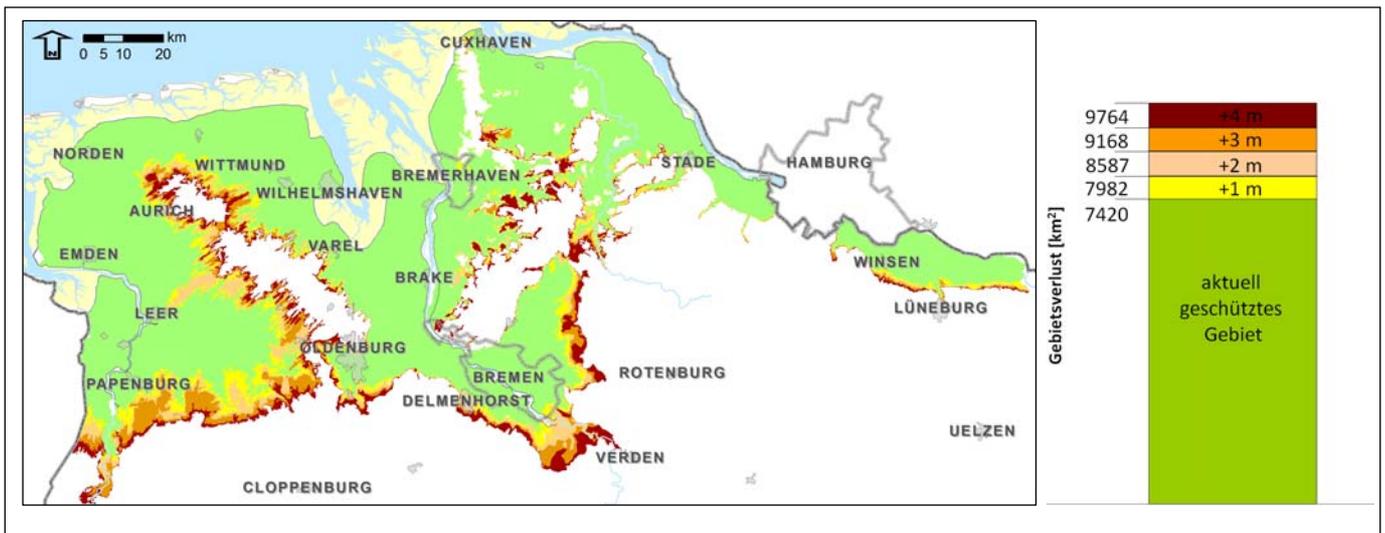




Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
-Forschungsstelle Küste-



Anne Ritzmann & Hanz D. Niemeyer

Gebietsverluste bei der Strategie Rückzug als Reaktion auf Klimaänderungsfolgen im niedersächsischen Küstengebiet



Niedersachsen

Herausgeber:

Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN)
Geschäftsbereich Gewässerbewirtschaftung und Flussgebietsmanagement
-Forschungsstelle Küste-
2011

Titelblatt: geschütztes Gebiet und Flächenverluste bei Anhebung der Höhenbegrenzungen

NLWKN - Forschungsstelle Küste
An der Mühle 5, 26548 Norderney
Tel.: 04932-916-0
Fax: 04932-1394
E-Mail: Hanz-Dieter.Niemeyer@nlwkn-ny.niedersachsen.de

**NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR
WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ
Betriebsstelle Norden-Norderney
-Forschungsstelle Küste-**

Anne Ritzmann & Hanz D. Niemeyer

**Gebietsverluste bei der Strategie Rückzug
als Reaktion auf Klimaänderungsfolgen
im niedersächsischen Küstengebiet**

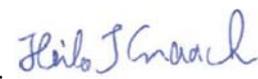
Norderney, im Juli 2011

Geschäftsbereichsleiter
Forschungsstelle Küste



Dipl.- Ing. Hanz Dieter Niemeyer

Aufgabenbereichsleiter
Forschungsstelle Küste

i .V. 

Dipl.- Geol. Heiko Knaack M.E.

Ritzmann, A. & H.D. Niemeyer (2011): Gebietsverluste bei der Strategie Rückzug als Reaktion auf Klimaänderungsfolgen im niedersächsischen Küstengebiet				
NLWKN-Forschungsstelle Küste	Forschungsbericht 02/11	unveröffentlicht	1 - 10	Norderney

Gebietsverluste bei der Strategie Rückzug als Reaktion auf Klimaänderungsfolgen im niedersächsischen Küstengebiet

Anne Ritzmann & Hanz D. Niemeyer

Inhaltsverzeichnis

1. <i>Einleitung</i>	1
2. <i>Bearbeitungsgebiet</i>	2
3. <i>Methode</i>	3
4. <i>Ergebnisse</i>	4
5. <i>Zusammenfassung und Schlussfolgerungen</i>	8
6. <i>Literatur</i>	9
<i>Anlage</i>	9

1. Einleitung

Mögliche Folgewirkungen zukünftiger Klimaänderungen wie die damit einhergehende Beschleunigung des Meeresspiegelanstiegs, verstärkte Sturmintensität und daraus sich entwickelnde morphodynamische Reaktionen stellen die Küstenregionen weltweit vor besondere Herausforderungen hinsichtlich der Sturmflutsicherheit des Hinterlandes. Allein in Niedersachsen leben 1,2 Millionen Menschen auf 14 % der Landesfläche in sturmflutgefährdeten Regionen des Küstengebietes und entlang der Tideästuarien. Zudem wird durch den Küstenschutz in Niedersachsen eine große Zahl von Menschen in den Nachbarländern Bremen und Hamburg sowie in der niederländischen Provinz Groningen mittelbar geschützt. Die Einheitswerte der in den geschützten Gebieten befindlichen Immobilien betragen etwa 12 Milliarden (REGIERUNGSKOMMISSION KLIMASCHUTZ 2012); die Verkehrswerte liegen um ein Vielfaches höher. Um die bisher gewährte Sicherheit für Leib und Leben sowie Hab und Gut auch in Zukunft hinreichend gewähren zu können, ist es zwingend erforderlich, sich vorausschauend mit der Bandbreite möglicher Änderungsszenarien zu befassen und darauf abgestellt möglichst nachhaltige Anpassungsstrategien einschließlich der Option alternativer Strategien zum in Niedersachsen traditionellen linienhaften Insel- und Küstenschutz zu entwickeln.

