



Zukunft Küste Coastal Futures

Offshore-Windkraft in der deutschen Nordsee





I

Ausgangssituation

- 4 Meer und Küste im Wandel
- 6 Nutzungskonflikte
- 8 Herausforderung Offshore-Windkraft

II

Das Forschungsprojekt

- 10 Zukunft Küste – Coastal Futures
- 12 Forschungsansätze und Methoden

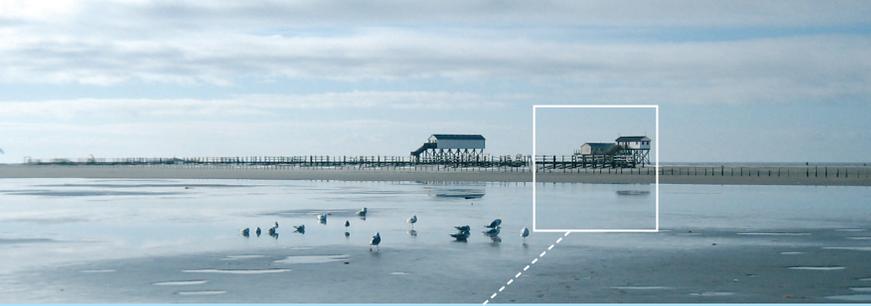
VORWORT

Das Nebeneinander von Mensch und Natur hat sich im 20. Jahrhundert stark verändert. Der Mensch nutzt in steigendem Maße und in vielfältiger Weise natürliche Ressourcen. Dabei manifestieren sich neue Traditionen, neue Wirtschaftszweige entstehen und veränderte Nutzungsmuster bilden sich heraus. Aufgrund der Nutzung endlicher Ressourcen treten aber auch zunehmend Konflikte zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten auf.

Küsten zählen zu den besonders betroffenen Gebieten. Zwischen Land und Meer vollziehen sich wichtige natürliche Austauschprozesse. Zugleich funktionieren Küsten als Lebens- und Wirtschaftsräume mit einer verstärkten Nachfrage nach Raum und Ressourcen. Das vom Bundesforschungsministerium finanzierte Verbundprojekt „Zukunft Küste – Coastal Futures“ beschäftigt sich seit 2004 mit der nachhaltigen Entwicklung von Küstenräumen. Thematisch steht der Aufbau von Offshore-Windparks im Vordergrund, räumlich werden vorrangig die deutsche Nordsee und die Westküste Schleswig-Holsteins betrachtet. Die Offshore-Windkraft steht beispielhaft für Veränderungen im Meeres- und Küstenraum. An ihr lassen sich sowohl ökologische Aspekte als auch daraus resultierende gesellschaftliche Herausforderungen untersuchen.

Die Wissenschaftler(innen) des Projektverbundes verknüpfen Methoden und Ansätze der Natur- und der Sozialwissenschaften. Die Forschung ist daher stark interdisziplinär ausgerichtet. Ein elementares Ziel ist es, ein vertieftes Verständnis der Interaktionen zwischen gesellschaftlichen und ökologischen Systemen zu erhalten. Dieses Wissen kann wiederum Grundlagen für planerische Entscheidungen der Behörden wie auch der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Akteure liefern.

Prof. Franciscus Colijn,
Leiter des Instituts für Küstenforschung am GKSS-Forschungszentrum Geesthacht



22

Projektstruktur und
Partnerinstitutionen

24

Kontakt
Impressum

III Forschungsergebnisse

- 14 Risiken und Chancen der Offshore-Windkraft
- 16 Gesucht: Ein Leitbild für die Küstenregion
- 18 Fünf Szenarien des Offshore-Ausbaus
- 20 Neue Steuerungsformen: Die Rolle der Politik

EN WURD FÖÖRUF

Uun't twuntigst jaarhunert hee ham det mäenöler faan mensk an natüür böös feranert. A mensk natigt föl muar an ööders üüs iar dön natüürelk ressourcen, huarbi nei traditjuunen an wiartskapstwiigen enstun. Man auer döndiar ressourcen uk ens een dai aprükt san, raage dön ökonomisk an ökoloogsk sidjen leewen muar jinenööder.

Fööraal a küsten san diarfaan bedraapen. Diar, huar't faan't lun tu't weeder auergungt, jaft det en wichtig, natüürelk hen-an-weder-spal. Cober bi a küst lewe uk mensken an fertiine diar jar jil, huarför's leewen muar steeds an ressourcen brük. At BMBF hee uun det grat projekt „Zukunft Küste – Coastal Futures“ sant 2004 onerschük leet, hü am mä dön feranringen bi a küst uun a kemen tidj amgung skul. Diarbi hee ham fööraal dön offshore-winparks uun't uug hed, an ham mä de tjiisk dial faan a nuardsia an a waastküst faan Sleeswik-Holstian befaadet. Bi döndiar offshore-winparks kön ham düütelk dön feranringen bi a küst an üüb sia keen an gud dön fulgen för dön ökoloogsk an dön seelskapelk sidjen onerschük.

Dön wedenskapslidj haa uun detheer projekt dön onerskiaselk oord an wiisen, huarefter dön natüür- an sotsiaalwedenkapen werke, mänenööder ferbünjen. Sodening as detheer onerschüking böös interdistispliner ütjracht. Ham wul ham fööraal beeder ferstunen liar, hü dön seelskapelk an ökoloogsk süsteemen mäenöler tuphinge. Detdiar weden kön do so wel faan dön behörden üüs uk faan dön lidj, wat mä wiartskap an seelskap tu dun haa, üüs grünjlaag brükt wurt, wan jo enskiasingen för a tukonft draap skel.

Prof. Franciscus Colijn,
Föörmaan faan't Institut för Küstenforschung bi't GKSS-Forschungszentrum Geesthacht

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Zukunft Küste – Coastal
Futures ist Teil des int.
Forschungsprojekts Land-
Ocean Interactions in the
Coastal Zone (LOICZ).

Titel: Windpark Thornton Bank vor der Küste Belgiens. Vorwort rechts: Der nordfriesische Dialekt Fering.

Meer und Küste im Wandel

An der Küste, im Übergangsbereich zwischen Land und Meer, treffen verschiedene Interessen und Raumannsprüche aufeinander und dynamische, ökologische und gesellschaftliche Prozesse sorgen für ständige Veränderungen. Unterschiedliche Elemente streben einer inneren Ordnung entgegen, geraten wieder in Unordnung und treten in eine neue Wechselbeziehung. Der Mensch als Nutzer von Raum und Ressourcen ist häufig Hauptauslöser von Veränderungen. Wie und wie stark eine Nutzung ausgeprägt ist, hängt dabei von unterschiedlichen Lebensweisen, wirtschaftlichen Interessen und politischen Entscheidungen ab.

Im Mittelpunkt des Forschungsvorhabens „Zukunft Küste – Coastal Futures“ steht die Frage, wie wir als Gesellschaft mit derartigen Veränderungen umgehen können, uns an sie anpassen und diese auch zukünftig gestalten können. Als Beispiel für Veränderungen im Küstenraum wird die Entwicklung der Offshore-Windkraft in der deutschen Nordsee betrachtet. Räumlich werden dabei insbesondere die Auswirkungen auf das Ökosystem Nordsee sowie an der Westküste Schleswig-Holsteins untersucht. Grundlage für die Auswahl des Beispiels ist die Feststellung, dass räumlich abzu-

grenzende Systeme keineswegs geschlossen sind, sondern mit anderen Subsystemen auf kleiner oder größerer Maßstabsebene interagieren. An der Westküste Schleswig-Holsteins spielen nicht die Interessen des Bundeslandes, sondern auch nationale, europäische und globale Vorgaben und Einflüsse eine Rolle. Die Nutzung von Raum und Ressourcen ist somit stets von unterschiedlichen und vielfältigen treibenden Kräften motiviert, die zwar auf unterschiedlichen Raumebenen entstehen, jedoch vor Ort in jeweils aktueller Konstellation zusammenwirken.

