
Multifunktionale Räume für Küsten- und Naturschutz



Dr. Frank Ahlhorn
Dr. Jürgen Meyerdirks

September 2017

„Diese Konzeptstudie wurde im Auftrag des WWF Deutschland erstellt und durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) gefördert. Er entstand im Rahmen des Projekts Pilotmaßnahmen zur Klimaanpassung mit Kommunen in der schleswig-holsteinischen Wattenmeer-Region“ (PiKKoWatt, www.wwf.de/watt/pikkowatt).

Der Bericht gibt die Meinung der Autoren wieder und muss nicht mit der Meinung des WWF oder des BMUB übereinstimmen.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS), im Programm „Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel“ (Förderschwerpunkt „Kommunale Leuchtturmvorhaben“). Förderkennzeichen: 03DAS049, Projektlaufzeit: 01.01.2015 – 31.12.2017“

Konzeptstudie

Multifunktionale Räume für Küsten- und Naturschutz

Zitiervorschlag:

Ahlhorn, F., Meyerdirks, J. (2017): Multifunktionale Räume für Küsten- und Naturschutz. Konzeptstudie im Auftrag der WWF Deutschland und durch das BMUB gefördert. Küste und Raum, Bremen und Varel.

Autoren:

Dr. Frank Ahlhorn
Dr. Jürgen Meyerdirks

Datum: September 2017

Büro Bremen

Katrepeler Landstr. 27
D – 28357 Bremen

Tel: 0421 – 36 48 06 78

Büro Varel

Heidebergstr. 82
D – 26316 Varel

Tel: 04451 – 80 86 83

Email: info@kueste-und-raum.de

Abstract

Seit Jahrhunderten bildet eine geschlossene Deichlinie den Schutz der Menschen vor Sturmfluten an der norddeutschen Küste. Die Einrichtung von Nationalparks und die Anerkennung des Wattenmeeres als Weltnaturerbe stellen neben den vorkommende Arten und Lebensräumen auch die naturraumtypischen Prozesse und ihre natürliche Dynamik unter strengen Schutz. Mit der Errichtung einer durchgehenden Deichlinie wurde die dynamische Anpassung tidebeeinflusster Landschaftstypen an sich verändernde natürliche Randbedingungen weitgehend unterbunden. Dies führt zu Anpassungsproblemen für den Küstenschutz, den Naturschutz und andere Nutzungsformen an der Küste. Die Etablierung multifunktionaler Räume für den Küsten- und Naturschutz eröffnet Möglichkeiten, den hydrologischen und klimatischen Veränderungen im Küstenraum, gemeinsam und Gewinn bringend für alle Seiten, zu begegnen. In dieser Studie wird ein Pfad für die Umsetzung multifunktionaler Räume und deren multipler Nutzung konzeptionell dargelegt, deren Operationalisierung mithilfe integrierter partizipativer Bewertungsprozesses vorgestellt, sowie Potentialanalysen zur Identifikation geeigneter Umsetzungsräume skizziert.

Inhalt

1	Hintergrund und Zielsetzung.....	5
2	Multifunktionale Räume für Küsten- und Naturschutz - Konzeptioneller Ansatz .	6
2.1	Aktuelle Situation.....	6
2.2	Konzeptentwurf - Raumorientierter Küstenschutz.....	12
2.3	Kernthesen für multifunktionale Räume	17
3	Skizze eines integrativen partizipativen Bewertungsprozesses zur Umsetzung von multifunktionalen Küsten- und Naturschutzräumen	23
3.1	Grundlagen.....	23
3.2	Prozessdesign und -ablauf	24
3.3	Beispielanwendung – Entwicklung eines multifunktionalen Küstenschutzraumes.....	26
3.3.1	Einleitung und Ausgangslage	26
3.3.2	Entwurf multifunktionaler Nutzung.....	26
3.3.3	Reflexion der Akteure zum Prozess.....	28
4	Potenzialanalyse zur Ermittlung von Eignungsräumen.....	30
4.1	Methodisches Vorgehen - ein Praxisbeispiel	30
4.2	Potenzielle Eignungsräume für die Umsetzung multifunktionaler Räume für Küsten- und Naturschutz in Niedersachsen und Schleswig-Holstein – eine exemplarische Auswahl	32
5	Schlussfolgerungen	36
6	Literatur.....	39

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Skizze der Küstenlandschaft ohne Deiche als trennende Linie zwischen dem Wattenmeer und der hohen Geest	6
Abb. 2: Typische Landschaftsgestaltung an der südlichen Nordseeküste	7
Abb. 3: Darstellung der Nomenklatur verschiedener Landschaftselemente im Hinblick auf den Küstenschutz	8
Abb. 4: Strategien des Küstenschutzes vor dem Hintergrund der Berücksichtigung ökologischer Ansprüche	10
Abb. 5: Skizze zur Entwicklung von Küstenschutz- und Küstenzonenmanagement (integrativer Prozess), dargestellt am Beispiel des Querschnittes durch eine Küstenniederung	12
Abb. 6: Skizze der heutigen Küstenlandschaft mit einem Hauptdeich als trennende Linie zwischen dem Wattenmeer und dem Festland	15
Abb. 7: Gestaffeltes Küstenschutzsystem: Hauptdeichlinie mit einem Polder und dahinter liegender zweiter Deichlinie	16
Abb. 8: Typische Vorgehensweise in (administrativ) planerischem Handeln	23
Abb. 9: Allgemeines Ablaufschema für einen integrativen partizipativen Bewertungsprozess	25
Abb. 10: Landnutzungsszenario C aus dem partizipativen Bewertungsprozess des EU INTERREG IIIB Vorhabens ComCoast	28
Abb. 11: Darstellung des „Entwicklungsgrades als Küstenschutzraum“ der ostfriesischen Küste	31
Abb. 12: Darstellung der naturschutzfachlichen Bedeutung der Binnendeichflächen im niedersächsischen Küstenraum	34
Abb. 13: Aggregationsschema für die Verschneidung der ermittelten Indikatoren und Kriterien für die Kapazität der Wasserwirtschaft und ausgewählte Nutzungen: Landwirtschaft, Naturschutz, Tourismus	34
Abb. 14: Darstellung der konkurrierenden Nutzungsansprüche im niedersächsischen Küstenraum	35

Begriffserläuterungen

Akteure	Personen, die in einem Raum mit anderen Personen oder Institutionen/Organisationen interagieren
Design Element	Kleinste räumliche Einheit, mit der Nutzungselemente bestimmter Nutzer dargestellt werden können
Handlungsoption	Zusammenfassung von verschiedenen Maßnahmen, um auf Veränderungen in einem gegebenen System zu reagieren
Maßnahmen	Kleinste Einzelaktion, die einen Effekt in der Anpassung an Veränderungen in einem gegebenen System hervorrufen
Nutzer	Kleinste Einheit, die im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet einer bestimmten Nutzung nachgeht
Nutzungsgruppe	Die Zusammenfassung mehrerer Nutzer, die derselben Nutzung nachgehen
Nutzungsform	Gibt es mehrere Nutzergruppen, die zusammengefasst werden können, ist dies die höchste Ebene der Aggregation
Stakeholder	Personen oder Gruppen, die ein berechtigtes Interesse am Verlauf oder Ergebnis eines Prozesses oder Projektes haben (siehe z.B. Eilmann et al. 2009)
Szenario	Eine plausible Erläuterung der zukünftigen Entwicklung, die weder falsch noch wahr ist; sie ist möglich

1 Hintergrund und Zielsetzung

Die Wattenmeer-Region bildet als Natur- und Kulturraum den Übergangsbereich zwischen der Nordsee und dem Festland. Die Menschen schützen sich gegen Sturmfluten und Hochwasser und greifen dazu in Natur und Landschaft ein. In den vergangenen Jahrzehnten ist das eigentliche Wattenmeer – als Teil der Wattenmeer-Region, die auch die angrenzenden Gebiete einschließt – in allen drei Anliegerstaaten unter Schutz gestellt worden, in Deutschland als Nationalparke. Darüber hinaus wurde das Wattenmeer in 2009 als Weltnaturerbe anerkannt. Der vom UNESCO-Welterbekomitee bestätigte „Außergewöhnliche Universelle Wert“ des Wattenmeeres muss also künftig bewahrt werden.

In der Region muss auch zukünftig ein adäquater Schutz der Menschen vor Sturmfluten gewährleistet werden. Dies ist eine Aufgabe, die vor dem Hintergrund des Klimawandels zunehmend komplexere Anforderungen an alle Beteiligten stellt.

In diesem Rahmen verfolgt die vorliegende Studie das übergeordnete Ziel, ein konzeptionelles Modell für die Entwicklung multifunktionaler Räume für den Küsten- und Naturschutz zu entwerfen. Der Weg zu multifunktionalen Räumen wird über drei Zwischenziele beschritten, die wie folgt umrissen werden:

1. Skizzieren einer Konzeption für multifunktionale Räume zur Verbesserung der Naturverträglichkeit des Küstenschutzes in der Wattenmeer-Region.
2. Konkretisieren der Konzeption anhand multifunktionaler Küstenschutzräume durch die Anwendung eines integrierten partizipativen Bewertungsprozesses.
3. Skizzieren einer Potenzialanalyse zur Ermittlung von Eignungsräumen für die Umsetzung von flächenhaften Küstenschutzkonzepten.

2 Multifunktionale Räume für Küsten- und Naturschutz - Konzeptioneller Ansatz

2.1 Aktuelle Situation

Besonders die systemeigene hohe Dynamik und der kleinräumige Wechsel der wichtigsten Lebensraumbedingungen wie Salzgehalt, Strömungsgeschwindigkeit und Sedimentstruktur innerhalb weniger Kilometer schaffen einen reich strukturierten Übergangsbereich zwischen Meer und Land. Die hohe Habitatvielfalt und das gute Nahrungsangebot bilden die Grundlage für den großen Arten- und Individuenreichtum des Wattenmeeres.

Darüber hinaus sind das Gefährdungspotenzial durch umfassende Nutzung, die vielerorts noch naturraumtypische Ausprägung, sowie die Größe des Schutzgebietes und seine überregionale Bedeutung für den ostatlantischen Vogelzug weitere wichtige Gründe für den Weltnaturerbestatus des Wattenmeeres.

Bevor die Menschen Deiche zum Schutz vor Sturmfluten bauten, existierte ein gleitender Übergang vom Wattenmeer mit seinen Sand- und Schlickflächen bis zur hohen Geest (Abb. 1). Die einzelnen Landschaftstypen konnten sich durch Sedimentation und Erosion an einen sich verändernden Meeresspiegel anpassen.

Der heutige Küstenschutz in der trilateralen Wattenmeer-Region fußt auf der kontinuierlichen Erhöhung und Verstärkung der vorhandenen Deiche. Obwohl die Methoden und Vorgaben zur Bemessung von Deichhöhen und Deichprofilen in den angren-

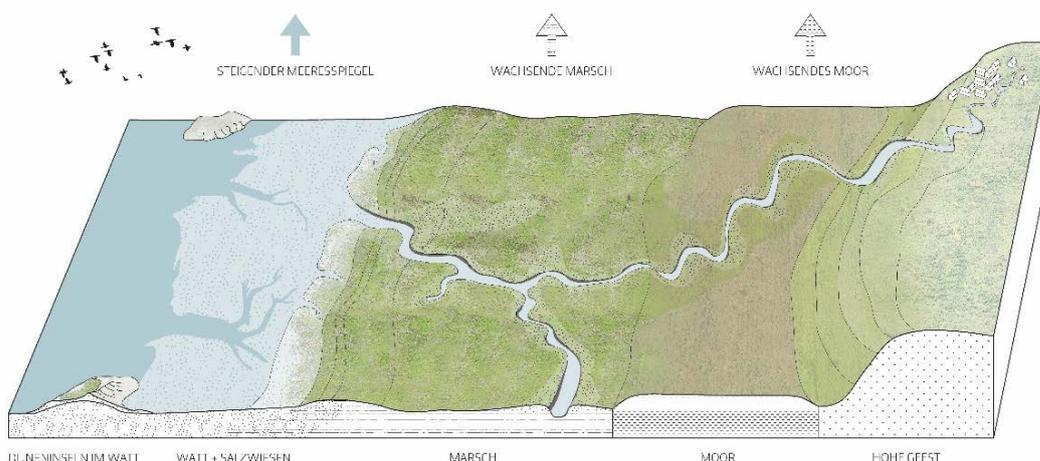


Abb. 1: Skizze der Küstenlandschaft ohne Deiche als trennende Linie zwischen dem Wattenmeer und der hohen Geest. Vorhandene Landschaftselemente können mit einem steigenden Meeresspiegel mitwachsen. Quelle: Reise (2015), © Urbane Landschaften

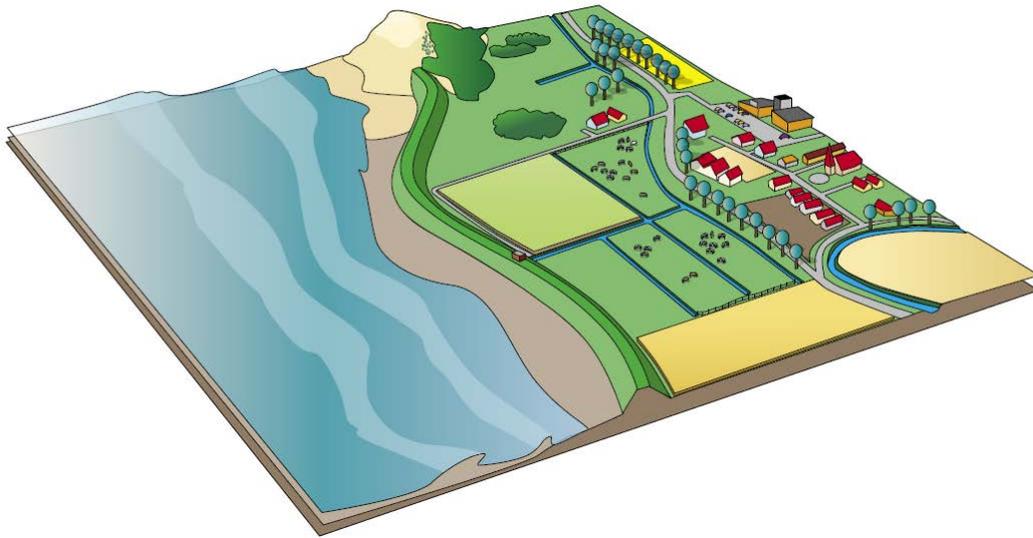


Abb. 2: Typische Landschaftsgestaltung an der südlichen Nordseeküste. Das Hinterland wird entweder durch eine Deichlinie oder durch eine Dünenkette vor Überflutung durch Sturmfluten geschützt. © van Lint Vormgeving 2006

zenden Wattenmeerländern¹ unterschiedlich sind (CPSL, 2001), werden die Menschen durch eine geschlossene Deichlinie geschützt, die seit Jahren eine unverrückbare Grenze zwischen Land und Meer bildet („starre Grenze“ oder „Barriere“, Abb. 2).

Damit wirkt der Küstenschutz hauptsächlich auf einer definierten Linie, die sich auf die Abwehr von Sturmfluten konzentriert. Diese „Barrierelinie“ wird an die sich ändernden natürlichen Randbedingungen (Sturmtätigkeit, Wasserstände) kontinuierlich angepasst. Als Hilfsmittel dienen in Norddeutschland der Bemessungswasserstand und Bemessungswellenauflauf (EAK, 2002). Diese Bemessungsgrundlagen stellen sicher, dass das technische Bauwerk (Hauptdeich, Landesschutzdeich) der gesetzlichen Forderung nach adäquatem Schutz vor Sturmfluten gerecht wird. Deichvorländer bzw. Salzwiesen und das vorgelagerte Wattenmeer mit seinen Inseln, Watt- und Sandflächen werden unterstützend als natürlich vorhandenes „Energiedissipations-system“ in den Schutz vor Sturmfluten einbezogen.

In Abb. 3 (Zone des „flächenhaften/aktiven“ Küstenschutzes) sind die unmittelbar vor dem Hauptdeich befindlichen Flächen mit der für Niedersachsen geltenden Nomenklatur des Niedersächsischen Deichgesetzes (NDG, Niedersächsischer Landtag (1963)) dargestellt². So ist beispielsweise ein mindestens 200 m breiter Streifen vor dem Haupt- oder Landesschutzdeich zu erhalten und zu unterhalten. Darüber hinaus ist an scharliegenden Deichen³ die Schaffung eines Vorlandes durch entsprechende

¹ Niederlande, Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Dänemark

² Für andere (Bundes-)Länder gelten abweichende Bezeichnungen und Grenzen.

³ Deich ohne Vorland

Heydemann und Müller-Karch (1981). Diese Entwicklung kulminierte dann in der rechtlichen Absicherung des Wattenmeerschutzes durch Nationalparke (1985 in Schleswig-Holstein, 1986 in Niedersachsen und 1990 in Hamburg). Darüber hinaus sind in der Zwischenzeit weitere naturschutzfachliche Anforderungen auf europäischer und internationaler Ebene hinzugekommen, wodurch Flächen durch europäische Naturschutz-Richtlinien geschützt werden. Somit musste der Küstenschutz mit veränderten Anforderungen umgehen. Beispielsweise wurde die Rohstoffgewinnung aus dem Deich-Vorland erheblich eingeschränkt oder sogar ganz verboten⁵. Bis zur Einrichtung des Nationalparks Wattenmeer in Niedersachsen wurde deichbaufähiger Klei in der Salzwiese gewonnen (Erchinger, 1995, 1970). Mittlerweile wird in Niedersachsen⁶ nach der Maßgabe verfahren, dass eine Kleientnahme grundsätzlich im Deichvorland möglich ist, aber im Regelfall das Material im Binnenland gewonnen werden soll (Niedersächsisches Umweltministerium, 2006). Logischerweise wurde damit aus dem Küstenschutz nicht nur ein „Dienstleister“ für den Schutz binnenländischer Nutzungsformen, sondern ein weiterer Raum-Nutzer mit besonderen Ansprüchen (Rohstoffgewinnung), dem die Raumordnung im überflutungsgefährdeten Gebiet ebenfalls Rechnung zu tragen hat (z.B. in Niedersachsen im Rahmen des in 2012 fortgeschriebenen Landesraumordnungsprogrammes: „Flächen für die Kleigewinnung für den Küstenschutz sind in den Regionalen Raumordnungsprogrammen als Vorranggebiete Rohstoffgewinnung vorrangig Binnendeichs festzulegen“).

Mit dieser Vorgabe konzentriert sich der Küstenschutz weiterhin auf den Erhalt der Schutzlinie, um aber seiner Aufgabe nachzukommen, wird er als Flächennutzer ebenfalls ein Teil der bestehenden Raumnutzung des zu schützenden Hinterlandes. Ein weitergehender Eingriff in das Binnenland durch den Küstenschutz ergäbe sich, wenn Folgendes betrachtet wird:

Mit der Errichtung einer festen Trennlinie zwischen Meer und Land wurde die dynamische Verlagerung der Küstenzone unterbunden (z.B. Bantelmann, 1966; Delafontaine et al., 2000; Reise, 2014). Das Wattenmeer kann sich somit nur zwischen der „starrten“ Deichlinie und der angrenzenden Nordsee entwickeln und steht durch das sich wandelnde Klima, insbesondere einem steigenden Meeresspiegel, „unter Druck“⁷. Reaktionen⁸ auf hydrodynamische und morphologische Veränderungen sind bisher auf die Bereiche vor dem Hauptdeich konzentriert (z.B. Oost & De Boer 1994; Wang et al. 1995; de Swart & Zimmerman 2009; Dissanayake et al. 2009; Dissanayake et al. 2012; Wang et al. 2013).

⁵ Zu Konflikten und Lösungsansätzen siehe z.B. Claus (2006); Niedersächsisches Umweltministerium (2006); Wellbrock, Thyen and Exo (2010)

⁶ In Schleswig-Holstein wird der Klei für den Deichbau im Binnenland gewonnen

⁷ Coastal squeeze

⁸ Diese Anpassungsreaktionen finden unabhängig von anthropogenen Einflüssen (hervorgerufen durch z.B. wasserwirtschaftlichen Infrastrukturmaßnahmen) oder natürlichen Veränderungen (z.B. durch den Klimawandel)

Unter der bisher gültigen gesellschaftlichen Vorgabe „keine Rückdeichungen“ durchzuführen, verbleiben dem Küstenschutz die in Abb. 4 dargestellten Optionen (1) bis (4), um auf Veränderungen der hydraulischen Einwirkgrößen zu reagieren. Im Falle einer ausreichend breiten und nicht erodierenden (1) oder einer durch Lahnungen geschützten Salzwiese (2) können auch naturverträgliche Lösungen zwischen dem Naturschutz und dem Küstenschutz gefunden werden – siehe z.B. MELFF/MNU (1995); MLRLLT (2001a, 2001b) für Schleswig-Holstein. Für die Optionen (3) und (4), wenn der Küstenschutz mit hartem Verbau auf erosive Tendenzen im Vorland reagieren muss, sind Konflikte mit dem Naturschutz zu erwarten.

Ein Zulassen und die Unterstützung der natürlichen Dynamik ist dagegen nur unter bestimmten Bedingungen denkbar⁹ und dies nur selten auf dem Festland (Abb. 4, Option (5)). Somit wäre die Option (5) eines kontrollierten (großflächigen) Rückzuges unter heutigen Bedingungen (Bebauung, Infrastruktur, Eigentum im Hinterland) schwer umsetzbar. In Abschnitt 2.2 wird die Option kleinräumiger Rückzug unter bestimmten Bedingungen thematisiert.

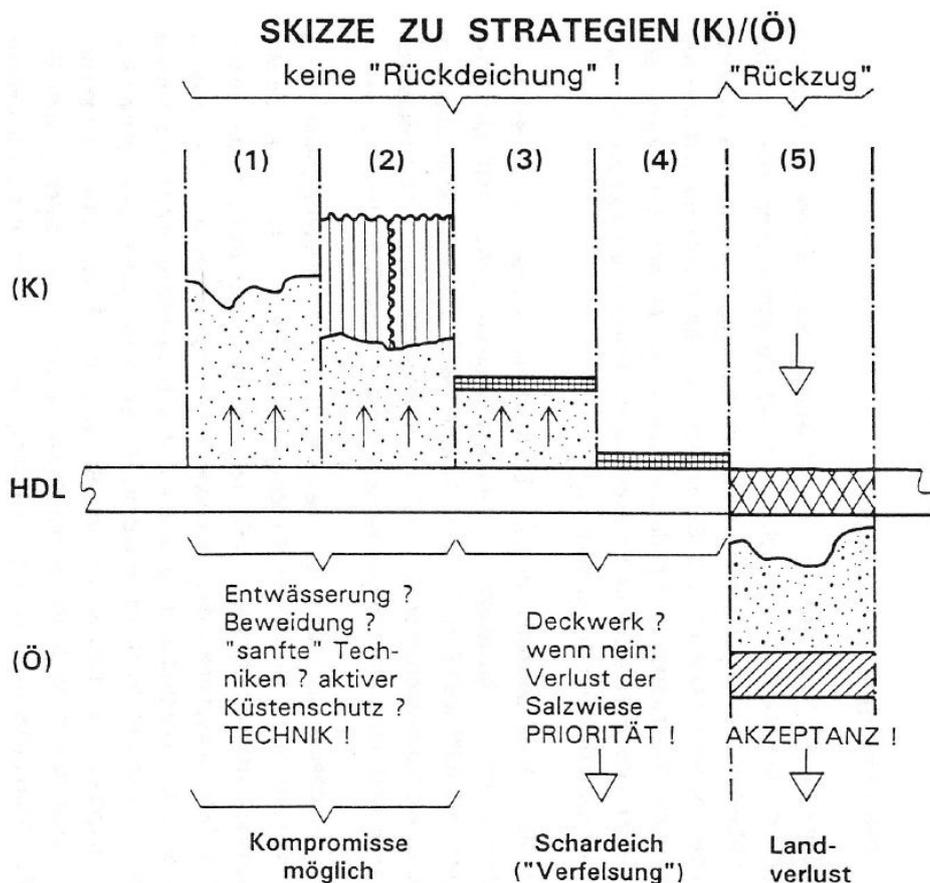


Abb. 4: Strategien des Küstenschutzes vor dem Hintergrund der Berücksichtigung ökologischer Ansprüche ((K): Küstenschutz, (Ö): Ökologie, HDL: Hauptdeichlinie). Quelle: Kunz (1994)

⁹ Siehe Sommerdeichöffnungen Hauener Hooge (Leybucht) oder Langeoog oder Polderdeichöffnung Langwarden oder den Slufter auf Texel u.a.

Für die Gewährleistung des Sicherheitsstandards durch ein technisches Bauwerk gilt es, folgendes zu beachten:

Unabhängig davon, ob die Strategie des Küstenschutzes auf ein Sicherheitsmaß (Bemessungswasserstand) ausgelegt ist, ein Restrisiko wird bei der Erstellung eines technischen Bauwerkes nie auszuschließen sein. Wenn es eine „absolute“ Sicherheit nicht gibt, ist es geboten sich mit dem Ausmaß und der Vermeidung eines verbleibenden Restrisikos auseinanderzusetzen (Allsop u. a., 2007; Kortenhaus, 2003; Oumeraci u. a., 2012, 2002; Oumeraci und Kortenhaus, 2002). Im Allgemeinen versteht man unter Küstenschutz Gesichtspunkten das Risiko als Produkt aus der Versagenswahrscheinlichkeit und dem Schadenspotenzial. Das Restrisiko wäre das verbleibende Risiko für einen Deich, der einer stärkeren Sturmflut standhalten muss als sie anhand der Bemessungsgrundlage ermittelt wurde.

Die Versagenswahrscheinlichkeit eines Deiches hängt maßgeblich vom Ausmaß der natürlichen Randbedingungen sowie vom Zustand der technischen Schutzmaßnahmen ab. Das Schadenspotenzial hängt hauptsächlich von den vorhandenen Rezeptoren (Bewohner und Infrastruktur) und deren Widerstandsfähigkeit im Katastrophenfall hinter dem Deich ab. Damit können die folgenden Schlüsse für große Teile der heutigen Vorgehensweise im Küstenschutz gezogen werden:

Die Einhaltung eines gleichbleibenden Sicherheitsstandards mit den sich ändernden natürlichen Randbedingungen (Sturmtätigkeit, Wasserstände) erfordert eine kontinuierliche Anpassung des technischen Schutzbauwerkes. Damit wird versucht, die Versagenswahrscheinlichkeit des Bauwerkes mindestens auf demselben niedrigen Niveau zu halten, wie es zu einem gegebenen Zeitpunkt gesellschaftlich definiert wurde (in Niedersachsen gemäß Niedersächsischem Deichgesetz). Daraus ergeben sich zwei Konsequenzen:

- 1) Bleibt die tatsächliche Sicherheit durch die entsprechenden Anpassungsmaßnahmen immer auf demselben Niveau, kann die „gefühlte“ Sicherheit steigen (massivere Bauwerke, keine Schadensfälle in der jüngeren Vergangenheit – zu Risikowahrnehmung siehe z.B. Slovic (1987); Schütz *et al.* (2004); Slimak and Dietz (2006); Kellens *et al.* (2011); Costas, Ferreira and Martinez (2015); González-Riancho *et al.* (2015)). Als Folge und im Vertrauen auf adäquate Sicherheit nimmt das Schadenspotenzial durch beständige Investitionen im Hinterland zu.
- 2) Die Umsetzung eines einheitlichen Sicherheitsstandards für die Küstenschutzbauwerke führt zu einem unterschiedlichen Risiko entlang einer heterogen gestalteten Küstenlandschaft (Industrieansiedlung, Häfen, landwirtschaftlich genutzte Flächen). D.h. überall gilt dieselbe Versagenswahrscheinlichkeit für das technische Bauwerk, aber die Schadenpotenziale unterscheiden sich.

Vor diesem Hintergrund ist die Effektivität des linienhaften Küstenschutzes im Rahmen des niedersächsischen KLIFF-Programmes anhand des Forschungsvorhabens A-Küst untersucht und als ausreichend eingestuft worden (Niemeyer u. a., 2014), doch weisen andere Vorhaben und Veröffentlichungen auf alternative Möglichkeiten und deren Vorteile hin (Ahlhorn, 2009; Ahlhorn u. a., 2010a; Kunz, 2004a, 2004b). Letzteres wird ausführlicher in Abschnitt 2.2 behandelt.

2.2 Konzeptentwurf - Raumorientierter Küstenschutz

Die Entwicklung multifunktionaler Räume in der Küstenzone unter der Maßgabe des gesetzlich vorgegebenen Sicherheitsstandards vor Sturmfluten würde den Gestaltungsspielraum für verschiedene Nutzungsformen erhöhen – siehe z.B. Ahlhorn und Bormann (2015); Klenke u. a. (2006); Kunz (2004a); Reise (2006, 2014, 2015).

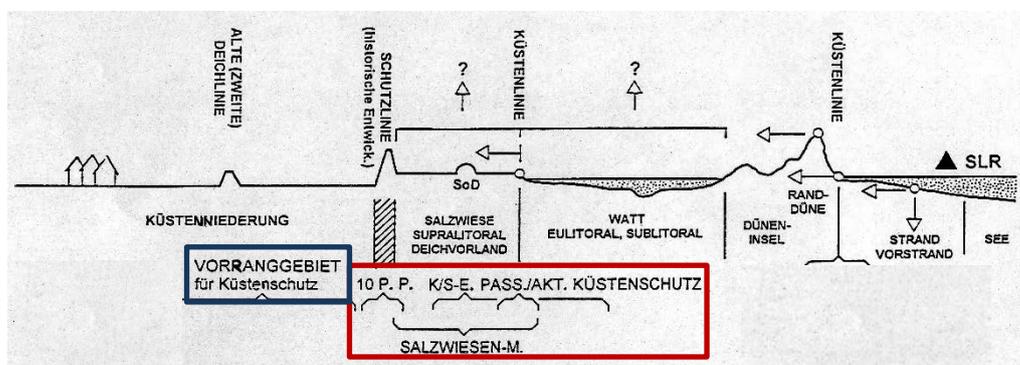


Abb. 5: Skizze zur Entwicklung von Küstenschutz- und Küstenzonenmanagement (integrativer Prozess), dargestellt am Beispiel des Querschnittes durch eine Küstenniederung. Quelle: Kunz (1998)

Abb. 5 skizziert die aktuelle Situation des Küstenschutzes und seiner Instrumente im Küstenraum. Dargestellt sind die bereits vorhandenen (räumlichen) Aufgaben- und Zuständigkeitsbereiche des Küstenschutzes (roter Rahmen). Eine Ausweitung des Aufgabengebietes in das Hinterland hinein ist durch die Ausweisung eines „Vorranggebietes Küstenschutz“ angedeutet (blauer Rahmen).

Ein tiefengestaffelter Küstenschutz würde im Hinterland eine Serie von Schutzelementen zur vollständigen Erreichung des Sicherheitsstandards miteinander verbinden. Wobei die Grenze, an der der entsprechende Sicherheitsstandard erreicht werden muss, in einem Entscheidungsprozess festgelegt werden müsste¹⁰. Ein tiefengestaffelter Küstenschutz muss nicht notwendigerweise auf durchgängigen Schutzlinien im Hinterland beruhen, er kann auch durch gezielten Schutz besonders gefährdeter bzw. sensibler Objekte (Objektschutz) erreicht werden. Unabdingbar dafür wäre aber ein Paradigmenwechsel von einem linienbezogenen Sicherheitsstandard auf risikobezogene Schutzkonzepte (Kunz, 2004a). Dies bedingt darüber hinaus die gesellschaftli-

¹⁰ Die Festlegung dieser Grenze hängt von verschiedenen Faktoren wie vorhandenes Schadenpotenzial oder Topographie ab.

che Auseinandersetzung und ein bewusster Umgang mit den Sturmflutrisiken – siehe z.B. für die Niederlande Ministerie Verkeer en Waterstaat (2005); Ministerie van Infrastructuur en Milieu and Ministerie van Economische Zaken (2015). „Der bereits seit längerem angemahnte Paradigmenwechsel von der *linienbezogenen Abwehr extremer Sturmflutwasserstände* zum *raumbezogenen Management akzeptierter Risiken* geht von einem geschärften Gefahrenbewusstsein aus. Er setzt voraus, dass eine langfristige Absicherung des technischen Küstenschutzes (gestaffelte Systeme) in der Raumordnung möglich ist und die bestehende technische sowie nicht-technische allgemeine und individuelle Vorsorge (Prävention & Bereitschaft) erhöht werden sollte“ (Kunz, 2004a, S. 62) – siehe auch Karl (2002); Ahlhorn and Bormann (2015).

Für den Küstenschutz wäre eine räumliche Ausdehnung in das Binnenland hinein sinnvoll, wenn es beispielsweise darum geht, die Sicherung und Gewinnung von Rohstoffen¹¹ für den Deichbau (Baumaterial) zu gewährleisten und Platz für zukünftige Verstärkungen von Deichen¹² zu bekommen. Für den Küstenschutz ergäben sich Möglichkeiten der direkten Einflussnahme auf die räumliche Ausgestaltung und Nutzung dieser Flächen. Bisherige Ansätze dazu sind beispielsweise in der niedersächsischen Raumordnung (LROP 2008, 2012) zu finden, haben aber im Rahmen der raumordnerischen Verfahren eher empfehlenden Charakter.

Die Einrichtung oder Neuwidmung zweiter Deichlinien beispielsweise als Binnenlandgrenze eines gestaffelten Küstenschutzsystems würde der hier vorgestellten Idee sehr nahe kommen. In Schleswig-Holstein werden Regional- und Mitteldeiche (zweite Deichlinie) unterschieden. Erstere sind gewidmete Deiche, die eine, wenn auch eingeschränkte, Schutzfunktion besitzen und dadurch einen geringeren Schutzstandard erfüllen. Mitteldeiche bestehen vorwiegend aus früheren Landesschutzdeichen und dienen der zusätzlichen Sicherheit des überflutungsgefährdeten Gebietes, da eine absolute Sicherheit nicht gewährleistet werden kann (MELUR, 2013). Der effektive Nutzen einer zweiten Deichlinie muss aber vor dem Hintergrund entstehender Baukosten und zusätzlicher Materialbedarfe geprüft werden. Es gilt zu verhindern, dass sich die bestehende Materialverknappung¹³ zu Lasten von Haupt- oder Landeschutzdeichen noch weiter verschärft. Freie und ungenutzte Flächen sind im Binnenland selten zu finden, da die bisherige, linienhafte Strategie dazu geführt hat, dass die Infrastruktur und Häuser bis dicht an die Deiche heran reichen. Es gibt aber Küstenabschnitte, in denen zweite (alte) Deichlinien vorhanden sind (siehe Abb. 11).

In diesem Zusammenhang sollte bei zukünftigen Infrastrukturprojekten der Schutz der Bevölkerung vor Sturmfluten integraler Bestandteil der Planung sein, sodass bei-

¹¹ In Niedersachsen in das LROP von 2012 aufgenommen als Vorranggebiet „Rohstoffsicherung“, Zielrichtung Kleigewinnung

¹² Faustformel: 1m Deicherhöhung = 10m Deichfußverbreiterung

¹³ Durch eingeschränkte Verfügbarkeit des Rohstoffes „Klei“, z.B. durch die Vorgabe diesen Rohstoff nur noch landseitig zu gewinnen

spielsweise Straßen als zusätzliche Schutzelemente im Binnenland dienen könnten¹⁴. Eine zweite Deichlinie verringert die Versagenswahrscheinlichkeit des Gesamtsystems (bestehend aus Haupt- oder Landesschutzdeich und zweiter Deichlinie, siehe Abb. 6) im Sinne redundanter Sicherheitselemente (Führböter, 1987). Die Flächengröße des Polders (Kooges) begrenzt den Sicherheitszuwachs, da kleine Polder schnell gefüllt werden und bei großen Poldern nach dem Füllen Wellentätigkeit auf den zweiten Deich einwirken. Küstenabschnitte mit einem bereits vorhandenen räumlich gestaffelten Küstenschutzsystem würden für Erhöhungs- und Verstärkungsmaßnahmen wahrscheinlich nicht die oberste Priorität erhalten¹⁵. Diese Aspekte gilt es in einem langfristigen und breit angelegten gesellschaftlichen Beteiligungsprozess zu kommunizieren und zu diskutieren.

Könnten geeignete Küstenschutzmaßnahmen in einem Raum mit definierten Grenzen sowohl see- als auch landseitig umgesetzt werden, ergäben sich daraus zudem Vorteile für den Naturschutz im Wattenmeer. Beispielweise könnten die als Auslassbauwerke dienenden Siele und Schöpfwerke in die Umsetzung der europäischen Wasser-Rahmenrichtlinie stärker eingebunden werden. Temporär länger ausgedehnte Öffnungszeiten von Sielen könnten die Fischdurchgängigkeit erhöhen (siehe z.B. Gough et al. 2012) und gleichzeitig Sediment in die hinter dem Deich tiefer liegenden Flächen transportieren (Hochschule Bremen & bremenports, 2014). Die damit einhergehende Verschlickung könnte positiv für den Küstenschutz genutzt werden, in dem anfallendes Sediment als Baumaterial gewonnen werden könnte¹⁶. Darüber hinaus gilt es zu bedenken, dass aufgrund eiszeitlicher Setzungsvorgänge und wasserbaulicher Eingriffe im norddeutschen Tiefland das Geländeniveau gegenüber den dem Deich vorgelagerten Bereichen stetig sinkt. Eine Aufhöhung niedrig liegender binnenländischer Flächen mit marinem Sediment als Klimaanpassungsmaßnahme wäre zu untersuchen¹⁷. Im Rahmen des EU Interreg Vorhabens EMOVE („Estuaries on the Move“) wurden Stakeholder Befragungen und Workshops durchgeführt, in denen es um die Entwicklung von Ideen für die Verbesserung der Tidedynamik im Schelde-Ästuar ging. Eine Idee war der so genannte „Wisselpolder“: Landwirtschaftlich genutzte Flächen werden für einen bestimmten Zeitraum aus der Nutzung heraus genommen, um auf ihnen Sediment aus dem Ästuar auszubringen und ein Mitwachsen mit einem steigenden Meeresspiegel zu initiieren. Nach einem geeigneten Zeitraum wird diese Fläche wieder der Nutzung zugeführt (EMOVE Consortium, 2015).

¹⁴ Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine Diskussion über die gefühlte „Sicherheit 2. Klasse“ geführt werden muss

¹⁵ Einschätzung beruht auf Gesprächen mit Verantwortlichen der Deichverbände in Niedersachsen

¹⁶ Siehe Perkpolder in den Niederlanden. Gewinnung von Deichbaufähigem Klei. Verschiedene Aspekte wären zu betrachten: u.a. Qualität und Reifezeit des Materials zu berücksichtigen.

¹⁷ Bisherige Aufspülungsmaßnahmen, z.B. in Ostfriesland südlich des Ems-Jade-Kanals, sind aus anderen Gründen erfolgreich durchgeführt worden. An Flüssen wird die Verbringung von geeignetem Baggergut als Ausgleichsmaßnahme überlegt – siehe www.portaltideelbe.de

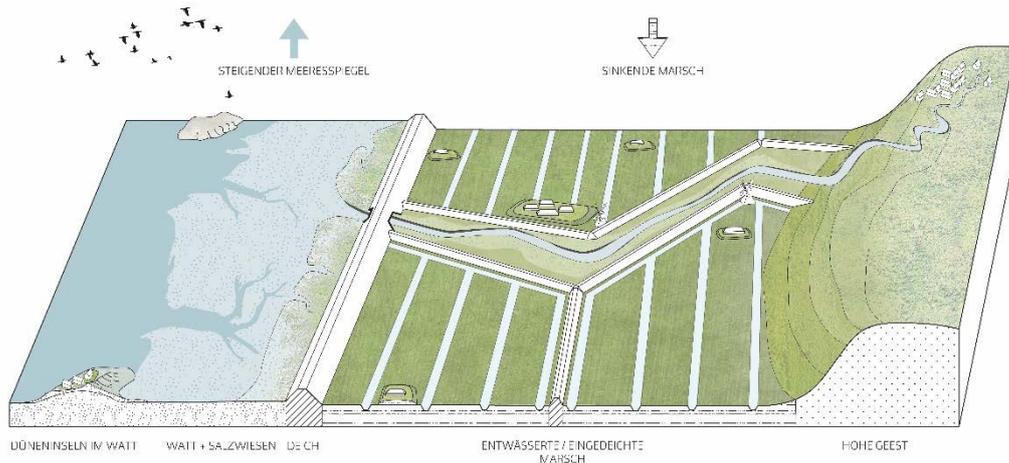


Abb. 6: Skizze der heutigen Küstenlandschaft mit einem Hauptdeich als trennende Linie zwischen dem Wattenmeer und dem Festland. Dazu sind aufgrund der notwendigen Entwässerung der Marschgebiete auch die Vorfluter eingedeicht worden, da die Geländehöhe durch anthropogene Eingriffe sowie Setzungs- und Sackungsprozesse sinkt. Quelle: Reise (2015), © Urbane Landschaften

Neben dem Deichbau spielt die Entwässerung der tief liegenden Küstenniederungen eine wichtige Rolle. Niederschläge müssen aus den und über die Küstenniederungen in die Meere abgeführt werden (Abb. 6, z.B. Bormann u. a., 2009; BWS GmbH, 2014). Die heutigen Entwässerungssysteme stehen vor großen Herausforderungen, da nicht nur gegen sinkende Geländehöhen, sondern auch gegen einen steigenden Meeresspiegel entwässert werden muss. Dabei ist der Anstieg des mittleren Meeresspiegels für die Gezeitenküsten nicht so ausschlaggebend wie die Höhe der Niedrigwasserstände. Die Entwässerung wird in der Regel über selbsttätige Siele gewährleistet, deren Tore sich bei Ebbe öffnen und bei Flut schließen.

Die Zeit, in der der Außenwasserstand niedriger als der Binnenwasserstand ist, wird Sielzugzeit genannt. In dieser Zeit ist es möglich, ohne maschinellen Einsatz eine freie Vorflut zu gewährleisten. Reicht die Sielzugzeit nicht aus, um das Binnenland ausreichend zu entwässern, müssen Pumpen eingesetzt werden. In bestimmten Fällen (Spring- oder Sturmflut) ist das Sielen bzw. Entwässern des Binnenlandes nicht oder nur verzögert möglich. Dann müssen ausreichend Speicherkapazitäten für den abzuführenden Niederschlag im Binnenland vorhanden sein. Durch zunehmende Versiegelung und immer intensivere Nutzung der niedrig liegenden Küstengebiete geraten die Entwässerungssysteme an ihre Kapazitätsgrenzen (schnellerer Abflussbildung, erhöhte Vulnerabilität gegenüber Binnenhochwasser).

Somit steht auch das Entwässerungsmanagement vor Herausforderungen, die es im Küstenraum zu beherrschen bzw. zu lösen gilt (Bormann u. a., 2012; BWS GmbH, 2014). Beispielsweise würden neu zu schaffende Speichermöglichkeiten (Speicherpolder, Dachbegrünung) zu einer verzögerten Abflussspende führen, wodurch bestehende Vorfluter bei Extremereignissen entlastet werden könnten. Diese Speicherpolder ließen sich in einem gestaffelten Küstenschutzsystem integrieren, in dem Flächen genutzt werden, die bereits umwallt und mit besonderen Vorgaben hinsichtlich des



Abb. 7: Gestaffeltes Küstenschutzsystem: Hauptdeichlinie mit einem Polder und dahinter liegender zweiter Deichlinie. © van Lint Vormgeving

Küstenschutzes beaufschlagt sind. Es bestünde die Möglichkeit, in diesen Flächen für den Naturschutz angepasste Wasserstände zu fahren und damit attraktive Feuchtgebiete für Wiesen- und Watvögel zu schaffen (Abb. 7).

Darüber hinaus wäre auch die Installation von weiteren (temporären) Nutzungsformen denkbar, zum Beispiel für den Tourismus oder die Landwirtschaft (siehe z.B. MOS [Michael Otto Stiftung], 2010; Reise, 2015). Im BMBF geförderten COMTESS Vorhaben wurde verschiedene Szenarien mit Stakeholdern aus der Region Krummhörn (Ostfriesland) entwickelt und ihre Auswirkungen auf Ökosystemdienstleistungen und –funktionen untersucht (Karrasch u. a., 2014)¹⁸. Ein Szenario betrachtete die Nutzung auf der Landseite geschaffener Polderflächen für Paludikulturen, um die dort angebaute Röhrichtbestände für die Produktion erneuerbarer Energien zu nutzen. Im Verbandsgebiet des I. Entwässerungsverbandes Emden dient das Große Meer der Zwischenspeicherung von Niederschlagswasser bei Extremereignissen. Die Wasserstandsteuerung des Großen Meeres ist ein Kompromiss zwischen den Anforderungen der Freizeitschiffahrt, dem Naturschutz und der Wasserwirtschaft.

Schon im EU Interreg IIIB Vorhaben ComCoast (2004-2007) wurde im Rahmen der Pilotstudie „Nessmersiel“ der Anbau salztoleranter (Acker-)Pflanzen im Szenario C eingebracht. In Abb. 10 ist ein Teil der Polderfläche als „Landwirtschaftliche Versuchsfläche“ ausgewiesen, in der der Anbau salztoleranter (Acker-)Pflanzenarten getestet werden könnte. Mittlerweile gibt es Freilandversuche in den Niederlanden, die erfolgversprechende Ergebnisse zeigen¹⁹.

¹⁸ Siehe auch: www.comtess.uni-oldenburg.de

¹⁹ Beispielsweise auf der niederländischen Insel Texel:

www.akkervbouwactueel.nl/nieuwsartikel/2017/doorbraak-teelt-op-zilte-

2.3 Kernthesen für multifunktionale Räume

Im folgenden Abschnitt möchten wir die Kernpunkte der vorhergehenden Abschnitte zusammenfassen. Die Ausgangslage für die Entwicklung multifunktionaler Räume stellt sich wie folgt dar:

These 1: Linienhafter Schutz durch eine starre durchgehende Deichlinie

Aus der Historie heraus ist die Entwicklung des Schutzes der Küstenbevölkerung durch einen linienhaften Deichbau nachvollziehbar und verständlich. Vorhandene Kenntnisse und technische Fähigkeiten haben die frühen Küstenbewohner dazu bewogen, Dämme (Erdwälle) zum Schutz vor hochauflaufenden Fluten zu errichten. Diese Dämme wurden unter großen Anstrengungen nach Sturmfluten immer wieder ausgebessert, erneuert und erhöht (z.B. Arps, 1951). Ein über viele Jahrhunderte andauernder Prozess hat, trotz vieler Rückschläge, zu einer geschlossenen Deichlinie in der südlichen Nordsee geführt.

Die Entwicklung des Küstenschutzes ist nicht linear verlaufen, beispielweise gab es bereits im 17. und 18. Jh. Stimmen, die einem „natürlichen“ Küstenschutz mehr Gehör verschaffen wollten – siehe z.B. in Allemeyer (2007) und bei Bartels (1881). Erkenntnisse aus den Niederlanden haben Bartels (1881) zu der Aussage veranlasst, dass die Ostfriesischen Inseln die „Brustwehr“ (S. 40) für das Festland seien und damit eine Erhaltung und Ertüchtigung der Inseldünen auch den Schutz vor Sturmfluten auf dem Festland nützten. Darüber hinaus hat er von den Niederländern übernommen, dass die Verbesserungen nicht *gegen*, sondern *mit der Natur* durchgeführt werden sollten (S. 40, Bartels, 1881). In Allemeyer (2007) wird beschrieben, dass sich die Bewohner Eiderstedts gegen die Errichtung eines künstlichen Deiches wehrten. Sie wollten die Ertüchtigung der vorhandenen Dünen, da sie der Meinung waren, dass natürliche Dünen einen kostengünstigeren Schutz vor Sturmfluten böten. Einem Geistlichen war zur damaligen Zeit schon bewusst, dass wenn der Mensch künstliche Deiche bauen (und damit in natürliche Prozesse eingreifen) würde, diese für die Zukunft beständig unterhalten werden müssten.

Erhöhte Aufmerksamkeit wurde dem Naturschutz im deutschen Wattenmeer seit den 1960ern geschenkt und kulminierte in der Einrichtung von Nationalparks in Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Hamburg. Die Erkenntnis, dass es einzigartige und endemische Arten im Wattenmeer gibt, führte zu eigenen Ansprüchen des Naturschutzes, die zunehmend gegenüber dem Küstenschutz formuliert wurden. Dazu erhält das Wattenmeer durch seine Funktion als Futter- und Rastplatz für Vögel internationale Bedeutung.

grond/b24g18c30o1614/ (Aufruf: August 2017). In der Provinz Zeeland wurden entsprechende Versuche im Rahmen des Forschungsvorhabens GO-FRESH durchgeführt: <https://publicwiki.deltares.nl/display/ZOETZOUT/GO-FRESH+-+Valorisatie+kansrijke+oplossingen+robuuste+zoetwatervoorziening> (Aufruf: August 2017)

Mit der Einrichtung von Nationalparks vor den Haupt- und Landesschutzdeichen werden neue Anforderungen an den Küstenschutz formuliert. Die aus Küstenschutzsicht als reines Energieumwandlungssystem vorgelagerten Wattflächen und Salzwiesen besitzen eine zusätzliche Bedeutung als Futter-, Rast- und Aufzuchtgebiet für eine Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten. Die Schutzwürdigkeit der Wattenmeerlandschaft mit allen Tier- und Pflanzenarten sowie seiner naturraumtypischen Dynamik wird durch die Anerkennung als Weltnaturerbe im Jahr 2009 bekräftigt.

Um beiden Ansprüchen gerecht zu werden, wurden in den vergangenen Jahren vielfältige und umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, aber auch Kompromisse zur Lösung beispielsweise für das Vorlandmanagement (Salzwiesen) gesucht und gefunden – siehe z.B. MELFF/MNU (1995); MLRLLT (2001a); und NLKWK Norden (2003). Bei diesem Konflikt stand nie das „Ob“ es Salzwiesen geben soll, sondern das „Wie“ die Salzwiesen erhalten werden können²⁰ in Frage. Nichtsdestotrotz wird der Bestand einer starren Barrierelinie an vielen Küstenabschnitten zu einer erheblichen Veränderung oder sogar zum Verlust von Salzwiesen führen. Welche Auswirkungen diese Veränderungen auf den Naturschutz und den Küstenschutz haben werden, war und ist Gegenstand zahlreicher Forschungsvorhaben – siehe z.B. das aktuell vom BMBF geförderte Vorhaben RELEase from coastal squEEZE (RELEEZE)²¹.

Darüber hinaus führt die erforderliche Entwässerung tief liegender Küstengebiete zu einer weiteren Absenkung der Geländeoberfläche. Der Höhenunterschied zwischen den eingedeichten Marschen und dem Meer nimmt zu.

