Inseln sind besonders den dynamischen Kräften des Meeres ausgesetzt.

Der Sturmflutschutz wird oft über eine Kombination aus verschiedenen Küstenschutzelementen gewährleistet (Watt, Lahnung/Buhnen, Deichvorland, Hauptdeich, 2. Deichlinie Bild 10 aus [1]). Die Schutzkonzepte für den Küstenschutz an der Festlandküste und auf den Ostfriesischen Inseln sind dabei an die unterschiedlichen Randbedingungen angepasst.

Niedersachsen umfasst mehr als 1000 km Deiche an den Küsten, an den tidebeeinflussten Mündungen und auf den Inseln [14]. Die 610 km lange Hauptdeichlinie reicht von der Niederländischen Grenze bis zur Elbe (Staustufe Geestacht).

An der Festlandküste und den Tideflüssen Ems, Weser und Elbe besteht eine geschlossene Linie aus Hauptdeichen und Sturmflutsperrwerken. Wegen der seeseitigen, nicht überflutungsgeschützten Deichvorländer verfügen die Hauptdeiche über keine zusätzlichen Sicherungswerke. Das Deichvorland ist daher zu pflegen und zu erhalten. Lahnungen und Buhnen vor dem Deich oder Deichvorland im Watt leisten hier einen wichtigen Beitrag (Erosionsschutz), weil die natürliche Vorlandentwicklung nur noch in wenigen geschützten Bereichen stattfindet. Hinter der Hauptdeichlinie bilden in Teilstrecken auf über 138 km ehemalige Hauptdeiche eine zweite Deichlinie, die bei Versagen des Hauptdeiches oder eines Sperrwerkes die Überschwemmung und Schäden reduzieren sollen.

Inzwischen sind die höchsten Deiche bis zu neun Meter hoch [14].

An den Tideflüssen und deren Nebenflüssen schützen 17 Sturmflutsperrwerke die Niederungsgebiete, drei Sturmflutsperrwerke liegen auf dem Gebiet benachbarter



Ausschuss für gesellschaftliche Fragen der Umwelttechnik

Bundesländer. Das Emssperrwerk ist mit einer Öffnungsbreite von 467 m das größte Sperrwerk in Niedersachsen. Es verfügt auch über eine Staufunktion zur Überführung von Schiffsneubauten. Binnenseits der Sperrwerke liegen i.d.R. Schutzdeiche. Sie dienen dem Schutz des Hinterlands vor Wasser, welches für die Dauer einer Sperrwerksschließung gespeichert werden muss und auch als Überflutungssicherheit bei Versagen des Sperrwerks.

Die ostfriesischen Inseln unterliegen als sandige Barriereinseln durch Seegang, Strömung und Wind ständigen morphologischen Veränderungen. Zum Sturmflutschutz wurden die Westköpfe aller Inseln mit Ausnahme von Juist und Langeoog durch wasserbauliche Anlagen festgelegt. Die Nordseiten der Inseln werden überwiegend durch Dünen gegen Sturmfluten geschützt, die meist aus breiten und hohen natürlichen Dünenzügen bestehen (Breite bis zu 400 m). Diese und überwiegend an der Wattseite liegende Hauptdeiche bilden als geschlossene Ringe den Sturmflutschutz. Im Übrigen verringern die Inseln als Barriersystem die Seegangsbelastung der Festlandsküste. Auf den Ostfriesischen Inseln befinden sich 88 km Schutzdünen und 35 km Hauptdeiche als primäre Küstenschutzanlagen.

Die Küstenschutzstrategie Niedersachsens umfasst vorrangig Anlagen und Maßnahmen zur Verteidigung (Dünen, Deiche, Sperrwerke, Aufspülungen). Wegen der langen Küste, den verschiedenen Schutzmaßnahmen sowie der differenzierten Nutzung kommt der Prognose von Sturmfluten durch den Sturmflutwarndienst und der Information von Betroffenen sowie Deichverteidigung, Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz eine besondere Bedeutung zu [10a, 10b].