Klimatrend erfordert regionale Anpassung

Der Wandel des Klimas ist ein Beispiel für einen globalen Treiber. Wissenschaftliche Untersuchungen bestätigen den Trend einer Erderwärmung, sprich einen Anstieg der durchschnittlichen, globalen Erdoberflächentemperatur. Darüber hinaus wird eine starke Beschleunigung dieses Anstiegs beobachtet, der auf menschliche Einflüsse zurückzuführen ist wie den erhöhten Ausstoß von Treibhausgasen seit Beginn der Industrialisierung. Veränderungen im Klima können Auswirkungen auf unterschiedlichen Ebenen und insbesondere auf kleinerer Ebene mit sich bringen. Eine große Herausforderung für die Region Westküste ist die Anpassung des Küstenschutzes an den vorausgesagten Meeresspiegelanstieg. Bestehende Deichschutzanlagen müssen auf die veränderte Situation hin überprüft werden. Die Inseln und Halligen aber auch das Land hinter den Deichen sind in dieser Hinsicht in besonderer Weise von den Folgen des Klimawandels betroffen.

Die Entwicklungen unterstreichen den Bedarf an nachhaltiger Klimapolitik und technischen Innovationen, um den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren und die Folgen des Klimawandels zu mindern. Die regenerativen Energien sollen nach Ansicht von vielen Entscheidungsträger(inne)n verschiedener Politikbereiche

auf europäischer und nationaler Ebene eine herausragende Rolle für eine zukünftige Klimapolitik spielen. Insbesondere die Offshore-Windenergie soll dazu beitragen, die Klimaschutzziele zu erreichen.

EU: 20 Prozent Erneuerbare bis 2020

Windkraft auf dem Land leistet bereits heute einen wichtigen Beitrag zur Stromerzeugung in Deutschland. Sie ist eine der preisgünstigsten erneuerbaren Energien. Der Windenergie auf dem Meer wird aufgrund der enormen Windressourcen ein großes Potenzial zugesprochen.

Die Europäische Kommission hat verbindliche Ziele formuliert, die den Mitgliedstaaten eine Erhöhung des Anteils regenerativer Energie am Strombedarf von EU-weit 20 Prozent bis 2020 vorschreibt. Die Zielvorgaben unterscheiden sich von Land zu Land. Bis 2030 plant Deutschland 15 Prozent des nationalen Strombedarfs durch die Windkraft auf dem Meer abzudecken. Dieses soll mit einer geplanten Leistung von ungefähr

25.500 Megawatt sichergestellt werden, wodurch zurzeit etwa 21,3 Millionen Haushalte versorgt werden könnten. Als Pilotprojekt wird derzeit das zwölf Anlagen umfassende Testfeld Alpha Ventus vor der ostfriesischen Insel Borkum mit einer Gesamtleistung von 60 Megawatt installiert. Die jährlich produzierte Strommenge entspricht einem Verbrauch von rund 50.000 Haushalten. Der Bau des Parks soll Ende 2009 abgeschlossen sein. In einer ersten Tranche plant die Bundesregierung 40 Windparks auf dem Meer, darunter 30 in der Nordsee und zehn in der Ostsee. 22 Windparks sind in der Nordsee bereits genehmigt.

Viele Länder sehen in der Offshore-Windenergie eine der wichtigsten Energiequellen der Zukunft. Dabei wird auch die Ko-Nutzung mit mariner Aquakultur oder die Speicherung von Wasserstoff aus Windenergie diskutiert. Die Küstenregionen könnten zudem mit steigenden Beschäftigungszahlen rechnen. Mit der Offshore-Windkraft sind jedoch auch Risiken verbunden. Dazu gehört etwa das Kollisionsrisiko von manövrierunfähigen Schiffen mit Offshore-Windkraftanlagen. Die ökologischen Auswirkungen im Meer und an der Küste sind nur teilweise vorherzusehen. Wirtschaftliche Risiken liegen im hohen Preis der Anlagen. Bestehende Nutzungskonflikte werden sich außerdem durch den geplanten starken Ausbau der Offshore-Windkraft zusätzlich verschärfen. Öl- und Gasförderung, Schifffahrt, Fischfang, Tourismus oder marine Schutzgebiete konkurrieren bereits heute um den knappen Raum auf dem Meer und an der Küste.

Turmsegment, Gondel und Rotorstern auf dem Weg zum Windpark. Im Hintergrund die Insel Borkum.



Nutzungskonflikte

Die Nordseeküste ist in vielerlei Hinsicht ein besonderer Raum. Einen hohen Stellenwert besitzen die ökologischen Besonderheiten, was sich durch die Ausweisung von Meeresschutzgebieten, der Nationalparke im Wattenmeer oder des Wattenmeeres als Weltnaturerbe ausdrückt. Weiterhin treten die Bedeutung als Kultur- und Lebensraum sowie die zahlreichen unterschiedlichen Nutzungen deutlich hervor. Hierzu gehören traditionelle Nutzungen wie die Fischerei, der Naturschutz oder der Tourismus. Aufgrund der stark wachsenden Schifffahrt gewinnt außerdem der Ausbau von Hafenstandorten an Bedeutung.

Das Nebeneinander von Nutzungen in der deutschen Nordsee und verschiedensten Ansprüchen in den Bereichen Ökologie, Ökonomie und Soziales kann sowohl durch positive wie auch negative Wechselbeziehungen gekennzeichnet sein. Sowohl Probleme als auch Synergien entstehen, wenn Nutzungen aufeinander treffen oder sich räumlich überlagern. So schließen sich stark befahrene Schifffahrtslinien und marine Schutzgebiete wechselseitig aus. Im Fall des Nationalparks Wattenmeer in Schleswig-Holstein oder des Biosphärenreservats „Die Halligen“ kann es hingegen zu erfolgreichen Synergien zwischen Tourismus an der Westküste und dem einzigartigen Naturkapital kommen.

Schwierige Standort-Suche

Nicht alle Meeresbereiche sind gleichermaßen geeignete Standorte für Windfarmen. Zudem schließt die Nutzung einer Fläche für einen Offshore-Windpark einige – jedoch nicht alle – anderen Nutzungen aus. Aus Sicherheitsgründen ist es etwa nicht möglich, Windkraftanlagen in der Nähe bestehender Schifffahrtskorri-

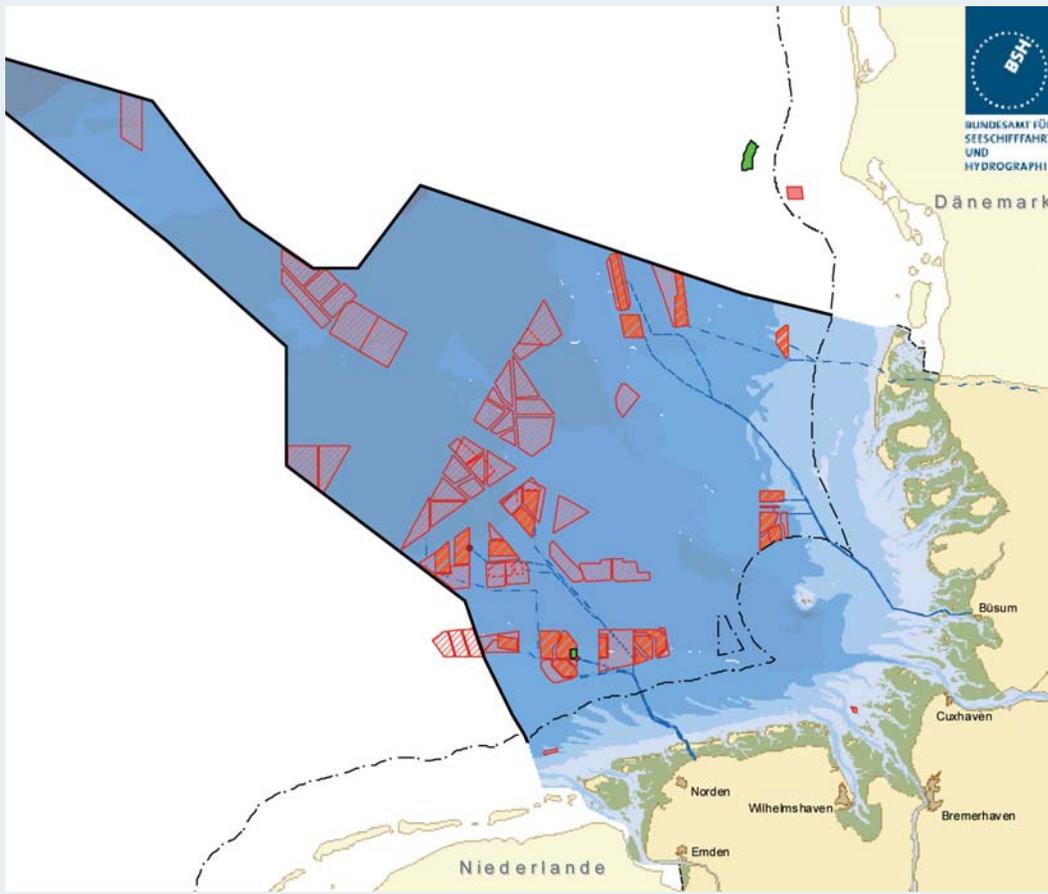


Die Ölförderinsel Mittelplate liegt im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer.

dore zu bauen. Innerhalb von Schutzgebieten stellen die Beeinträchtigungen von Flora und Fauna ein mögliches Risiko dar. In Deutschland werden fast alle Windparke mehr als 30 Kilometer vor der Küste geplant, um ihre Sichtbarkeit zu reduzieren und Konflikte mit den Wattenmeer-Nationalparks zu vermeiden.

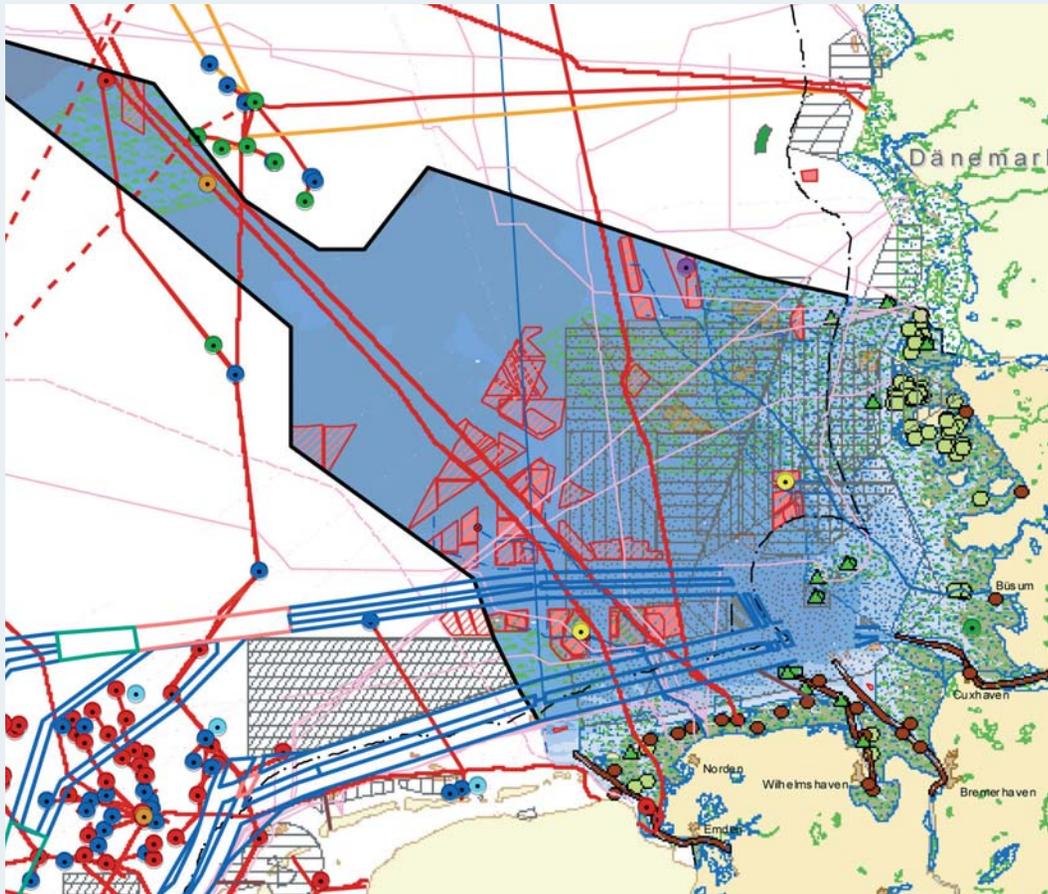
Durch die Integration der Offshore-Windkraft in das bestehende Nutzungsmuster der Nordsee wird es zu mehr oder weniger starken Veränderungen an der Küste und auf dem Meer kommen. Im ökologischen Bereich wird sich – neben kurzzeitigen Beeinträchtigungen während der Bauphase – der ausgedehnte Flächenbedarf der geplanten Windparkprojekte bemerkbar machen. Wichtige Lebensräume, zum Beispiel für Seevögel, könnten verloren gehen. Einen Eindruck über die geplanten und genehmigten Windparkflächen mit einer Leistung von 10.000 Megawatt sowie den bereits bestehenden Nutzungsmix in der deutschen Nordsee inklusive der geplanten Windparks vermitteln die nebenstehenden Abbildungen.

Im Fall der geplanten Windparke sind die Folgen der Veränderungen nur indirekt abschätzbar, da bislang noch kein kompletter Windpark in der deutschen Nordsee realisiert wurde. Die zukünftigen Planungen der deutschen Bundesregierung sehen einen sehr starken Ausbau in unterschiedlich stark ausgeprägten Stufen bis 2030 vor und geben auf diese Weise einen wichtigen Anhaltspunkt zur Abschätzung.



Windparks in der deutschen AWZ

- Grenzen**
- Festlandssockel/AWZ
 - - - 12-Seemeilenzone/Küstenmeer
 - - - Internationale Grenze
- Offshore-Windparks**
- in Betrieb
 - im Bau
 - ▨ genehmigt
 - ▨ geplamt
 - ▨ nicht genehmigt
- Netzanbindung**
- genehmigt
 - - - geplamt
- Konverterplattform**
- BorWinAlpha
 - Alpha Ventus



Nutzungen in der Nordsee

- Fischerei
- Schutzgebiete
- Nationalparke
- Tourismus
- Landwirtschaft
- Aqua- und Marikultur
- Insel- und Küstenschutz
- Seekabel
- Pipelines
- Schifffahrt
- Häfen
- Öl-/Gasindustrie
- Militär
- Kies- und Sandabbau

Quelle: BSH 2009, detaillierte Legende unter www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/index.jsp, Stand: 07.09.2009



Teil I: Ausgangssituation

Herausforderung Offshore-Windkraft

Offshore-Windkraft in der Nordsee spielt bei der zukünftigen Planung neuer wirtschaftlicher Aktivitäten im Bereich der Küste und des Meeres eine zentrale Rolle. Einige technische und wirtschaftliche Voraussetzungen müssen jedoch erfüllt werden, um Windkraft auf dem offenen Meer realisieren und effizient nutzen zu können (Kasten rechts). Ein weiterer limitierender Faktor ist die gesellschaftliche Akzeptanz. Aus Befragungen geht hervor, dass Teile der Bevölkerung dem Bau von Offshore-Windanlagen skeptisch gegenüberstehen. Eine große Rolle spielen der Wunsch nach einem ungetrübtem Meeresblick und die Unberührtheit des Meeres (vgl. S. 15f.).

Die Erforschung von Ursachen und Wirkungen im Küstenraum stellt insbesondere die Wissenschaft an der Schnittstelle zwischen sozialer und ökologischer Forschung vor große Herausforderungen. Wissenschaftliche Analysen, wie die Abbildung in Modellen, bilden häufig die Grundlage für Entscheidungen. Modelle basieren auf bekannten oder angenommenen Zusammenhängen. Da Entwicklungen jedoch nicht linear, sondern dynamisch verlaufen, sind Auswirkungen nicht immer eindeutig vorhersagbar.

Politische und gesellschaftliche Entscheidungsträger(innen) sind gefordert, negative Folgen menschlicher Nutzungen auf unterschiedliche Bereiche im Küstenraum so gering wie möglich zu halten. Vorausschauendes Steuern im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung und eine entsprechende Reaktion, auch auf unerwartete Ereignisse, sind umso besser möglich, desto mehr Wissen über Dynamiken und Zusammenhänge im Küstenraum zusammengetragen wird.

Vorausschauendes Steuern im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung und eine entsprechende Reaktion, auch auf unerwartete Ereignisse, sind umso besser möglich, desto mehr Wissen über Dynamiken und Zusammenhänge im Küstenraum zusammengetragen wird.

Anforderungen an Raum und Ressourcen

Im Vorfeld der Installation von Windparks müssen zahlreiche Überlegungen in die Planungen einfließen. Zunächst werden die technologischen Möglichkeiten aber auch Einschränkungen geklärt. Die Natur liefert mit dem Wind die Möglichkeit zur Stromerzeugung. In diesem Zusammenhang ist es notwendig, die meteorologischen Bedingungen eines Standortes und dessen Großwetterlage zu kennen. Diese Informationen sind nötig, um windreiche Regionen für die zukünftigen Windparkflächen zu finden. Außerdem gilt es, die Anordnung der Anlagen im Park an die vorherrschenden Windverhältnisse anzupassen. Weiterhin ist eine sichere kurzfristige Vorhersage nötig, um die Anlagen im späteren Betrieb gegebenenfalls vor einem Starkwindereignis abzuschalten oder erforderliche Wartungsarbeiten auszusetzen. Weitere Vorüberlegungen betreffen Konstruktion und Größe der einzelnen Anlagen. Ihr Aufbau muss es ermöglichen, den rauen Wetterbedingungen standzuhalten und die zeitweise stärker, zeitweise schwächer anfallende Windenergie aufzunehmen und über Kabeltrassen an Land zu transportieren.

An Land erfolgt die Einspeisung der Energie in das bestehende Stromnetz. Hierfür sind Anpassungsmaßnahmen sowohl von Seiten des Windparks als auch von Seiten der Stromnetze erforder-

lich. Auf großräumiger Ebene müssen zudem nationale wie internationale Energieversorgungsstrukturen angepasst werden. Im politischen Bereich sind zwischenstaatliche Vereinbarungen und Verträge abzuschließen, wenn Offshore-Aktivitäten Landesgrenzen überschreiten.

Ziel aller technologischen Maßnahmen ist es, die Kosten möglichst gering zu halten, um die Windkraft auch im Vergleich zu anderen regenerativen Energiequellen konkurrenzfähig zu machen. Aber auch Erwägungen, wie sich Risiken auf die Meeres- und Küstenumwelt minimieren und Chancen bei der Erreichung von Klimaschutzziele nutzen lassen, beeinflussen die Wahl der Größe sowie die Anordnung der Anlagen auf dem Meer.

Die Beeinträchtigungen auf Küsten- und Meeresumwelt werden vor allem im Zusammenhang mit der Sichtbarkeit der Anlagen und veränderter Landschaftsästhetik diskutiert. Auswirkungen auf das Verhalten mariner Säugetiere, Rast- oder Zugvögel sind Bestandteil von ökologischen Begleitforschungen während der Arbeiten in den Planungsgebieten.

Quelle: EWEA (2009): Wind Energy – the Facts. Executive Summary.

Zukunft Küste – Coastal Futures



Lorendamm im Watt.

Seit 2004 beschäftigen sich Wissenschaftler(innen) des Forschungsprojekts „Zukunft Küste – Coastal Futures“ an den Standorten Geesthacht, Kiel, Hamburg und Büsum mit Ansätzen einer Abschätzung von Auswirkungen menschlicher Nutzungen auf den Küsten- und Meeresraum. Ziel des Vorhabens ist die Beschreibung von Ursache-Wirkungsketten, die der Ausbau der Offshore-Windkraft an der Westküste nach sich zieht. Darauf aufbauend werden Formen der Steuerung im Umgang mit Veränderungen betrachtet. Außerdem werden Möglichkeiten diskutiert, inwieweit unterschiedliche Akteure Prozesse und Entwicklungen aktiv mitgestalten können. Die Betrachtung der Auswirkungen ist hierbei integrativ ausgerichtet. So lassen sich sowohl die vielfältigen Wechselbeziehungen erfassen und beschreiben als auch mögliche Konflikte und Perspektiven abschätzen. Der Projektansatz soll sich ebenso auf andere Themen und Räume anwenden lassen, etwa auf weitere neue Formen der Meeresnutzung wie den Aufbau von Gezeitenkraftwerken oder die Einrichtung von Aquakultur. Der Klimawandel könnte ebenso ein mögliches Anwendungsfeld sein.

Räumlicher Schwerpunkt der Untersuchungen ist die deutsche Nordsee vor der Westküste Schleswig-Holsteins. Landseitig wird der Betrachtungsraum durch die angrenzenden Westküstenkreise Dithmarschen und Nordfriesland begrenzt. Seeseitig richtet sich der Blick schwerpunktmäßig auf die angrenzenden Meeresbereiche bis hinaus in die deutsche AWZ, die Ausschließliche Wirtschaftszone, die sich in Form eines Entenschnabels bis weit hinaus auf die offene Nordsee erstreckt (Karte S. 7).

Fallstudie Offshore-Windkraft

Das Beispiel der Windkraftplanungen in der deutschen Nordsee wurde gewählt, da die Installation von Offshore-Anlagen voraussichtlich weitreichende Veränderungen, positive wie negative, im Küsten- und Meeresraum zur Folge haben wird. Die Diskussion um eine Raumplanung auf dem Meer, wie sie an Land schon lange existiert, wurde durch den Ausbau der Offshore-Windkraft vorangetrieben. Hoffnungen knüpfen sich insbesondere an den sozioökonomischen Bereich wie den Hafenausbau oder die Ansiedlung von Installations- und Wartungsbetrieben für die Anlagen, die wiederum Auswirkungen auf die lokale Beschäftigung haben könnten. Der Ausbau der Offshore-Windkraft kann andererseits Auswirkungen auf das Ökosystem Meer und deren

Schutzgüter haben. Nicht zuletzt macht sich die Windkraft auch zu Konkurrenten anderer Nutzungen wie der Schifffahrt, die denselben Raum beanspruchen und nicht vereinbar mit der neuen Nutzung sind. Großschiffe sind davon genauso betroffen wie kleinere Fischerei- oder Sportboote. Für sie gilt ein generelles Durchfahrtsverbot für die Windparks.

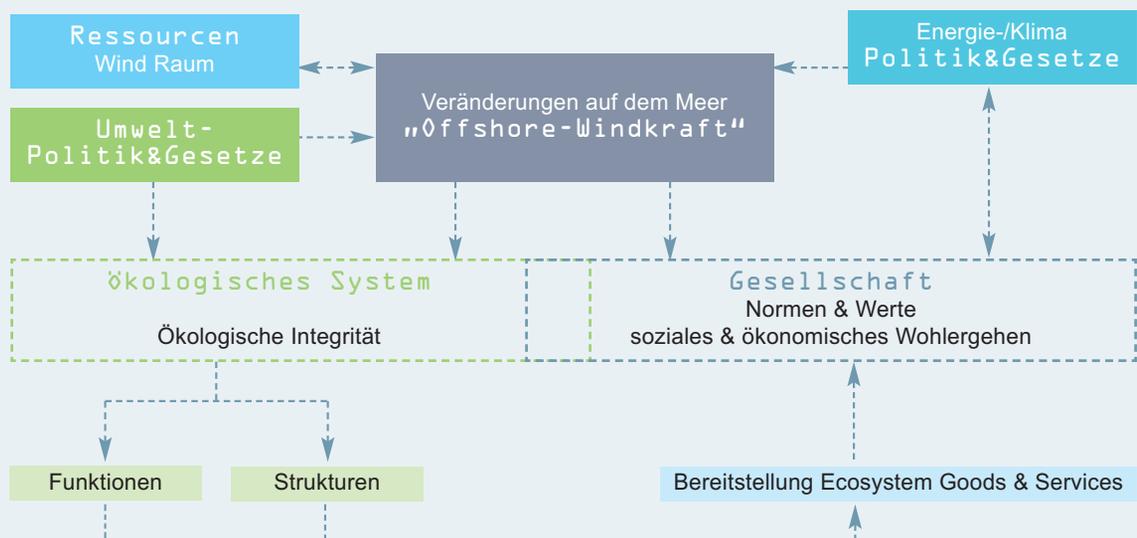
Der Coastal-Futures-Ansatz

Für eine möglichst umfassende Beschreibung der Auswirkungen dürfen die ökologischen, ökonomischen und sozialen Auswirkungen nicht nur isoliert voneinander betrachtet werden. Auch die Interaktionen zwischen Mensch und Natur sind von Bedeutung. Gesellschaftliches Wohlbefinden ist dabei ein verknüpfendes Element bei der Betrachtung von Zuständen, Auswirkungen und möglichen Reaktionen auf Handlungs- und Politikebene. Die Abbildung zeigt das Beziehungsgeflecht im betrachteten „System Küste“ am Bei-

spiel der Offshore-Windkraft. Dabei sind die wichtigsten Verbindungen hervorgehoben. Das Ökosystem liefert die grundlegenden Ressourcen Wind und Raum, um die Windkraft effizient nutzen zu können. Die installierte neue Nutzung sorgt für Veränderungen im Ökosystem und beeinflusst dessen Funktionsfähigkeit. Ihre Funktionen und Strukturen sind für die Bereitstellung wichtiger Güter und Dienstleistungen des Ökosystems notwendig. Veränderungen in diesem Bereich wirken wiederum auf das sozio-ökonomische System zurück. Auf diese Weise kann die Lebensqualität einer ansässigen Bevölkerung beeinträchtigt oder deren Normen und Werte verändert werden. Werte und Normen speisen sich aus den Einstellungen und Haltungen gegenüber dem Ökosystem allgemein, sowie Argumenten für und gegen Offshore-Windkraft im Speziellen. Sie entscheiden schließlich über Akzeptanz oder Nicht-Akzeptanz der neuen Nutzung. Am Ende entscheiden politische Akteure über die Ausgestaltung des Rahmens und wägen zwischen Chancen und Risiken ab.

Auf Ebene der politischen Reaktion lassen sich die gestaltenden und steuernden Maßnahmen zum Beispiel im Bereich der Energie- oder Klimapolitik oder wichtiger Gesetze einordnen. Diese liefern wiederum die Basis für den wirtschaftlichen Rahmen. Eine Raumplanung im Meer kann genauso dazu gehören wie lokale Management-Konzepte, die zwischen Kommunen an der schleswig-holsteinischen Westküste abgestimmt werden.

Abbildung: Im Projekt „Coastal Futures“ betrachtetes sozial-ökologisches System.
(Quelle: Burkhard, Lange, Kannen 2009)



Forschungsansätze und Methoden

Ein wichtiger Bestandteil der interdisziplinären Zusammenarbeit ist ein gemeinsames Systemverständnis. Als verknüpfende Elemente dienen das konzeptionelle Gerüst des DPSIR-Ansatzes und der Ansatz der Ecosystem Services. Ziel ist es, ein besseres Verständnis über Zusammenhänge zu erhalten und die gegenseitigen Abhängigkeiten zu identifizieren, zu beschreiben und weiter zu analysieren. Der auf der vorherigen Seite beschriebene Gesamtansatz des Projekts versucht wiederum, dynamische Prozesse im Küsten- und Meeresraum analytisch zu erfassen.

Strukturierungshilfe:

Der DPSIR-Ansatz

Der Drivers – Pressures – State – Impact – Response-Ansatz (DPSIR) dient in erster Linie als methodisches Hilfsmittel. Er ermöglicht es, einzelne Komponenten eines Systems und deren Verbindungen zu strukturieren. Die fünf Kategorien beschreiben die treibenden Kräfte menschlichen Handelns (Driver), den daraus resultierenden Nutzungsdruck (Pressure), damit einhergehende Änderungen des Systemzustands (State) sowie Einflüsse und Effekte auf weitere Systemkomponenten (Impacts). Reaktionen auf Verän-

derungen in Form von politischen Entscheidungen werden entsprechend als Response bezeichnet. (Abbildung)

Die Nachfrage nach Energie ist eine entscheidende treibende Kraft für den Bau der Offshore-Windkraftanlagen, ein sogenannter Driver. Grundvoraussetzung ist eine starke politische und gesellschaftliche Unterstützung alternativer Energiekonzepte. Trends bestätigen überaus hohe Wachstumspotenziale der erneuerbaren Energien, zu denen auch die Windkraft zählt. Für die Westküste Schleswig-Holsteins kann angenommen werden, dass die Region bei entsprechender wirtschafts- und energiepolitischer Weichenstellung erheblich vom Offshore-Ausbau der Windenergie der deutschen Nordsee profitieren kann.

Der Aufbau zieht weitere Infrastrukturmaßnahmen nach sich, etwa die Anbindung an das bestehende Stromnetz, die Bereitstellung von Zubringer- und Wartungsdiensten an Land oder den Ausbau kleinerer Häfen. Hierdurch wird eine Reihe von Folgeentwicklungen in Gang gesetzt, die ihrerseits auf andere Bereiche im „System Küste“ einwirken. Derartige Eingriffe werden unter dem Begriff Pressures zusammengefasst.

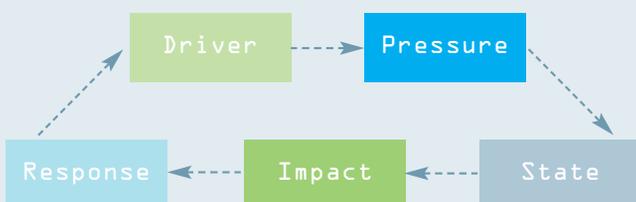
Driver und Pressures wirken auf den Ausgangszustand des Systems ein. Der Zustand im ökologischen, sozioökonomischen und institutionellen Zusammenhang wird entsprechend als State definiert.

Impact und Response

Die Beschreibung des Impact liefert eine detaillierte Einschätzung der Auswirkungen durch die neue Nutzung und geht daher über die Beschreibung von Pressures und State hinaus. So wirken sich Windparks etwa auf ökologische Lebensgemeinschaften aus. Mit dem Modell ERSEM wurden die Auswirkungen der Bauphase auf die Nährstoffzusammensetzung und Algenwachstum abgeschätzt. Die Ergebnisse zeigen, dass es durch die Rammarbeiten am Meeresgrund zur Aufwirbelung des Sediments kommen wird. Die erhöhte Schwebstoffkonzentration verhindert ein tieferes Eindringen des Lichts ins Wasser, wodurch das Algenwachstum limitiert wird. Nach der Bauphase sinkt das Sediment wieder auf den Meeresgrund ab. Der Ausgangszustand vor dem Beginn der Arbeiten am Meeresgrund stellt sich wieder ein.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass sich ökologische Auswirkungen weitgehend auf dem Meer zeigen, während sich sozioökonomische Folgen ausschließlich an Land äußern. Arbeitsplätze entstehen beispielsweise dort, wo Fachkräfte und anzulernendes Personal für den Bau, die Wartung und den Betrieb benötigt werden. Auch Anlagenfertiger und Zulieferer würden vom

Abbildung: DPSIR-Ansatz. (Quelle: Burkhard, Müller 2008)



Bau der Offshore-Anlagen profitieren. Die sozioökonomische Forschung greift bei der Abschätzung von ökonomischen Entwicklungen unter anderem auf Daten der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung oder zu erwartende demografische Wanderbewegungen zurück.

Unter Response werden schließlich die sozialen und politischen Reaktionen auf die Veränderungen und deren räumliche Auswirkungen beschrieben. Die Reaktionen umfassen wirtschaftliche Steuerungsmaßnahmen wie Fördergelder genauso wie neue Gesetze und Verordnungen auf Bundes- oder Länderebene. Das EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz) des Bundes lieferte zum Beispiel die Grundlage für die starken Ausbauplanungen der Offshore-Windkraft. Darauf aufbauende Maßnahmen reichen von einer Raumplanung im Meer bis zur lokalen Standortpolitik, die zwischen Kommunen an der Westküste abgestimmt wird.

Ecosystem Services & Goods

Der Ansatz der Ecosystem Services & Goods beinhaltet, dass menschliche Gesellschaften in besonderer Weise von den Gütern und Dienstleistungen, die funktionierende Ökosysteme bereitstellen, profitieren. Als Hauptkonsumentin dieser natürlichen Leistungen schöpft die Gesellschaft daraus Wohlergehen und Lebensqualität.

Zu den Leistungen eines Ökosystems gehören die unterstützenden Leistungen (Supporting Services). Dies sind etwa Prozesse der Bodenbildung, die Produktion von Biomasse oder Leistungen die aus den Kreisläufen von Energie, Nährstoffen und Wasser entstehen. Die lebenswichtigen Vorratsleistungen (Provisioning Services) tragen beispielsweise zur Deckung des täglichen Nahrungsbedarfs bei. Dazu gehören Fische ebenso wie Meeresfrüchte oder Algen als Grundstoff-Lieferanten. Das Meer als solches stellt ebenfalls eine Ressource für alltägliche Bedarfe dar, etwa als Verkehrs- oder Erholungsraum. Regulierende Leistungen (Regulating Services) tragen zur Verringerung oder zum Ausgleich natürlicher Prozesse bei. Hierzu gehören zum Bei-



Das Meer liefert nicht nur frischen Fisch. Die Leistungen eines gesunden Ökosystems sind vielfältig.

spiel der natürliche Erosionsschutz oder die Umwandlung von Schadstoffen. Nicht-materielle Leistungen sind die kulturellen Ökosystemdienstleistungen (Cultural Services) wie der symbolische Wert einer Landschaft oder die Ästhetik. Sie alle tragen zur menschlichen Lebensqualität bei.

Das Projekt „Zukunft Küste – Coastal Futures“ hat die Auswirkungen der Offshore-Windkraft auf die Bereitstellung von wichtigen Ökosystemleistungen in der deutschen Nordsee untersucht. Dazu wurden unterschiedliche Annahmen getroffen, wie der von der Bundesregierung geplante Gesamtausbau der Windkraft auf dem Meer bis 2030.

Zusammenfassung

Im Forschungsprojekt lieferten die Ansätze DPSIR und Ecosystem Services & Goods eine Möglichkeit, um eine Reihe von Teilanalysen zu verbinden. Ausgehend vom DPSIR-Ansatz wurden die wichtigsten treibenden Kräfte (Drivers) und Nutzungen (Pressures) für die südliche Nordsee benannt und ihre Beziehungen zur Offshore-Windkraft in die weiteren Analysen integriert. Ob die Windkraft auf dem Meer die menschliche Lebensqualität beeinträchtigt, wurde anhand wichtiger ökologischer Güter und Dienstleistungen überprüft. So ließen sich Wirkungszusammenhänge erfassen und Risiken und Chancen einer potenziellen, neuen Nutzung für die Westküste Schleswig-Holsteins deutlich machen.

Risiken und Chancen

der Offshore-Windkraft



Gefährdete Art:
die Trottellumme.

Risiken können sowohl in der Bauphase als auch der Betriebsphase der Windparks auftreten. Einige Risiken wurden im Projekt direkt analysiert. Dazu gehören die Auswirkungen auf Seevogelgemeinschaften. Grundlage der Analyse waren zum einen neu erzeugte Daten und Informationen über Bestand und Verbreitung bestimmter Arten. Hinzu kamen bereits existierende Ergebnisse aus unterschiedlichen Forschungsvorhaben. Zur Quantifizierung wurden sowohl Schiffs- als auch Flugzeugzählungen durchgeführt. Für die weiteren Untersuchungen wurden aus der Gesamtzählung vier Arten exemplarisch ausgewählt, die jeweils unterschiedliche Verhaltensmuster und Verbreitungsstandorte aufweisen (Trauerente, Trottellumme, Seetaucher und Silbermöwe). Die Trottellumme ist auf der Roten Liste der gefährdeten Arten zu finden. Die linke Abbildung zeigt das Verbreitungsmuster der Trottellumme im Herbst. Sie rastet und ernährt sich in dieser Zeit weit draußen auf der Nordsee und nutzt somit Gebiete, in denen Offshore-Windparks geplant sind (Abbildung rechts). Das dargestellte Szenario geht davon aus, dass die geplanten

25.500 Megawatt Offshore-Windkraft bis 2030 auch realisiert werden (vgl. S. 18). Die Überlagerung zeigt, dass etwa 50 Prozent der in der deutschen Nordsee vorkommenden Trottellumme von diesem Flächenverlust betroffen wären. Jedoch ist nicht eindeutig abschätzbar, wie die Tiere auf die konkrete Störung in diesem Raum reagieren werden.

Die Auswirkungen auf Seevögel in Windparks wurden in Bezug auf die Bereitstellung unterstützender Ökosystemleistungen und die Biodiversität der deutschen Nordsee als besonders hoch eingeschätzt. Untersuchungen des FTZ Westküste in Büsum und Ergebnisse anderer Forschungsprojekte (on- und offshore) zeigen, dass See- und Zugvögel durch Kollision mit Windkraftanlagen direkt oder durch Barrierewirkungen indirekt beeinträchtigt werden.

Tabelle 1: Risiken der Offshore-Windkraft

Umwelt und Natur

- Negative Auswirkungen für die Meeresumwelt (Ökosystembereich) durch den Betrieb der Anlagen
- Kollisionsrisiko und Barrierewirkung für Seevögel
- Schifffahrt (Umweltschäden durch Kollisionen)

Soziales

- Veränderung der Sichtweise auf das „freie Meer“ und Störung der Landschaftsästhetik (Industrialisierung)

Wirtschaft

- Verlust von Fanggründen für die Fischerei (aufgrund von Durchfahrtsverboten)
- Mögliche Einbußen für den Tourismus
- Planungsunsicherheiten für Investoren
- Fehlende Fachkräfte aufgrund alternder Bevölkerung

Wenn Zugvögel nur über Umwege ihr Zielgebiet erreichen, kann dies zu Energieverlusten oder sogar zum Tod der Tiere führen. Weitere Auswirkungen sind die Zerschneidung und der Verlust

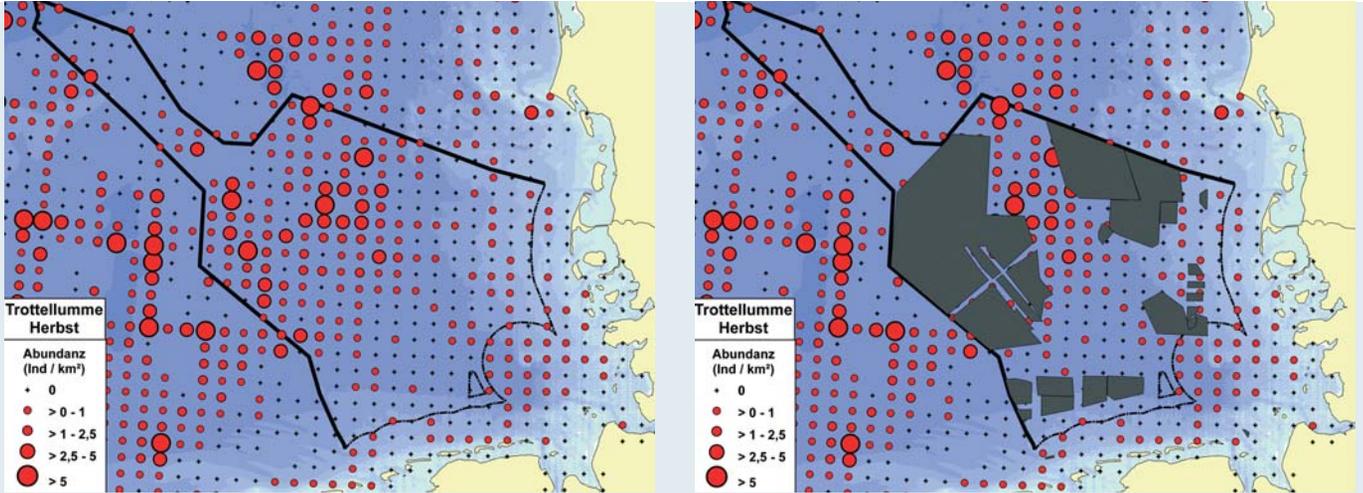


Abbildung: Bestand der Trottellumme in der deutschen AWZ (rote Punkte) und geplante Offshore-Windparks bis 2030 (schwarz) – Szenario bei einem Ausbau von 25.500 Megawatt bis 2030. (Quelle: Garthe, Mendel 2008)

von Lebensräumen insbesondere während der Betriebsphase. Die Entwicklung von Vogelbeständen ist von großer Bedeutung für die Stabilität intakter Ökosysteme und deren biologischer Vielfalt.

Andere wichtige Risikothemen waren nicht Bestandteil eigener Forschungen, flossen aber aus externen Untersuchungen, etwa von realisierten Windparkprojekten in Dänemark oder Großbritannien, in die Bewertung ein. Die Risikobereiche und -themen sind vielfältig und gehen zum Teil über die Bereitstellung von Ecosystem Services & Goods hinaus. Einzelne Themen wie die Verbreitung von Seevögeln wurden im Projekt detaillierter betrachtet, andere flossen nur indirekt in die Untersuchungen ein.

Wie bei vielen anderen Nutzungen ist es auch im Fall der Offshore-Windkraft nur bedingt möglich, sich gegen alle Risiken abzusichern. Aufgabe von politischen Entscheidungsträger(inne)n sollte es sein mit raumordnerischen und planerischen Maßnahmen unter der Maßgabe vorausschauenden Handelns, Akteure und Betroffene für ein verantwortliches Management zu sensibilisieren.

Chancen für die Wirtschaft

Insbesondere im ökonomischen Bereich ergeben sich Chancen durch den Windkraftausbau. Hoffnungen knüpfen sich an Branchenbereiche der Region Westküste, die mit der Wartung und dem Betrieb von Offshore-Anlagen beschäftigt sein könnten. Hier sind Beschäftigungszuwächse zu erwarten. Diese Effekte für die Westküste wurden innerhalb des Projekts „Zukunft Küste – Coastal Futures“ ebenfalls untersucht. Auch im Bereich der Ausbildung von

Fachkräften für den Anlagenbau bieten sich Perspektiven. Möglichkeiten offenbaren sich darüber hinaus bei der technologischen Verknüpfung von Offshore-Windkraft und anderen erneuerbaren Energiequellen wie etwa die Speicherung und Produktion von Wasserstoff oder die Marikultur-Nutzung.

Nicht nur Küstenbewohner(innen), sondern ebenso Ökosystembereiche könnten von den Konstruktionen profitieren. Durch das Einbringen von harten Strukturen auf dem Meeresgrund, kann es zu einer Ansiedlung von kleinsten Organismen, einzelnen Fischarten oder Muscheln kommen, die sich an den Fundamenten niederlassen. Das Nahrungsangebot im Windpark könnte ansteigen, die Diversität zunehmen und ein künstliches Riff entstehen. Insgesamt wird erwartet, dass durch die Verbesserung des ökologischen Zustands im direkten Umfeld auch die Fischerei profitieren könnte.

Die Energieerzeugung aus Offshore-Windkraft kann nicht zuletzt einen großen Anteil an den erneuerbaren Energien erreichen und damit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz liefern. Einen Überblick über die Chancen der Offshore-Windkraft gibt Tabelle 2.

Tabelle 2: Chancen der Offshore-Windkraft

Umwelt und Natur

- Gewinn an marinem Lebensraum durch künstliche Riffbildung
- Zunahme von Bestandszahlen und Arten mariner Lebewesen
- Klimaschutz durch Strom aus erneuerbaren Energien

Soziales

- Verbesserte Beschäftigungssituation
- Strukturstärkung

Wirtschaft

- Beschäftigungszunahme durch die Offshore-Industrie
- Erhöhte Fangmengen in der Fischerei (außerhalb der Parke)
- Mögl. Ko-Nutzung mit Marikultur und Wasserstoffproduktion
- Ersatz fossiler Energiegewinnung und Klimaschutz

Gesucht: Ein Leitbild für die Küstenregion

Schon die ersten Anträge zur Genehmigung von Offshore-Windparks in der deutschen AWZ machten deutlich, dass eine übergeordnete meeresbezogene Raumplanung erforderlich ist, um negative Auswirkungen zwar nicht per se auszuschließen, wohl aber das Ausmaß negativer Effekte zu minimieren. Bis vor kurzem gab es keine – wie auf dem Land bereits seit vielen Jahren üblich – fächerübergreifende Planung, die die verschiedenen Nutzungs- und Raumansprüche untereinander koordiniert. Angesichts der Bedeutung dieser Aufgabe und der Trennung von Land und Meer in der Gesetzgebung und den Zuständigkeitsbereichen, stellte sich umso dringender die Frage, wie eine ganzheitliche Abwägung zwischen den Chancen und Risiken in Küstenregionen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aussehen könnte.

Vier Ebenen nachhaltiger Steuerung

Das Forschungsprojekt „Zukunft Küste – Coastal Futures“ trägt mit seinen Untersuchungen dazu bei, Chancen und Risiken als Auswirkungen des Wandels zu analysieren und deren Ausmaß abzuschätzen. Seine Analysen liefern die Basis für Entscheidungen. Auf dem Weg zu einer Entscheidung sind im Wesentlichen vier Ebenen zu unterscheiden: Die wissenschaftliche Analyseebene bildet die erste Ebene. Die zweite Ebene umfasst die Rolle der Gesellschaft. Ihre Aufgabe ist es, in einer gesellschaftspolitischen Debatte und mit Hilfe ihrer Erfahrung über die Akzeptanz von analysierten Chancen und Risiken zu urteilen. Dabei können Prioritäten ganz unterschiedlich

wiegen. Über Jahrhunderte hinweg haben die Menschen an der Westküste das Land und ihre Kultur geprägt. Ihr Leben ist auf engste Weise mit dem Meer und ihrer Heimat verbunden. Die regionale Identität ist hoch. Es besteht deshalb ein starkes Bestreben, die Entwicklung der Region selbst zu lenken. Prioritäten werden somit von Traditionen und Lebensweisen beeinflusst. Sie hängen von Visionen und Leitbildern ab, die die Gesellschaft selbst für ihre Küstenregion entwirft. Visionen sind es, die von Politik und Behörden aufgegriffen und in Entscheidungen und Steuerungsformen überführt werden sollten. Zugleich ist die Energiepolitik jedoch ein überregionales Feld, in dem übergeordnete nationale Interessen und gesellschaftliche Ziele besonders relevant sind.

In einem weiteren Schritt findet die politische Abwägung zwischen Chancen und Risiken, zwischen wissenschaftlichen Ergebnissen und Gesellschaftskonsens statt (Evaluierung). Die Politik bildet somit die dritte Ebene auf dem Weg zu einer nachhaltigen Steuerung. Gestaltungsprozesse sollten über alle Raum- und Handlungsebenen transparent und offen kommuniziert und nationale mit lokalen Interessen zusammengebracht werden, um die Stärken von Kooperation und Partizipation zu nutzen. Aufgabe des Managements, der vierten Ebene, ist es, die konkrete Steuerung vorzunehmen und Maßnahmen zur Risikominimierung oder Nutzung von Chancen umzusetzen.

Erwartungen und Befürchtungen

Die Westküste ist eine Region im Umbruch. Hierzu gehört der Verlust traditioneller Wirtschaftssektoren wie auch der demografische Wandel. Große wirtschaftliche Bedeutung besitzt heute der Tourismus. Als Motor der Wirtschaft setzt der Tourismus auf die besonderen landschaftlichen Qualitäten der Westküste. Auch die Wirtschaft ist daher grundlegend vom Naturkapital abhängig.

In Bezug auf die Offshore-Windkraft knüpfen sich an die neue Nutzung sowohl Erwartungen als auch Befürchtungen. Sollte die Offshore-Windkraft im geplanten Ausmaß erfolgen, könnten die mit ihr verbundenen wirtschaftlichen Impulse zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen, da Arbeitsplätze geschaffen und ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet wird. Dem Trend eines schwindenden Arbeitsplatzangebots, dem Verlust von Lebensqualität oder von Abwanderung ließe sich so entgegengewirken.



Watt und Meer. Damit fühlen sich viele Menschen an der Küste eng verbunden.

Gleichzeitig existiert jedoch die Angst, dass die Installation der Offshore-Windkraft die landschaftliche Qualitäten der Region gefährdet. 30 Prozent der lokalen Gegner des Ausbaus gaben in einer Befragung an, visuelle Werte wie das Landschaftsbild gefährdet zu sehen. Teil der gesellschaftlichen Debatte ist es, zwischen diesen Vor- und Nachteilen, den Chancen und Risiken, abzuwägen und akzeptable Kompromisse zu finden. Die Frage der Akzeptanz ist dabei das Ergebnis eines komplexen und individuellen Abwägungsvorgangs, in dem neben Werten und Einstellungen auch andere Faktoren wie etwa individuelle Lebenssituationen hinein spielen.

Abbildung: **Akteursebenen zur Entscheidung über nachhaltige Steuerung von Veränderungen** (Entwurf: Lange 2008)



Befragung an der Westküste

Ergebnisse einer Befragung, die während der Projektarbeiten in „Zukunft Küste - Coastal Futures“ durchgeführt wurde, zeigen, dass ästhetische Qualitäten und ein intaktes Ökosystem Wattenmeer für die Zukunft besonders hoch eingeschätzt werden. Weiterhin wird deutlich, dass Befürchtungen aber auch Hoffnungen mit der neuen Nutzung verknüpft sind und einzelne Akteure stark zwischen Chancen und Risiken abwägen. 60 Prozent der Befürworter(innen) von Offshore-Windkraft gaben an, sie zu unterstützen, weil es sich um eine erneuerbare Energiequelle handelt.

Wie stehen Sie zum Bau von Offshore-Windkraftanlagen?

„Gefährdung der Küste und des Meeres, künstliche optische Beeinträchtigung des Horizonts. Begrenzung optisch und im Empfinden.“

„Profitgier, Verschwendung von Steuergeldern, Verschandelung der Meere und Gefährdung von Schiffen, Tieren und Menschen.“

„Zerstörung unseres Horizonts zum materiellen Vorteil weniger!“

„Fossile Energien gehen in einigen Jahrzehnten dem Ende entgegen. Jede Alternative muss entwickelt werden.“

„So viel ungenutzte Energie aus Wind... Allemal besser als Strom aus Atom-, Kohlekraftwerken.“

Was schätzen Sie an Meer und Westküste am allermeisten?

„Die Ruhe, die das Watt beziehungsweise das Meer ausstrahlt, das Geschrei der Meeresvögel und die frische Luft. Am Strand: Keine Industrie, soweit das Auge reicht, bis auf die Bohrinseln.“

„Die vom Horizont geprägte Landschaft, die optische Ruhe, die allerdings in bestimmten Gebieten bereits jetzt empfindlich gestört ist, die W-E-I-T-E!!!“

„Das Gefühl von Größe und Freiheit“

Fünf Szenarien des Offshore-Ausbaus

Die Mitarbeiter(innen) des Forschungsprojekts haben verschiedene Zukunftsbilder für die Nordseeküste gezeichnet, um den Bogen von der gesellschaftlichen Abwägung bei der Planung von Windparks bis zu einer Vision für den Küstenraum zu spannen. Diese Bilder der Zukunft beschreiben mögliche Veränderungen und schätzen deren Folgen ab. Sie erfassen dynamische Zusammenhänge und sind wichtige Instrumente zur Entscheidungsunterstützung. Die Szenarien sind nicht mit konkreten Voraussagen gleichzusetzen. Sie sind Beispiele dafür, wie sich Situationen plausibel unter bestimmten Grundannahmen und unterschiedlich gewichteten Treibern und Kräften entwickeln können.

Fünf Szenarien wurden entwickelt: Sie beschreiben das Meer und die Küste als Industrieraum, als Energieproduzent, als Verkehrsraum, als Erholungsraum und als Naturraum. Die Entwicklungspfade spiegeln unterschiedliche Nutzungsansprüche menschlichen Handelns wider. Jeder ein-

zelne schreibt der Küste und dem Meer eine bestimmte Priorität zu. Die Entwicklungspfade stellen also verschiedene Annahmen dar, wie sich gegenwärtige Trends entwickeln und welche neuen Faktoren Bedeutung erlangen könnten. Da im Projekt „Zukunft Küste – Coastal Futures“ die Offshore-Windkraft im Verhältnis zu anderen Nutzungen betrachtet wird, ist jedes der gewählten Zukunftsbilder an ein bestimmtes Maß des Ausbaus von Offshore-Windparks, sogenannte Ausbaustufen, gekoppelt. Die zugrunde gelegten Annahmen für Ausbaustufen basieren auf den Planungen für den Ausbau bis 2030.

1) Das erste Szenario beschreibt das „Meer überwiegend genutzt als Industrieraum“. Industrielle Aktivitäten auf dem Meer wie die Erzeugung von Energie, die Nutzung mariner Ressourcen, der Abbau von Rohstoffen sowie die Schifffahrt erfahren eine besonders starke Gewichtung. Der Energieverbrauch und der Verbrauch fossiler Rohstoffe bleiben hoch. Die Offshore-Windkraft stellt eine wichtige Alternative dar. Sie nimmt eine prominente Stellung ein und wird entsprechend stark ausgebaut. Andere Aspekte, etwa die Einrichtung großflächiger Schutzgebiete, ordnen sich diesen Prioritäten unter.

2) Ein weiterer Entwicklungspfad beschreibt das „Meer überwiegend genutzt als Energiepark“: Die Offshore-Windkraft als Energielieferant wird in diesem Raum am stärksten gewichtet, die Ausbaustufe ist höher als bei allen anderen Szenarien. Aufgrund des weiterhin sehr hohen Energiebedarfs ist eine zuverlässige



Szenarien sind nicht mit konkreten Voraussagen gleichzusetzen, sondern sind Beispiele dafür, wie sich Situationen unter bestimmten Grundannahmen und verschiedenen gewichteten Treibern und Kräften entwickeln können.

Versorgung erforderlich. Der Klimawandel unterstreicht den Bedarf an einer nachhaltigen Klimapolitik und am Ausbau der regenerativen Energien. Durch die eingeschränkte Förderung von Erdöl und Erdgas auf dem Meer werden neue Flächen frei. Es kommt zur Ausweisung neuer Windparkflächen.

3) Das „Meer überwiegend genutzt als Verkehrsraum“ räumt der Schifffahrt oberste Priorität ein. Aufgrund der Globalisierung, einer boomenden Wirtschaft und der starken Zunahme des Transportvolumens werden immer mehr Waren über die Meere transportiert. Durch das steigende Verkehrsvolumen werden Windparks auf dem Meer ausgeschlossen, der Ausbau wird entsprechend gering gehalten. Allgemein kann sich die Offshore-Windkraft als erneuerbarer Energieträger nicht durchsetzen.

4) In dem Szenario „Meer überwiegend genutzt als Erholungsraum“ sind regionale Identität sowie traditionelle Lebensstile von großer Bedeutung. Die Ästhetik der

Küste und des Meeres werden besonders hoch eingestuft. Der Tourismus an der Westküste im Sinne eines „sanften Tourismus“ profitiert davon in besonderer Weise. Die Offshore-Windkraft spielt eine untergeordnete Rolle, der Ausbau ist gering.

5) Beim Szenario „Meer überwiegend genutzt als Naturraum“ steht der Schutz des Küsten- und Meeresraum im Vordergrund. Meeresschutzgebiete werden in großer Anzahl eingerichtet. Dadurch soll vorhandener Naturraum erhalten und erweitert werden. Darüber hinaus wird Wert auf Landschaftsästhetik und die Unberührtheit des Meeres gelegt. Gleichsam müssen alternative Energiekonzepte gefunden werden, um diese Ziele auch zukünftig erreichen zu können. Es findet somit ein geringer Ausbau der Offshore-Windkraft statt.

Perspektiven bis zum Jahr 2055

Hinter jedem Szenario liegt eine Erzählung, wie sich die Westküste bis zum Jahr 2055 entwickeln könnte. Basisjahr ist das Jahr 2005. Die einzelnen Geschichten stützen sich auf Modellrechnungen und Quantifizierungen aus den relevanten Wirtschaftsbereichen und auf Daten aus dem Basisjahr.

Das Forschungsprojekt „Zukunft Küste – