



**Marcel Kupczyk
Winfried Osthorst**

**“Tidellandschaft als
Anpassungsstrategie”**

Sachstandsbericht zur Vorstudie
„Klimaanpassung an der Unterweser
durch einen Tidepolder im Bereich der
Drepteniederung“

GLOKAL Arbeitspapiere zur Nachhaltigkeitspolitik

Working Papers on Politics of Sustainability

Klimapolitik, Green Economy, Stadtentwicklung, Kommunalpolitik,
Energiewende, Windenergie

GLOKAL Arbeitspapier Nr. 5

Marcel Kupczyk, Winfried Osthorst • Sachstandsbericht „Tidelandschaft als Anpassungsstrategie“ zur Vorstudie „Klimaanpassung an der Unterweser durch einen Tidepolder im Bereich der Drepteniederung“

GLOKAL Arbeitspapiere zur Nachhaltigkeitspolitik Working Papers on Politics of Sustainability

GLOKAL – Kompetenzzentrum Nachhaltigkeit im Globalen Wandel an der Hochschule Bremen fördert durch seine wissenschaftliche Arbeit die nachhaltige Entwicklung in Kommunen, Regionen, Unternehmen und Verwaltungen und vernetzt Wissenschaft und Praxispartner. Die „Arbeitspapiere zur Nachhaltigkeitspolitik“ präsentieren sowohl Befunde aus der Forschungstätigkeit der Mitglieder des Zentrums als auch herausragende Abschlussarbeiten zu diesen Themen, die von Studierenden der Studiengänge „BA Internationaler Studiengang Politikmanagement (ISPM)“ und „MA Politik und Nachhaltigkeit (PoNa)“ erstellt wurden.

GLOKAL – Center of Expertise of the University of Applied Science Bremen (USAB) for Sustainability and Global Change is dedicating its scientific capacities on supporting sustainable development of municipalities, regions, enterprises and administrations. Its work aims at linking science and practitioners. The series “Working Papers on Politics of Sustainability” presents results of research activities of the center’s members as well as outstanding theses of students of the international BA program “Political Management (ISPM)” and the MA program “Governing Sustainability” related to these issues.

Autoren: Marcel Kupczyk, Winfried Osthorst

Schriftenreihe GLOKAL Arbeitspapiere zur Nachhaltigkeitspolitik / Workingpapers on Politics of Sustainability.

Nr. 5, 2015

Verlag: Hochschule Bremen, ISPM

ISSN: 2364-3447

Bremen, 2015

Forschungs- und Entwicklungsvorhaben gefördert durch:



Mit finanzieller Unterstützung von:

Stadt Bremen vertreten durch den Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen
Stadt Bremen vertreten durch bremenports GmbH & Co. KG für das Sondervermögen Hafen
Land Bremen vertreten durch den Senator für Umwelt, Bau und Verkehr

Hochschule Bremen

Bremerhavener Gesellschaft für Investitionsförderung und Stadtentwicklung mbH&

inhaltlicher Unterstützung von:

Samtgemeinde Hagen

Gemeinde Loxstedt

Landvolk Wesermünde

Kreisverband der Wasser- und Bodenverbände im Altkreis Wesermünde

Deichverband Osterstader Marsch

BUND Landesverband Niedersachsen

BUND Landesverband Bremen

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

Projektträger:



Hochschule Bremen

(i.A. des Senators für Wirtschaft, Arbeit und Häfen)

Neustadtswall 30

D-28199 Bremen

Projektpartner:



bremenports GmbH & Co. KG

für das Sondervermögen Hafen

Am Strom 2

D-27568 Bremerhaven

Auftragnehmer:



Hochschule Bremen

Kompetenzzentrum Nachhaltigkeit

im Globalen Wandel

Neustadtswall 30

D-28199 Bremen

Inhalt

Abbildungsverzeichnis.....	i
0 Der Projektkontext - Vorstudie „Tidepolder“.....	1
1 Zielsetzung „Tidelandchaft als Anpassungsstrategie“	2
2 Sichtung & Auswertung von Grundlagendaten	2
3 Überblick über Anpassungsstrategien	7
3.1 Administrative Anpassungsstrategien	7
3.2 Anpassungsstrategien im Küstenschutz	9
3.3 Best Practice	14
4 Chancen und Risiken von Tidepoldern als Anpassungsstrategie; Hinweise zur Eignungssicherung.....	17
5 Beschreibung bestehender Wissenslücken.....	18
6 Anregungen zur Konzeption.....	18
7 Hinweise für ggfs. anschließende Machbarkeitsuntersuchungen.....	21
8 Übertragbarkeit der Konzeption auf andere Gebiete	23
9 Bibliografie	23

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Die multifunktionale Übergangszone zwischen Meer und Land.....	5
Abbildung 2:	Konzept eines Super-Deichs	10
Abbildung 3:	Konzept des gestaffelten (abgestuften) Küstenschutzes	11
Abbildung 4:	Pilotprojekt Spadenlander Busch/Kreetsand.....	15
Abbildung 5:	"Managed realignment" im Bereich der Kommune Paull Holme Strays	16

0 Der Projektkontext - Vorstudie „Tidepolder“

Der Nordwesten und damit die Metropolregion Bremen-Oldenburg als Küstenregion werden vom Klimawandel besonders betroffen sein. Der Meeresspiegelanstieg und Veränderung in der Häufigkeit wie Intensität von Stürmen fordern den Küstenschutz heraus; veränderte klimatische Bedingungen im Sommer und Winter können Landwirtschaft, Naturschutz und Wasserwirtschaft vor Probleme stellen. Neben dem Klimaschutz wird die Suche nach geeigneten Klimaanpassungsstrategien deshalb immer bedeutender.

Eine besondere Situation besteht entlang der größeren norddeutschen Flüsse wie z.B. der Weser in Niederungsgebieten, die durch Eindeichungen und aufgrund von besonderen Bodenverhältnissen großflächig absacken und bereits jetzt unter dem Meeresspiegel liegen. Für die landwirtschaftliche Nutzung werfen diese Prozesse Probleme auf. Aus Sicht des Naturschutzes handelt es sich häufig um ökologisch besonders wertvolle Grünlandflächen – einen Flächentyp, der gerade in den letzten Jahren durch veränderte agrarische Nutzungsformen unter Druck geraten ist.

Um neue, langfristige tragfähige Antworten auf diese Herausforderungen zu finden, wurde gemeinsam mit unterschiedlichsten Interessensvertretern der Land- und Wasserwirtschaft und dem Küsten- und Naturschutz ein Konzept für die Drepteniederung geprüft, das auf den Klimawandel reagieren, die damit verbundenen Chancen nutzen und für die Kommunen, die regionale Gemeinschaft sowie Wirtschaft und Wissenschaft interessante Entwicklungsoptionen bieten soll: Die Umgestaltung einer Senke in einen Tidepolder, der langfristig durch die gezielte Einströmung von sedimenthaltigem Weserwasser aufsedimentiert und in dieser Übergangsperiode für alternative Nutzungen zur Verfügung stünde. Ergebnis sollen höher gelegene und damit an den Klimawandel angepasste und für die landwirtschaftliche Nutzung aufgewertete Flächen sein.

Das Projekt „Klimaanpassung an der Unterweser durch einen Tidepolder im Bereich der Drepteniederung“ wurde als Vorstudie – also zur Prüfung grundlegender konzeptioneller Fragen und ohne die Absicht einer direkten Umsetzung – als Forschungs- und Entwicklungsprojekt von bremischen Senator für Wirtschaft und Häfen bei der Metropolregion beantragt und – nach Bewilligung – zwischen November 2012 und März 2014 von bremenports GmbH Co KG und der Hochschule Bremen zusammen mit weiteren Partnern durchgeführt. Fachlich mitgewirkt haben insbesondere das Institut Senckenberg am Meer (Wilhelmshaven), die Universität Greifswald, der Geologische Dienst für Bremen und der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz.

Inhaltlich war das Ziel, grundlegende Kenntnisse für ein entsprechendes Vorhaben aufzubereiten: wären die Erwartungen an die Sedimentationsprozesse gerechtfertigt? Mit welchen Kosten wäre zu rechnen? Was ist über die Bodenverhältnisse bekannt? Wie wären landwirtschaftliche Interessen und der Naturschutz betroffen? Könnten sich zusätzliche touristische Potentiale entwickeln lassen?

Das Projekt hat sich dadurch ausgezeichnet, dass eine Vielzahl der regionalen Interessen (Kommunen, Landwirtschaft, Naturschutz, Wasserwirtschaft,...) in Netzwerktreffen, Expertengespräche und Fachveranstaltungen eingebunden wurde.

Das Projekt konnte zeigen, dass ein entsprechendes Konzept durchaus Potentiale für die Klimaanpassung hat. Auch konnten Anforderungen an vertiefende Untersuchungen bestimmt werden, die zentrale Fragen (Kosten, Bestimmung von Varianten, Sedimentation) klären sollen. Vor allem aber wurde deutlich, dass die erhofften Synergien für die regionale Entwicklung und für einen zukunftsfähigen Umgang mit tiefgelegenen Grünländern entscheidend davon abhängen, dass Landwirtschaft, Naturschutz und betroffene Kommunen sich gemeinsam in die Gestaltung eines entsprechenden Konzeptes einbringen. Der Dialog über weitere Aktivitäten, die diesem Anspruch gerecht werden, ist noch nicht abgeschlossen.

Neben der Projektkoordination war die Hochschule Bremen verantwortlich für zwei von insgesamt neun inhaltliche Sachstandsberichte: den hier als eigenständige Veröffentlichung aufbereiteten Sachstandsbericht „Tidepolder als Anpassungsstrategie“ und den Sachstandsbericht „Tidelandchaft erlebbar machen“.

1 Zielsetzung „Tidelandchaft als Anpassungsstrategie“

Ziel des Teilprojekts „Tidelandchaft als Anpassungsstrategie“ ist es, den derzeitigen Stand hinsichtlich regionaler Klimaanpassungsstrategien von Küstenräumen abzubilden und auf dieser Basis Anforderungen an die Gestaltung einer Tidelandchaft an der Unterweser als potentielltem Anpassungskonzept zu untersuchen.

Hierfür sollen zunächst die möglichen Implikationen des Klimawandels für die nordwestdeutschen Küstengebiete dargelegt werden. Darüber hinaus werden die zentralen administrativen Anpassungsstrategien kurz skizziert, die grundlegenden Anpassungskonzepte im Hochwasser- und Küstenschutz beschrieben und ergänzend einige vergleichbare Adaptionsvorhaben in Küsten-/Ästuargebieten exemplarisch analysiert. Auf dieser Basis werden die Potentiale eines Tidepolders als Anpassungsstrategie sowie die Folgen für mögliche weitere Schritte einer Machbarkeitsuntersuchung diskutiert und gleichzeitig die Anforderungen hinsichtlich der politischen Integration eines Anpassungsvorhabens unterstrichen.

2 Sichtung & Auswertung von Grundlagendaten

Betroffenheit und Gefährdungen

Obwohl in letzter Konsequenz kein gesellschaftlicher Bereich bzw. Sektor vom Klimawandel unberührt bleiben dürfte, wird deutlich erkennbar, dass unter anderem diejenigen Regionen und Sektoren besonders vom Klimawandel betroffen sein werden, die unmittelbar von naturräumlichen Veränderungen durch steigende Meeresspiegel, Gefährdungen durch Extremereignisse, Temperaturschwankungen und Niederschlagsveränderungen betroffen sind. Als besonders vulnerabel zeigen sich etwa die Berggebiete, bevölkerte Flussebenen und die Küstengebiete (Europäische Kommission 2013, S. 3); unter den Sektoren sind dies vor allem die Wasserwirtschaft, die Landwirtschaft, der Naturschutz sowie der Küsten- und Hochwasserschutz.