Der Generalplan Küstenschutz Niedersachsen/Bremen [10a] legt die Grundsätze des Küstenschutzmanagements und den Ausbaubedarf der Küstenschutzanlagen an der Festlandsküste fest. Er soll zukünftig alle 10 Jahre fortgeschrieben werden [14]. Hier arbeiten das Umweltministerium, der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) und die Deichverbände eng zusammen. Die Deichvorländer, die zentralen Hauptdeiche sowie die Sperrwerke und vorhandene zweite Deichlinien bilden das Schutzsystem. Je nach Erfordernis werden die Anlagen unter Berücksichtigung flankierender Maßnahmen (z.B. Deichverteidigungswege) erhalten, ggf. erhöht und verstärkt. Neueindeichungen werden nicht mehr vorgenommen. Managementpläne für die Deichvorländer sollen ihren Erhalt und ggf. ihre Entwicklung sicherstellen [1].

Küstenschutz ist auch Inselchutz. Der Generalplan Küstenschutz Teil Ostfriesische Inseln wurde speziell an die Erfordernisse des Inselchutzes angepasst [10b]. Denn die Inseln sind nicht nur als „vorgelagerter Wellenbrecher“ ein wichtiger Faktor für den Küstenschutz der Festlandküste sondern durch den Tourismus auch ein wichtiger Wirtschaftsfaktor [14].

Die Sicherstellung des Sturmflutschutzes und des Bestandserhalts der ostfriesischen Inseln erfolgt durch Strandauffüllung oder Sandaufspülungen zum Erhalt der Schutzdünen sowie mittels ingenieurbioologischen Maßnahmen zum Wiederaufbau der Dünensubstanz bis hin zur Zulassung der Erosion bei rückwärtiger Dünenverstärkung.

Niedersachsen ist das einzige Bundesland mit einem eigenständigen Deichgesetz. In Niedersachsen besteht eine gemeinsame Verantwortung für die Deicherhaltung aller im Schutz der Deiche lebenden Grundstückseigentümer. Diese sind in Deichverbänden zusammengeschlossen [14].



Ausschuss für gesellschaftliche Fragen der Umwelttechnik

Niedersachsen führt eine Liste mit Antworten auf häufig gestellte Fragen im Zusammenhang mit dem Küstenschutz und Deichbau (s. bei den nützlichen Links).

Schleswig-Holstein

Schleswig-Holstein ist das einzige Bundesland mit einer Ostsee- (637 km) und Nordseeküste (553 km). Die überflutungsgefährdeten Küstenniederungen (Westküste/Nordsee bis NN +5 m, Ostküste/Ostsee bis NN +3 m) umfassen mit 3.691 km² 24% der gesamten Landfläche von Schleswig-Holstein mit 306.000 Einwohnern, 111.000 Arbeitsplätzen und Sachwerten in Höhe von 38 Mrd. €.

Die reliefarme Westküste wird durch eingedeichte Küstenmarschen und das Wattenmeer geprägt. Die Küstenlinie ist 553 km lang, davon sind 297 km Festlandsküsten, 195 km Insel- und 61 km Halligküsten. Etwa 77 km der Westküste werden durch das Ufer der Unterelbe eingenommen. Das 3.404 km² große Marschgebiet wird durch eine fast ununterbrochene, 408 km lange Deichlinie gegen Überflutungen gesichert. Von den Marschen werden 2.025 km² durch eine zweite Deichlinie (Mitteldeiche) gesichert. Das restliche Gebiet wird durch Mitteldeiche in 75 Köge zergliedert, die jeweils als abgegrenzter Überflutungsraum wirken. Das Wattenmeer hat eine Fläche von etwa 1.700 km² und setzt sich aus Inseln (13%), Tiderinnen (27%), Wattflächen (57%) und Salzwiesen (3%) zusammen.

Die Ostseeküste weist eine bewegte Grundstruktur mit Steilufern (146 km) und Flachküsten (491 km) auf. Die Küstenlinie ist 637 km lang, 162 km davon entfallen auf die Schlei, und 87 km gehören zur Insel Fehmarn. Die Küstenniederungen umfassen 287 km² unterhalb NN +3 m. Die Länge der Hochwasserschutzanlagen entlang der Ostseeküste beträgt insgesamt 119 km.