Im Rahmen solcher Untersuchungen wurde im Forschungsthema A-KÜST des Forschungsprogramms KLIFF (Klimafolgenforschung Niedersachsen) an der Forschungsstelle Küste die Strategie Rückzug (IPCC 1990) hinsichtlich ihrer Eignung als Alternative zum traditionell praktizierten linienhaften Küstenschutz für verschiedene Szenarien und damit verbundener Auswirkungen überprüft. Diese Strategie stellt die weitestreichende und absolut sichere Möglichkeit dar, sich der Gefahr von Überflutungen bei steigendem Meeresspiegel nachhaltig zu entziehen: mit der vollständigen Verlagerung aller dauerhaft genutzten Siedlungs-, Wirtschafts- und Infrastruktureinrichtungen in oberhalb des höchsten regional zu erwartenden Sturmflutwasserstandes liegende Gebiete ist eine absolute Sicherheit vor Sturmfluten gegeben; die Nutzung der sturmflutgefährdeten Gebiete ist dann nur noch vorübergehend und stark eingeschränkt möglich (NIEMEYER ET AL. 2011b).

Für Niedersachsen würde dies den Rückzug aus dem im Niedersächsischen Deichgesetz festgelegten geschützten Gebiet bedeuten, dass alle im Schutz von Deichen und Sperrwerken gelegenen Grundstücke sowie die von diesen Bereichen umschlossenen Bodenerhebungen umfasst (NDG 2004).

Dass der Ansatz zur Ermittlung der Folgewirkungen einer Umsetzung der Strategie Rückzug wirklichkeitsnah ist, zeigen die für die Region Ostfriesland dokumentierten Überflutungsbereiche der Weihnachtsflut von 1717 (Abb. 1), die heute wegen des seither erfolgten Meeresspiegelanstiegs bei gleichen meteorologischen und hydrodynamischen Bedingungen um über 70 cm höher auflaufen würde (NIEMEYER 2005).

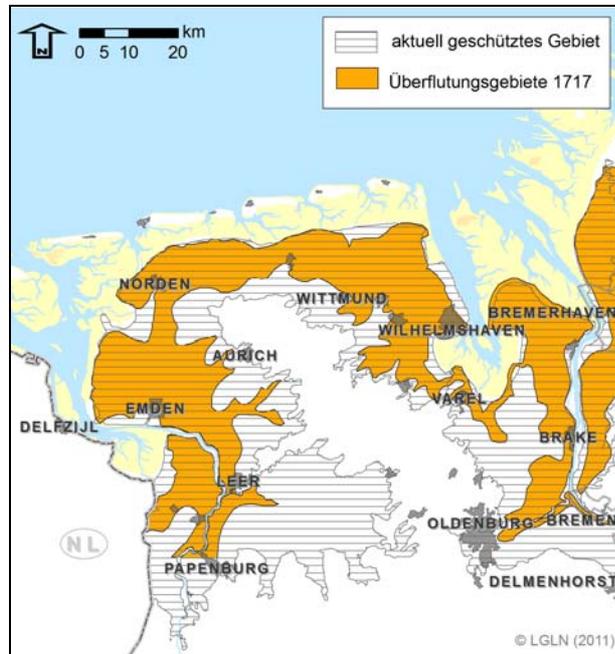


Abb. 1: aktuell geschütztes Gebiet und dokumentierte Überflutungsbereiche 1717 in den westlichen Landesteilen Niedersachsens nach ARENDS (1833), nachbearbeitet von HOMEIER (FSK 1980)

2. Bearbeitungsgebiet

Niedersachsen ist eine sowohl glazial als auch postglazial geprägte Landschaft mit küstennahen niedrig gelegenen holozänen Marsch- und Mooregebieten und räumlich anschließenden, höher gelegenen pleistozänen Geestbereichen. Entlang der Tideästuarien finden sich zudem Niederungsgebiete, die teilweise tiefer liegen als die Küstengebiete (Abb. 2).