Aus regionaler Perspektive bündeln sich deshalb in den Gebieten rund um die nordwestdeutschen Ästuar verschiedene Anpassungserfordernisse in besonderer Weise. Zwar sind für die kommenden Jahrzehnte die aktuellen Daten der wissenschaftlichen Klimamodelle auch für diese Sektoren nicht besorgniserregend, da kritische Schwellenwerte, die Anpassung im Rahmen bestehender Konzepte unmöglich erscheinen ließe, nicht überschritten werden (Schuchardt/Wittig 2012, S.12 ff.). Allerdings muss erstens von einem Fortgang des Klimawandels über den jetzigen Prognosezeitraum hinaus und zweitens bereits in einigen Dekaden von einer Beschleunigung des Klimawandels aufgrund global nach wie vor wachsender Verbräuche fossiler Brennstoffe ausgegangen werden. Im Rahmen des Netzwerktreffens wurde von den Experten herausgestellt, dass für die nordwestdeutschen Ästuarbereiche nicht die zu erwartenden Temperatur-/Wetterszenarien Handlungsbedarf auslösen, sondern vor allem der globale Meeresspiegelanstieg in Zusammenhang mit der Landsenkung (tektonische Senkung und Bodensetzung durch Entwässerung der Marschen).

Der Weltklimarat bezifferte den Meeresspiegelanstieg bis zum Ende des 21. Jahrhunderts, je nach Emissionsszenario auf 0,26 m bis 0,82 m (IPCC 2013). Damit wurden die Prognosen des 4. IPCC Sachstandsberichts aus 2007 (0,18 m bis 0,59 m) um gut ein Drittel nach oben korrigiert (IPCC 2007). Die neuen Projektionen für den Meeresspiegelanstieg liegen höher, da der Beitrag der abschmelzenden arktischen und antarktischen Eisschilde besser berücksichtigt wurde. Jedoch wird auch ein noch höherer Meeresspiegel vom Weltklimarat nicht ausgeschlossen (vgl. IPCC 2013). Es existieren beispielsweise Studien, die von einem gravierenderen Meeresspiegelanstieg von rd. 1,00 m bis 1,40 m bis 2100 ausgehen (Vermeer/Rahmstorf 2009).

Selbst bei einer Stabilisierung des künftigen Ausstoßes an Treibhausgasen wird sich der Meeresspiegelanstieg aufgrund der Trägheit des Klimasystems noch weiter fortsetzen. Daher rät die Delta-Kommission in den Niederlanden für die notwendigen Anpassungen im Küstenschutz mit einem Anstieg von 2 m bis 4 m bis zum Jahr 2200 zu kalkulieren (Deltacommissie 2008). Bis zum Ende des 24. Jahrhunderts geht der „Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderung“ (WBGU) sogar von einem Meeresspiegelanstieg von 2,5 m bis 5,1 m aus (WBGU 2006).

Grundlegende Ansätze und Konzepte

Hieraus lässt sich ein Bedarf an Konzepten ableiten, die Antworten für die gegenwärtig noch als drastisch anzusehende, jedoch langfristig absehbare Klimafolgen, entwerfen. Hervorzuheben ist, dass Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Naturschutz und der Küsten- und Hochwasserschutz an den Ästuaren nicht nur durch den Klimawandel herausgefordert werden, sondern dass es sich um Sektoren handelt, zwischen denen enge Wechselbeziehungen bestehen und die in den letzten Jahrzehnten durch den Strukturwandel in der Landwirtschaft und die Fahrwasservertiefungen für die Schifffahrt einem erheblichen Veränderungsdruck unterliegen (Niedersächsischer Landesbetrieb für Küsten- und Naturschutz/ Der Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa der Freien Hansestadt Bremen 2012).

Klimaanpassung wird für diese Sektoren und für die Ästuare – aber auch in vielen anderen Bereichen – deshalb eine Neuaustarierung sich sehr dynamisch entwickelnder, regionalwirtschaftlich wie ökosystemar entscheidender Nutzungsansprüche bedeuten müssen.

Richtungsweisende Beispiele für eine verträgliche Ausgestaltung von differierenden Nutzungen bezüglich zukünftiger Vorhaben wurden mit den „Integrierten Bewirtschaftungsplänen“ für die Elb- und Weserästuare unter Beteiligung der verschiedenen Interessenvertreter erarbeitet (auch für das Emsästuar ist ein solches Konzept bereits in Arbeit). Hintergrund war es, Orientierungsrahmen zu schaffen, um die Anforderungen aus den Schutzvorschriften von NATURA 2000 mit den Belangen anderer Nutzer in Einklang zu bringen.

Zur Bewältigung durch Klimawandelanpassungsbedarfe verschärfende Zielkonflikte und Flächennutzungskonkurrenzen könnte daher etwa, in gewissem Maße, der informelle Ansatz des integrierten Küstenzonenmanagements (IKZM) beitragen, in dem die multiplen Interessenslagen und Herausforderungen im Küstenraum einer integrierten Betrachtung unterzogen und abgewogen bzw. Lösungen gefunden werden sollen. Die nationale Strategie des integrierten Küstenzonenmanagement basiert auf den Empfehlungen der EU (2002/413/EG) und betont vier Grundsätze (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2006):

1. IKZM soll eine nachhaltige Entwicklung des Küstenbereichs mit seinen spezifischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Eigenschaften befördern und die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung unterstützen.
2. IKZM stellt ein Leitbild für politisches und gesellschaftliches Handeln auf allen Ebenen im Küstenbereich dar und zielt darauf, die Koordination der Entwicklung des Küstenbereichs in umfassender Betrachtungsweise und durch Integration aller Belange zu verwirklichen.
3. IKZM bezieht alle relevanten Politikbereiche, wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Akteure, gesellschaftlichen Gruppen und Verwaltungsebenen in den Prozess ein (Partizipation), um Entwicklungspotenziale frühzeitig zu erkennen, konsensfähige Lösungen zu identifizieren und das Konfliktmanagement zu verbessern.
4. IKZM versteht sich als kontinuierlicher Prozess, der die Phasen der Planung, Umsetzung und Evaluation von Veränderungen im Küstenbereich verbindet, um so Erfahrungen bestmöglich für die Zukunft nutzbar zu machen (Erfahrungstransfer).

Die IKZM-Idee hat inzwischen ebenfalls Eingang in das Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen gefunden (siehe Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen 2008, Abschnitt 1.4). Dennoch wird kritisiert, dass diese auf Integration basierende Philosophie bislang nicht in ausreichender Weise bei allen raumbezogenen Planungen im Küstenbereich berücksichtigt wird (vgl. Schuchardt/Wittig 2012, S. 169).

Das Konzept der multifunktionalen Küstenschutzzone stellt einen weiteren Ansatz für eine integrierte Bewältigung der Herausforderungen im Zuge der Klimawandeladaption dar. Hierbei sollen flächenhafte Küstenschutzstrategien (siehe Kapitel 3.2) mit diversen Raumnutzungen verbunden werden (ebenda, S. 169).

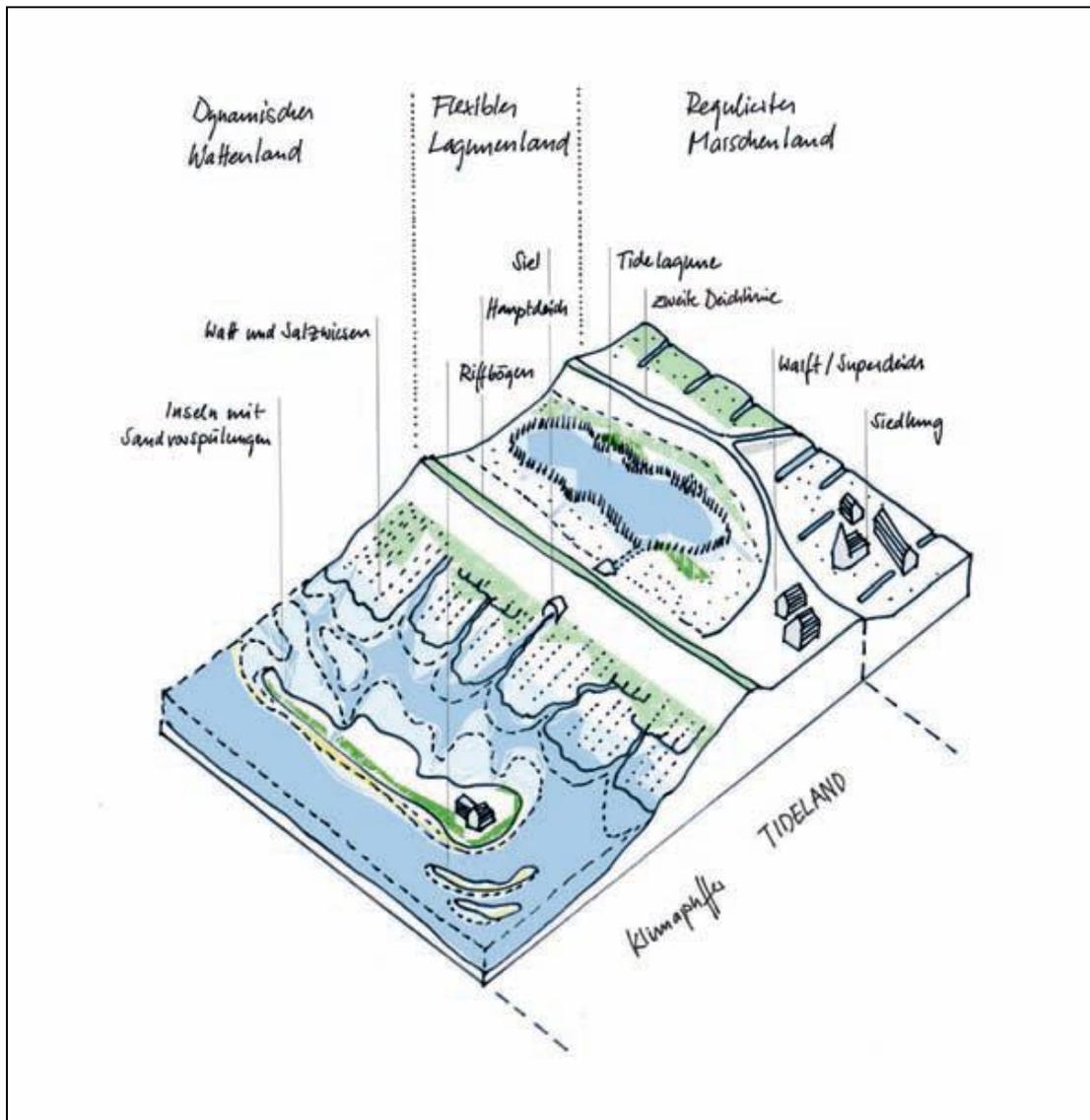


Abbildung 1: Die multifunktionale Übergangszone zwischen Meer und Land (Micheal Otto Stiftung 2010, S. 30)

In dem EU-Forschungsprojekt “ComCoast – Combined Functions in Coastal Defence Zones“ entwickelten die Anrainerstaaten der Nordsee (Belgien, Dänemark, Deutschland, England, Niederlande) gemeinsam optionale Varianten solcher multifunktionalen Nutzungen von Küstenräumen, die die verschiedenen Belange von Küstenschutz, Naturschutz und Ökonomie miteinander verbinden sollen (ComCoast 2007). Ähnliche Überlegungen werden in dem Bericht „Ein Zukunftsbild für eine klimasichere Wattenmeerregion“ geäußert. Um mit den Herausforderungen des Klimawandels umzugehen, werden Möglichkeiten für multifunktionale Übergangszonen zwischen Meer und Land diskutiert, die eine flexible Anpassung ermöglichen sollen. Die Übergangszone besteht hierbei aus einem „dynamischen

Wattenland“ einem „flexiblen Lagunenland“ und einem „reguliertem Marschenland“ (vgl. Abbildung 1). Für diese Zone werden dabei Küstenschutzvarianten beschrieben, wie Deichöffnungen, die Errichtung von Flutpoldern, Superdeichen, Warften sowie die Anlage von Tidelagunen. Neben dem Nutzen für den Küstenschutz, würden in der multifunktionalen Übergangszone auch diverse Nutzungssynergien für den Naturschutz, den Tourismus, der Land- und Energiewirtschaft und bei angepasster Bauweise auch für die Siedlungsnutzung bestehen (Michael Otto Stiftung 2010, S. 37).

Aus den im Folgenden ausgewerteten Materialien und Fallbeispielen, sollen Richtlinien eines integrierten Ansatzes für den speziellen Gebietstyp der Küsten/Ästuarbereiche abgeleitet werden, die diesen genannten Anforderungen an Integration entsprechen können.

3 Überblick über Anpassungsstrategien

3.1 Administrative Anpassungsstrategien

Die Anpassung an den Klimawandel hat sich zu einer anerkannten Anforderung an alle öffentlichen Aufgabenbereiche entwickelt, die den Status wissenschaftlicher Konzepte zunehmend verlässt und in die Aktivitäten von Unternehmen, Verbänden, Fachverwaltungen und Gebietskörperschaften Eingang findet. Ihrem jeweiligen Aufgabenzuschnitt entsprechend, haben inzwischen die meisten staatlichen Ebenen und Sektoren spezialisierte Expertisen und Klimaanpassungsstrategien entwickelt (Bauer et al. 2012). Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über die Anpassungsstrategien der EU, des Bundes und des Landes Niedersachsen gegeben werden.

Für die Europäische Gemeinschaft richtet sich Klimaanpassung entsprechend den Grundsätzen der Subsidiarität aus, so dass die EU vor allem eine grenzüberschreitende, koordinierende und Eigeninitiative fördernde Rolle einnehmen wird. Primäres Ziel der EU-Strategie ist es, „einen Beitrag zur Stärkung der Klimaresilienz Europas zu leisten“ (Europäische Kommission 2013, S.6). Insgesamt werden acht Aktionen beschrieben, um die (grenzüberschreitende) Adaption an den Klimawandel zu unterstützen – darunter etwa (ebenda 2013):

- Aktion 2: Die Bereitstellung von „LIFE-Mitteln“ zur Förderung des Kapazitätsaufbaus und zur Beschleunigung von Anpassungsmaßnahmen in Europa (2013 – 2020), u.a. zur Unterstützung des grenzübergreifenden Hochwasser- und Küstenmanagements.
- Aktion 4: Die Überbrückung von Wissenslücken im Bereich des Klimawandels/der Adaptionserfordernisse soll auf Basis des künftigen EU-Programms für Forschung und Innovation „Horizont 2020“ den Klimawandel im Rahmen der Priorität „Gesellschaftliche Herausforderungen“ gefördert werden.
- Aktion 5: Ein weiterer Ausbau der Internet Plattform „Climate-Adapt“, welche neuesten Daten zu Anpassungsmaßnahmen in Europa und hilfreiche Instrumente zur Politikunterstützung beinhaltet.

Innerhalb Deutschlands stellt die Deutsche Klimaanpassungsstrategie (DAS) den zentralen Bezugspunkt dar, die in erheblichem Maße auf die Zusammenarbeit mit den Ländern und der Förderung freiwilliger Initiativen durch F+E Vorhaben setzt. Wegen der Vielzahl der von Klimafolgen betroffenen Bereiche geht die DAS von einem integrierten Ansatz aus. Dieser zielt darauf ab, handlungsfeld- und sektorübergreifende Auswirkungen des Klimawandels und die möglichen Wechselwirkungen von Anpassungsmaßnahmen zu berücksichtigen, gemeinsame Vorteile zu fördern sowie Nutzungs- und Zielkonflikte zu vermeiden (Die Bundesregierung 2008).

Im Jahr 2011 wurde der Aktionsplan Anpassung verabschiedet, der auf die Konkretisierung der DAS abzielt und in dieser Hinsicht prioritäre Aktivitäten bzw. zukünftige Maßnahmen der Bundesregierung - in Kooperation mit anderen Akteuren - formulieren sollte.

Wie die DAS, verfolgt auch der Aktionsplan einen integrierten Ansatz, demzufolge sind im Aktionsplan Anpassung die zahlreichen Aktivitäten zu den drei „Säulen“ (Die Bundesregierung 2011, S.15):

1. Wissen bereitstellen, Informieren, Befähigen und Beteiligen
2. Rahmensetzung durch den Bund
3. Maßnahmen in direkter Bundesverantwortung

aggregiert worden, die von handlungsfeldübergreifenden Nutzen sind. Vervollständigt wird der Aktionsplan durch eine vierte Säule für die internationalen Vorhaben und Aktivitäten der Bundesregierung (ebenda).

Der Bericht „Empfehlungen für eine niedersächsische Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ legt den Fokus bislang auf sektorale Ziele, u.a.: die Verstärkung der gegenwärtigen linienhaften Küstenschutzwerke, der Verbesserung des technischen Hochwasserschutzes, die Aufrechterhaltung des Grundwasserdargebots und die Fortsetzung der Klimafolgenforschung in Niedersachsen (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz et al. 2012). Allerdings betont die niedersächsische Anpassungsstrategie auch, dass sektorale Zusammenhänge zu berücksichtigen sind und Anpassung als eine integrierte gesellschaftliche Aufgabe wahrzunehmen ist. Exemplarisch wird im Handlungsfeld Küstenschutz darauf hingewiesen, dass „ein zukunftsfähiger Küstenschutz sowohl sicher und effektiv, als auch nachhaltig und umweltverträglich sein sollte“ und außerdem „die langfristige Bewahrung des Wattenmeeres zum Wohl zukünftiger Generationen [...] vor dem Hintergrund [...] (des) Klimawandels eine gemeinsame Aufgabe von Staat und Gesellschaft im Rahmen des Integrierten Küstenzonenmanagements [ist]“(ebenda S.49).

Es wird deutlich, dass Klimaanpassungserfordernisse inzwischen in sehr ähnlicher Form von allen politischen Ebenen in Strategien gekleidet werden. In diesen Konzepten werden an verschiedenen Stellen insbesondere folgende Aspekte betont:

- intersektorale Herausforderungen und Synergieeffekte sind zu berücksichtigen
- Anpassung ist als integrierte gesellschaftliche Aufgabe zu betrachten
- weshalb Kooperationen und Zusammenarbeit auf vielen Ebenen zu fördern sind
- eine zentrale Bedeutung wird der Förderung von bottom-up und freiwilligen Initiativen bspw. durch F+E Vorhaben beigemessen
- zusätzlich wird postuliert, insbesondere „Win-win“- , „Low-cost“- und „No-regret“- Anpassungsoptionen (sogenannte Maßnahmen ohne Reue), aufgrund noch bestehender Unsicherheiten zu favorisieren. Häufig werden in dieser Hinsicht langfristig meist kostengünstige ökosystembasierte Ansätze empfohlen.

Im Eckpunktepapier des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) vom Juli 2013 „Für einen Vorsorgenden Hochwasserschutz“ wird die Notwendigkeit integrierter und alternativer, ökosystembasierte Ansätze bei Klimaanpassungsbedarfen untermauert. Basierend auf den Erkenntnissen des Hochwassers 2013 wird hierin gefordert, neben dem technischen Hochwasserschutz die Anstrengungen für einen vorsorgenden Hochwasserschutz zu verstärken. Die Schadenspotentiale sollen durch eine Rückgewinnung von Räumen, naturnahe Gestaltung bzw. Renaturierung von Poldern, Flüssen und Bächen gemindert werden. Diese Maßnahmen werden dabei als eine gesellschaftliche Aufgabe verstanden,

bei denen ein Ausgleich von unterschiedlichen Belangen im Sinne des öffentlichen Interesses erfolgen sollte (Bundesamt für Naturschutz 2013).

3.2 Anpassungsstrategien im Küstenschutz

Dem Küstenschutz kommt in unserer Region eine übergeordnete Bedeutung zu; durch die Sicherung des Siedlungs-, Wirtschafts- und Kulturrums ermöglicht dieser erst das Leben und Wirtschaften in den Küsten- und Ästuargebieten. In Niedersachsen und Bremen werden so rd. 1,8 Mio. Menschen vor Überflutungen geschützt (NLWKN 2007).

Damit das Leben und Wirtschaften an der Küste weiterhin gesichert werden kann, macht die Exposition für den nordwestdeutschen Raum besondere Anpassungserfordernisse im Bereich des Küstenschutzes mit engen Wechselwirkungen zu anderen Sektoren notwendig. (siehe Kapitel Sichtung & Auswertung von Grundlagendaten). Vor diesem Hintergrund soll im Folgenden ein Überblick über mögliche Anpassungsstrategien im Küstenschutz gegeben und resultierende Folgen für weitere in Relation stehende Sektoren diskutiert werden.

Der Weltklimarat (Arbeitsgruppe Küstenzonenmanagement) hatte 1990 drei grundsätzliche Strategien (Schutz/Anpassung/Rückzug) des Küstenschutzes beschrieben (IPCC 1990). In Ergänzung wurde in den Niederlanden mit der Vorwärtsverteidigung eine vierte Strategie definiert (Rijkswaterstaat 1989, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz et al. 2012).

Probst (1994) skizzierte diese vier bestimmenden Strategien mit geringen begrifflicher Abweichung als:

1. Vordringen
2. Verteidigung
3. Anpassung
4. Rückzug

Unter dem Aspekt **Vordringen** ist eine Verlagerung der Hauptdeichlinie in Richtung des Meeres zu verstehen. Eine solche Strategie wurde in der Vergangenheit vorwiegend zur Landgewinnung eingesetzt, ist allerdings unter naturschutzfachlichen Gründen und wegen des ansteigenden Meeresspiegels nicht mehr zeitgemäß (Schuchardt/Wittig et. al. 2012, S. 61). Als eine Variante fällt unter diese Strategie aber auch die Errichtung eines Sturmflutsperrwerks an der Wesermündung, implizit würde dadurch die zu verteidigende Hauptdeichlinie an der Unterweser nach vorne gezogen und somit verkürzt (vgl. Schirmer et. al. 2007). Dies hätte erhebliche ökologische Beeinträchtigungen und Einschränkungen für die Transportwirtschaft (Schifffahrt) zur Folge. Das Bauwerk würde ggfs. durch den Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer verlaufen und hätte immense morphodynamische Auswirkungen, da das Tidegeschehen in der Unterweser damit umgestaltet würde (vgl. Spiekermann 2009). Zusätzlich wäre die Errichtung eines Mündungssperrwerks mit erheblichen Kosten (Errichtung, Betrieb, Erneuerung) verbunden (vgl. Schirmer et al. 2007, S 178). Durch das Abdämmen der Unterweser im Sturmflutfall würden an den ungeschützten Deichen deutlich höhere Wasserstände eintreten und weitreichende Anpassungen (Erhöhungen) erfordern.

Als **Verteidigung** der bestehenden Hochwasserschutzlinie kann die aktuelle Strategie der Länder Bremen und Niedersachsen bezeichnet werden. Hierbei sollen die Küstenschutzmaßnahmen vorwiegend zum Erhalt der aktuellen Hochwasserschutzlinie und den reglementierten Sicherheitsstandards beitragen. Forschungsergebnisse des KRIM-Projektes (Klimawandel und Präventives Risiko- und Küstenmanagement an der deutschen Nordseeküste), welches die Reaktionsvarianten des Küstenschutzes zur Anpassung an den Klimawandel im Jade-Weserraum untersuchte, zeigten, dass die Anpassung an den Klimawandel mit der gegenwärtigen Strategie des linienhaften Küstenschutzes mittelfristig (Perspektive 2050) möglich ist. Jedoch auch einer Ertüchtigung der bestehenden Hochwasserschutzlinie sind auf Dauer Grenzen gesetzt (vgl. Kunz 2004, S.61). Stellenweise könnte die Tragfähigkeit des Bodens für höhere und gleichzeitig schwerere Deiche überschritten werden. Außerdem könnte aufgrund des ansteigenden Meeresspiegels bei einem Deichversagen mehr Wasser in das Hinterland fließen und größere Schäden verursachen. Um den steigenden Risiken entgegen zu wirken, müssten daher die Stärke und Stabilität der Deiche überproportional erhöht werden (Schirmer/Wittig 2007, S. 52). Dies würde wiederum den Flächendruck erhöhen, da eine Anhebung der Deichkrone, eine Verbreiterung des Deichfußes bedingen würde – diese Flächen befinden sich an der Unterweser zumeist in landwirtschaftlicher Nutzung. Potentielle Konflikte mit der Landwirtschaft müssen dabei eingeplant werden (ebenda, S. 53).

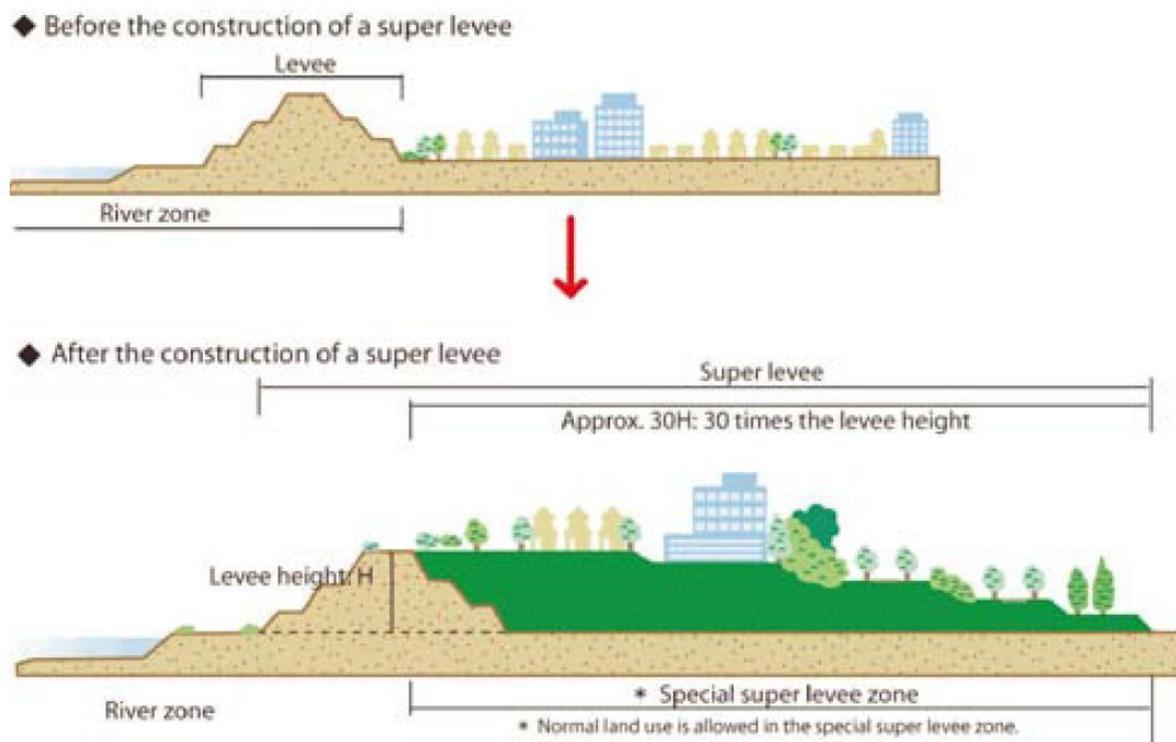


Abbildung 2: Konzept eines Super-Deichs (Quelle Aerts et. al 2008, S. 108)

Diesbezüglich wird in den Niederlanden und auch in New Orleans über die Errichtung von sogenannten „Super-Deichen“ nachgedacht. Diese würden über eine flache Binnenböschung und ein extremes Höhe-Breite-Verhältnis von bis zu 30:1, bei einer minimalen Breite des Deichfußes von 300 Metern, verfügen (vgl. Aerts et. al. 2008, S. 108 und Hill 2009, S.39).

Aufgrund ihrer Breite und der flachen Böschung können diese Deiche multifunktional genutzt werden, es kann etwa mit Blick auf das Meer gesiedelt oder Landwirtschaft betrieben werden (vgl. Michael-Otto-Stiftung 2010, S. 33). An der Unterweser verfügen die Böden jedoch häufig nicht über die Tragfähigkeit, damit solch gigantische Deiche erbaut werden könnten.¹ Zusätzlich schränkt in Nordwestdeutschland die begrenzte Verfügbarkeit an Flächen zur Kleigewinnung die Errichtung von Deichen in solcher Dimensionierung erheblich ein (Wienken 2010).

Die Strategie **Anpassung** stellt die Fortentwicklung des linienhaften zum flächenhaften oder auch raumbezogenen Küstenschutz dar (Kunz 2004). Unter dieser eher längerfristig zu betrachtenden Küstenschutzvariante sind diverse Optionen wie z.B. der gestaffelte Küstenschutz (2. Deichlinie), Objektschutz, Rückdeichungen, Sturmflutentlastungspolder sowie eine Weserverflachung zu subsumieren.

Die Möglichkeit des gestaffelten Küstenschutzes beinhaltet die Errichtung oder ggfs. Instandsetzung zweiter Deichlinien, welche komplementär zum bestehenden Küstenschutzsystem zur Begrenzung der bei Deichversagen überfluteten Fläche und somit zur Reduzierung des Schadenpotentials beitragen soll (vgl. Schirmer/Wittig 2007, S. 52). Auch ein Ringdeich um eine bestehende Ortschaft wäre als zweite Deichlinie zu verstehen. Die Ergebnisse des KRIM-Projektes ließen erkennen, dass das Schadenspotential bei Deichversagen tatsächlich stark reduziert würde, jedoch andererseits zusätzliche Investitions- und Unterhaltungskosten für eine zweite Deichlinie aufzubringen wären (vgl. Schirmer et. al, S. 174).

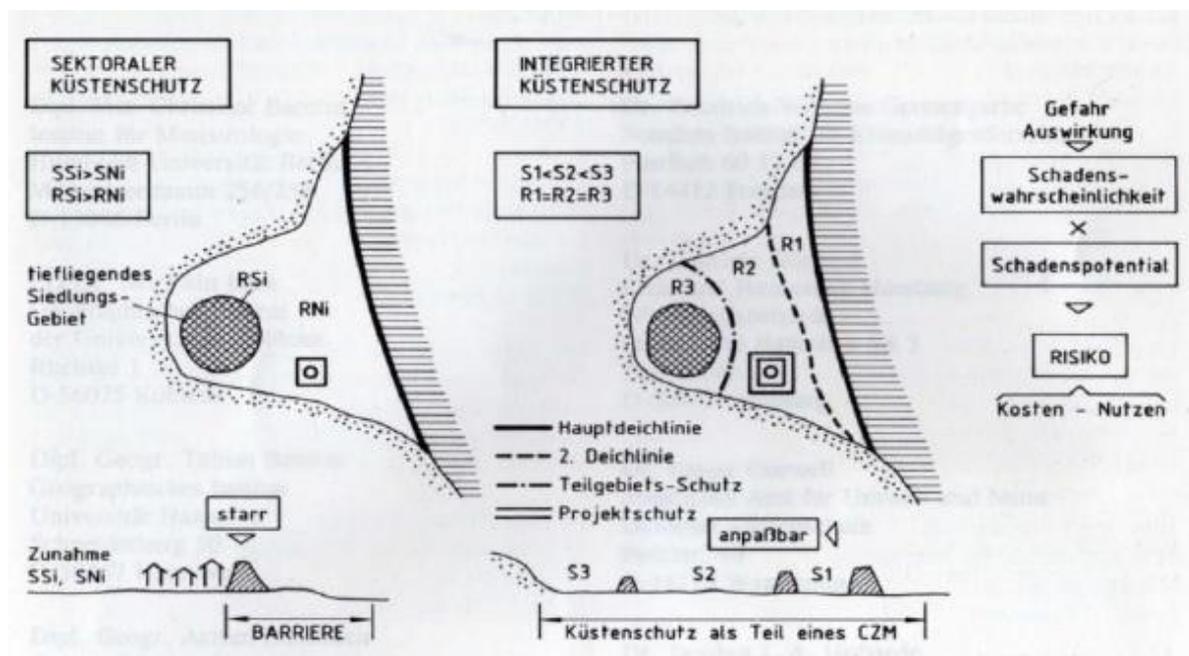


Abbildung 3: Konzept des gestaffelten (abgestuften) Küstenschutzes (Quelle Kunz 1996, S.213)

¹ Neuere Erkenntnisse aus Küstenschutzvorhaben im Marschbereich an der Elbe zeigen, dass auch auf schwierigen Böden mit einer speziellen Verfahrensweise massivere Deichbaumaßnahmen möglich sein könnten.

Das Konzept des „integrierten Küstenschutzes“ von Kunz (1996, 2004) differenziert die Variante der zweiten Deichlinie weiter aus. Hierbei wird ein tiefengestaffelter Küstenschutz mit mehreren Schutzlinien (Hauptdeichlinie, 2. Deichlinie und Teilgebietsschutzlinie bzw. additiven Projektschutz für Objekte und Bereiche mit hohem Schadenspotential) propagiert. Grundsätzlich soll somit ein erweiterter, flächenspezifisch differenzierter Schutz hergestellt werden. Dies wäre eine Abkehr vom traditionellen „Barriere-Konzept“, welches eine einheitliche Sicherheit etwa für Weideland und Siedlungsbereiche gewährt, obwohl das Schadenspotential in Siedlungs- und Gewerbegebieten ungleich höher anzusetzen ist. Ein tiefengestaffelter Küstenschutz berücksichtigt hingegen die unterschiedlichen Risiken (vgl. Spiekermann 2009). Außerdem lässt diese Variante nach Kunz (1996) flexiblere Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen zu.

Das Konzept des raumbezogenen und abgestuften Küstenschutzes scheint überwiegend in ländlichen Räumen umsetzbar, da in den urbanen Räumen meist nicht ausreichend Fläche verfügbar ist.

Dennoch wurden auch für die städtischen Gebiete etwa auf Basis des Forschungsprojektes „RIMAX – Urban Flood Management Hamburg“ (UFM-HH: <http://ufm-hamburg.wb.tu-hamburg.de>) innovative Lösungsmöglichkeiten für die Realisierbarkeit eines gestaffelten Küstenschutzsystems aufgezeigt, hierbei wurde im Bereich der Elbinsel Hamburg-Wilhelmsburg das „Kompartiment-System“ entworfen. In die vorhandene Bebauung wurde ein System aus zwei Deichlinien (z.B. Sturmflutschutzmauern innerhalb der Siedlungsstruktur; Errichtung von bzw. Umbau zu Deichhäusern, deren Erdgeschosse als Abschottung gegen Hochwasser dienen, Dammwirkung von Verkehrswegen) und Flutrinnen integriert, das im Falle einer Überschwemmung der Hauptdeichlinie die Möglichkeit bietet, überströmendes Wasser systematisch in weniger schadensempfindliche Bereiche zu lenken und so dicht besiedelte Bereiche zusätzlich zu schützen (vgl. Knieling et. al. 2009).

Aber auch in den ländlichen Gebieten könnte es neben dem verschärften Flächendruck zu weiteren Konflikten kommen. Ohne die Ertüchtigung der Hauptdeichlinie wären beispielsweise die landwirtschaftlichen Nutzflächen zwischen den beiden Deichlinien einem höheren Risiko ausgesetzt und im Falle eines Deichversagens anschließend lediglich eingeschränkt nutzbar, die Landwirten würde hierfür einen Ausgleich erwarten (Schirmer/Wittig 2007, S. 53).

Eine weitere Option, die des Objektschutzes, beinhaltet sogar die Aufgabe der ganzheitlichen Küstenschutzlinie und sieht eine Fokussierung der Schutzbemühungen auf die „wertvollen Bereiche“, mittels Ringdeichen oder Wurten, die anhand von Kosten-Nutzen-Analysen bestimmt werden, vor. So seien beispielsweise Wirtschaftsstandorte und dichtere Siedlungsgebiete in den Küstenniederungen zu erhalten, einzelne Bauten allerdings aufzugeben. Eine solche Variante würde aber zunächst einen immensen Kostenaufwand implizieren, da der Objektschutz nahezu komplett neu errichtet werden und die Infrastrukturen zwischen den geschützten Objekten ebenfalls angepasst werden müssten. (vgl. Niemeyer 2005, S 209 ff.).

Zusätzlich könnten in mündungsfernen Abschnitten der Flussunterläufe auch Maßnahmen zur Absenkung von Sturmflutwasserständen ergriffen werden, wie teilweise Rückdeichungen und die Errichtung von Sturmflutentlastungspoldern. Ebenfalls würde eine Reduzierung des Tidenhubs in den Ästuargebieten die Anpassungskapazität des Küstenschutzes an die

Klimafolgen erhöhen. Ein Beispiel dafür ist das „Tideelbe-Konzept“, dort werden Maßnahmen beschrieben, die Flutraum in der Untereelbe wiederherstellen bzw. die Rauigkeit der durchströmten Querschnitte erhöhen sollen und somit zur Reduktion des Tidenhubs beitragen können (vgl. HPA/WSD-Nord 2006).

Solche Maßnahmen zur Verringerung von Sturmflutwasserständen hätten, je nach Variante - mehr oder minder – gleichzeitig einen positiven Effekt auf die ästuarinen Lebensräume. Durch eine Aufsedimentierung ehemals deichgeschützter Gebiete wird somit auch das Anwachsen dieser Flächen mit dem Meeresspiegel wieder ermöglicht (vgl. WWF 2008, S.54ff.).

Generell sollte eine Aufgabe des Küstenschutzes künftig auch darin bestehen, dynamische Prozesse an der Küste soweit möglich wieder zuzulassen, um die natürliche Regulationsfunktion des Wattenmeeres durch die Ablagerung von Sedimenten bei jeder Überflutung zu ermöglichen (Schuchardt/Wittig 2012). Dieses „Mitwuchs-Potential“ der natürlichen Küstenschutzelemente (Inseln, Dünen, Platen, Deichvorländer) wird bei einem extremen Meeresspiegelanstieg aufgrund der begrenzten Sedimentverfügbarkeit überwiegend kritisch bewertet. Eine Unterstützung der Anpassungsfähigkeit könnte allerdings auch künstlich durch Sedimentaufspülungen aus Bereichen der Nordsee mit Wassertiefen über 10 m erfolgen (CPSL 2005; CPSL 2010).

Rückzug

Je nachdem wie sich der Klimawandel entwickelt, können langfristig möglicherweise bestimmte Gebiete mit den oben skizzierten Küstenschutzstrategien nicht mehr gesichert werden, dies würde einen sukzessiven Rückzug in höher gelegene Geest-Bereiche unabdingbar machen. Eine potentielle Strategie des schrittweisen Rückzugs wird in Funck (1987) und Behnen (2000) beschrieben. Rückzug als alternative Küstenschutzstrategie würde auf erheblichen Widerstand in der Bevölkerung und bei den Wirtschaftsakteuren stoßen (Aufgabe von Siedlungs- und Wirtschaftsraum sowie der Umschlags- und Hafenfunktion an der Küste), daher wird diese Strategie in nächster Zeit nicht zur Debatte stehen (vgl. Schuchardt/Wittig et. al. 2011, S. 242).

Grundsätzlich sei hier erwähnt, dass, nach einem Expertenbeitrag im Rahmen des Netzwerktreffens, alle Varianten der alternativen Küstenschutzstrategie „Anpassung“ sowie der Option „Rückzug“ auch eine Anpassung der verwurzelten gesellschaftlichen Denkmuster erfordern.

3.3 Best Practice

In diesem Abschnitt sollen einige Beispiele zur integrierten Anpassung an den Klimawandel kurz vorgestellt werden. Analog zum Tidepolder-Projekt an der Drepteniederung beziehen sich die Fallbeispiele vor allem auf Adaptionsmaßnahmen im Bereich von Ästuaren und Flussmündungen. Zunächst wird mit dem Tideelbekonzept ein norddeutsches Vorhaben skizziert, bevor anschließend einige europäische Projekte beschrieben werden.

Tideelbekonzept

Seit dem Jahr 2000 hatte die Verschlickung des Hafenbeckens in Hamburg und der Elb-Fahrrinne durch das sogenannte „tidal-pumping“ deutlich zugenommen, d.h. es wurden mehr Sedimente mit der Flutströmung der Elbe flussaufwärts transportiert, als mit dem schwächeren Ebbstrom flussabwärts (Gutbrod/Meine 2009). Ursächlich dafür waren die stetigen Veränderungen des Elbästuars, wie Eindeichungen, Strombaumaßnahmen, Fahrrinnenausbauten. Hinzu kommt, dass der Klimawandel mit dem steigenden Meeresspiegel die Situation in Zukunft weiter verschärfen dürfte.

Die Hamburg Port Authority (HPA) in Hamburg u.a. zuständig für die Sicherung ausreichender Wassertiefen im Flussbett und im Hamburger Hafen, sah sich damit stetig steigenden Baggermengen und somit höheren Aufwendungen gegenüber. Um diesen Entwicklungen entgegenzuwirken, konzipierte die HPA gemeinsam mit der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung 2006 das „Konzept für die nachhaltige Entwicklung der Tideelbe als Lebensader der Metropolregion Hamburg“ (<http://www.tideelbe.de>). Dieses Konzept verfolgt einen integrativen Ansatz, der die spezifische Dynamik des Flusses berücksichtigen soll. Es wurden zahlreiche Maßnahmen zur Dämpfung des Tidenhubs, der Beschränkung der Sedimentation und der ökologischen Lebensraumverbesserung formuliert, darunter etwa: die Wiederanbindung von Nebenarmen und Nebenflüssen, die Rückverlegung von Deichen und die Errichtung von Entlastungspoldern. Ein zentraler Aspekt bei der Entwicklung und Umsetzung des Tideelbekonzepts war es, dass alle Belange vor Ort einbezogen werden sollten (Anwohner, Natur- und Gewässerschutz, Freizeitnutzen, Tideelbe-Entwicklung und Klimafolgen, etc.).

Da bei solch umfangreichen Umgestaltungen in bestehende Landschafts- und Kulturräume ein gesellschaftlicher Wertewandel unabdingbar erscheint, hatte die HPA exemplarisch das Pilotprojekt Spadenlander Busch/Kreetsand, einem ehemaligen Spülfeld, in dem die Tide frei ein- und ausschwingen soll, ausgewählt und mit der Internationalen Bauausstellung (IBA) in Hamburg verknüpft (Gutbrod/Meine 2009).

Dieses Pilotprojekt soll nicht nur einen Beitrag zur Dämpfung des Tidegeschehens und einer Minderung der Sedimenttransporte leisten, sondern als erlebbares Naturschutzgebiet in der Bevölkerung zu einem Bewusstsein für das Tidegeschehen und zur Vermittlung der Ziele des Tideelbekonzeptes am praktischen Beispiel beitragen. Hierfür wurde beispielsweise ein Aussichtturm (sog. Deichbude) als Informations- und Ausstellungsstätte errichtet.



Abbildung 4: Fotoanimation Pilotprojekt Spadenlander Busch/Kreetsand (Quelle Gutbrod/Meine 2009).

Das Gebiet soll im Jahr 2015 vollständig fertiggestellt sein. Umfangreiche Informationen zum Konzept finden sich auch unter www.tideelbe.de.

„Managed realignment“ am Humber (England)

Der Humber an der Ostküste Englands ist zum einen mit seinen Häfen und der ansässigen Industrie von großer wirtschaftlicher Bedeutung und zum anderen stellt das Gebiet einen wertvollen ökologischen Lebensraum dar (Environment Agency 2000). Um sich an die Herausforderungen des Klimawandels anzupassen, wurde basierend auf dem „The Humber Estuary Shoreline Management Plan“ von der Environment Agency eine Überflutungs-Risiko-Strategie (The Humber Flood Risk Management Strategy) entwickelt (Environment Agency 2000 und 2008).

In diesem Dokument werden Aktionen beschrieben, wie es gelingen kann, Gesellschaft und Ökonomie vor Hochwasserfolgen zu schützen, ohne dabei negative Folgen für die ökologischen Habitate zu induzieren. Eine zentrale Maßnahme ist in dieser Hinsicht der Rückzug von Küstenschutzinfrastrukturen landeinwärts, das so genannte „managed realignment“ (Stelljes, Martinez 2013). In Gebieten, die von Deichen geschützt werden, wird dabei zunächst eine zweite Deichlinie hinter der ersten gebaut und danach der ältere Deich an bestimmten Stellen geöffnet. Dadurch entsteht ein neuer Lebensraum, der sowohl bei Hochwasserereignissen die Wellenenergie dämpft, als auch von hoher ökologischer Bedeutung ist (Stelljes, Martinez 2013). Im Jahr 2003 wurde erstmals ein solche Rückverlegung des Hauptdeiches und Öffnung eines ehemaligen Polders im Bereich der Gemeinde Paull Holme Strays durchgeführt. Dafür mussten ca. 80ha Fläche gekauft werden, auf der sukzessive eine Salzwiese entstehen soll. Erwähnenswert ist, dass der Ankauf allerdings erst durch eine Kompensationsmaßnahme in einem anderen Gebiet des Ästuars ermöglicht wurde (ebenda).

Ein ähnliches Projekt wurde 2006 am Humber in den Alkborough Flats umgesetzt, hier umfasste die Fläche jedoch ca. 440ha (www.coastalfutures.org.uk). Eine weitere Deichöffnung soll 2015 in Skeffling vorgenommen werden, dort sollen dann insgesamt 150 ha neue Salzmarschen entstehen (Stelljes, Martinez 2013). Im Kontext der Überflutungs-Risiko-Strategie wurde im Rahmen des Projekts „Coastal Futures“ neben diversen

begleitenden Maßnahmen auch ein Küstenmanager eingestellt, der für die unmittelbare Kommunikation mit den Gebietskörperschaften zuständig war (ebenda).



Abbildung 5: "Managed realignment" im Bereich der Kommune Paull Holme Strays (Quelle: Environment Agency; www.coastalfutures.org.uk)

Ein interessanter Nebeneffekt der Projekte am Humber zeigte sich in einem vermehrten Öko-Tourismus, da neben dem Küsten- und Hochwasserschutz immer auch die Effekte für die Umwelt von hoher Relevanz waren.

Management Strategie für das Ebro Delta (Spanien)

Als ein weiteres Beispiel ist das Projekt einer „Managementstrategie für das Ebro Delta“ in Spanien anzuführen. Das Küstengebiet, das durch anthropogene Eingriffe zu einem für Überflutungen hochsensiblen Bereich avancierte, befindet sich rd. 200 km südlich von Barcelona (Galofré et. al. 2012). Insgesamt unterliegt das Gebiet diversen Nutzungen, ca. 60 % der Fläche wird für den Reisanbau verwendet, daneben existiert eine reichhaltige ökologische Umgebung (u.a. ein Naturpark), außerdem ist das Gebiet touristisches Ausflugsziel. Um den wachsenden Risiken durch Überflutungen und dem steigenden Meeresspiegelanstieg im Zusammenhang des Klimawandels entgegenzuwirken, wurden zwischen 2007 und 2011 drei Teilstudien zur integrierten Adaption an den Klimawandel für das Ebro Delta erarbeitet. Der Fokus der Fallstudien lag insbesondere auf Rückzugsstrategien und natürlichen Anpassungsmöglichkeiten. Für sehr wichtig wurde auch die Notwendigkeit der Implementierung eines integrierten Küstenzonenmanagements erachtet, damit den verschiedenen Belangen von Hochwasser-/Küstenschutz und Ökologie sowie Ökonomie in adäquater Weise Rechnung getragen wird (Galofré et. al. 2012).

„SigmaPlan“ und „Mehr Raum für den Fluss“ (Belgien, Niederlande)

Ähnliche Projekte, die einen integrierten und nachhaltigen Hochwasser- und Flussmanagementansatz verfolgen, werden auch in den Niederlanden und Belgien durchgeführt. Ein prominentes Beispiel hierfür ist der „SigmaPlan“, welcher auch zukünftig eine sichere und ökologisch wie ökonomisch attraktive Schelde-Region garantieren soll (<http://www.sigmaplan.be/en>). Das Projekt an der Schelde ist neben einem Vorhaben am Themseästuar eines der sieben Pilotstudien von „FLOODsite“, einem europäischen Forschungsvorhaben zur Unterstützung der EG-Hochwasserrahmenrichtlinie

(<http://www.floodsite.net>). Die Pilotstudien sollen zur Entwicklung von Entscheidungshilfen für langfristiges Hochwasserschutz-Management beitragen.

Parallel forciert das Programm „Mehr Raum für den Fluss“ den vorsorgenden Hochwasserschutz an diversen niederländischen Flüssen (Niederrhein, IJssel, Lek, Waal, Maas, Merwede) (Sijmons 2009). In dem Programm sind 39 Einzelprojekte geplant, durch die von 2007 bis 2015 größere Retentionspotentiale an den Flüssen geschaffen werden. Diese neuen Überflutungsflächen sollen gleichzeitig als Freizeit- und Naturflächen dienen, daneben sind aber auch Wohnhäuser auf Warften geplant (www.ruimtevoorderivier.nl).

4 Chancen und Risiken von Tidepoldern als Anpassungsstrategie; Hinweise zur Eignungssicherung

Die potentiellen Chancen eines Tidepolders als Adaptionenmaßnahme liegen insbesondere im Bereich einer multifunktionalen Anpassung, sodass verschiedene Belange berücksichtigt werden können.

Die erwähnten Fallbeispiele verdeutlichen, dass mit ähnlichen Strategien eine integrierte und nachhaltige Anpassung möglich ist, bei denen neben dem Küsten- und Hochwasserschutz auch positive Effekte für die Biodiversität und die Wirtschaft generiert wurden.

Für Tidepolder als Anpassungsstrategie heißt das, dass sie unterstützend zur bestehenden Küsten- und Hochwasserschutzinfrastruktur wirken und damit prinzipiell Teil eines Konzeptes zur Verteidigung der ersten Deichlinie sein können. Je nach Lage, spezifischem Zweck und Ausgestaltung kann ein Tidepolder zur Dämpfung des Tidenhubs, zur Senkung von Sturmflutwasserständen und zur Reduzierung des „tidal-pumpings“ beitragen (siehe Tideelbkonzept). Eine weitere Option besteht darin, dass Tidepolder, wie im angedachten Vorhaben an der Drepteniederung, zur Aufsedimentierung von Landsenkung betroffener Flächen mittels eines Sperrwerks genutzt werden können. In einem solchen Fall kann die Kluft zwischen Landsenkung und Meeresspiegelanstieg abgemildert, vielleicht sogar überwunden werden und eine landwirtschaftliche Nutzung gesichert werden. Zudem würden in Folge der Aufsedimentierung die Deiche auch an der Basis - von der Binnenseite her - unterstützt und gefestigt. Gleichzeitig können bei solchen Anpassungsmaßnahmen wertvolle Habitate für Flora und Fauna entstehen, die wie im Falle des Humber den Ökotourismus in der Region fördern könnten. Ebenso kann eine touristische Nutzung in ausgewiesenen Zonen als Nebenprodukt auch zur regionalökonomischen Entwicklung einer Region oder wie im Pilotvorhaben des Tideelbkonzepts zur Sensibilisierung der Bevölkerung für die Herausforderungen des Klimawandels beitragen.

Ein Risiko aller Anpassungsmaßnahmen besteht jedoch hinsichtlich der Rentabilität: Insbesondere für Pilotkonzepte wie einen Tidepolder müssen durch Kosten-Nutzen-Analysen die Tragfähigkeit belegt und geeignete Finanzierungslösungen gefunden werden.

Grundsätzlich resultieren aus einer solch umfassenden Maßnahme neben Verständnisschwierigkeiten meist auch immense Interessens- und Nutzungskonflikte, die im Vorfeld einer detaillierten Analyse zu unterziehen sind, um mögliche Kompromisslösungen aufzuzeigen oder notwendige Begleitmaßnahmen zu initiieren. Nicht zuletzt sollte auch den

Risiken von denkbaren Verdrängungseffekten, beispielsweise zwischen Naturschutz und Landwirtschaft, vorgebeugt werden.

Insgesamt bestünde der Mehrwert eines Tidepolders an der Drepteniederung als potentielles Pilotvorhaben für multifunktionalen Küstenschutz und als integrative Klimaanpassungsmaßnahme zu einem Großteil darin, dass die verschiedenen Belange der unterschiedlichen Stakeholder eruiert und in einem weiteren Schritt Wege zu einer potentiellen Konsensbildung im Sinne eines integrierten Regionalentwicklungsprojektes aufgezeigt werden. In vielen Regionen und Bereichen werden durch den Klimawandel ähnliche Herausforderungen wie an der Unterweser zu bewältigen sein; hier könnten dann diese Erkenntnisse übertragen werden und Berücksichtigung finden.

5 Beschreibung bestehender Wissenslücken

Der derzeitige konzeptuelle Stand eines möglichen Tidepolders im Bereich der Drepteniederung und das Fehlen von Vergleichsprojekten erlauben noch nicht, an dieser Stelle detailliertere Aussagen zu Wissenslücken bzgl. der Eignung dieser Form einer Tidelandchaft („Sedimentationspolder“) als Anpassungsstrategie treffen zu können.

Grundsätzlich fehlt zunächst eine geeignete Methodik, um die Klimaanpassungsleistung in Relation zum Aufwand und sonstigen Nutzen beurteilbar zu machen. In diesem Rahmen müssen die verschiedenen Kosten- und Nutzenaspekte erhoben und berücksichtigt werden. Völlig neu ist dabei auch die Integration zeitlich begrenzter Zwischennutzungen und ein insgesamt dynamischeres Verständnis von Landschaft und Nutzung, womit aber auch neue Fragestellungen verbunden sind, wie z.B. mit sich einstellenden naturschutzfachlichen Werten (auftreten geschützter Arten) umzugehen ist, obwohl diese Stadien nur als temporäre Zwischenstadien konzipiert und eine nachträgliche Kultivierung solcher Standorte dadurch nicht unmöglich werden darf.

6 Anregungen zur Konzeption

Allgemeine Hinweise

Aus dem gegenwärtigen Stand der Forschung zu Klimaanpassung und Anpassungspolitik lassen sich Grundsätze ableiten, die die Gestaltung von Anpassungsmaßnahmen im Allgemeinen, aber auch im Konkreten bei den akzentuierten Herausforderungen im Rahmen von Tidepoldern (siehe Kapitel 4), bestimmen sollten.

Diese Anforderungen an die Gestaltung von Klimaanpassung werden als Politikintegration gefasst (Jänicke, Jörgens 2004). Sie beinhalten

- die Abstimmung zwischen Funktionsbereichen oder Sektoren, die z.T. ebenenübergreifend durch die Zusammenarbeit zwischen Politik, Verwaltung(en), Verbänden und Unternehmen in einem Bereich gekennzeichnet sind (horizontale Integration);

- die Abstimmung zwischen staatlichen Ebenen (von der EU über den Bund, Länder zu regionalen und kommunalen Gebietskörperschaften), die mit unterschiedlichen Kompetenzen ausgestattet sind und regelmäßig unterschiedlichen Rationalitäten und Entscheidungserfordernissen unterworfen sind (vertikale Integration).

Politikintegration wird als Herausforderung insbesondere im Zusammenhang mit Umweltpolitik (Umweltpolitikintegration, englische Abk.: EPI), verstanden als Querschnittsziel, untersucht. Sie charakterisiert auch die Diskussion um Nachhaltigkeit und wird mit Blick auf die fundamentale Bedeutung des Umgangs mit dem Klimawandel zunehmend auch als Climate Policy Integration (CPI) als eigenständiges Erfordernis für Klimaschutz und Klimaanpassung thematisiert (Mickwitz et al. 2009). Für die Klimaanpassung gilt: „Policy integration is the heart of adaptation“ (ebenda S. 37). Die Intensität der Auseinandersetzung mit Politikintegration in diesen eng verwandten Bereichen erlaubt es, aus den Erfahrungen der vergangenen Dekaden die folgenden Grundsätze die Gestaltung von Anpassungsprojekten abzuleiten:

- Aus dem Ziel, dass Anpassungsprojekte die Verletzlichkeit der Gesellschaft gegenüber einer anthropogenen Veränderung des Erdsystems reduzieren sollen, leitet sich zwingend ab, dass Klimaanpassung in einem Bereich weder Klimaschutzziele zuwiderlaufen darf, noch in anderen Bereichen (z.B. Biodiversität) das Ziel der Nachhaltigkeit konterkarieren darf. Eine entsprechende Ausformung von Nachhaltigkeit wäre als Fehlanpassung („maladaptation“) zu bewerten.
- In Hinblick auf die Instrumente von Klimaanpassung wird sowohl die Bedeutung hierarchischer Regulierung (insbesondere zur Verringerung von Zielkonflikten zwischen Sektoren und zur Bestimmung von Rahmenbedingungen für sektorale Entwicklungsziele) als auch von netzwerkförmigen, freiwilligen Initiativen (zur Förderung von Lernen, Vertrauensbildung und den Umgang mit Unsicherheit) hervorgehoben. Bislang liegt der tatsächliche Schwerpunkt jedoch auf freiwilligen Instrumenten, während bei regulativen Maßnahmen ein Rückstand konstatiert wird (Biesbrock et al. 2010). Klimaanpassungsprojekte müssen deshalb bislang weitgehend ohne stützenden regulativen Rahmen auskommen und versuchen, die sich ergebenden Lücken auf der Basis freiwilliger Maßnahmen zu bearbeiten. Vorhaben, die hier an ihre Grenzen stoßen, müssen deshalb gegebenenfalls bis zum Vorliegen entsprechender Rahmenbedingungen zurückgestellt werden, um Akteure und ihre Ressourcen nicht zu verschleifen.
- Sektorale Prozesse sind unentbehrlich, da nur sektorale Akteure das Wissen über die Bedingungen ihres Bereichs beitragen können. Gleichzeitig sind sie jedoch auch sektoralen Entwicklungszielen verpflichtet und auf Problemwahrnehmungen und normativen Erwartungen festgelegt, die die Ursache von Zielkonflikten zwischen Sektoren sind. Rein sektorale Anpassungskonzepte können deshalb im Extremfall Zielkonflikte sogar verschärfen. Als inhaltliche Mindestanforderung zur Vermeidung vom Fehlanpassung gilt deshalb das freiwillige „commitment to minimise contradictions“ (Mickwitz et al. 2009, S. 22, OECD 2002).
- Die Abstimmung zwischen den Ebenen folgt den etablierten Strukturen von Mehrebenenpolitik. Für die Strukturen der EU und föderale politische Systeme wie in Deutschland stellt Politikintegration ein Dauerthema dar. Die administrativen Anpassungsstrategien legen dabei erhebliches Gewicht auf die Unterstützung von

bottom-up Initiativen von Akteuren aus Regionen bzw. einzelnen Sektoren (siehe Kapitel 3.1).

- Eine wichtige Bedingung für gelingende Anpassung wird deshalb in der Stärkung der Kohärenz gesehen (Mickwitz et al. 2009, S. 24). Kohärenz wird unterschiedlich gefasst, sollte aber pragmatisch als Widerspruchsfreiheit zwischen sektoralen Regulierungen und Anreizsystemen verstanden werden. Hier wird gegenwärtig auf die erheblichen Widersprüche zwischen zentralen Regelungszielen (z.B. der landwirtschafts-, Naturschutz- oder Energiepolitik) und der Fragmentierung der Regelungsstrukturen hingewiesen, die nur durch politische Reformen auf EU- und Bundesebene adressiert werden kann (Beck et al. 2009, Hohmeyer, Knoblauch 2009). Klimaanpassungsprojekte müssen deshalb gegenwärtig unter inkohärenten Rahmenbedingungen gestaltet werden.
- Regionalen Initiativen kommt unter den hier skizzierten Bedingungen gegenwärtig eine zentrale Rolle für die Entwicklung von anspruchsvolleren Anpassungsprojekten zu. Denn insbesondere kommunale Gebietskörperschaften werden ein Zugang zu den Akteuren im Zielgebiet und enge Kooperationsbeziehungen zu relevanten staatlichen wie nichtstaatlichen Akteuren unterschiedlicher Ebenen unterstellt, die an einem Vorhaben mitwirken sollten. Hieraus ergibt sich fast zwangsläufig ein Netzwerkansatz (Biesbrock et al. 2010, unter Verweis auf in OECD 2002 und EEA 2006 entwickelte Kriterien).
- Als Erfolgsbedingung lassen sich insbesondere aus der Gestaltung von unter ähnlich schwierigen Bedingungen arbeitenden Nachhaltigkeitsinitiativen (siehe OECD 2002) ableiten²: das Vorhandensein eines starken, als aktiven Promoters wirkenden Akteurs (lead agency); als förderlich gilt eine Trägerschaft für ein Projekt in einer boundary Organisation, die die Schnittstellen zu den unterschiedlich agierenden Partnern managen sollte; als prozedurale Anforderung wird auf die Bedeutung von Inklusion hingewiesen (also die Berücksichtigung auch schwacher Interessen durch Partizipation oder externe Expertise), um Integrationserfordernisse projektintern abzubilden und fehlende förderliche Rahmenbedingungen zumindest partiell zu kompensieren.

Ansätze zur Berücksichtigung/Lösung von Problemen

Es wird deutlich, dass bei Klimaanpassungsmaßnahmen neben den finanziellen Ressourcen insbesondere sektorale Interessenskonflikte zu den zentralen Herausforderungen zählen. Im obigen Anschnitt wurden bereits einige Ansätze zum Umgang mit dieser Problematik genannt, von der Netzwerkbildung, über ein freiwilliges „commitment to minimise contradictions“, bis hin zur Implementierung einer „lead agency“. Darüber hinaus könnte, wie der Küstenmanager nach dem Vorbild der Projekte am Humber, bei solchen Vorhaben ein zentraler Ansprechpartner sowie Vermittler für die Kommunen und Stakeholder eingesetzt werden.

Insgesamt ist die Öffentlichkeitsbeteiligung ein grundlegender Erfolgsfaktor, denn häufig hängt die Ablehnung solcher Maßnahmen mit mangelndem Wissen über die naturschutz-

² Betont sei, dass es sich hier um eine durch die Autoren zu verantwortende Ableitung für den Gegenstand eines regionalen Klimaanpassungsprojektes handelt: Die zitierte Studie fasst die Anforderungen und Kriterien mit Blick auf einen anderen Kontext zum Teil anders.

sowie küstenschutzfachlichen Werte des Vorhabens zusammen (Goeldner-Gianella 2007). Demzufolge sollte bei Umsetzung von Klimaanpassungsprojekten ausdrücklich auf eine offene Kommunikation geachtet werden, um ein kooperatives, unterstützendes Umfeld sicherzustellen (Stelljes, Martinez 2013).

7 Hinweise für ggfs. anschließende Machbarkeitsuntersuchungen

Resümierend ist für eine anschließende Machbarkeitsuntersuchung zu konstatieren, dass der Klimawandel im Küstenbereich Anpassungsmaßnahmen erforderlich macht. Unstrittig ist ebenso, dass das Projekt Tidepolder an der Drepteniederung kongruent mit den aktuellen Klimaanpassungsstrategien der verschiedenen politischen Ebenen wie EU, Bund und Niedersachsen ist, die auf bottom-up Initiativen und größtenteils auf intersektorale Ansätze abzielen (vgl. 3.1). Ebenfalls entspräche das Konzept den Anforderungen an ein integriertes Küstenzonenmanagement.

Verschiedene Beispiele ähnlicher, innovativer Anpassungsvorhaben illustrieren zudem, dass eine Bündelung positiver multisektoraler Effekte (Hafenwirtschaft Landwirtschaft, Ökologie, Küsten- und Hochwasserschutz) möglich ist.

Auf absehbare Zeit werden jedoch konventionelle Maßnahmen das bevorzugte Mittel der Wahl im Bereich der Klimaadaptation darstellen. Dies verdeutlichen exemplarisch für den Küstenschutz die Ergebnisse des Projektes „Klimafolgenforschung in Niedersachsen (Teilprojekt: „A-Küst“)\“, die in der Niedersächsischen Anpassungsstrategie wie folgt zusammengefasst sind:

„Vielmehr erweisen sich alternative Strategien alle als wirtschaftlich unterlegen, teilweise auch im Hinblick auf die Sicherheit. Auf absehbare Zeit - das heißt nach gegenwärtigem Kenntnisstand bis zum Ende dieses Jahrhunderts - ist die Sturmflutsicherheit der Niederungsgebiete an der niedersächsischen Nordseeküste in wirtschaftlich optimaler Form durch Verstärkung der Schutzwerke in der gegenwärtigen Linie gewährleistet“ (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz et al. 2012).

Längerfristig werden jedoch bei anhaltendem Meeresspiegelanstieg unterstützend zur bestehenden Küstenschutzinfrastruktur zusätzlich alternative Maßnahmen erforderlich sein (vgl. Kapitel 3.2). Hier könnte ein Tidepolder an der Drepteniederung als Pilotprojekt bereits gegenwärtig wichtige Erkenntnisse zum Umgang mit den spezifischen Herausforderungen bei der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen im Küsten- und Ästuarbereich liefern. Ein besonderes Problemfeld betrifft in dieser Hinsicht die unterschiedlichen, teilweise konkurrierenden Nutzungsinteressen der Stakeholder. Es gilt die diversen Betroffenheiten abzuwägen und - sofern möglich - Lösungswege zu identifizieren.

In diesem Kontext sollte in einer ggf. anschließenden Machbarkeitsuntersuchung geprüft werden, wie die Politikintegration optimal gestaltet werden kann: Welche Organisation könnte beispielsweise die Kommunikation mit den betroffenen Akteuren und den Kommunen authentisch durchführen. Des Weiteren ist zu prüfen, welche Poldervarianten bzw. Zonierungen den größten Gesamtnutzen für die verschiedenen Bereiche Landwirtschaft, Naturschutz und Tourismus beinhalten und, ob mit einem veränderten Zuschnitt des Polders

die möglichen Betroffenheiten ggfs. überproportional reduziert werden könnten und sich somit die Umsetzbarkeit vereinfachen lässt. Im Sachstandbericht (2) „Wasserwirtschaftliche Ausgestaltung und Steuerung“ wurden verschiedene Poldervarianten erarbeitet - mit Flächenumfängen von rd. 400 ha bis ca. 1700 ha (siehe Koppe et. al. 2013), im Vergleich verfügen etwa die Tidepolder an der Schelde über einen maximalen Flächenumfang von 800 ha (www.sigmaplan.be/en/).

Grundsätzlich ist in einer späteren Machbarkeitsstudie ein systematischer Vergleich mit anderen nationalen und internationalen Projekten hinsichtlich der tragenden Akteure, der Gestaltung von Inklusion, dem Umgang mit Unsicherheiten bei den technischen Fragen (etwa bzgl. Küstenschutzinfrastruktur), der Finanzierung und zu rechtlichen Restriktionen (bspw. zu Naturschutzvorschriften) durchzuführen.

Ein solcher Vergleich könnte im Rahmen eines konkretisierenden Gutachtens stattfinden, in dem zu klären ist, wie die unterschiedlichen Steuerungselemente, etwa die rechtlichen Bedingungen (bspw. das Umweltrecht) und die Kompetenzen der Akteure auf den verschiedenen Ebenen in optimaler Weise aufeinander abzustimmen sind. Aus der genaueren Analyse vergleichbarer Projekte sollten zudem Empfehlungen auf die Gestaltung von Kooperations- und Mitwirkungsprozessen entwickelt werden. In diesem Zusammenhang ist auch zu analysieren, welche Konsequenzen mit einem solchen Tidepolder-Projekt als Fallbeispiel einer integrativen, sektorübergreifenden Maßnahme der Regionalentwicklung für die Regime dieses speziellen Landschaftstyps - ein durch den Klimawandel bedrohtes Marschenland in einem norddeutschen Ästuargebiet - verbunden wären.

Deutlich besteht auch ein Bedarf, in einem rechtlichen Gutachten die langfristigen Perspektive bzw. die Rückführungstragbarkeit zu klären, d.h. die Option der Rückführung einzelner Polderbereiche in die landwirtschaftliche Nutzung, nach Abschluss des Sedimentationsprozesses. Nach einer Prüfung aus juristischer Perspektive müssten auf dieser Basis spezifische Kriterien für die Abwägung verschiedener Interessen (z.B. über Zonierungen, Bewirtschaftungsmöglichkeiten) entwickelt bzw. für die Festlegungen bei der weiteren Ausgestaltung eines Tidepolderkonzeptes berücksichtigt werden.

In einem vorhergehenden Analyseschritt sollte zudem eine ganzheitliche Modellierung des Konzeptes vorgenommen werden. Diese Modellierung müsste verschiedene Anpassungsvarianten für das Gebiet durchspielen und dabei die unterschiedlichen Belange berücksichtigen; eine Nullvariante (ohne Tidepolder), die verschiedenen Poldervarianten aber auch weitere, denkbare Anpassungsmöglichkeiten (ebenfalls ohne Tidepolder). Der Modellierung ist schließlich die geeignetste Variante mit dem größten (Gesamt-)Nutzenkoeffizienten zu entnehmen.

8 Übertragbarkeit der Konzeption auf andere Gebiete

Generell kann die Übertragbarkeit der Ergebnisse des vorliegenden Sachstandsberichts auf andere tidebeeinflusste Küstengebiete als gegeben angenommen werden. Wie in Kapitel 0 dargestellt, werden ähnliche Vorhaben bereits an verschiedenen europäischen Küsten- und Ästuarbereichen angedacht oder durchgeführt.

9 Bibliografie

- Aerts, J./ Sprong, T./ Bannink, B. (Hrsg.) (2008): Aandacht voor Veiligheid www.deltacommissie.com/doc/Aandacht%20voor%20veiligheid%20.pdf
- Adger, WN. /Arnell, NW. /Tompkins, E. (2005): Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change* 15: 77–86.
- Andonova, LB./ Mitchell, RB. (2010): The Rescaling of Global Environmental Politics. *Annual Review of Environment and Resources* 35: 255–282.
- Bartolomä, A./ Kubicki, A. (2013): Sachstandsbericht (4). Sedimentation. Zur Vorstudie „Klimaanpassung an der Unterweser durch einen Tidepolder im Bereich der Drepteniederung“, Wilhelmshaven.
- Bauer, A./Feichtinger, J./Steuer R. (2012): The Governance of Climate Change Adaptation in 10 OECD Countries: Challenges and Approaches. *Journal of Environmental Policy and Planning* 14: 279-304. Routledge Verlag.
- Beck, S./ Kuhlicke, C./ Görg, C. (2009): Climate Policy Integration, Coherence, and Governance: Germany. UFZ-Bericht 1/2009, Leipzig: Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ.
- Biesbroek, GR./ Swart, RJ./ Carter, TR./ Cowan, C./ Henrichs, T./ Mela, H./ Morecrof, MD./ Rey, D (2010): Europe adapts to climate change: comparing national adaptation strategies. *Global Environmental Change* 20: 440–450.
- Bulkeley, H./ Jordan, A. (2012): Transnational environmental governance: new findings and emerging research agendas. *Environment and Planning C: Government and Policy* 30: 556–570.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2006): Integriertes Küstenzonenmanagement in Deutschland – Bestandsaufnahme und Schritte zu einer nationalen IKZM-Strategie. Bonn.
- Bulkeley H 2005. Reconfiguring environmental governance: Towards a politics of scales and networks. *Political Geography* 24: 875-902.
- Bundesamt für Naturschutz (2013): Für einen Vorsorgenden Hochwasserschutz – Eckpunktepapier des Bundesamtes für Naturschutz. Bonn.
- ComCoast – Combined functions in Coastal Defence Zones (2007): the Future of Flood Risk Management . A guide to Multifunctional Coastal Defence Zones. Interreg IIIB-Projekt, gefördert von der Europäischen Union.
- CPSL (2005): Coastal Protection and Sea Level Rise – Solutions for sustainable coastal protection in the Wadden Sea region. Wadden Sea Ecosystem No. 21. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Working Group on Coastal Protection and Sea Level Rise (CPSL), Wilhelmshaven.
- CPSL (2010): CPSL Third Report. The role of spatial planning and sediment in coastal risk management. Wadden Sea Ecosystem No. 28. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Working Group on Coastal Protection and Sea Level Rise (CPSL), Wilhelmshaven.

- Deltacommissie (2008): Working together with water – A living land builds for its future. Findings of the Deltacommissie 2008 – Summary and Conclusions. Hollandia Printing.
- Die Bundesregierung (2011): Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Berlin.
- Die Bundesregierung (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Berlin.
- European Environmental Agency (EEA) (2006): Vulnerability and adaptation to climate change in Europe (technical report 7/2005, No. 92-9167-814-7). Copenhagen.
- Environment Agency (2000): The Humber Estuary Shoreline Management Plan – Planning For The Rising Tides. Bristol.
- Environment Agency (2008): The Humber Flood Risk Management Strategy – Planning For The Rising Tides. Leeds.
- Europäische Kommission 2013: Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Eine EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel. Brüssel.
http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/com/2013/com2013_0216de01.pdf
- Galofré, J./ Ortiz, D./ Jiménez, J./ Medina, R. (2012): Management strategy for the Ebro delta in the context of flooding and climate change. A: "PIANC Yearbook 2011". Brussels: Permanent International Association Navigation Channels, 2012, S. 179-188.
- Goeldner, G. L. (2007): Perceptions and Attitudes Toward De-polderisation in Europe: A Comparison of Five Opinion Surveys in France and the UK. In: Journal of Coastal Research, S. 1218-1230.
- Görg, C. (2007): Landscape governance: The “politics of scale” and the “natural” conditions of places. Geoforum 38: 954-966.
- Gutbrod, J./ Meine, M. (2009): Neues Flachwassergebiet in Hamburg als Pilotprojekt für ein nachhaltiges Tideelbe-Management : Weiterentwicklung des Altspülfeldes Spadenlander Busch/Kreetsand. HTG-Kongress 2009 in Lübeck. Abrufbar unter www.tideelbe.de
- Hill, K. (2009): Entwurfsstrategien für steigende Meeresspiegel in amerikanischen Küstenmetropolen. In IBA Hamburg GmbH (Hrsg.): IBA-Labor - Klimafolgenmanagement: Herausforderung Wasser. Dokumentation der Fachtagung 19. bis 21. Februar 2009. Druckerei Weidemann, Hamburg. S. 36 -39
- Homeyer, I. von/ Knoblauch, D. (2009): Umweltpolitikintegration im Mehrebenensystem. Welche Governance-Formen eignen sich? In: Ökologisches Wirtschaften 3/009: 25-38.
- HPA – Hamburg Port Authority / WSD-Nord – Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord (2006): Konzept für eine nachhaltige Entwicklung der Tideelbe als Lebensader der Metropolregion Hamburg. Ein Diskussionsbeitrag der Hamburg Port Authority und der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes. Abrufbar unter: http://www.tideelbe.de/files/strategiepapier_tideelbe_deu.pdf
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2013): Fünfter Sachstandsbericht des IPCC -Teilbericht 1 (Wissenschaftliche Grundlagen). Kernbotschaften. Abrufbar unter: http://www.de-ipcc.de/_media/IPCC_AR5_WGI_Kernbotschaften_20131006.pdf
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2007): Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: Klimaänderung 2007 – Auswirkungen, Anpassungen, Verwundbarkeiten. Beitrag der Arbeitsgruppe II zum vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung (IPCC). Cambridge University Press. Cambridge.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (1990): Strategies for adaption to sea-level rise. Executive Summary of the Coastal Zone Management Subgroup. Intergovernmental Panel on Climate Change - Response Strategies Working Group. The Hague/The Netherlands.
- Jänicke, M./ Jörgens, H. (2004): Neue Steuerungskonzepte in der Umweltpolitik. In: Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht, Vol. 27 (3): 297-348.

- Juhola, S./ Westerhoff, L. (2011): Challenges of adaptation to climate change across multiple scales: a case study of network governance in two European countries. *Environmental Science and Policy* 14: 239-247.
- Kliff (2011): Zwischenbericht 2011: Forschungsthema 7: Küste (A-KÜST). Themenfeld: Belastungen von Küstenschutzwerken bei Klimawandel und alternative Strategien im Insel- und Küstenschutz.
- Knieling, J./ Schaerffer, M./ Tressl, S. (2009): Klimawandel und Raumplanung – Flächen- und Risikomanagement überschwemmungsgefährdeter Gebiete am Beispiel der Hamburger Elbinsel. *Coastline Reports* 14 (2009), EUCC – The Coastal Union
- Koppe, B./ Torn, P./ Massolle, C. (2013a): Sachstandsbericht (2). Wasserwirtschaftliche Ausgestaltung und Steuerung. Zur Vorstudie „Klimaanpassung an der Unterweser durch einen Tidepolder im Bereich der Drepteniederung“, Bremen.
- Koppe, B./ Torn, P./ Massolle, C. (2013b): Sachstandsbericht (3). Bauliche Planungsgrundlagen. Zur Vorstudie „Klimaanpassung an der Unterweser durch einen Tidepolder im Bereich der Drepteniederung“, Bremen.
- Kunz, H. (1996): Bisheriger und zukünftiger Küstenschutz im Kontext eines integrierten Küstengebiet-Managements – Beispiele aus dem Weser-Ems-Raum. In: Sterr, Horst / Preu, Christoph (Hrsg.) (1996): Beiträge zur aktuellen Küstenforschung: Aspekte – Methoden – Perspektiven. *Vechtaer Studien zur Angewandten Geographie und Regionalwissenschaft (VSAG)*, Band 18, Vechta: 211-213.
- Kunz, H. (2004): Küstenschutz- und Küstenzonenmanagement – eine Dokumentation. Arbeiten aus der Forschungsstelle Küste, Nr. 15, Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (NLÖ)
- Meadowcroft, J. (2002): Politics and scale: some implications for environmental governance. *Landscape and Urban Planning* 61: 169–189.
- Michael Otto Stiftung (Hrsg.) (2010): Ein Zukunftsbild für eine klimasichere Wattenmeerregion. Hamburg.
- Mickwitz, P./ Aix, F./ Beck, S./ Carss, D./ Ferrand, N./ Görg, C./ Jensen, A./ Kivimaa, P./ Kuhlicke, C./ Kuindersma, W./ Máñez, W./ Melanen, M./ Monni, S./ Branth Pedersen, A./ Reinert, H./ van Bommel, S. (2009): *Climate Policy Integration, Coherence and Governance*. PEER Report No 2. Helsinki.
- Moss, T./ Newig, J. (2010): Multilevel Water Governance and Problems of Scale: Setting the Stage for a Broader Debate. *Environmental Management* 46: 1-6.
- Niedersächsischer Landesbetrieb für Küsten- und Naturschutz/ Der Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa der Freien Hansestadt Bremen (2012): Integrierter Bewirtschaftungsplan Weser – für Niedersachsen und Bremen. Brake/Bremen.
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz; Regierungskommission Klimaschutz (2012): Empfehlungen für eine niedersächsische Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Hannover.
- Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung (2008): Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen 2008. Hannover
- Niemeyer, H. (2005): Sturmflutschutz an Niederrückküsten – sind alternative Strategien sinnvoll? In: Fansa, Mamoun (Hrsg.) (2005): *Kulturlandschaft Marsch: Natur, Geschichte und Gegenwart*. Schriftenreihe des Landesmuseums für Natur und Mensch Oldenburg 33. Oldenburg: Isensee-Verlag: 204-213
- NLWKN – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hrsg.) (2007): *Generalplan Küstenschutz Niedersachsen/Bremen – Festland*. Norden.
- OECD (2002): *Improving Policy Coherence and Integration for Sustainable Development – A Checklist*. Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) Observer.
- Rijkswaterstaat (1989): *Kustverdediging na 1990 – discussienota*. s'Gravenhage.
- Schirmer, M./ Wittig, S. (2007): Auswirkungen des Klimawandels auf Natur und Gesellschaft in der Unterweserregion. *SCB-Werkstattbericht Nr. 1 zum Projekt „Klima-Wandel Unterweser – informieren, erkennen, handeln“*. Bremen.

- Schirmer, M./ Elsner, W./ Grabemann, I./ Heinrichs, H. / Lange, H. / Mai, S. / Peters, H.P. / Schuchardt, B./ Wittig, S./ Zimmermann, C. (2007): Reaktionsvarianten des Küstenschutzes zur Anpassung an den Klimawandel. In: B. Schuchardt & M. Schirmer (Hrsg.) (2007): Land unter? Klimawandel, Küstenschutz und Risikomanagement in Nordwestdeutschland: die Perspektive 2050. München: oekom verlag: S.167–192.
- Schuchardt, B./ Wittig, S. (Hrsg.) (2012): Vulnerabilität der Metropolregion Bremen-Oldenburg gegenüber dem Klimawandel (Synthesebericht). nordwest2050-Berichte Heft 2. Bremen / Oldenburg: Projektkonsortium „nordwest2050“.
- Schuchardt, B./ Wittig, S./ Spiekermann, J.(2011): Klimawandel in der Metropolregion Bremen-Oldenburg - Regionale Analyse der Vulnerabilität ausgewählter Sektoren und Handlungsbereiche. Forschungsprojekt nordwest 2050 Perspektiven für klimaangepasste Innovationsprozesse in der Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten. Werkstattbericht 11.
- Sijmons, D.(2009): Mehr Raum für den Fluss. In IBA Hamburg GmbH (Hrsg.): IBA-Labor - Klimafolgenmanagement: Herausforderung Wasser. Dokumentation der Fachtagung 19. bis 21. Februar 2009.Druckerei Weidemann, Hamburg. S. 40 – 42.
- Stelljes, N./ Martinez, G. (2013): Internationale Beispiele der Klimaanpassung – Report. RADOST-Berichtsreihe, Bericht Nr: 19. Ecologic Institut gemeinnützige GmbH. Berlin.
- Vermeer, M./ Rahmstorf, S.(2009): Global sea level linked to global temperature. In: Proceedings of the National Academy of the United States of America (PNAS) – Early Edition. Abrufbar unter: http://www.pik-potsdam.de/~stefan/Publications/Journals/vermeer_rahmstorf_2009.pdf
- Wienken, K. (2010): Der wichtigste Baustoff für Deiche „wächst“ nur im Deichvorland-NLWKN Jahresbericht 2010: Abschnitt Küstenschutz. Brake. Abrufbar unter: http://www.nlwkn.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=8129&article_id=45181&psmand=26
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen – WBGU (2006): Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer. Sondergutachten. Berlin.
- Wittig, S./ Kraft, D./ Mai, S. (2007): Die Jade-Weser-Region: Zustand und Entwicklung. In: B.Schuchardt & M. Schirmer (Hrsg.): Land unter? Klimawandel, Küstenschutz und Risikomanagement in Nordwestdeutschland: die Perspektive 2050. München: oekom verlag: S. 37–58
- WWF (HRSG.) (2008): Klimawandel und Ästuare – Perspektiven für den Naturschutz. 1. Auflage, Frankfurt a. M.
- Young, OR. (2010): Institution dynamics: resilience, vulnerability and adaptation in environmental and resource regimes. Global Environmental Change 20: 378-385.
- Zebisch, M. et al. (2005): Klimawandel in Deutschland - Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Umweltbundesamt, Climate Change 08/05, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung.

Internetquellen

Coastal Futures (Projekt am Humber)
www.coastalfutures.org.uk
[zuletzt abgerufen am 22.10.2013]

IBA Hamburg (Projekt Spadenlanderbusch/Kreetsand):
<http://www.iba-hamburg.de/themen-projekte/deichpark-elbinsel/pilotprojekt-kreetsand/projekt/pilotprojet-kreetsand.html>
[zuletzt abgerufen am 21.10.2013]

Forschungsprojekt FLOODsite
<http://www.floodsite.net>
[zuletzt abgerufen am 21.10.2013]

Informationen zum Tideelbekonzept
www.tideelbe.de
[zuletzt abgerufen am 18.10.2013]

Projekt „Mehr Raum für den Fluss“
www.ruimtevoorderivier.nl
[zuletzt abgerufen am 21.10.2013]

SigmaPlan (Projekt an der Schelde)
<http://www.sigmaplan.be/en>
[zuletzt abgerufen am 21.10.2013]