Das Integrierte Küstenschutzmanagement (IKM) legt die Strategie für den Küstenschutz in Schleswig-Holstein fest [11]. Das IKM betrachtet den Küstenschutz als räumliche Planungsaufgabe, andere Ansprüche an das Küstengebiet werden in den Küstenschutz integriert (z.B. Naturschutz), die Öffentlichkeit wird einbezogen und der Klimawandel berücksichtigt. Das IKM basiert dabei auf der Verteidigung und gilt für deichgeschützte Küsten, unbedeichte Küsten (soweit im Zusammenhang bebaut) sowie Watt-, Insel- und Halligsockel. Für die übrigen Küstenabschnitte wird eine natürliche Dynamik angestrebt. Die Strategie des Rückzuges (Rückverlegungen oder Aufgabe von Deichen) erfolgt nur in Ausnahmefällen und unter engen Randbedingungen [12].

D: Warum hat der Küstenschutz große gesellschaftliche Auswirkungen?

Viele Menschen leben an und von der Küste und große Werte sind dort vorhanden.

Entlang der deutschen Nord- und Ostseeküste liegen 12 000 km² Küstenniederungen mit rd. 2,4 Mio. Einwohnern. Soziale und wirtschaftliche Nutzungen in diesen Niederungen wurden erst durch den Küstenschutz ermöglicht bzw. können langfristig nur unter der Voraussetzung eines funktionierenden Küstenschutzes stattfinden.



Ausschuss für gesellschaftliche Fragen der Umwelttechnik

In der sturmflutgefährdeten Fläche Hamburgs wohnen 180.000 Einwohner und sind 165.000 Arbeitsplätzen vorhanden. Waren und Güter im Wert von 10 Mrd. € lagern dort.

In Mecklenburg Vorpommern sind 105.000 ha (1 050 km²) überflutungsgefährdet. Ohne Schutzanlagen wären 8,7 % der Bevölkerung betroffen. In den letzten 15 Jahren betragen die Aufwendungen für Neubau, Verstärkung und Erhaltung der Leistungsfähigkeit der Küstenschutzanlagen 225 Mio. €.

In den niedrig liegenden Gebieten an der Niedersächsischen Küste mit den großen Ästuaren Ems, Weser und Elbe und für die vorgelagerten Ostfriesischen Inseln ist ein über 6 600 km² großes Siedlungsgebiet, mit mehr als 1,2 Mio. Bewohnern zu sichern. Das Schadenspotential beträgt in den Deichverbandsgebieten bezogen auf direkte, tangible Schäden ca. 129 Mrd. €.

Schleswig-Holstein verfügt über eine Ost- und Nordseeküste. Die überflutungsgefährdeten Küstenniederungen umfassen mit 3.691 km² 24% der Landfläche mit 306.000 Einwohnern, 111.000 Arbeitsplätzen und Sachwerten in Höhe von 38 Mrd. €. Eine Bruttowertschöpfung von 7,9 Mrd. €/a wird generiert.

Bedingt durch die unterschiedlichen Rahmenbedingungen und die von Land zu Land abweichende Geschichte der Sturmflutkatastrophen gibt es jeweils angepasste Küstenschutzstrategien in den fünf deutschen Küstenländern. In den Strategien werden die Grundsätze für den Küstenschutz festgelegt und die Rahmenbedingungen beschrieben [1]. Die Maßnahme des Küstenschutzes können und aus den Generalplänen der Küstenländer entnommen werden [z.B. 10a, 11, 13].

Küstenschutz und Klimawandel

Der Klimawandel ist überall im Gespräch – auch an den Küsten. Die zu erwartenden Folgen des Klimawandels sind derzeit noch nicht genau bekannt. Ob und welchem Umfang zukünftig der Meeresspiegel ansteigt, damit befassen sich weltweit Experten. Der Weltklimarat IPPC geht von einem Anstieg des Meeresspiegels bis zum Ende des Jahrhunderts zwischen 26 und 82 Zentimetern aus. Die auf der Grundlage von Szenarien ermittelten Prognosen weisen zwangsläufig große Unterschiede auf. Trotzdem wird dafür heute schon bei aktuellen Planungen Vorsorge getroffen. Schon jetzt wird bei niedersächsischen Deicherhöhungen und Deichneubauten ein Anstieg des Tidehochwassers von 50 cm in den nächsten 100 Jahren eingeplant [16].

Die Küstenbundesländer beteiligen sich an europäischen Forschungsvorhaben und nehmen die Erkenntnisse zum Anstieg des Meeresspiegels ernst. Die Auswertungen langjähriger Pegelaufzeichnungen (bereits gegen Ende des 18. Jahrhunderts wurden die ersten Pegel an der deutschen Küste betrieben) belegen einen Anstieg des mittleren Tidewassers von ca. 25 cm in 100 Jahren hin. Es wurde nachgewiesen, dass sich dieser Anstieg aus einer Erhöhung des Wasserspiegels und einer Landsenkung zusammensetzt und dabei Schwankungen unterlag [14].