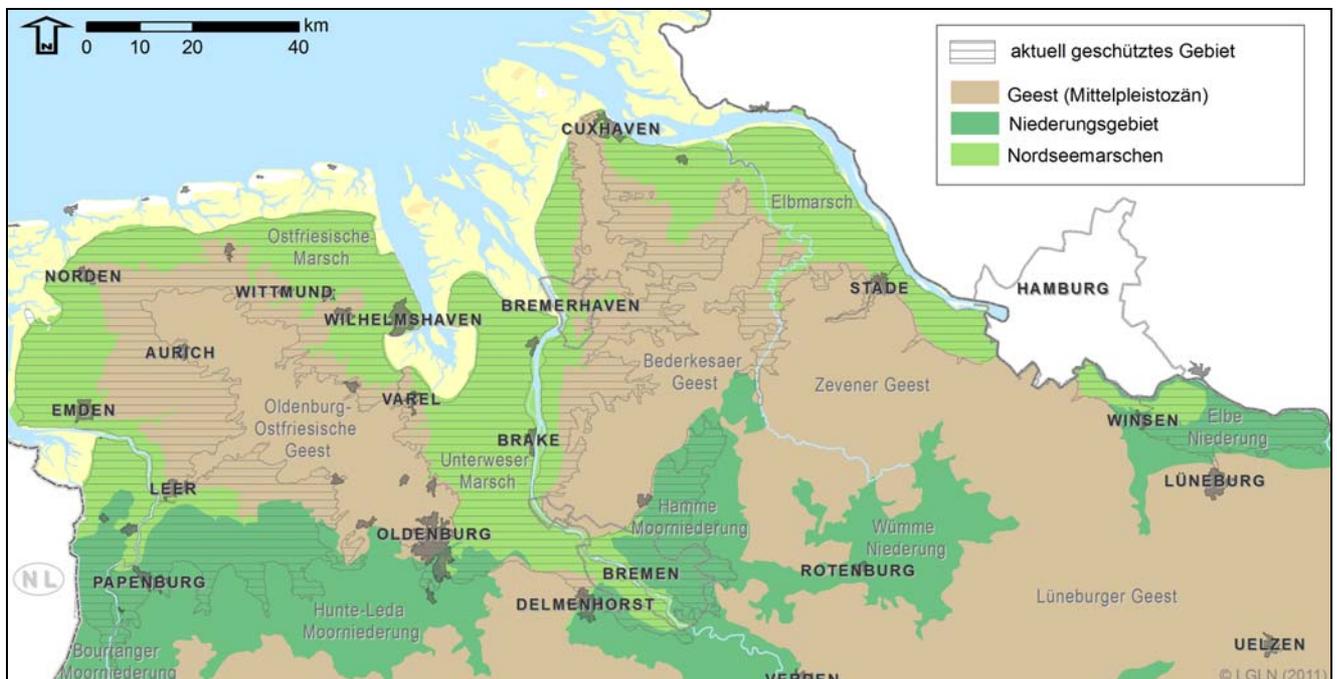


Abb. 2: Landschaftsformen und aktuell geschütztes Gebiet

Die Marschgebiete sind überwiegend von Höhen bis $NN+ 3$ m bestimmt. Der Höhenzug der Oldenburg-Ostfriesischen Geest durchbricht die Ostfriesische Marsch in südöstlicher Richtung von Norden über Aurich bis Oldenburg mit maximalen Höhen um $NN+ 20$ m. Dieser Geestrü-

cken bildet zudem die nördliche Begrenzung der Hunte-Leda Moorniederung sowie des Bourtinger Moors an der niederländischen Grenze.

Von Bremerhaven bis Cuxhaven teilt ein nördlicher Ausläufer der Bederkesaer Geest mit Höhen bis NN+ 30 m die Unterwesermarsch von der Elbmarsch und reicht bei Cuxhaven bis an die Wattkante. Neben Dangast im Jadebusen findet sich hier der einzige Küstenstreifen entlang der niedersächsischen Küste mit hinreichend hoher Lage für einen naturgegebenen Sturmflutschutz. Südöstlich von Bremerhaven verlaufen Bederkesaer und Zevener Geest, welche durch die Moorniederung der Hamme teilweise unterbrochen wird. Im Osten schließen sich die Niederungsgebiete der Wümmen und die Geestlandschaft der Lüneburger Heide an und erstrecken sich bis zu Elbmarsch und -niederung.

3. Methode

Die Erfassung potentieller Überflutungsgebiete infolge zukünftig erhöhter Sturmflutwasserstände im Fall eines sehr stark beschleunigten Meeresspiegelanstieg erfolgen hinsichtlich ihrer Ausdehnung und Flächenermittlung mit Hilfe des Geografischen Informationssystems ESRI-ArcGIS10. Auswertungsgrundlagen sind die Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung (LGLN 2011).

Als wesentliche Datengrundlage dienen digitale Geländemodelle (DGM). Sie repräsentieren die Höheninformationen der Erdoberfläche anhand einer definierten Menge von Datenpunkten und reproduzieren sie über ein regelmäßiges Gitter (LILLESAND ET AL. 2008). Für die Untersuchungen stehen zwei Geländemodelle unterschiedlicher Auflösung zur Verfügung. Ein hochaufgelöstes Modell mit einer Gitterweite von 5 m umfasst ganz Niedersachsen (DGM5), spart jedoch einige Bereiche von Bremen und Bremerhaven aus. Unterstützend wird daher ein vollständiges, mit 20 m Gitterweite gröberes Modell (DGM20), für die Auswertungen genutzt.

Die seeseitige Flächenabgrenzung entspricht der Hauptdeichlinie (NDG 2004). Für Gebiete ohne gewidmete Deichlinie wurde die Begrenzung auf Grundlage einer Topografischen Karte im Maßstab 1:10.000 digitalisiert. Gewässerabschnitte, wie Flüsse und Kanäle, wurden soweit wie möglich ausgespart, da diese Flächen permanent wasserbedeckt und somit für die Fragestellung irrelevant sind.

Um potentielle Flächenverluste für das niedersächsische Küstengebiet quantifizieren zu können, wurden ergänzend zur gegenwärtigen Ausgangslage verschiedene sehr pessimistische Szenarien für zukünftige Sturmflutwasserstände angesetzt, bei denen in Meterschritten von ein bis vier Metern oberhalb der jetzigen Höhenstufen der geschützten Gebiete eine Räumung zur Gewährleistung absoluter Sturmflutsicherheit angenommen wird. Das Bearbeitungsgebiet wurde entsprechend der im NDG (2004) festgelegten Höhenstufen geografisch gegliedert (Abb. 3): in den westlichen überwiegend niedrig gelegenen Bereich Ems-Ostfriesland von Emden bis Varel bis NN+ 5 m, den östlich anschließenden Bereich Jade-Weser bis zur NN+ 6 m-Höhenlinie und die geschützten Gebiete entlang der Elbe mit ansteigenden Höhenstufen von NN+ 6 m über NN+ 7 m, NN+ 7,5 m bis NN+ 8 m.

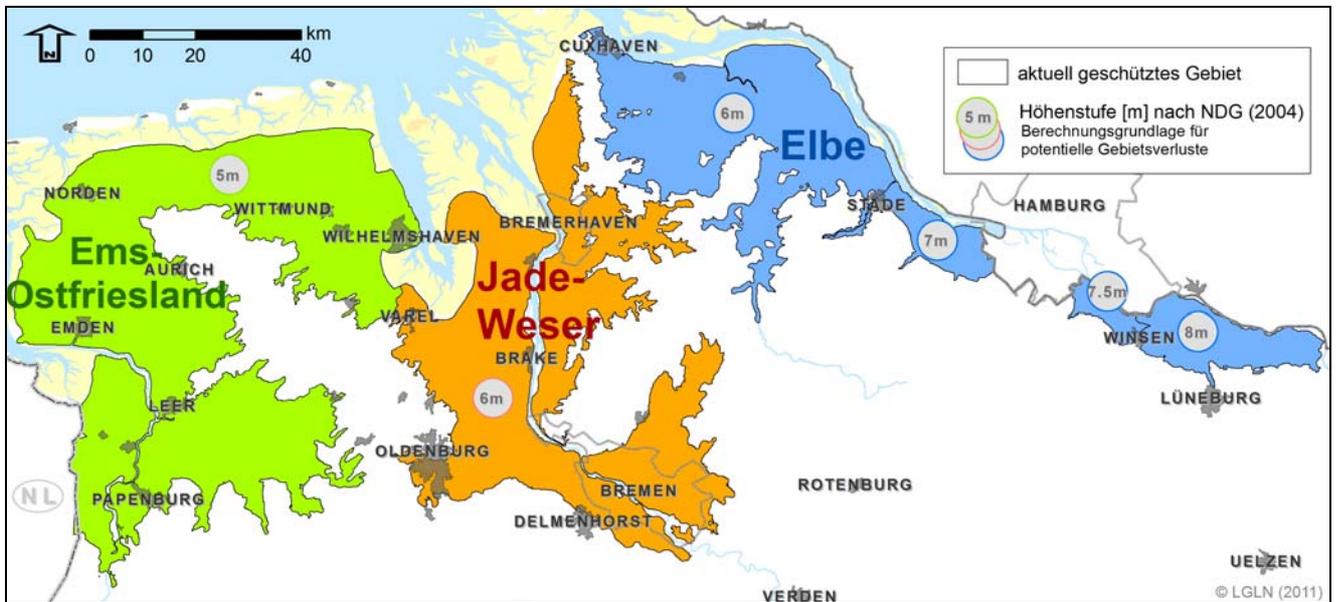


Abb. 3: Höhenstufen landseitiger Grenzen der geschützten Gebiete nach Niedersächsischem Deichgesetz (2004)

Die Auswertung erfolgte soweit möglich auf Grundlage des DGM5 im Bearbeitungsmaßstab 1:10.000. Im Teilgebiet Jade-Weser ist an den Grenzbereichen zu Bremen und Bremerhaven dieses Geländemodell unvollständig, weshalb hier das DGM20 zu Grunde gelegt werden musste. Um Abweichungen der Flächenberechnungen von DGM5 zu DGM20 aufgrund der unterschiedlichen Auflösung der Ausgangsrasterinformationen feststellen zu können, wurde das gesamte Bearbeitungsgebiet zusätzlich auch für das DGM20 ausgewertet.

Der Vergleich der beiden Geländemodelle zeigt Abweichungen der berechneten Flächengrößen von 0,5 bis 4,2 %, lediglich im Bereich Ems-Ostfriesland tritt eine Differenz bis 8,3 % auf (Anhang: Tab. 2). Diese festgestellten Unterschiede belegen eine hinreichende Genauigkeit des größeren DGM20, um damit -ohne die Gefahr verfälschender Effekte- die Datenlücken im Bearbeitungsgebiet Weser auszuwerten.

4. Ergebnisse

Das aktuell in Niedersachsen geschützte Gebiet umfasst eine Fläche von 7420 km² (Tab. 1), wovon 3207 km² auf den Bereich der Ostfriesischen Marsch und südlich angrenzende Moorniederungen sowie tiefer liegende Anteile der Geest entfallen (Abb. 5). Weitere 2372 km² umschließen die Unterwesermarsch und Teile der südlich anschließenden Moorniederung und des östlich gelegenen Geestrückens (Abb. 6). Die übrigen 1841 km² entfallen auf das von Elbmarsch und -niederung geprägte östliche Teilgebiet (Abb. 7). Im Norden umfasst das Bearbeitungsgebiet Elbe zudem auch einen Teil niedrig gelegener

Geest.

Bei Abkehr vom gegenwärtig praktizierten Küstenschutz und Umsetzung der Strategie Rückzug müsste die hier ermittelte Fläche von 7420 km² aktuell geschützten Gebietes aufgegeben werden, da dann die Sturmflutsi-

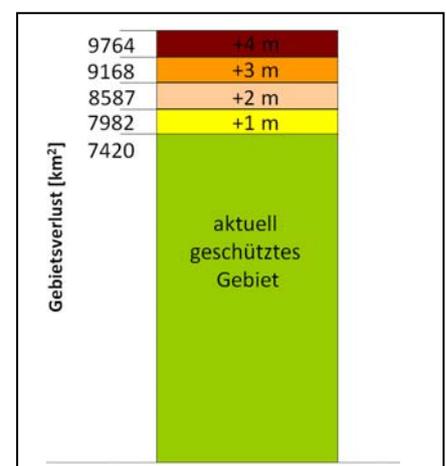


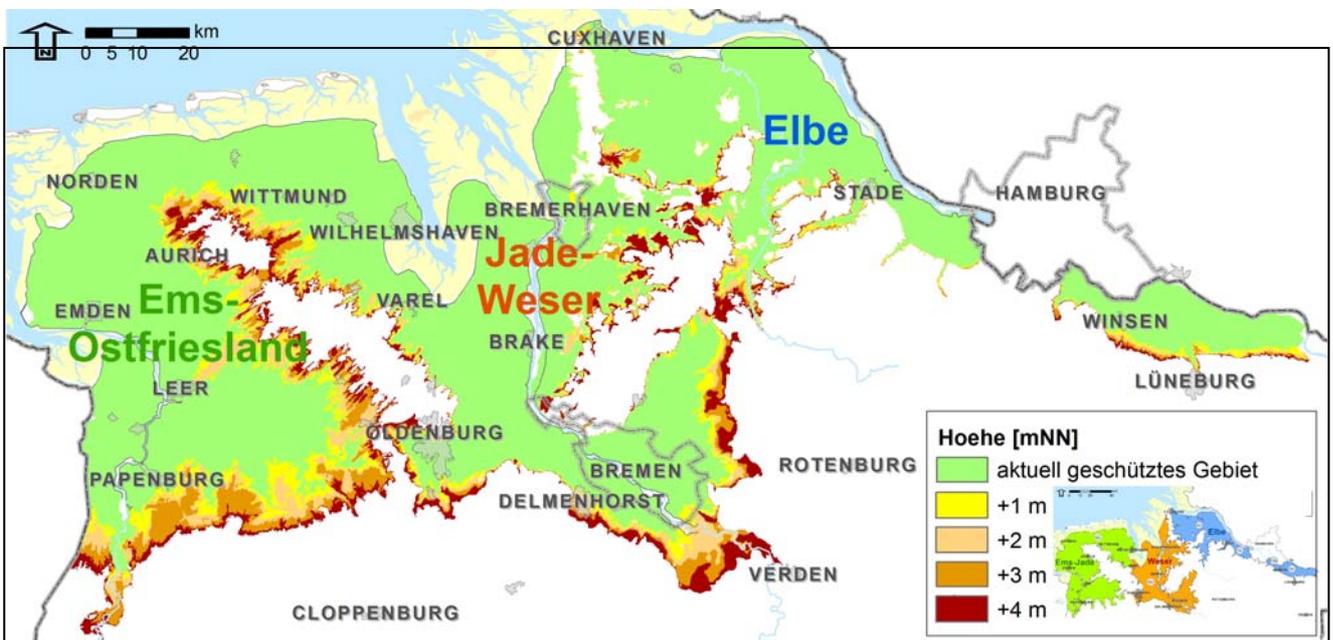
Abb. 4: Gebietsverluste bei Aufgabe des geschützten Gebiets und zusätzliche Verluste durch Anhebung der Gebietsbegrenzung um 1 bis 4 m

cherheit nicht mehr gegeben wäre.

Ein Rückzug in höher gelegene Gebiete durch Anhebung der Gebietsbegrenzungen um 1 bis 4 Höhenmeter würde mit Flächenverlusten im Rahmen von 562 km² bis 605 km² je zusätzlichen Meter Anstieg einhergehen (Tab. 1) und dadurch entsprechend einem Gesamtverlust von 9764 km² (Abb. 4).

Bei Erweiterung der Höhenbegrenzungen um einen Meter wäre mit einem zusätzlichen Flächenverlust von 562 km² zu rechnen. Davon wäre vor allem der westliche überwiegend von niedrig gelegenen Strukturen geprägte Bereich mit 316 km² betroffen (Abb. 5). Im zentralen und östlichen Bereich wären aufgrund der ausgeprägten Geestformationen mit teils steilen Höhengradienten geringere Flächenverluste von 162 km² bzw. 84 km² zu erwarten.

Tab. 1: Gebietsverluste im niedersächsischen Küstengebiet bei Aufgabe der aktuell geschützten Gebiete und zusätzliche Verluste durch Anhebung der Höhenstufen zur Gebietsbegrenzung (Berechnungsgrundlage DGM5, *DGM20)



	geschütztes Gebiet	Gebietsverluste			
		+1 m	+2 m	+3 m	+4 m
Ems-Ostfriesland	3207 km ²	316 km ²	661 km ²	1023 km ²	1256 km ²
Jade-Weser	2372 km ²	162 km ²	*341 km ²	*490 km ²	*768 km ²
Elbe	1841 km ²	84 km ²	165 km ²	235 km ²	320 km ²
∑ Küstengebiet	7420 km ²	562 km ²	1167 km ²	1748 km ²	2344 km ²
Gesamtgebietsverlust	7420 km ²	7982 km ²	8587 km ²	9168 km ²	9764 km ²
Verlust je Höhenstufe	7420 km²	562 km²	605 km²	581 km²	596 km²

Für das Szenario eines Rückzugs um zwei Höhenmeter würde eine Fläche von 1167 km² zusätzlich zum aktuell geschützten Gebiet verloren gehen. Im Vergleich zu einer Erweiterung der Gebietsbegrenzungen um einen Meter wären etwa doppelt so große Landflächen betroffen:

661 km² im westlichen Bereich, 341 km² in den Niederungen im Teilgebiet Jade-Weser und 165 km² an der Elbe.

Sollten die Gebietsbegrenzungen um drei Höhenmeter angehoben werden, würden 1748 km² aktuell sturmflutsicherer Fläche eingebüßt. Dies entspricht knapp einem Viertel (23,5 %) zusätzlicher Überflutungsflächen im Küstengebiet. Besonders betroffen wären mit 1023 km² Moorniederungen an der Ems und mit 490 km² Flussniederungen der Weser. Im Bereich der Elbe gingen 235 km² verloren.

Eine Ausweitung des Rückzugs um vier Höhenmeter ergäbe einen Gesamtverlust für das Küstengebiet von 2344 km². Damit ginge eine zusätzliche Fläche verloren, die in etwa einem Drittel (31,7 %) des aktuell geschützten Gebiets entspricht. Am stärksten betroffen wäre das Teilgebiet Ems-Ostfriesland mit 1256 km². Im Bereich Jade-Weser gingen 768 km² verloren und in Elbmarsch und -niederung weitere 320 km².

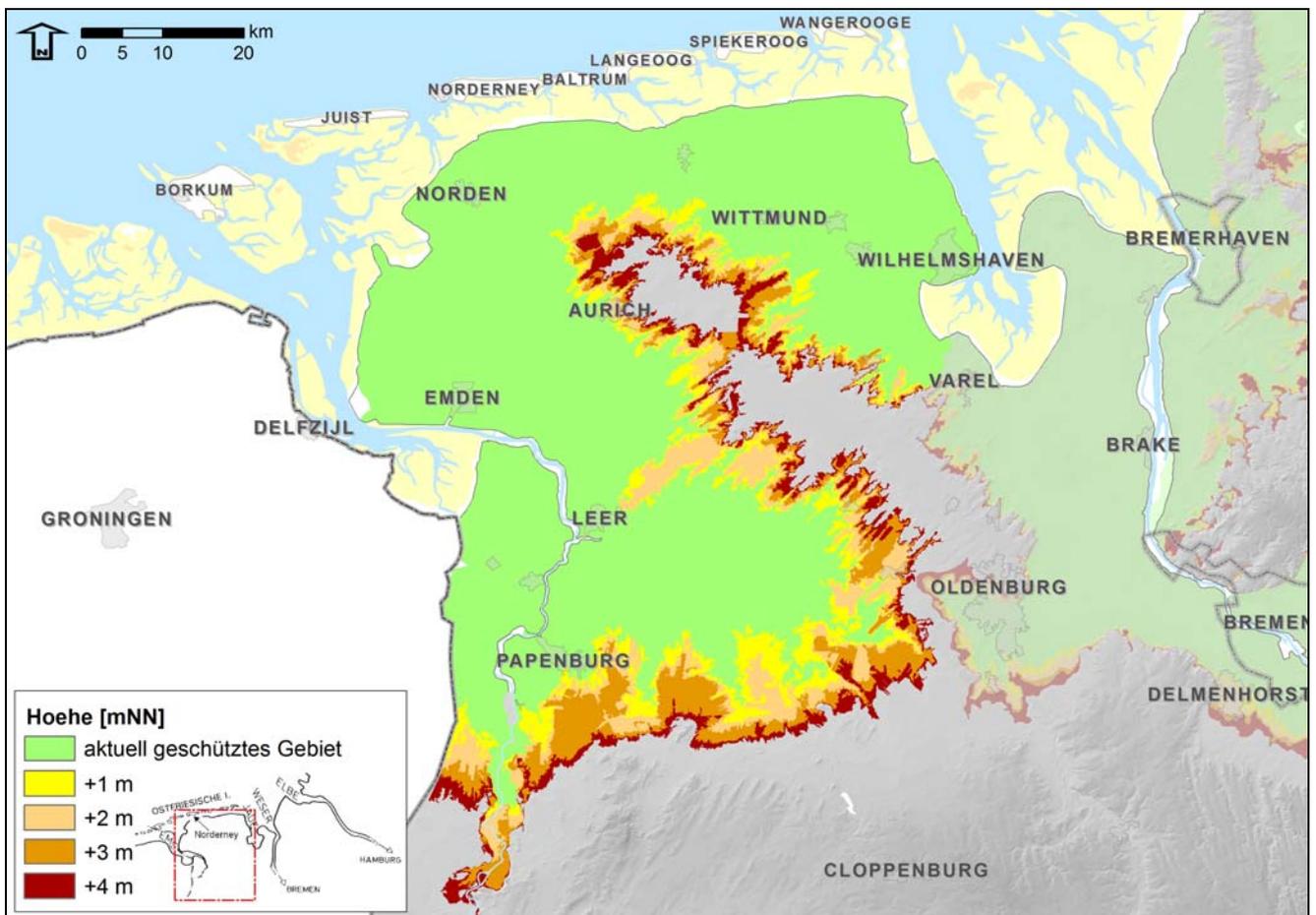


Abb. 5: Gebietsverluste für das Bearbeitungsgebiet Ems-Ostfriesland, aktuell geschütztes Gebiet bis NN +5 m (Datengrundlage DGM5)

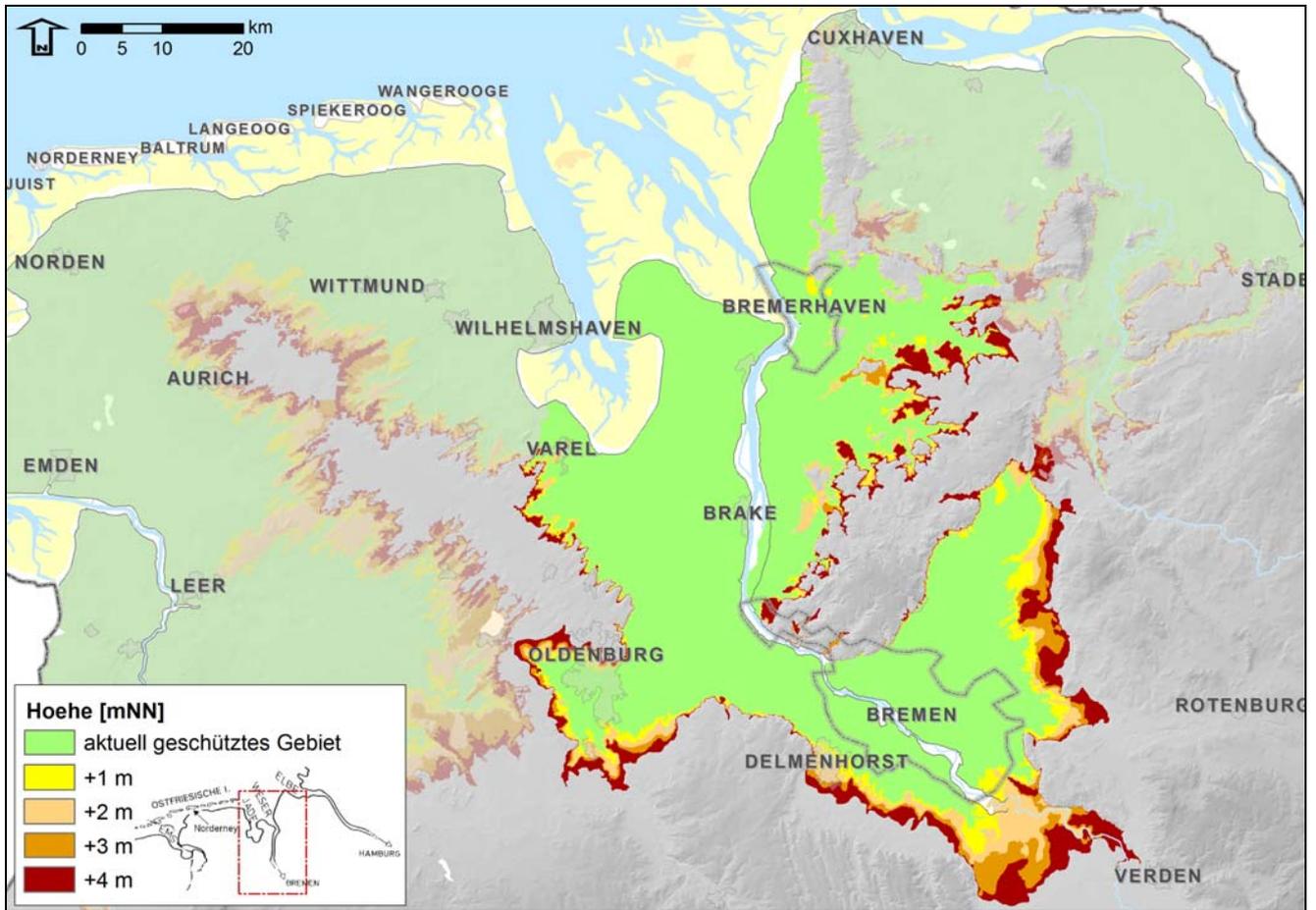


Abb. 6: Gebietsverluste für das Bearbeitungsgebiet Jade-Weser, aktuell geschütztes Gebiet bis NN +6 m (Daten-grundlage DGM5 und DGM20)

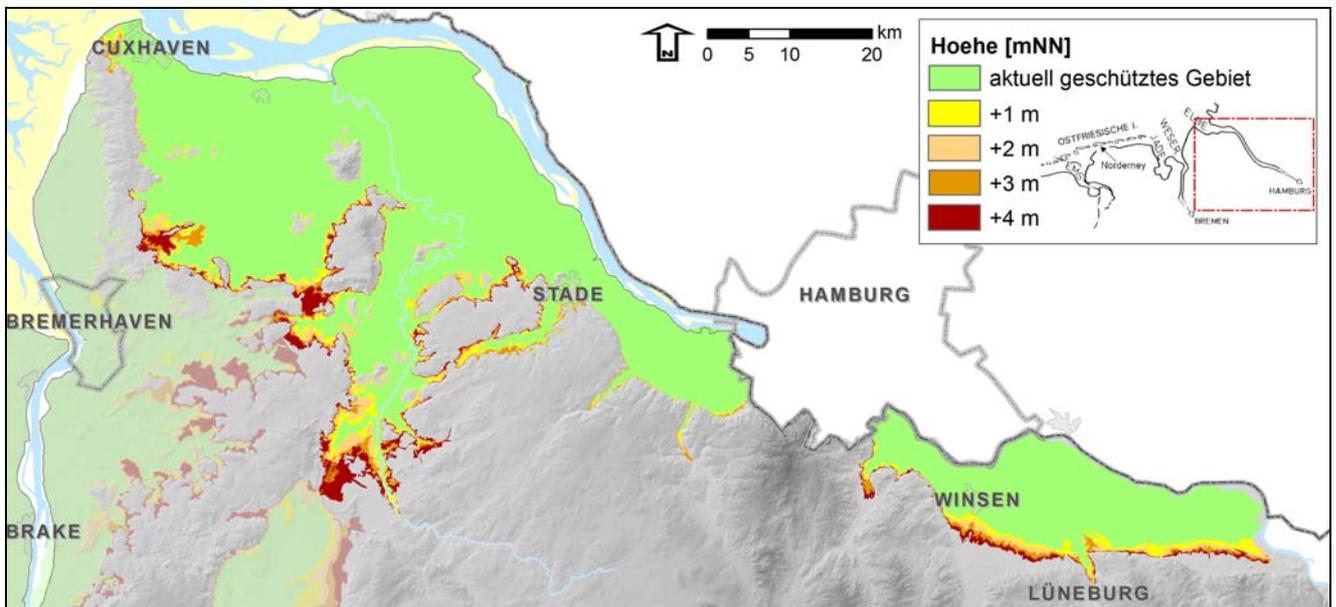


Abb. 7: Gebietsverluste für das Bearbeitungsgebiet Elbe, aktuell geschütztes Gebiet bis NN +6 m für den Bereich Cuxhaven bis Stade, NN +7 m für die Fläche südöstlich von Stade, +7,5 m westlich von Winsen, NN +8 m östlich von Winsen (Datengrundlage DGM5)

5. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die zu erwartenden Klimaänderungsfolgen wie beschleunigter Meeresspiegelanstieg, erhöhte Sturmintensität mit höheren Stauausbildungen bei Sturmfluten, morphodynamische Reaktionen und energiereicherer Seegang werden an den Küstenschutz in vielen Teilen der Welt bisher unbekannte Herausforderungen stellen. Wegen der für die Umsetzung von Planungen im Küstenschutz anzusetzenden langen Reaktionszeiten ist es zwingend erforderlich, Auswirkungen der Klimaänderungsfolgen und geeignetes Reagieren durch Planung frühzeitig vorausschauend vorzunehmen. Mit dieser Zielsetzung wurden im Rahmen des niedersächsischen Programms Klimaänderungsfolgenforschung (KLIF) im Forschungsthema A-KÜST alternative Strategien für den Küstenschutz für den Zeitraum bis 2100 untersucht und evaluiert. Hier sind die Auswirkungen der Strategie Rückzug für das niedersächsische Küstengebiet für verschiedene, teilweise pessimistische Szenarien konkretisiert und quantifiziert worden.

Rückzug ist die konsequenteste Strategie, sich der Gefahr von Überflutungen zu entziehen. Mit dem Rückzug in Gebiete oberhalb des höchsten regional zu erwartenden Sturmflutwasserstands ist eine absolute Sicherheit vor Sturmfluten gegeben; die Nutzung der sturmflutgefährdeten Gebiete ist dann nur noch vorübergehend und stark eingeschränkt möglich. Dauerhaft wirksam ist sie aber nur dann, wenn bei steigendem Meeresspiegel und wachsendem Stau der Sturmfluten immer wieder Gebiete vorausschauend aufgegeben werden.

Für Niedersachsen würde die Umsetzung der Strategie Rückzug die Aufgabe des aktuell geschützten Gebiets bedeuten. Um die Lösung langfristig zukunftsicher zu gestalten, wäre entweder vorsorglich eine Pufferzone mit geringerer Nutzungsintensität als in den als langfristig als sicher eingestuften Bereichen einzurichten oder aber in langfristiger Planung eine Kopplung zwischen Lebensdauer von Infrastruktur und zu erwartender weiterer Aufgabe von Gebieten bei steigenden Sturmflutscheiteln vorzusehen. Die Gebietsverluste werden gegenüber denen bei Aufgabe des jetzt geschützten Gebiets auch bei einer weiteren Ausrichtung an stark steigenden Sturmflutscheiteln verhältnismäßig wenig ändern: Das aktuell in Niedersachsen geschützte Gebiet umfasst eine Fläche von 7420 km². Bei einer Erhöhung der Sturmflutwasserstände und einer daran orientierten Ausrichtung der Höhenstufen für den Rückzug von ein bis vier Metern ist mit einem Gebietsverlust von etwa 600 km² je Meter zu rechnen. Eine Anpassung an höhere Sturmflutscheitel und Aufgabe aller Gebiete um vier Meter oberhalb der jetzigen Höhenstufen des geschützten Gebiets würde zu einem Gesamtverlust von 9764 km² führen.

Unabhängig von Modifikationen der konkreten Ausrichtung der Strategie Rückzug würden bei ihrer Umsetzung allein in Niedersachsen die Lebensgrundlagen von mehr als einer Million Menschen vollständig verloren gehen. Einhergehen würde damit ein hoher Verlust an volkswirtschaftlichen Werten; in der Bilanz wird er durch die Aufwendungen verstärkt, die für die Schaffung neuer Lebensgrundlagen der umzusiedelnden Küstenbewohner aufzubringen wären. Bei einer solchen Bilanz ist außerdem zu berücksichtigen, dass sich ein Teil der bisherigen Wertschöpfungen nur äußerst unzureichend in die neuen Lebensbereiche der Küstenbewohner transferieren ließe, wie zum Beispiel Fischerei und Tourismus. Neben dem volkswirtschaftlichen Schaden ist die Einbuße an kulturellen Werten zu berücksichtigen, der sowohl eine materielle als auch eine wesentliche immaterielle Bedeutung beigemessen werden muss. Nicht zuletzt bedeutet der Rückzug aus sturmflutgefährdeten Gebieten einen Verlust an erlebter Heimat für zwei bis drei Generationen von Küstenbewohnern.

Demgegenüber stände mit der Aufgabe des Küstenschutzes zum einen die völlige Ersparnis bisher dafür erbrachter Aufwendungen und zum anderen der Gewinn eines weitestgehend naturbelassenen amphibischen Naturraums, in dem sich diesem Lebensraum angepasste Tier- und Pflanzenpopulationen ansiedeln könnten.

Gemessen an den volkswirtschaftlichen Verlusten, die mit einer Aufgabe der geschützten Gebiete verbunden wären, sind die damit erzielbaren Einsparungen aus dem Verzicht auf Küstenschutz als ausgesprochen nachrangig anzusehen: in den geschützten Gebieten befinden sich Immobilien mit mehr als 12 Milliarden Einheitswerten. Ohne Kapitalisierung wären selbst bei mehr als einer Verdoppelung der Aufwendungen für den Küstenschutz mehrere Jahrhunderte zur Kompensation erforderlich und entsprechend mehrfach längere Zeiträume beim Ansetzen der Verkehrswerte. Allein die Betrachtung dieses materiellen Aspekts zeigt eindeutig, dass praktizierter Küstenschutz -so lange er technisch umsetzbar ist- der strategischen Option Rückzug überlegen ist. Auch die Einbeziehung weiterer materieller Aspekte wie Wertschöpfungsverluste und immaterieller Güter wie der Verlust kultureller Werte und Heimat stützen dieses Ergebnis.

6. Literatur

ARENDS, F. (1833): *Physische Geschichte der Nordsee-Küste und deren Veränderungen durch Sturmfluthen seit der cymbrischen Fluth bis jetzt*. H. Woortman jun., Emden

FSK (1980): *Reisefibel. Forschungsstelle Küste, Norderney*

LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG NIEDERSACHSEN (2011): *Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung*

LILLESAND, T.M., R.W. KIEFER, J.W. CHIPMAN (2008): *Remote Sensing and Image Interpretation*. - 6th ed., Wiley & Sons

NIEDERSÄCHSISCHES DEICHGESETZ (NDG) 2004. Nds. GVBl. Nr.6/2004, 83 S.

NIEMEYER, H.D. (2005): *Sturmflutschutz an Niederrückküsten - Sind alternative Strategien sinnvoll?* In: FANSA, M. (Hrsg.): *Kulturlandschaft Marsch – Natur, Geschichte, Gegenwart*. Isensee-Verlag, Oldenburg

NIEMEYER, H.D., R. KAISER, H. KNAACK, P. DISSANAYAKE, M. MIANI, J. ELSEBACH, C. BERKENBRINK, G. HERRLING, A. RITZMANN (2011B): *Evaluation of Coastal Protection Strategies for Lowlands in Respect of Climate Change*. Proc. 34th IAHR Conference, Brisbane/Australia

IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) (1990): *Strategies for adaption to sea-level rise. Executive Summary of the Coastal Zone Management Subgroup*. Intergovernmental Panel on Climate Change – Response Strategies Working Group, The Hague/The Netherlands

REGIERUNGSKOMMISSION KLIMASCHUTZ – Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2012): *Empfehlung für eine niedersächsische Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels*. Hannover

Anlage

Tab. 2: Berechnungen von Flächenverlusten auf Grundlage digitaler Geländemodelle unterschiedlicher Auflösung (DGM5 und DGM20) und damit verbundene Differenzen

Bearbeitungsgebiete und	Fläche [km ²]	Differenz [%]
-------------------------	---------------------------	---------------

<i>begrenzende Höhenstufen</i>	<i>DGM5</i>	<i>DGM20</i>	
<i>Ems-Ostfriesland</i>			
<i>geschütztes Gebiet (NN+ 5 m)</i>	3207,2	3325,9	3,7
<i>Ausweitung um +1 m</i>	3523,5	3437,3	-2,4
<i>+2 m</i>	3867,8	3546,3	-8,3
<i>+3 m</i>	4230,2	4108,7	-2,9
<i>+4 m</i>	4463,6	4281,7	-4,1
<i>Jade-Weser</i>			
<i>geschütztes Gebiet (NN+ 6 m)</i>	2371,7	2324,2	-2,0
<i>Ausweitung um +1 m</i>	2533,9	2426,4	-4,2
<i>+2 m</i>	-	2712,7	-
<i>+3 m</i>	-	2861,7	-
<i>+4 m</i>	-	3139,9	-
<i>Elbe</i>			
<i>geschütztes Gebiet (NN+ 6/7/8 m)</i>	1841,4	1851,1	0,5
<i>Ausweitung um +1 m</i>	1925,5	1898,1	-1,4
<i>+2 m</i>	2006,4	1969,3	-1,8
<i>+3 m</i>	2076,4	2030,4	-2,2
<i>+4 m</i>	2161,7	2139,9	-1,0