These 2: Steigendes Restrisiko bei linienhaftem Schutz

Wie für alle technischen Bauwerke gilt, dass es eine absolute Sicherheit gegen Versagen nicht gibt²². Somit verbleibt ein Restrisiko für die Versagenswahrscheinlichkeit eines Deiches, das für die räumliche Entwicklung hinter der Schutzlinie zu berücksichtigen ist. Die Definition des Risikos ist: Schadenspotenzial mal Versagenswahrscheinlichkeit. Zwei Aspekte gilt es sich in diesem Zusammenhang zu vergegenwärtigen:

- a. Die Anpassungen der Deichsicherheit im Küstenschutz sind als Reaktionen auf sich verändernde (hydrologische und morphologische) Randbedingungen vor dem Deich zu verstehen. Damit wird die Sicherheit, die durch den Deich gewährleistet wird, auf dem gesetzlich vorgegebenen Sicherheitsstandard gehalten. Die Versagenswahrscheinlichkeit wird damit auf dem menschlich möglichen niedrigsten Niveau gehalten. Durch Investitionen

²⁰ Erhaltung der Funktion der Salzwiesen für beide Nutzungen sowohl für den Natur- als auch für den Küstenschutz

²¹ www.tu-braunschweig.de/geooekologie/institut/usa/personal/maikepaul/releeze

²² Das Konzept redundanter Sicherheitselemente führt dazu, dass in vielen technischen Geräten systemrelevante Einheiten mehrfach vorhanden sind, um den Ausfall einer Einheit zu kompensieren

und die räumliche Entwicklung im Binnenland wird das Schadenspotenzial stetig erhöht. Die Folge ist ein steigendes Restrisiko.

- b. Die in Norddeutschland vorhandene Strategie des gleichen Sicherheitsstandards für die gesamte Küstenlinie (Deichbemessung und -konstruktion unterscheiden sich zwischen Niedersachsen und Schleswig-Holstein) führt zu einem unterschiedlichen Restrisiko entlang der Küste. Die heterogen besiedelte und genutzte Küstenlandschaft weist sehr unterschiedliche Schadenspotenziale auf (landwirtschaftlich genutzte Flächen gegenüber Industrie- und Wohngebieten), die bei gleichbleibender Versagenswahrscheinlichkeit des Deiches zu einem erhöhten Restrisiko in bestimmten Bereichen führt.

These 3: Technisch optimierter linienhafter Küstenschutz verstetigt und verstärkt naturfremde Entwicklungen

Konsequenz aus der Verbesserung der Deichbemessung und des konstruktiven Deichbaus und den dadurch bis heute verhinderten katastrophalen Schadensereignissen ist, dass die überflutungsgefährdete, tief liegende Küstenlandschaft immer intensiver genutzt wird. Daraus leitet sich in der Folge die Notwendigkeit eines adäquaten Sicherheitsmaßes gegen Sturmfluten ab.

Durch umfangreiche Beobachtungen der Naturvorgänge und mit zunehmender Kenntnis über die hydraulischen Wirkungen von Wellen und Strömungen auf Deiche und Vorländer wuchsen die konstruktiven Fähigkeiten der Küstenbauingenieure, um standhaftere Deiche zu bauen (Brahms, 1754). Eine wichtige strategische Vorgehensweise ist das Bestreben die Deichlinie und damit die Angriffsfläche zu verkürzen. Optimierungen der Deichprofile wurden und werden auf der bestehenden Linie durchgeführt – siehe z.B. in MELUR (2013), in dem ein Deichprofil mit Baureserve als effektive Anpassungsvariante umgesetzt werden wird. Diese Optimierungen zielen auf die Erhöhung der Standfestigkeit gegen seeseitigen Wellenschlag und durch Wellenüberlauf verursachte landseitige Rutschungen ab²³.

Mit dem Bau einer ausreichend hohen Deichlinie, um Wintersturmfluten zu kehren, wurde eine starre Linie („Barriere“) zwischen dem Meer und Land geschaffen. Vormals natürliche Vorgänge wie die Anpassung der Küstenlandschaft an sich ändernde Wasserstände werden dadurch unterbunden (z.B. Reise, 2015). Konsequenz ist, dass zwischen dem Meer und dem Land der gleitende Übergang nicht mehr möglich ist, die Landschaftstypen vor den Deichen werden eingeengt.

Womit die Frage aufgeworfen wird, wie können Küsten- und Naturschutz auch unter zukünftigen Herausforderungen (Klimawandel, wirtschaftliche Entwicklung, etc.) den verschiedenen Ansprüchen in einem gemeinsam genutzten Raum gerecht werden?

²³ Es gibt noch weitere Gefahrenpotenziale und Versagensgründe für Deiche, dafür sei auf Allsop u. a. (2007) und Kortenhaus und Oumeraci (2002) verwiesen

Die folgenden Aussagen über die Entwicklung und Einrichtung von multifunktionalen Räumen sollen die Vorteile beleuchten:

These 4: Küstenschutz bezieht Räume hinter der Hauptdeichlinie mit ein

Mit der Bezeichnung der Gesamtheit der Wattflächen, Salzwiesen und Dünen als „Energieumwandlungssystem“ erkennt der Küstenschutz an, dass er vor der Haupt- und Landesschutzdeichlinie bereits in einem Raum agiert (flächenhafter Küstenschutz²⁴). Dieser Raum endet für den Küstenschutz an der landseitigen Bauverbotszone. Die dahinterliegenden Flächen werden entweder als *geschütztes* oder *überflutungsgefährdetes* Gebiet bezeichnet. Die erste Bezeichnung ist mit der Vorstellung verknüpft, dass hinter der Deichlinie „alles sicher ist“ und fußt auf der Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Sicherheitsstandards. Die zweite Bezeichnung wird mit der Einführung der europäischen Gesetzgebung zum Hochwasserrisikomanagement verwendet, da trotz allem ein Restrisiko nicht gänzlich auszuschließen ist.

Die bisherige Strategie der Deichanpassung an neue (höhere) Bemessungswasserstände führt zu einem erhöhten Bedarf an Raum und Baumaterial. Mit jedem Meter, die der Deich erhöht wird, wird der Deichfuß um 10 m breiter. Das Volumen eines Deiches hat von 82 m³ pro m Deich in 1900 bis auf 325 m³ pro m Deich in 1996 zugenommen (Blischke, 2001). Obwohl der Kern eines Deiches mittlerweile aus Sand besteht, wird eine ausreichende Menge an Klei zur Abdeckung benötigt. Diesen Kleibedarf gilt es aus dem Binnenland zu decken, da Entnahmen aus dem Deichvorland nur eingeschränkt oder gar nicht möglich sind. Kleientnahmestellen im Binnenland können nicht durch natürliche Tidedynamik wieder verlanden wie die so genannten ehemaligen „Pütten“ in den Salzwiesen.

Durch die Vorgabe den Klei im Binnenland zu gewinnen, wird der Küstenschutz auch landseitig zu einem Raumnutzer mit einem bestimmten Anspruch, der in der Raumordnung zu berücksichtigen ist²⁵.

These 5: Raumbezogener Küstenschutz ermöglicht ein angepasstes Risikomanagement

Wenn ein Restrisiko nicht gänzlich auszuschließen ist, dann sollte das verbleibende Restrisiko bei der Nutzung des Binnenlandes berücksichtigt werden (Terpstra, 2009; Terpstra und Gutteling, 2008). In den Niederlanden sind diese Überlegungen bereits nach der Sturmflut in 1953 Gegenstand der Küstenschutzstrategie gewesen (Rijkswaterstaat, 1961; Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, 1998; Yska, 2009) und sind es weiterhin (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2005;

²⁴ Beispielsweise ist in den Grundsätzen des Küstenschutzes für Schleswig-Holstein festgehalten, dass „das Wattenmeer [...] mit seinen prägenden Elementen und Funktionen erhalten (flächenhafter Küstenschutz)“ wird (S. 8 in MELUR, 2013)

²⁵ Umfangreiche Kleisuchprogramme sind in verschiedenen Landkreisen gestartet worden, um ausreichend deichbaufähigen Klei zu lokalisieren

Voorendt, 2015; Zwaneveld und Verweij, 2014). Aktuell wird in den Niederlanden die so genannte „Mehrebenensicherheit (Multi Layered Safety)“ eingeführt, in der die vier Ebenen *Prävention, Räumliche Anpassung, Katastrophenschutz* und *Wiederaufbau* als zusammenhängende Kette im Schutz gegen Überflutungen angesehen werden (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012).

Mit der Einführung der europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie wird in Norddeutschland der Weg von der Bestimmung eines Sicherheitsmaßes für ein technisches Bauwerk (Deich) zur Betrachtung eines (Rest-)Risikos beschritten (Ahlhorn und Bormann, 2015). Dieses drückt sich in der Erstellung von Gefährdungs- und Risikokarten für die überflutungsgefährdeten Gebiete aus. Dabei wird deutlich, dass die geschützten Flächen im Binnenland eine enorme Ausdehnung haben²⁶ und welche Überstauhöhen im Versagensfall eines Deichabschnittes möglich wären. Aufgrund der vorhandenen Topographie²⁷ können nach einem Deichbruch die Wassermassen in bestimmten Küstenabschnitten tief in das Land eindringen. Durch einen tiefengestaffelten Küstenschutz kann das Restrisiko vermindert werden.

These 6: Raumbezogener Küstenschutz ermöglicht multifunktionale Nutzungen

Die Einrichtung multifunktionaler Räume beinhaltet die Möglichkeit, den Küstenschutz naturverträglicher zu gestalten. Dabei sollte nicht vergessen werden, dass die Topographie der norddeutschen Küste abfallend von der See zum Geestrücken verläuft, also sich die höchsten Bereiche im Gelände in Wattenmeernähe befinden. Um einen dauerhaften Schutz vor einem steigenden Meeresspiegel und höher auflaufenden Sturmfluten zu erreichen, werden wir auf den Bau von Deichen nicht verzichten können. Mit der Erstellung und Erhaltung dieser Barriere ist ein natürliches Aufwachsen der norddeutschen Tiefebene mit einem steigenden Meeresspiegel nicht (mehr) möglich. Die Sedimentzufuhr ist dadurch für die Binnendeichsflächen unterbunden.

Würde dem Küstenschutz eine Fläche durch die Raumordnung landseitig des Deichfußes als „Vorranggebiet Küstenschutz“ eingerichtet werden, könnten sich folgende Vorteile ergeben:

- a. Das gesetzlich festgelegte Sicherheitsmaß ist hinter der letzten landseitigen Schutzlinie („Sicherheitslinie“) sicherzustellen. Einbezogen werden könnte Infrastruktur, die diesen Zweck erfüllen kann, beispielsweise höher liegende Straßen oder Bahndämme, die entsprechend auszubauen wären.
- b. In der Fläche zwischen dem Haupt- und Landesschutzdeich und der „Sicherheitslinie“ ist den Belangen des Küstenschutzes Vorrang zu gewähren.
- c. In diesem Raum wären verschiedene Szenarien für die Nutzung denkbar:

²⁶ Dieser Umstand ist natürlich auch schon vorher bekannt, denn die Flächenausdehnung der Deichbände ist gleich dem geschützten Gebiet

²⁷ An vielen Küstenabschnitten liegen die tiefsten Flächen in der Nähe des Geestrandes wobei die Haupt- und Landesschutzdeiche meistens auf den höchsten Flächen stehen

- i. Kontrollierter Tideeinfluss im Polder würde die Sedimentzufuhr erhöhen und ein Aufwachsen der Polderflächen erlauben.
- ii. Dieses Material könnte „geerntet“ werden und bis zur Deichreife auf ausgewiesenen Flächen deponiert werden.
- iii. Salzwassereinfluss: Für die Polderfläche ergäbe sich die Möglichkeit einer periodisch, dynamischen Entwicklung unter ökologischen Vorgaben (aktiver Prozess: Feuchtgebiet – Salzwiese – Feuchtgebiet), die durch wissenschaftliche Untersuchungen intensiv begleitet werden könnte.
- iv. Süßwassereinfluss: Die Polderflächen könnten der Entlastung des binnenländischen Entwässerungssystems dienen, in dem sie während der Spitzenzeiten als Retentionsbecken dienen. Die Wasserstände in diesen Poldern sind u.a. auch nach Maßgabe des Naturschutzes (z.B. Ansiedlung von Wiesenvögeln) zu fahren.

Eine landwirtschaftliche Nutzung dieser Flächen wäre ebenso denkbar. Diese Nutzung könnte wie im COMTESS Vorhaben auf Paludikulturen abzielen, aber auch wie in den Niederlanden erfolgreich getestet, auf den Anbau salztoleranter (Acker-) Pflanzen.

These 7: Planung und Umsetzung multifunktionaler Räume für Küsten- und Naturschutz mittels integrativer Partizipationsprozesse

Da es sich um die Entwicklung eines multifunktionalen Raumes basierend auf verschiedenen Nutzungsformen handelt, stellen die im folgenden Abschnitt beschriebenen Verfahren einen geeigneten Werkzeugkasten zur Verfügung. Die erfolgreiche Anwendung ähnlicher Verfahren im Kontext des Küstenschutzes weist dieses Potenzial hin (siehe z.B. Ahlhorn, 2009; Ahlhorn u. a., 2010a; Projektgruppe Dockkoog, 2015).

3 Skizze eines integrativen partizipativen Bewertungsprozesses zur Umsetzung von multifunktionalen Küsten- und Naturschutzräumen

3.1 Grundlagen

In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Schritte eines partizipativen Bewertungsprozesses kurz erläutert. Eine ausführliche Erklärung findet sich in (Ahlhorn, 2009; Ahlhorn u. a., 2010a).

In vielen Veröffentlichungen wird auf die Herausforderungen in (öffentlichen) Planungsverfahren hingewiesen (hier exemplarisch: Walker 2009), das als „Decide-Announce-Defend (DAD)“ zusammenfassen lässt. Gewünscht und den heutigen Anforderungen (siehe z.B. EC 2002; Hartley and Wood 2005) mehr entsprechen würde die in Abb. 8 vorgeschlagene Vorgehensweise des „Engage-Deliberate-Decide (EDD)“. Ganz auszuschließen sind Widersprüche nicht, denn unter dem Gesichtspunkt der Effizienz sind nicht unbedingt *alle* zu beteiligenden Personen oder Institutionen einzubinden. Darüber hinaus existieren weitere Unwägbarkeiten wie eine so genannte „Hidden Agenda“, kurzfristige Prioritäten- oder Personalwechsel, die bisherige Prozessergebnisse diskreditieren können²⁸ oder nicht auflösbare Interessenkonflikte.

Der im Folgenden exemplarisch beschriebene Prozess ist in die Vorgehensweise des EDD einzuordnen.

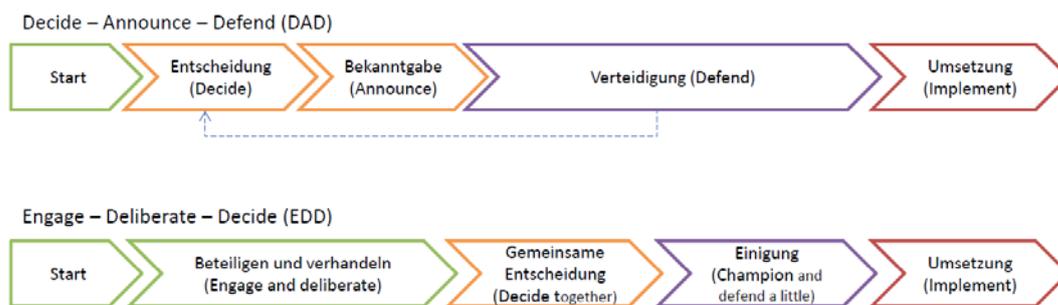


Abb. 8: Typische Vorgehensweise in (administrativ) planerischem Handeln (oben, DAD). Entscheidungen werden meistens unter Ausschluss der Öffentlichkeit entwickelt und getroffen. Im Anschluss daran werden die Pläne öffentlich ausgelegt und gegen Widerstände bzw. Eingaben verteidigt. Die Umsetzung findet nach Einarbeitung der Eingaben statt oder das Vorhaben wird aufgrund zu großer Bedenken eingestellt. Vorgeschlagene Herangehensweise (unten, EDD), um den oben innewohnenden Nachteilen in der Umsetzung entgegenzutreten. Quelle: verändert nach Walker (2009)

²⁸ Ein großer Teil dieser Unwägbarkeiten lässt sich durch geeignete Maßnahmen bei der Prozessplanung berücksichtigen und damit abfangen.

3.2 Prozessdesign und -ablauf

Entscheidend für das Prozessdesign ist die kontinuierliche Einbindung der Akteure in jedem Prozessschritt. Nur so lassen sich grundlegende Ansprüche eines (integrativen) Partizipationsprozesses erfüllen: Transparenz und Glaubwürdigkeit - z.B. Renn and Webler (1994); Renn (2006); Ansell & Gash (2007); Salter et al. (2010).

Für die Umsetzung eines EDD-Prozesses ergänzend zu formalen Verwaltungsabläufen bedarf es einer maßgeschneiderten Vorgehensweise. In Abb. 9 ist exemplarisch ein allgemeines Ablaufschema für einen integrativen partizipativen Bewertungsprozess dargestellt. Den wichtigen Schritten der Situationsanalyse und Entwicklung von Perspektiven und Lösungsoptionen sind flankierend Bausteine der Beteiligung und Bewertung zugeordnet. In den durchzuführenden Arbeitsschritten werden Methoden eingesetzt, die auf die jeweilige Fragestellung angepasst und anwendbar sind.

Eine wichtige Prämisse ist, gleich zu Beginn die relevanten Betroffenen und Entscheider in den jeweiligen Prozess direkt einzubinden. Vorgeschaltet vor diese Einbindung sind eine intensive und ausführliche Analyse der zu beteiligenden Personen, Institutionen und Organisationen sowie deren Beziehungsgeflecht (*Stakeholderanalyse*). Die durchzuführende Situationsanalyse besteht aus mehreren Teilen. Aufbauend auf einer Analyse und Identifikation der vorhandenen Defizite werden gemeinsam mit den Stakeholdern Handlungsoptionen und Maßnahmen erarbeitet, die zur Behebung der Defizite geeignet erscheinen. Diese Handlungsoptionen und Maßnahmen werden dann zu geeigneten Szenarien kombiniert, die anschließend mit den relevanten Stakeholdern gemeinsam diskutiert und bewertet werden. Die Bewertung der Szenarien wird über an den Untersuchungsgegenstand angepasste Kriterien und Indikatoren durchgeführt. Beispielsweise kann mit Hilfe eines so genannten Outranking-Verfahrens ein Vergleich verschiedener Szenarien unter der Anwendung unterschiedlichster Kriterien erfolgen. Ziel des gesamten partizipativen Bewertungsprozesses ist es, ein Umsetzungsszenario gemeinsam mit allen relevanten Stakeholdern zu identifizieren, welches als beste Lösungsoption dieses Prozesses weiterverfolgt werden kann.

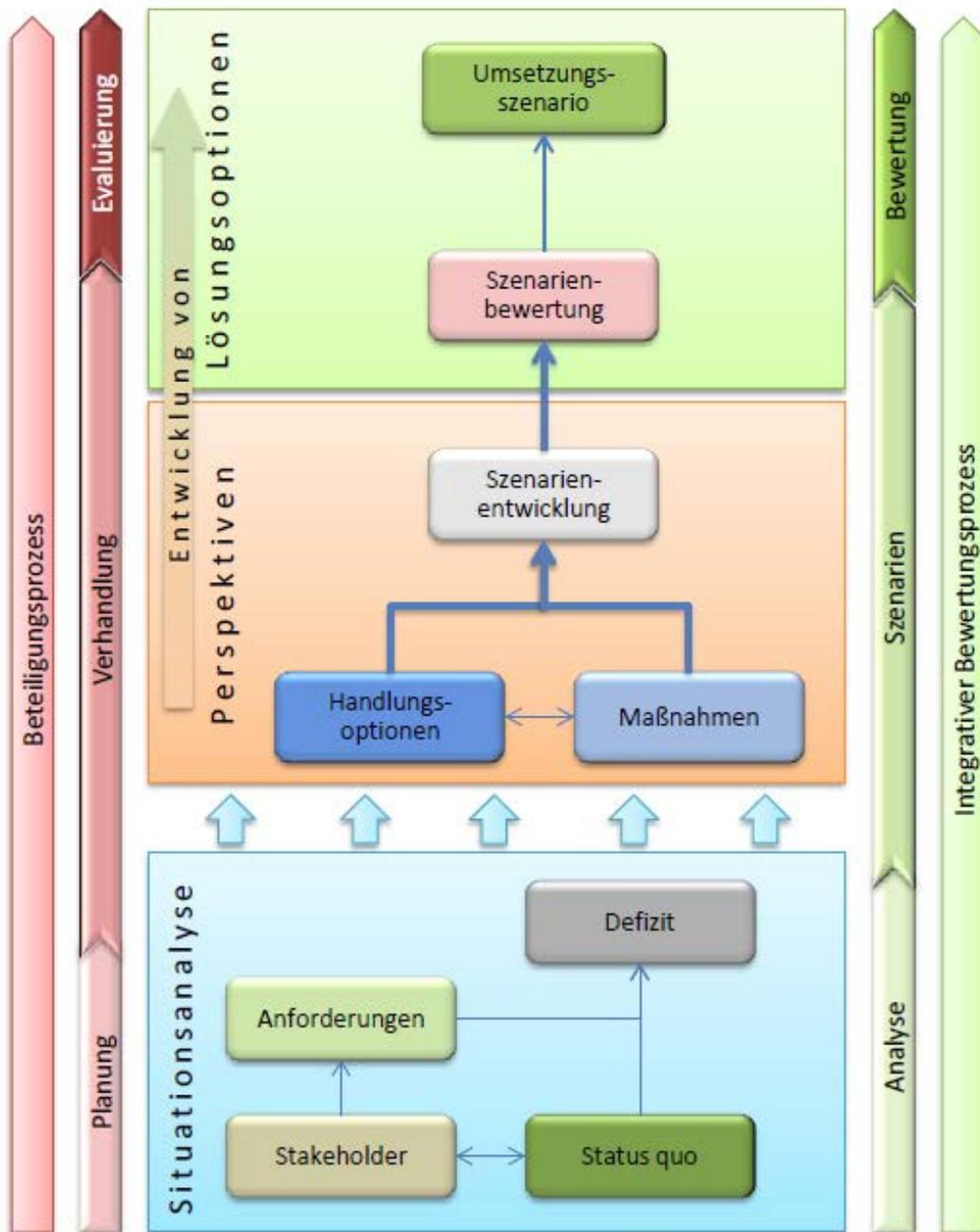


Abb. 9: Allgemeines Ablaufschema für einen integrativen partizipativen Bewertungsprozess

3.3 Beispielanwendung – Entwicklung eines multifunktionalen Küstenschutzraumes

3.3.1 Einleitung und Ausgangslage

Im Rahmen des EU INTERREG IIIB Vorhabens ComCoast wurde an der ostfriesischen Küste eine Pilotstudie durchgeführt, in der ein integrativer partizipativen Bewertungsprozess angewendet wurde (vgl. 3.2). Das Pilotgebiet war ein mehrfach unterteilter Raum bestehend aus den vorgelagerten Wattenmeerinseln, dem Rückseitenwatt, der Salzwiese, einem Sommerpolder dem Hauptdeich und einer zweiten Deichlinie. Basierend auf dem Niedersächsischen Deichgesetz (NDG) bildet der Hauptdeich den hauptsächlichen Sturmflutschutz. Vorgelagerte Flächen und Bauwerke wirken unterstützend. Die 2. Deichlinie spielt für den Schutz gegen Sturmfluten und im Rahmen des Katastrophenschutzes (im Schadensfall) keine Rolle.

Der Küstenschutz, bestehend aus den verantwortlichen Küstenschutzbehörden und dem Deichband, setzt sein Hauptaugenmerk auf den Hauptdeich gemäß NDG. Pflege- und Unterhaltungsmaßnahmen werden durch den Deichband hauptsächlich für den Hauptdeich durchgeführt. Der Sommerdeich wird von einem eigens dafür gegründeten Sommerdeichverband unterhalten, die 2. Deichlinie erfährt keine Unterhaltungsmaßnahmen. Der Sommerpolder wird unter Berücksichtigung landwirtschaftlicher Nutzung wasserwirtschaftlich gemanagt. Naturschutzfachliche Ansprüche werden im Bereich der Salzwiese und den vorgelagerten Watten berücksichtigt.

3.3.2 Entwurf multifunktionaler Nutzung

Unter der Vorgabe von Klimaszenarien wurden mit den relevanten Akteuren sozio-ökonomische Zukunftsentwürfe diskutiert, um diese als Leitplanken für die Entwicklung von Landnutzungsszenarien für die Pilotfläche in 2050 anzuwenden (Ahlhorn, 2009; Ahlhorn u. a., 2011, 2010a).

Konkret wurden drei verschiedene Landnutzungsszenarien durch die einbezogenen Akteure aus Naturschutz, Landwirtschaft, Tourismus, Küstenschutz und lokalen und regionalen Verwaltungseinheiten gemeinschaftlich erarbeitet und bewertet.

Szenario A beschreibt die erfolgreiche Fortsetzung aktueller Trends unter günstigen ökonomischen Bedingungen, während Szenario B von ungünstigen wirtschaftlichen Entwicklungen und einer zunehmenden Nutzungsintensivierung ausgeht, beschreibt Szenario C eine gesellschaftlich-ökonomische Entwicklung mit deutlich nachhaltiger Ausrichtung.

Die für die zum Zielzeitpunkt 2050 für die jeweiligen Szenarien angenommenen Landnutzungsbedingungen wurden in Form raumscharfer Nutzungselemente aus verschiedenen Sektoren (Naturschutz, Landwirtschaft, Tourismus, etc.) abgebildet und mit Hilfe eines Geografischen Informationssystems erfasst und dargestellt.

Grundvoraussetzung war, dass das küstenschutzrelevante Risiko gleich bleibt und zu keiner Zeit Einbußen in der Sicherheit auftreten. So bleibt der gesamte Bereich als Vorranggebiet für den Küstenschutz bestehen.

Die durch die einbezogenen Akteure gemeinschaftliche durchgeführte Bewertung erfolgte mit Hilfe des multikriteriellen Bewertungsverfahrens PROETHEE (Brans u. a., 1998; Brans und Mareschal, 2005; Brans und Vincke, 1985).

Um der Anforderung zu genügen möglichst alle im Untersuchungsgebiet vorkommenden Wertbestände zu erfassen wird zur Wertzuweisung das Modell des ökonomischen Gesamtwertes verwendet (TEV = Total Economic Value; Dauvellier and van der Maarel, 1977; van der Maarel and Dauvellier, 1978; Barbier, 1989; Barbier, Markandya and Pearce, 1990; WBGU, 1999; Fisher, Turner and Morling, 2009; Pascual *et al.*, 2010; Costanza *et al.*, 2014).

Die Durchführung der Szenariobewertungen ergab, dass für eine Mehrzahl von Bewertungsansätzen, jeweils beruhend auf der Zusammenstellung verschiedener Kriterienbündel und ihrer Gewichtung das Nachhaltigkeits-Szenario C den größten Wert aufweist (Abb. 10).

Herauszuhebende Aspekte des favorisierten Szenarios aus Küstenschutzsicht sind dabei:

- a) Eine Schleifung des Sommerdeiches, um die Sedimentverfügbarkeit für den Sommerpolder zu erhöhen und so ein Aufwachsen mit steigendem Meeresspiegel und Sturmflutwasserständen zu ermöglichen und gleichzeitig die wellendämpfende Funktion zu erhöhen.
- b) Forschung und Entwicklung zum Anbau salztoleranter Pflanzen im Polder als innovative Anpassungsmaßnahmen landwirtschaftlicher Nutzung mit Blick auf mögliche zukünftige Versalzungstendenzen.
- c) Ausbau des Hauptdeiches zu einem auf der Binnenseite überströmungssicheren Bauwerk mit im Hinterland angepasster Infrastruktur, insbesondere wasserwirtschaftlicher Anlagen. Dadurch können Deicherhöhungen für gefährdetere Deichstrecken (Schardeich) priorisiert oder Anpassungsintervalle zeitlich gestreckt werden.

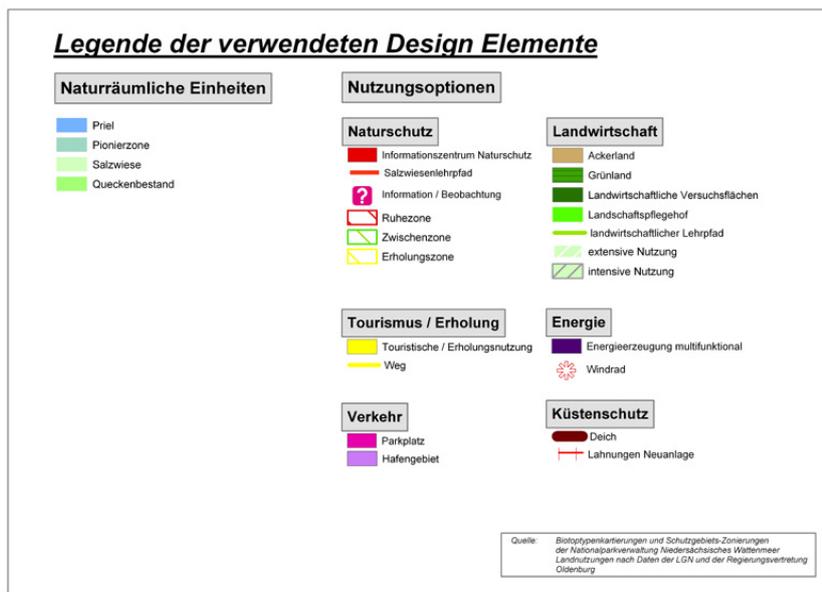
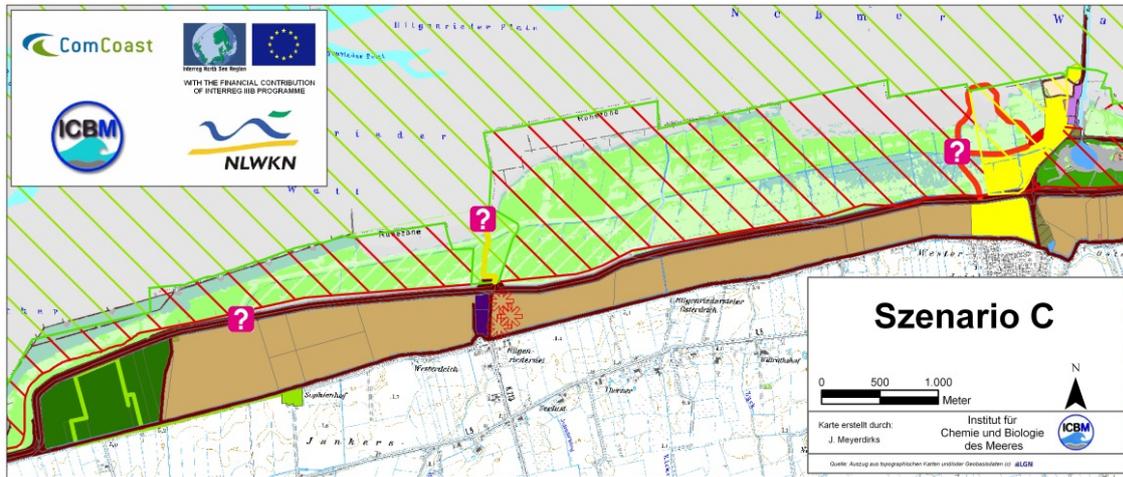


Abb. 10: Landnutzungsszenario C aus dem partizipativen Bewertungsprozess des EU INTERREG IIIB Vorhabens ComCoast (oben). Legende zur Karte (unten). Quelle: Ahlhorn (2009)

3.3.3 Reflexion der Akteure zum Prozess

Die Anwendung dieses informellen und vollständig partizipativen Prozesses hat zu einer großen Zufriedenheit der beteiligten Akteure geführt. Neben der zu erfüllenden Bedingung der Transparenz, hat das Verfahren auch zum besseren Verständnis verschiedener Positionen und Sachverhalte nutzungsfremder Akteure beigetragen. Die gemeinsame, intensive Auseinandersetzung über die Relevanz landschaftlicher Einheiten und deren (direkten oder indirekten) Nutzen für jede einzelne Nutzungsform trug zu einem besseren Verständnis und zur besseren Einschätzung des Gegenübers bei. Als Folge dessen wurden zumindest unter heutigen Bedingungen/Konstellationen abgelehnte Nutzungsänderungen sowie innovative Nutzungsmöglichkeiten offen diskutiert und fanden z.T. Eingang in das jeweilige Szenario.

Als Vorteil wurde anerkannt, dass ein solcher informeller Prozess geeignet ist, um Meinungsverschiedenheiten auszutauschen und diese anhand eines objektiven Bewertungsverfahrens auswerten zu lassen. Die Akteure haben gemeinsam sowohl die Werte für die Kriterien festgelegt als auch die Gewichtung der jeweiligen Kriterien für das Bewertungsverfahren.

Hilfreich für eine konstruktive Diskussion war, dass keine der Nutzungsformen mit einer konkreten Maßnahme in den Prozess eingestiegen ist. Somit ging es viel mehr um die gemeinsame Entwicklung des Pilotgebietes unter den gegebenen Szenarien und den heutigen einzuhaltenden rechtlichen Rahmenbedingungen.

Darüber hinaus hat der Prozess gezeigt, dass mit den in 3.3.2 herausgehobenen Aspekte Vorteile im gemeinsamen Handeln von Küsten- und Naturschutz erkannt werden. Diese Optionen ließen sich durch den Übergang von einem linien- auf einen raumbezogenen (tiefengestaffelten) Küstenschutz in Zukunft weiter ausbauen.

4 Potenzialanalyse zur Ermittlung von Eignungsräumen

4.1 Methodisches Vorgehen - ein Praxisbeispiel

Die vorgestellten konzeptionellen Überlegungen zu multifunktionalen Räumen für den Küsten- und Naturschutz sind grundsätzlich an der gesamten deutschen Nordseeküste anwendbar. Dies gilt zumal die landschaftsräumlichen und gesetzlichen Grundvoraussetzungen in weiten Teilen der Küste vergleichbar sind. Flache Marschländer, deren Übergang zu vorgelagerten Watten durch eine geschlossene Deichlinie unterbrochen ist, finden sich küstenweit.

Trotzdem sind die Konzepte multifunktionaler Küstenschutzräume für unterschiedliche Ausgangsbedingungen ausgelegt. Somit ist es sinnvoll, vor einer Umsetzung zunächst entsprechende Eignungsräume anhand zuvor definierter Kriterien zu identifizieren, in deren Bereichen eine Umsetzung besonders vielversprechend oder bezüglich ihrer Umsetzbarkeit möglich erscheint. Bei der Festlegung dieser Kriterien sind neben der Infrastruktur der Räume auch die verschiedenen Nutzungen zu berücksichtigen.

Im Folgenden soll anhand der Nutzerperspektive Küstenschutz diese Kriteriendefinition exemplarisch dargestellt werden. Besonders zielführend erscheint die Umsetzung multifunktionaler Raumkonzepte in Bereichen mit gestaffelten Küstenschutzsystemen (vgl. 2.2). Am Beispiel des Bundeslandes Niedersachsen wird die Kriterienauswahl für eine Raumidentifikation kurz beschrieben²⁹.

Der Grundsatz des Niedersächsischen Deichgesetzes (NDG) ist, dass Menschen und Werte hinter den Deichen geschützt werden, dies wird durch den Umstand ausgedrückt, dass „die Eigentümer aller im Schutz der Deiche gelegenen Grundstücke (geschütztes Gebiet) ... zur gemeinschaftlichen Deicherhaltung verpflichtet (sind)“ (NDG §6 Abs. 1). Dieser Schutzstatus, der durch den Bemessungswasserstand zuzüglich des lokalen Wellenaufbaus (NDG §4) ausgedrückt wird, ist für die gesamte niedersächsische Küste gleich, unabhängig davon, ob sich hinter der Schutzlinie landwirtschaftlich genutzte Flächen, ein Dorf oder eine Stadt befindet. Somit ist die Auswahl der Kriterien für die Identifikation von Flächen, in denen die oben genannten Konzepte angewandt werden können, mit größter Sorgfalt zu führen (Ahlhorn u. a., 2007).

Die Erstellung von Indikatoren für den Küstenschutz stützt sich auf Vorgaben des NDG. In §21 Abs. 1 NDG wird festgestellt, dass die „zwischen Hauptdeich und Uferlinie (mittleres Tidehochwasser) liegende unbedeichte oder bedeichte Fläche (Deichvorland) ... als Deichschutz vom Träger der Deicherhaltung in der von der Deichbe-

²⁹ Einige Angaben sind einfach auf Schleswig-Holstein zu übertragen, gemäß Landeswassergesetz (LWG)

hörde zu bestimmenden Breite erhalten werden (muss)“. Im Kommentar zum NDG (Lüders und Leis, 1964) und weiter in §23 wird eine Vorlandbreite von mindestens 200 m erwähnt. Somit wird eine Vorlandbreite von mindestens 200 m als ein Indikator für die Nutzerperspektive Küstenschutz ausgewählt. Betrachten wir die Landseite, ist die in §29 NDG genannte zweite Deichlinie von Interesse: „Deiche, die geeignet sind, bei einem Bruch des Hauptdeiches oder eines Sperrwerkes die Überschwemmung im geschützten Gebiet einzuschränken, sind von der oberen Deichbehörde durch Verordnung als zweite Deichlinie zu widmen ...“. Als zweiter Indikator bietet sich die Suche nach vorhandenen zweiten Deichlinien an, gleichgültig, ob sie gewidmet sind oder nicht.

Abb. 11 zeigt die Klassifizierung der Ausprägung eines flächenhaften Küstenschutzsystems an der niedersächsischen Küste. In Grün sind die Bereiche dargestellt, in denen eine vollständige Küstenschutz-Zone vorhanden ist (Deichvorland > 200 m und 2. Deichlinie vorhanden). Gelb markiert sind die Bereiche, die neben dem Hauptdeich entweder eine 2. Deichlinie aufweisen oder ein Deichvorland, welches breiter als 200 m ist. In den mit Rot gekennzeichneten Gebieten besteht das Küstenschutzsystem lediglich aus dem Hauptdeich. Anhand dieser Klassifizierung lassen sich Entwicklungspotenziale für einen raumbezogenen Küstenschutz in Niedersachsen darstellen. Für die Etablierung multifunktionaler Küstenschutzräume und entsprechender Maßnahmenumsetzungen sind somit insbesondere die Bereiche vielversprechend, die bereits über eine starke raumbezogene Ausprägung durch ein möglichst (vollständiges) gestaffeltes Küstenschutzsystem verfügen.

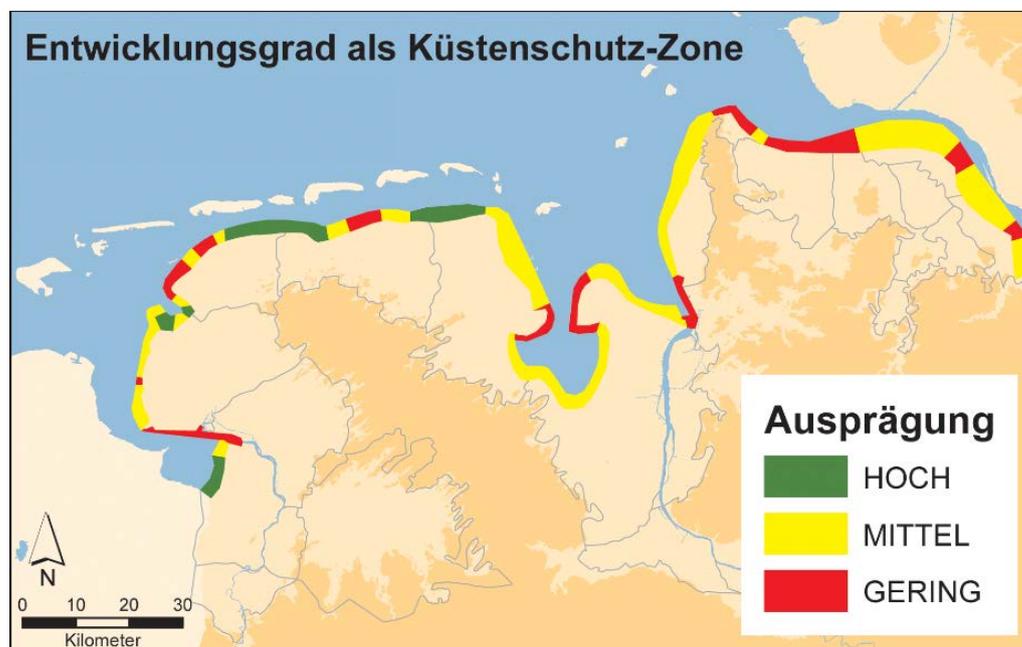


Abb. 11: Darstellung des „Entwicklungsgrades als Küstenschutzraum“ der ostfriesischen Küste. Quelle: Ahlhorn et al. (2007)

Die GIS-basierten Karten können als Arbeitsgrundlage und Verortung von raumbezogenen Küstenschutzkonzepten Anwendung finden. Die identifizierten Flächen können auf diese Weise in den Raumplanungsprozess eingebracht werden, und so die Umsetzung von raumbezogenen multifunktionalen Küstenschutzkonzepten in der Raumplanung vorantreiben.

Heutige Instrumente der Raumplanung berücksichtigen den Küstenschutz nur als linienhafte Nutzungsperspektive. In Gesprächen mit Experten aus der Raumplanung und dem Küstenschutz sowie Vertretern anderer Nutzerperspektiven haben sich diese positiv gegenüber der gezeigten Methodik und ihrer praktischen Anwendung geäußert. Die Verwendung eines GIS hat sich in diesem Zusammenhang als wirkungsvoll erwiesen. Das GIS unterstützt den Experten bei der Identifikation von geeigneten Arealen für die Umsetzung raumbezogener Küstenschutzkonzepte und macht die Entscheidungsfindung transparent und reproduzierbar.

4.2 Potenzielle Eignungsräume für die Umsetzung multifunktionaler Räume für Küsten- und Naturschutz in Niedersachsen und Schleswig-Holstein – eine exemplarische Auswahl

Bislang haben wir bei der Entwicklung von Potenzialräumen für die Entwicklung eines naturverträglicheren Küstenschutzes diese ausschließlich aus den Belangen und Anforderungen des Küstenschutzes und seiner Infrastrukturen abgeleitet. Dies bleibt nach wie vor eine wichtige Voraussetzung, um in einem ersten Abgleich Räume zu identifizieren, die in besonderer Weise geeignet sind, das hier dargestellte Konzept einer multifunktionalen Raumnutzung durch den Küsten- und Naturschutz voranzutreiben. Insgesamt greift diese Herangehensweise aber zu kurz, da auch andere Nutzer raumbezogene Ansprüche an die Küstenregion stellen.

In diesem Kapitel soll darum ein integrativer Ansatz zur Ermittlung von Räumen mit einem erhöhtem Potenzial für einen naturverträglichen Küstenschutz skizziert werden. Der Ansatz berücksichtigt dabei auch explizit die Ansprüche anderer Nutzungsformen an den Küstenraum.

Bei der Definition der Kriterien erfolgt eine Unterscheidung in die Nutzerperspektiven: Küstenschutz, Naturschutz, Tourismus und Erholung, Landwirtschaft, Besiedlung und gewerbliche Nutzung. Für jede dieser Perspektiven werden die Kriterien zunächst argumentativ formuliert, wobei auf ein entsprechendes Expertenwissen zurückgegriffen wird. Des Weiteren sind Indikatoren zu definieren, anhand derer die Erfüllung oder Nichterfüllung eines Kriteriums bemessen werden kann. Eine Übersicht über wichtige Nutzerperspektiven und zielführende Kriterien gibt Tab. 1 (Ahlhorn et al., 2007).

Tab. 1: Nutzerperspektiven und Bewertungskriterien für die Identifikation von Eignungsräumen für die Umsetzung flächenhafter Küstenschutzkonzepte. Quelle: Ahlhorn et al. (2007)

Nutzerperspektive	Kriterium	Indikatoren
Küstenschutz	Entwicklungsgrad als Küstenschutz-Zone	- Vorlandbreite > 200 m - 2. Deichlinie vorhanden
Naturschutz	Naturnähe des Gebietes	- Vorlandbreite > 200 m - Verbauungsgrad des Vorlandes - natürliche Vorlandentwässerung - Nutzungsintensität
	Naturschutzfachliche Bedeutung	- Schutzstatus nach Gesetzgebung - Avifaunistische Bedeutung
Tourismus und Erholung	Touristische Infrastruktur	- Campingplätze - Sport- und Freizeitanlagen - Badestrände
	Raumordnerische Bedeutung	- Prioritäres Gebiet für Erholung - Prioritärer Standort für Erholung
Landwirtschaft	Nutzflächen von besonderer Bedeutung	- Sommerpolder
Besiedlung und gewerbliche Nutzung	Art der ländlichen Prägung	- Besiedlungsdichte - Industrie- und Gewerbeflächen

Die Verwendung von raumscharf abbildbaren Kriterien und Indikatoren ermöglicht eine raumbezogene Analyse verschiedener Informationen unterschiedlicher Kriterien zunächst für eine Nutzerperspektive. Hierzu werden die Flächen hinsichtlich ihrer Eignung klassifiziert. Die Klassifizierung wird dabei auf Basis der Bewertung und Gewichtung einzelner Kriterien und einer anschließenden Aggregation mithilfe von Bewertungs- und Zuordnungsmatrizen durchgeführt. Daraus ergibt sich eine aggregierte Wertzuweisung für die jeweilige Nutzungsperspektive.

Die naturschutzfachliche Wertigkeit (Abb. 12) größerer Teilbereiche im Küstenraum kann so durch einen homogenen Satz von Kriterien und Indikatoren abgebildet werden (Abb. 13). Auf diese Art können naturschutzfachliche Raumansprüche durch die Aggregation umfassender Einzelbewertungen visualisiert und raumscharf dargestellt werden. Hinsichtlich naturschutzfachlicher Anforderungen lassen sich auf diese Weise verschiedene und besonders empfindliche Gebiete identifizieren, für die sich ein erhöhter Handlungsbedarf ableiten lässt.

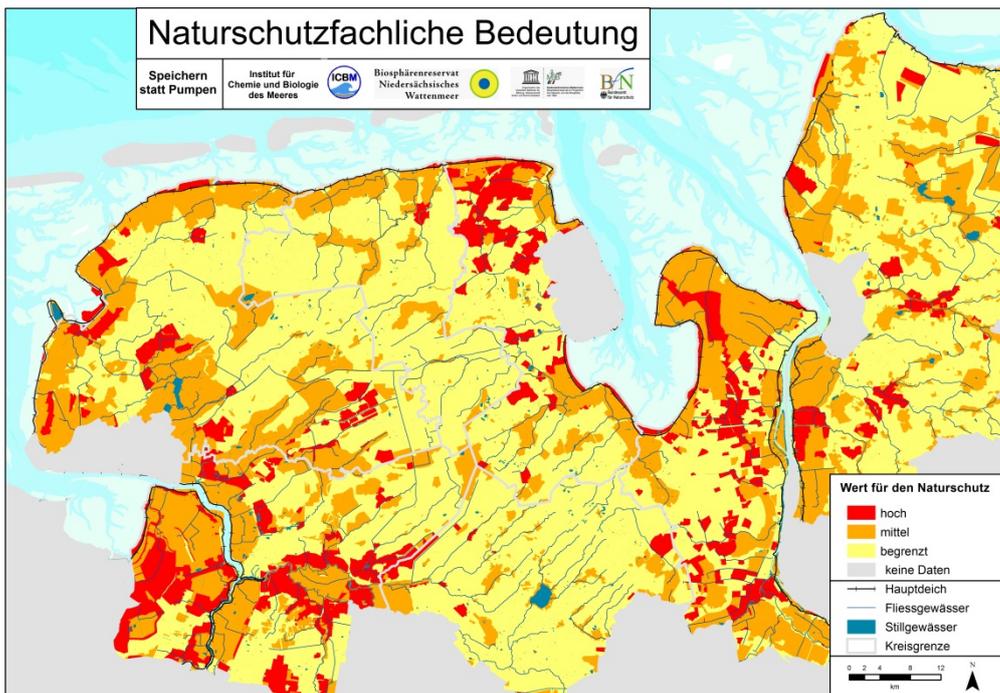


Abb. 12: Darstellung der naturschutzfachlichen Bedeutung der Binnendeichflächen im niedersächsischen Küstenraum. Quelle: Ahlhorn u. a. (2010b)

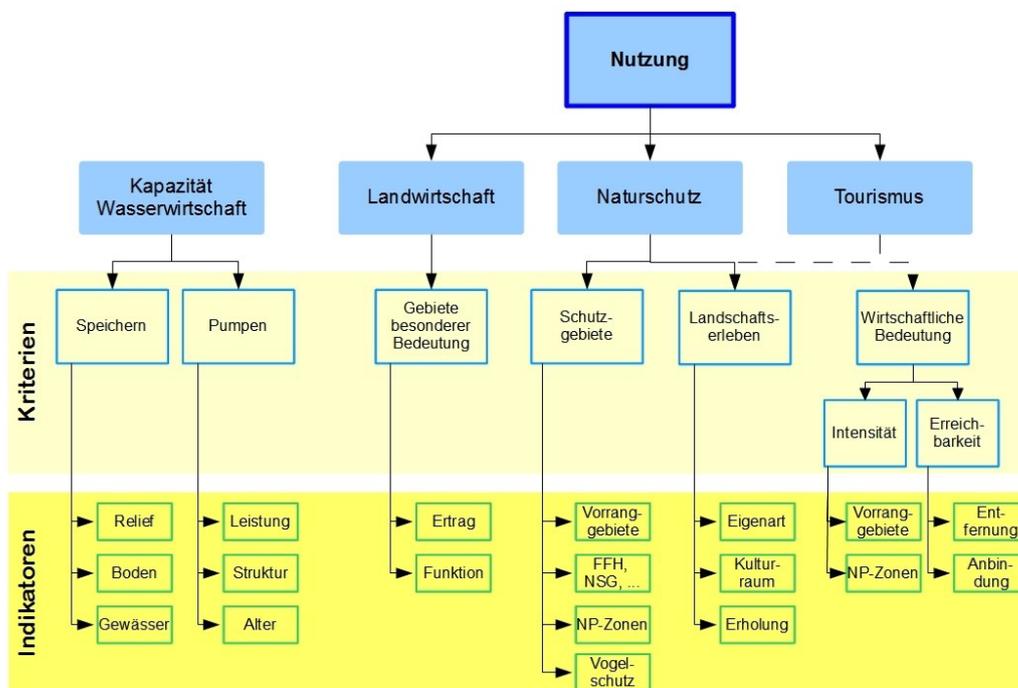


Abb. 13: Aggregationschema für die Verschneidung der ermittelten Indikatoren und Kriterien für die Kapazität der Wasserwirtschaft und ausgewählte Nutzungen: Landwirtschaft, Naturschutz, Tourismus. Quelle: Ahlhorn u. a. (2010b)

Durch die Überlagerung und Verschneidung der Bedarfs- bzw. Wertekarten verschiedener Nutzungsperspektiven lassen sich Bereiche mit erhöhtem Konfliktpotenzial ableiten (Abb. 14). Da es sich zunächst nur um potenzielle Konflikte basierend auf konkurrierenden Nutzungsansprüchen handelt, ist es in jedem Einzelfall wichtig die Ansprüche der örtlichen Interessenvertreter einzubeziehen. In einer kaskadierenden Abfolge verschiedener Anforderungsprofile unterschiedlicher Nutzerperspektiven können dann spezifische Raumzuschnitte identifiziert werden, die für den betroffenen Konfliktraum geeignete Lösungsoptionen entwickeln helfen.

Dies kann schlichtungsunterstützend bei der Identifikation besonderer Konfliktlagen wirken. Oder aber auch die besondere Eignung eines Gebietes für die Maßnahmenumsetzungen belegen, da es über gute infrastrukturelle Voraussetzungen und landschaftsökologisch wertvolle Bereiche und darum besondere Entwicklungspotenziale für mehr als nur eine Nutzerperspektive aufweist.

Wichtig für das Gelingen von Planungs- und Umsetzungsprozessen ist die frühzeitige und umfassende Einbindung aller am Prozess zu beteiligenden Akteure. Die vorgestellte Anwendung Integrierter Partizipativer Bewertungsprozesse zur Identifikation von multifunktionalen Räumen mit einem hohem Potenzial für die Etablierung eines naturnahen Küstenschutzes kann durch die Verwendung geeigneter Visualisierungsmethoden die Nachvollziehbarkeit und Akzeptanz von Maßnahmenvorschlägen über die Grenzen verschiedener Nutzeranliegen hinweg unterstützen.

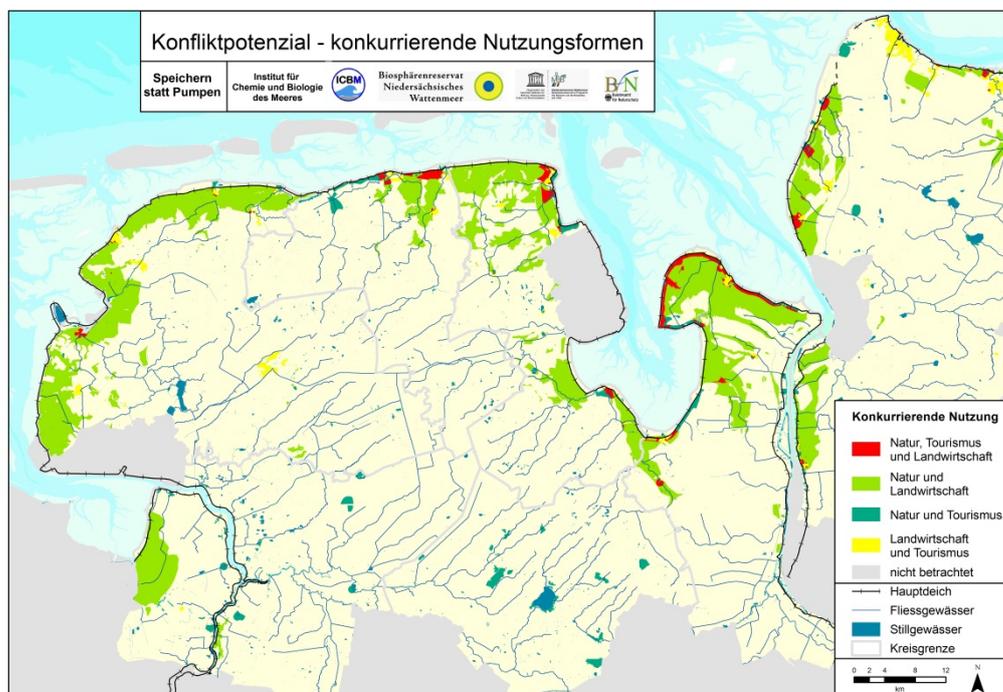


Abb. 14: Darstellung der konkurrierenden Nutzungsansprüche im niedersächsischen Küstenraum.
Quelle: Ahlhorn u. a. (2010b)

5 Schlussfolgerungen

Die Wattenmeer-Region der Nordseeküste ist in vielfacher Hinsicht ein dynamischer Bereich. Auch wenn die ursprünglich herrschenden natürlichen Bedingungen durch verschiedene Nutzungsansprüche in weiten Teilen des Gebietes starken Veränderungen unterliegen, ist der wichtigste naturraumprägende Faktor immer noch die hohe Dynamik bestehend u.a. aus Strömung, Überflutungshäufigkeit oder Salzgehalt.

Die Anforderungen von Schifffahrt, Landwirtschaft sowie Küsten- und Naturschutz, um nur einige Nutzer zu nennen, prägen die Landschaft in vielfältiger Weise. Diese Nutzungsstrukturen sind ständigen Wandlungsprozessen unterworfen. Dabei erzeugen die jeweiligen Nutzungen durchaus Auswirkungen auf Räume, die außerhalb ihres eigentlichen Nutzungsbereiches liegen. Beispielhaft sorgen Abwässer aus Landwirtschaft, Siedlungsbereichen oder touristischer Nutzung für eine Veränderung von Nähr- und Schadstoffbedingungen im Wasserkreislauf des Küstengebietes. Die Anforderungen moderner Seeschifffahrt haben zu deutlichen morphologischen und hydrologischen Veränderungen der äußeren Ästuarbereiche geführt. Diese Veränderungen führen zu erkennbaren Folgen in der Entwicklung angrenzender, unter Naturschutz stehender, Wattgebiete und können darüber hinaus beispielsweise zu erheblichen Auswirkungen für die Binnenlandentwässerung des Küstenbereiches führen.

In besonderem Maße gelten diese raumübergreifenden Wirkzusammenhänge für den Küstenschutz. Die Entwicklung einer durchgehenden Deichlinie machte die Besiedlung und Nutzungsfähigkeit der Küstenlandschaft in ihrer heutigen Form erst möglich. Die damit einhergehende Einschränkung dynamischer Prozesse des Wattenmeeres und die ermöglichte Zunahme menschlicher Nutzung führten zu einer erheblichen Degenerierung und Gefährdung zahlreicher Küstenlebensräume. Mittlerweile nimmt die Sensibilisierung für die Belange des Naturschutzes über die Festbeschreibung in verschiedenen nationalen und europäischen Gesetzen und Richtlinien mehr Raum in küstenbezogenen Planungsprozessen ein. Trotzdem sind bislang viele der planerischen Verfahrensabläufe nicht auf eine konsensorientierte, zwischen möglichst allen Raumnutzern vermittelnde, Vorgehensweise ausgerichtet. Dies führt, getrieben durch zunehmend intensivere Nutzungsansprüche, zu erheblichem Konflikt und damit verbunden deutlichen verlängerten Planungszeiträumen.

Ziel nachhaltiger Raumnutzungskonzepte sollte darum die Einbeziehung aller in einem Raum prägenden Nutzungen sein, die in einem auf Konsens und Konfliktminimierung ausgerichteten Prozess tragfähige Lösungen für spezifische Raumzusammenhänge erarbeiten.

Im Sinne dieser Zielausrichtung und Anforderungen bietet das Konzept „multifunktionaler Räume für Küsten- und Naturschutz“ zukunftsorientierte und praxistaugliche Lösungsstrategien für die Raumplanung.

Schlussfolgernd lassen sich die wichtigsten Aspekte wie folgt zusammenfassen:

Raumbezogener Küstenschutz bezieht Räume hinter der Hauptdeichlinie mit ein

Das Bekenntnis des Küstenschutzes auch als Raumnutzer hinter dem Deich aufzutreten, eröffnet die Möglichkeit zur Gestaltung küstenschutzbezogener Anforderungen an die Raumplanung. Küstenschutz nimmt eine pro-aktive Rolle in der Planung binnenländischer Flächen ein, indem beispielsweise Flächenansprüche zur Kleigewinnung formuliert werden.

Küstenschutz würde durch die diese gleichberechtigte Teilnahme an flächenbezogenen Raumplanungen zusätzliche Spielräume für raumspezifische Lösungsoptionen erhalten. Durch Anpassung der bestehenden Nutzungsart können Vorteile im Zusammenspiel mit anderen Nutzern entstehen. Es könnte eine zeitlich versetzte Nutzung planerisch abgesichert werden, die beispielsweise zunächst als Kleiabbaubereich genutzte Bereiche für Naturschutz oder Landwirtschaft nutzbar macht (vgl. Kap. 2.1, 2.3).

Raumbezogener Küstenschutz ermöglicht ein angepasstes Risikomanagement

Erstes Ziel zukünftiger Küstenschutzkonzepte bleibt immer der Schutz der Bevölkerung und ihrer binnenländischen Werte. Ein Restrisiko bleibt wie bei jeder technischen Anwendung auch beim Küstenschutz bestehen. Bestrebungen, das im Versagensfall eintretende Schadensausmaß in die Risikoabschätzung einzubeziehen, erlauben einen flexibleren Umgang mit den Anforderungen an den Küstenschutz. Ist in einem Gebiet das Schadenspotenzial als gering einzustufen, lassen sich raumspezifische Lösungsansätze, die explizit Aspekte von Prävention, räumlicher Anpassung, Katastrophenschutz oder Wiederaufbau mit einbeziehen, verwirklichen (vgl. Kap. 2.3). Datenbasierte, raumbezogene Gefährdungs- und Risikoanalysen ermöglichen spezifische Schadensfallabschätzungen und liefern die Basis für raumspezifische Lösungsansätze.

Raumbezogener Küstenschutz ermöglicht multifunktionale Nutzungen

Die Weiterentwicklung des bestehenden linienhaften Küstenschutzes hin zu mehr flächenorientierten Küstenschutzkonzepten basiert weiterhin auf einer intakten Hauptdeichlinie. Das gesetzlich festgelegte Sicherheitsmaß wird nicht mehr linienhaft, sondern auf einen Raum bezogen, verwirklicht. Der Hauptdeich bleibt wichtigster Teil des Schutzsystems wird aber durch Strukturen in der Fläche ergänzt (vgl. Kap. 2.2). Dies führt zu einer Verschiebung der Sicherheitslinie landeinwärts in dafür geeigneten Küstenabschnitten. Bestimmte Küstenabschnitte verfügen bereits über ein gestaffeltes Küstenschutzsystem (Vorland, 2. Deichlinie, vgl. Kap. 4.1) oder besitzen für verschiedene Nutzerformen hohe Wertigkeit (vgl. Kap. 4.2).

Die Einrichtung multifunktionaler Räume eröffnet die Möglichkeit, den Küstenschutz naturverträglicher zu gestalten. Beispielsweise könnten durch die Einbeziehung der

2. Deichlinien in ein raumbezogenes Küstenschutzkonzept, bislang unbebaute Küstenabschnitte mit entsprechender naturschutzfachlicher Wertigkeit und naturraumtypischer Ausprägung planerisch abgesichert und langfristig erhalten werden.

Dazu müssten zunächst die Anforderungsprofile einzelner Sektoren (Landwirtschaft, Naturschutz, etc.) sowie mögliche Konfliktpotenziale ermittelt werden, um spätere Auseinandersetzungen vermeiden zu können. Eine multifunktionale Nutzung zielt primär auf die Einbeziehung der Nutzungsanforderungen möglichst aller Beteiligten ab. Aus einer frühzeitigen und planerisch begleiteten Abstimmung zwischen den verschiedenen Sektoren können sich Nutzungsformen ergeben, die Zugewinne für verschiedene Seiten ermöglichen (vgl. Kap. 3.3, 4.2).

Planung und Umsetzung multifunktionaler Räume für Küsten- und Naturschutz mittels integrativer Partizipationsprozesse

Eine moderne auf Nachhaltigkeit und Konsensbildung ausgerichtete Raumplanung wird ohne die verstärkte Einbindung von Beteiligten aus den betroffenen Nutzerperspektiven nicht gelingen. Ob Beteiligungsprozesse mit allen relevanten Stakeholdern als vorgeschaltete, informelle Verfahren auf freiwilliger Basis etabliert oder zukünftig als fester Bestandteil gesetzlich verankerter Verfahrensabläufe durchgeführt werden, muss die zukünftige Entwicklung zeigen (vgl. Kap. 3.1, 3.2.). Unstrittig ist, dass die aktuelle Praxis gängiger Verwaltungsverfahren oftmals an ihre Grenzen stößt und mittlerweile von vielen Beteiligten als nicht zufriedenstellend eingestuft wird.

Die Durchführung weiterer Pilotprojekte zur Entwicklung eines naturverträglichen Küstenschutzes ist in jedem Fall voranzutreiben. Das Konzept Küstenschutzlösungen mit Raumbezug auszustatten, erfordert die strikte Analyse der vorliegenden Nutzungen und Raumansprüche, um mittels geeigneter Verfahren eine nachhaltige und konfliktreduzierende Raumnutzung etablieren zu können.

Der Forschungsbezug derartiger Pilotprojekte sollte erhalten werden, muss aber um praktische Relevanz für Nutzer, Verwaltung und Entscheider zu gewährleisten, stets den nötigen Praxisbezug liefern. Positive Effekte ergeben sich erst nach der Umsetzung von Projekten. Darum ist eine umsetzungsorientierte Projektausrichtung unabdingbar. Dazu gehört, dass Erfolge und Entwicklungsfelder evaluiert, verbessert und das Wissen darum Verbreitung finden.

Gerade die erfolgreiche Umsetzung von wissenschaftlich und planerisch begleiteten Projekten kann die Akzeptanz für progressive Wege im Küsten- und Naturschutz in der Wattenmeer-Region verbessern.

6 Literatur

- Ahlhorn, F., 2009. Long-term perspective in coastal zone development: Multifunctional coastal protection zones. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Ahlhorn, F., Bormann, H., 2015. Entwicklungsmöglichkeiten des Hochwasserschutzes im Küstenraum – Risiko oder Sicherheit ? Wasser und Abfall 6, 26–30.
- Ahlhorn, F., Meyerdirks, J., Klenke, T., 2011. Entwicklung und Einsatz aktorsbezogener GIS-gestützter Bewertungsverfahren im Küstenschutzmanagement, in: Traub, K.-P., Kohlus, J., Lüllwitz, . (Hrsg.), Geoinformationen für die Küstenzone. Beiträge des 3. Hamburger Symposiums zur Küstenzone und Beiträge des 8. Workshops zur Nutzung der Fernerkundung im Bereich der BfG/Wasser- und Schifffahrtsverwaltung. Points-Verlag, Norden, S. 177–188.
- Ahlhorn, F., Meyerdirks, J., Klenke, T., 2010a. Long-term Perspectives in Coastal Zone Development – A Participatory Assessment Process. Wadden Sea Ecosyst. 26, 89–94.
- Ahlhorn, F., Meyerdirks, J., Umlauf, I., 2010b. Speichern statt pumpen. Abschlussbericht. Wilhelmshaven.
- Ahlhorn, F., Simmering, F., Klenke, T., Meyerdirks, J., Meyer, F., 2007. GIS-Anwendungen im Rahmen eines nachhaltigen Küstenschutz-Managements, in: Traub, K.-P., Kohlus, J. (Hrsg.), Geoinformationen für die Küstenzone. Wichmann, Norden, S. 59–69.
- Allemeyer, M.L., 2007. „... dass man dem grausam Toben des Meeres nicht etwa kann Widerstand thun mit Gewalt.“ Kontroversen um den Küstenschutz im 17. und 18. Jahrhundert, in: Fischer, N., Müller-Wusterwitz, S., Schmidt-Lauber, B. (Hrsg.), Inszenierungen der Küste. Reimer Verlag, Berlin, S. 87–105.
- Allsop, W., Kortenhuis, A., Morris, M., 2007. Failure Mechanisms for Flood Defence Structures (No. T04-6–1), FLOODsite Report.
- Ansell, C., Gash, A., 2007. Collaborative Governance in Theory and Practice. J. Public Adm. Res. Theory 18, 543–571.
- Arps, L., 1951. Der güldene Ring. Deichbau und Landgewinnung an der Nordseeküste. Neues Arch. für Niedersachsen 25, 477–491.
- Augst, H.J., Wesemüller, H., 1979. Niedersächsisches Wattenmeer, Grundlagen für ein Schutzprogramm. Hannover.
- Bantelmann, A., 1966. Die Landschaftsentwicklung an der schleswig-holsteinischen Westküste, dargestellt am Beispiel Nordfriesland. Eine Funktionschronik durch fünf Jahrtausende. Die Küste 14, 5–99.
- Barbier, E.B., 1989. The Economic Value of Ecosystems: 1- Tropical Wetlands. Gatekeeper Ser. London Environ. Econ. Cent.
- Barbier, E.B., Markandya, A., Pearce, D.W., 1990. Environmental sustainability and cost-benefit analysis. Environ. Plan. A 22, 1259–1266. doi:10.1068/a221259

- Bartels, 1881. Eigentliche Beschreibung der vor dieser Grafschaft zur Hinaus belegener Eylanden mit anheffter Erinnerung. Jahrb. der Gesellschaft für Bild. Kunst und vaterländische Altertümer zu Emden 4, S. 35–42.
- Blischke, H., 2001. Küstenschutz im III. Oldenburgischen Deichband. „Leben an der Küste“. Heft 1. III. Oldenburgischer Deichband, Jever.
- Bormann, H., Ahlhorn, F., Giani, L., Klenke, T., 2009. Climate Proof Areas - Konzeption von an den Klimawandel angepassten Wassermanagementstrategien im Norddeutschen Küstenraum. *Korrespondenz Wasserwirtschaft* 2, S. 363–369. doi:10.3243/kwe.2009.07.002
- Bormann, H., Ahlhorn, F., Klenke, T., 2012. Adaptation of water management to regional climate change in a coastal region - Hydrological change vs. community perception and strategies. *J. Hydrol.* 454–455, 64–75. doi:10.1016/j.jhydrol.2012.05.063
- Brahms, A., 1754. Anfangs-Gründe der Deich- und Wasserbaukunst. 1. und 2. Teil. Nachdruck. Marschenrat zur Förderung der Forschung im Küstengebiet.
- Brans, J.P., Macharis, C., Kunsch, P.L., Chevalier, A., Schwaninger, M., 1998. Combining multicriteria decision aid and system dynamics for the control of socio-economic processes. An iterative real-time procedure. *Eur. J. Oper. Res.* 109, S. 428–441. doi:10.1016/S0377-2217(98)00068-X
- Brans, J.P., Mareschal, B., 2005. Promethee Methods, in: Figueira, J., Greco, S., Ehrgott, M. (Hrsg.), *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. Springer Verlag, Boston, London, Dordrecht, S. 163–196.
- Brans, J.P., Vincke, P., 1985. A Preference Ranking Organisation Method. *Manage. Sci.* 31, S. 647–657.
- BWS GmbH, 2014. Grundlagen für die Ableitung von Anpassungsstrategien in Niederungsgebieten an den Klimawandel. Abschlussbericht. Hemmingstedt.
- Claus, B., 2006. Auswirkungen des Klimawandels auf den Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer.
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S.J., Kubiszewski, I., Farber, S., Turner, R.K., 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Glob. Environ. Chang.* 26, S. 152–158. doi:10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002
- Costas, S., Ferreira, O., Martinez, G., 2015. Why do we decide to live with risk at the coast? *Ocean Coast. Manag.* 118, 1–11. doi:10.1016/j.ocecoaman.2015.05.015
- CPSL, 2001. Final Report of the Trilateral Working Group on Coastal Protection and Sea Level Rise. *Wadden Sea Ecosyst.* 13
- Dauvellier, P., van der Maarel, E., 1977. Het globaal ecologisch model (GEM): een poging tot „ecologisering“ van het ruimtelijk beleid. *Nat. en Milieu* 9, 17–20.
- de Swart, H.E., Zimmerman, J.T.F., 2009. Morphodynamics of Tidal Inlet Systems. *Annu. Rev. Fluid Mech.* 41, 203–229. doi:10.1146/annurev.fluid.010908.165159
- Delafontaine, M.T., Flemming, B.W., Mai, S., 2000. The Wadden Sea squeeze as a cause of decreasing sedimentary organic loading, in: Flemming, B., Delafontaine, M.T., Liebezeit, G. (Hrsg.), *Muddy Coast Dynamics and Resource Management*. Elsevier B.V., Amsterdam, S. 273–286.

- Dissanayake, D.M.P.K., Ranasinghe, R., Roelvink, J.A., 2012. The morphological response of large tidal inlet/basin systems to relative sea level rise. *Clim. Change* 113, 253–276. doi:10.1007/s10584-012-0402-z
- Dissanayake, D.M.P.K., Roelvink, J.A., van der Wegen, M., 2009. Modelled channel patterns in a schematized tidal inlet. *Coast. Eng.* doi:10.1016/j.coastaleng.2009.08.008
- EAK, 2002. EAK 2002. Korrigierte Ausgabe 2007. Empfehlungen für die Ausführung von Küstenschutzwerken durch den Ausschuss für Küstenschutzwerke, Die Küste, Hamburg.
- EC, 2002. Recommendation of the European Parliament and of the Council of 30 May 2002 concerning the implementation of Integrated Coastal Zone Management in Europe. *Off. J. Eur. Union* 148, S. 24–27.
- Eilmann, S., Behrend, F., Hübner, R., Weitlander, E., 2009. Interessengruppen/ Interessierte Parteien, in: Gessler, M. (Hrsg.), *Kompetenzbasiertes Projektmanagement (PM3)*. GPM Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V., Nürnberg, S. 67–98.
- EMOVE Consortium, 2015. A Governance Vision on adaptive estuarine management. Middelburg.
- Erchinger, H.F., 1995. Intaktes Deichvorland für Küstenschutz unverzichtbar. *Wasser und Boden* 47, S. 48–53.
- Erchinger, H.F., 1970. Land Reclamation and Groin-Building in the Tidal Flats, in: Johnson, J.W. (Hrsg.), *Proc. of the 12th Conf. on Coastal Engineering*. ASCE, Washington (D.C.), S. 1041–1052. doi:10.9753/icce.v12.%p
- Erz, W., 1972. Nationalpark Wattenmeer: Schutz und Entwicklung einer Naturlandschaft für den Menschen. Parey Verlag, Hamburg.
- Fisher, B., Turner, R.K., Morling, P., 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecol. Econ.* 68, 643–653. doi:10.1016/j.ecolecon.2008.09.014
- Führböter, A., 1991. Wellenbelastung von Deich- und Deckwerksböschungen. *HTG-Jahrbuch* 46, S. 225–282.
- Führböter, A., 1987. Über den Sicherheitszuwachs im Küstenschutz durch eine zweite Deichlinie. *Die Küste* 45, S. 181–208.
- Führböter, A., 1976. Äußere Belastung der Seedeiche, in: Brößkamp, K.H. (Hrsg.), *Seedeichbau - Theorie und Praxis*. VDN, Hamburg.
- González-Riancho, P., Gerkenmeier, B., Ratter, B.M.W., González, M., Medina, R., 2015. Storm surge risk perception and resilience: A pilot study in the German North Sea coast. *Ocean Coast. Manag.* 112, S. 44–60. doi:10.1016/j.ocecoaman.2015.05.004
- Gough, P., Philipsen, P., Schollema, P.P., Wannigen, H., 2012. From Sea to Source. International guidance for the restoration of fish migration highways. Regional Water Authority Hunze en Aa's, Veendam.

- Hartley, N., Wood, C., 2005. Public participation in environmental impact assessment - Implementing the Aarhus Convention. *Environ. Impact Assess. Rev.* 25, S. 319–340. doi:10.1016/j.eiar.2004.12.002
- Heydemann, B., Müller-Karch, J., 1981. Wattenmeer. Bedeutung-Gefährdung-Schutz. Deutscher Naturschutzring e.V. (DNR), Bonn, Kiel.
- Hochschule Bremen, bremenports, 2014. Gesamtstudie zur Vorstudie „Klimaanpassung an der Unterweser durch einen Tidepolder im Bereich der Drepte-niederung“. Bremen.
- Karl, H., 2002. Rationales raumorientiertes Risikomanagement und Vorsorge gegen-über extremen Naturereignissen. *Zweites Forum Katastrophenvorsorge*, 58–64.
- Karrasch, L., Klenke, T., Woltjer, J., 2014. Linking the ecosystem services approach to social preferences and needs in integrated coastal land use management - A planning approach. *Land use policy* 38, S. 522–532. doi:10.1016/j.landusepol.2013.12.010
- Kellens, W., Zaalberg, R., Neutens, T., Vanneuville, W., De Maeyer, P., 2011. An Analysis of the Public Perception of Flood Risk on the Belgian Coast. *Risk Anal.* 31, S. 1055–1068. doi:10.1111/j.1539-6924.2010.01571.x
- King, S.E., Lester, J.N., 1995. The value of salt marsh as a sea defence. *Mar. Pollut. Bull.* 30, S. 180–189. doi:10.1016/0025-326X(94)00173-7
- Klenke, T., Ahlhorn, F., Jeschke, A., 2006. Multifunktionale Küstenschutzräume als Dimension eines Integrierten Küstenzonenmanagements. *Wasser und Abfall* 8, S. 15–19.
- Kortenhaus, A., 2003. Probabilistische Methoden für Nordseedeiche. TU Braunschweig.
- Kortenhaus, A., Oumeraci, H., 2002. Probabilistische Bemessungsmethoden für Seedeiche (ProDeich) (No. 877), Braunschweig.
- Kunz, H., 2004a. Küstenschutz- und Küstenzonenmanagement: Gesamtschau einer Dokumentation (No. 15), Arbeiten aus der Forschungsstelle Küste, Norderney.
- Kunz, H., 2004b. Sicherheitsphilosophie für den Küstenschutz. *HTG-Jahrbuch* 54, S. 253–288.
- Kunz, H., 1998. Integration of Coastal Protection in Germany into a Coastal Zone Management, in: *First German-Chinese Joint Seminar on Recent Developments in Coastal Engineering*. Shaker Press, Rostock, S. 29–41.
- Kunz, H., 1994. Die Einwirkungen des Meeres und des Menschen auf das Küsten-gebiet - Küstenschutz und Ökologie: Ein Widerspruch? - Aufgaben und Strategien. *Mitteilungen aus dem Franzius-Institut* 75, S. 9–51.
- Lüders, K., Leis, G., 1964. *Niedersächsisches Deichgesetz - Kommentar*. Verlag Wasser und Boden, Hamburg.
- Mai, S., Daemrich, K., Zimmermann, C., 1998. Wellentransmission an Sommer-deichen. *Wasser und Boden* 50, S. 28–30.
- MELFF/MNU, 1995. *Vorlandmanagement in Schleswig-Holstein*. Kiel.

- MELUR, 2013. Generalplan Küstenschutz des Landes Schleswig-Holstein. Fortschreibung 2012, Kiel.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012. Flood Risk and Water Management in the Netherlands.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Ministerie van Economische Zaken, 2015. Deltaprogramma 2015. Werk aan de delta. De beslissingen om Nederland veilig en leefbaar te houden, Den Haag.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2005. Flood Risks and Safety in the Netherlands (No. DWW-2006-014), Den Haag.
- MLRLLT, 2001a. Vorlandmanagementkonzept Erfahrungsbericht 1995-2000, Kiel.
- MLRLLT, 2001b. Generalplan Küstenschutz. Integriertes Küstenschutzmanagement in Schleswig-Holstein 2001, Kiel.
- Möller, I., 1999. Wave Transformation Over Salt Marshes: A Field and Numerical Modelling Study from North Norfolk, England. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 49, S. 411–426. doi:10.1006/ecss.1999.0509
- Möller, I., Spencer, T., French, J.R., Leggett, D.J., Dixon, M., 2001. The Sea-Defence Value of Salt Marshes: Field Evidence from North Norfolk. *J. Chart. Inst. Water Environ. Manag.* 15, S. 109–116. doi:DOI: 10.1111/j.1747-6593.2001.tb00315.x
- MOS [Michael Otto Stiftung], 2010. Ein Zukunftsbild für eine klimasichere Wattenmeerregion, Hamburg.
- Niedersächsischer Landtag, 1963. Niedersächsisches Deichgesetz.
- Niedersächsisches Umweltministerium, 2006. Entwicklung der Zehn Grundsätze für einen effektiveren Küstenschutz.
- Niemeyer, H.D., Berkenbrink, C., Ritzmann, A., Knaack, H., Wurpts, A., Kaiser, R., 2014. Evaluation of Coastal Protection Strategies in Respect of Climate Change Impacts. *Die Küste* 81, S. 565–577.
- NLKWK Norden, 2003. Vorlandmanagementplan für den Bereich der Deichacht Norden. Norden.
- Oost, a. P., De Boer, P.L., 1994. Sedimentology and Development of Barrier Islands, Ebb-tidal Deltas, Inlets and Backbarrier Areas of the Dutch Wadden Sea. *Senckenbergiana maritima* 24, S. 65–115.
- Oumeraci, H., Gönnert, G., Jensen, J., Kortenhaus, A., Fröhle, P., Gerkensmeier, B., Wahl, T., Mudersbach, C., Naulin, M., Ujeyl, G., Pasche, E., Dassanayake, D.R., Burzel, A., 2012. Extremsturmfluten an offenen Küsten und Ästuargebieten - Risikoermittlung und -beherrschung im Klimawandel (XtremRisk). Hamburg.
- Oumeraci, H., Kortenhaus, A., 2002. Risk-based design of coastal flood defences: a suggestion for a conceptual framework. *Proc. ICCE 2002* 1–13. doi:10.1142/9789812791306_0201
- Oumeraci, H., Kortenhaus, A., Richwein, W., Weissmann, R., 2002. Probabilistische Bemessungsmethoden für Seedeiche.

- Pascual, U., Muradian, R., Brander, L., Gómez-baggethun, E., Martín-lópez, B., Verma, M., Armsworth, P., Christie, M., Cornelissen, H., Eppink, F., Farley, J., Pearson, L., Perrings, C., Polasky, S., Mcneely, J., Norgaard, R., Siddiqui, R., Simpson, R.D., Turner, R.K., 2010. Chapter 5 The economics of valuing ecosystem services and biodiversity. *Econ. Ecosyst. Biodiversity. Ecol. Econ. Found.*, S. 183–255. doi:10.4324/9781849775489
- Projektgruppe Dockkoog, 2015. Zukunft Dockkoog. Gemeinsam für Husum mehr erreichen, Husum.
- Reise, K., 2015. Kurswechsel Küste. Was tun, wenn die Nordsee steigt? Wachholtz-Verlag, Kiel/Hamburg.
- Reise, K., 2014. Wann bewegt sich die Nordseeküste? *Natur und Landschaft* 89, S. 534–539.
- Reise, K., 2006. Neue Ufer für die Nordseeküste, in: Bungenstock, F., Riexinger, S., Bittmann, F. (Hrsg.), *Forschungszentrum Terramare* 16. Terramare, S. 22–25.
- Renn, O., 2006. Participatory processes for designing environmental policies. *Land use policy* 23, S. 34–43. doi:10.1016/j.landusepol.2004.08.005
- Renn, O., Webler, T., 1994. Konfliktbewältigung durch Kooperation in der Umweltpolitik. Theoretische Grundlagen und Handlungsvorschläge, in: oikos (Hrsg.), *Kooperationen für die Umwelt. Im Dialog zum Handeln.* Verlag Rüegger, Chur, Zürich, S. 11–51.
- Rijkswaterstaat, 1961. Rapport Deltacommissie - bijdrage 5. Onderzoekingen van belang voor het ontwerpen van dijken en dammen.
- Salter, J., Robinson, J., Wiek, A., 2010. Participatory methods of integrated assessment-a review. *Wiley Interdiscip. Rev. Clim. Chang.* 1, S. 697–717. doi:10.1002/wcc.73
- Schütz, H., Wiedemann, P.M., Hennings, W., Mertens, J., Clauberg, M., 2004. Vergleichende Risikobewertung (No. 45), *Schriften des Forschungszentrum Jülich - Reihe Umwelt.* Jülich. doi:10.5771/9783845271071-363
- Shepard, C.C., Crain, C.M., Beck, M.W., 2011. The protective role of coastal marshes: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* doi:10.1371/journal.pone.0027374
- Slimak, M.W., Dietz, T., 2006. Personal values, beliefs, and ecological risk perception. *Risk Anal.* 26, S. 1689–1705. doi:10.1111/j.1539-6924.2006.00832.x
- Slovic, P., 1987. Perception of risk. *Science* (80). 236, S. 280–285. doi:10.1126/science.3563507
- Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, 1998. Grondslagen voor waterkeren. The Hague.
- Terpstra, T., 2009. Flood Preparedness. Thoughts, feelings and intentions of the Dutch public.
- Terpstra, T., Gutteling, J.M., 2008. Households' Perceived Responsibilities in Flood Risk Management in The Netherlands. *Int. J. Water Resour. Dev.* 24, S. 555–565. doi:10.1080/07900620801923385

- van der Maarel, E., Dauvellier, P., 1978. Naar een Global Ecologisch Model voor de ruimtelijke ontwikkeling van Nederland. Rijks Planologische Dients, s'Gravenhage.
- von Lieberman, N., Mai, S., 2003. Die Funktion von Sommerpoldern aus der Sicht des Küstenschutzes (Band 6), Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz. Bremen.
- von Lieberman, N., Mai, S., 2000. Analysis of an Optimal Foreland Design, in: Proc. of 27th ICCE. Sydney, S. 3843–3852.
- Voorendt, M.Z., 2015. The development of the Dutch flood safety strategy. Delft. ISBN/EAN 978-90-74767-18-7
- Walker, P., 2009. Dinosaur DAD and Enlightened EDD - engaging people earlier is better. *Environmentalist* 71, S. 12–13.
- Wang, Z.B., Louters, T., de Vriend, H.J., 1995. Morphodynamic modelling for a tidal inlet in the Wadden Sea. *Mar. Geol.* 126, S. 289–300. doi:10.1016/0025-3227(95)00083-B
- Wang, Z.B., Vroom, J., Van Prooijen, B.C., Labeur, R.J., Stive, M.J.F., 2013. Movement of tidal watersheds in the Wadden Sea and its consequences on the morphological development. *Int. J. Sediment Res.* 28, S. 162–171. doi:10.1016/S1001-6279(13)60028-1
- WBGU, 1999. World in Transition – Conservation and Sustainable Use of the Biosphere.
- Wellbrock, A., Thyen, S., Exo, K.-M., 2010. Ökologische Bedeutung einer wieder-verlandenden Kleipütte für Brut- und Rastvögel im westlichen Jadebusen. *Vogelkundliche Berichte Niedersachsen* 41, S. 225–239.
- Yang, S.L., Shi, B.W., Bouma, T.J., Ysebaert, T., Luo, X.X., 2012. Wave Attenuation at a Salt Marsh Margin: A Case Study of an Exposed Coast on the Yangtze Estuary. *Estuaries and Coasts* 35, S. 169–182. doi:10.1007/s12237-011-9424-4
- Yska, D., 2009. Van Deltacommissie tot Deltacommissie: De rol van adviescommissies in de besluitvorming over veiligheidsnormen voor hoogwaterbescherming. Univerisity Twente.
- Zwaneveld, P.J., Verweij, G., 2014. Safe Dike Heights at Minimal Costs 40.