E: Was bedeuten Maßnahmen des Küstenschutzes für die betroffene Bevölkerung?

Das öffentliche Bewusstsein für die regionalen und lokalen Risiken trotz der Maßnahmen zum Küstenschutz muss geschärft werden; die betroffene Bevölkerung muss hier über die Möglichkeiten und Grenzen informiert sein

Das Ziel der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (EG-HWRM-RL), 2007/60/EG, vom 23. Oktober 2007 ist nicht nur die Verringerung von Hochwasserfolgen durch ein aktives bauliches Risikomanagement sondern auch die Berücksichtigung vorsorgender Maßnahmen der verschiedenen betroffenen Bereiche bei Hochwasserschutzplänen, Warndiensten usw. [17].

Bis 22. Dezember 2015 waren auf dieser Grundlage von den Ländern Hochwasserrisikomanagementpläne zu erstellen, in denen erste Ziele und Maßnahmen sowohl administrative, technische als auch Maßnahmen zum natürlichen Rückhalt von Hochwasser berücksichtigt werden. Diese Pläne sollen bis 22. Dezember 2021 überprüft werden.

Die Küstenländer haben hierzu Pläne und Regelwerke zusammengestellt, aus denen spezifische Maßnahmen entnommen werden können. Das sind beispielsweise General- und Fachpläne, Fachpläne zum Inselschutz oder die Regelwerke Küstenschutz der Küstenländer.

Von besonderer Bedeutung ist der Hochwasser- und Sturmflutwarndienst. Der überregional für das gesamte Nordseegebiet arbeitende Sturmflutwarndienst wertet die Pegel- und Winddaten auf hoher See aus. Dabei arbeitet er eng mit den Deutschen Wetterdienst und dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) zusammen. Auf dieser Grundlage kann frühzeitig über die voraussichtliche Höhe von Sturmflutwasserständen und ihren Zeitpunkt informiert werden. Für die Ostseeküste werden die Informationen über das Wasserstandsgeschehen direkt vom BSH an alle Kommunen, Städte und interessierte Stellen weitergeleitet.

Auf den Internetseiten der Küstenländer sind Informationen zu den Grundsätzen des Küstenschutzes, zu Auswirkungen des Klimawandels und zu aktuellen Bauvorhaben zum Zwecke des Küstenschutzes enthalten. So führt beispielsweise das Bundesland Niedersachsen eine Liste mit Antworten auf häufig gestellte Fragen im Zusammenhang mit dem Küstenschutz und Deichbau (s. unten bei den Links, z.B. [16]) oder es werden ausgewählte Projekte kurz skizziert [15].



F: Einige nützliche Links

Häufig gestellte Fragen - FAQ

http://www.nlwkn.niedersachsen.de/hochwasser_kuestenschutz/kuestenschutz/antworten_auf_haeufig_gestellte_fragen/kuestenschutz-und-deichbau-in-niedersachsen-45182.html

Bund und Länder

www.umweltbundesamt.de

Suchbegriff Küstenschutz

<http://www.regierung-mv.de/Landesregierung/lm/Umwelt/Wasser>

Mecklenburg-Vorpommern

[http://www.stalu-](http://www.stalu-mv.de/cms2/StALU_prod/StALU/de/mm/Themen/Kuestenschutz/Regelwerk_Kuestenschutz_M-V/index.jsp)

[mv.de/cms2/StALU_prod/StALU/de/mm/Themen/Kuestenschutz/Regelwerk_Kuestenschutz_M-V/index.jsp](http://www.stalu-mv.de/cms2/StALU_prod/StALU/de/mm/Themen/Kuestenschutz/Regelwerk_Kuestenschutz_M-V/index.jsp)

http://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/LKN/lkn_node.html

Schleswig-Holstein

www.umwelt.niedersachsen.de

Niedersachsen

www.nlwkn.de

Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

https://www.nlwkn.niedersachsen.de/hochwasser_kuestenschutz/kuestenschutz/kuestenschutz-in-niedersachsen-sicherheit-fuer-die-menschen-45612.html

Küstenschutz in Niedersachsen - ein erster
Überblick

<http://lkn.schleswig-holstein.de/>

Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark
und Meeresschutz Schleswig-Holstein

Forschungszentren und Universitäten

www.kfki.de

Kuratorium für Forschung im Küsten-
ingenieurwesen

www.iww.rwth-aachen.de

Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft
der RWTH Aachen University

www.tuhh.de/wb

Institut für Wasserbau der TU Hamburg

<https://www.hzg.de/index.php.de>

Institut für Küstenforschung - Helmholtz-Zentrum
Geesthacht

www.lwi.tu-bs.de/

Leichtweiß-Institut für Wasserbau der
TU Braunschweig

www.lufi.uni-hannover.de

Ludwig-Franzius-Institut für Wasserbau, Ästuar-
und Küsteningenieurwesen

www.bau.uni-siegen.de/fwu/wb/

Lehrstuhl für Hydromechanik, Binnen- und
Küstenwasserbau der Universität Siegen

www.auf-gk.uni-rostock.de

Universität Rostock

Verbände

www.bwk-mv.de

Navigation: Küstentag unter Veranstaltungen

www.lawa.de

Suchbegriff Küstenschutz

www.htg-online.de

Die Hafentechnische Gesellschaft e.V.

www.stiftung-deutscher-kuestenschutz.de

Stiftung Deutscher Küstenschutz



Ausschuss für gesellschaftliche Fragen der Umwelttechnik

Quellen:

- [1] Küstenschutzstrategien - Bericht der FAK-Arbeitsgruppe, Die Küste, 79 (2009), 1-74 oder <http://vzb.baw.de/die-kueste/0/k076101.pdf> - letzter Zugriff am 20.01.2017
- [2] www.bwk-bund.de
- [3] Europäisches Parlament & Europäischer Rat 2002: Empfehlungen des Europäischen Parlamentes und Rates vom 30. Mai 2002 zur Umsetzung einer Strategie für ein integriertes Management der Küstengebiete in Europa (2002/413/EG), Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 148/24 vom 6. Juni 2002
- [4] <http://www.ikzm-strategie.de/> letzter Zugriff am 24.01.2017
- [5] http://www.ikzm-strategie.de/dokumente/endbericht_kabinettversion_30032006.pdf - letzter Zugriff am 24.01.2017
- [6] www.waddensea-secretariat.org - letzter Zugriff am 24.01.2017
- [7] Gesetz über die Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ GAKG, vom 3. September 1969, BGBl 1969 I S. 1573, neu gefasst durch Bekanntmachung vom 21.07.1988 BGBl 1988 I S. 1055, zuletzt geändert durch Art. 2 vom 02.05.2002 BGBl 2002 I S. 1527)
- [8] <http://www.kfki.de> - letzter Zugriff am 24.01.2017
- [9] Bundeswasserstraßengesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Mai 2007 (BGBl. I S. 962; 2008 I S. 1980), geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 23. Dezember 2016 (BGBl. I S. 3224)
- [10a] Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz: Generalplan Küstenschutz Niedersachsen/Bremen Teil Festland, 2007
- [10b] Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz: Generalplan Küstenschutz Niedersachsen Teil Ostfriesische Inseln, 2010
- [11] Ministerium für ländliche Räume, Landesplanung, Landwirtschaft und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein: Generalplan Küstenschutz - integriertes Küstenschutzmanagement in Schleswig-Holstein, Kiel, 2001
- [12] PROBST, B.: Leitbild und Ziele des Küstenschutzes in Schleswig-Holstein. Wasser und Boden 46, 11,1998, zit. in [1]
- [13] http://www.stalu-mv.de/cms2/StALU_prod/StALU/de/mm/Themen/Kuestenschutz/Regelwerk_Kuestenschutz_M-V/index.jsp
- [14] http://www.nlwkn.niedersachsen.de/hochwasser_kuestenschutz
- [15] http://www.nlwkn.niedersachsen.de/hochwasser_kuestenschutz/kuestenschutz/ausgewaehlte_projekte/
- [16] http://www.nlwkn.niedersachsen.de/hochwasser_kuestenschutz/kuestenschutz/antworten_auf_haeufig_gestellte_fragen/kuestenschutz-und-deichbau-in-niedersachsen-45182.html
- [17] Richtlinie 2007/60/EG über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken vom 23. Oktober 2007, Abl. L 288 der EU vom 06 November 2007, S. 27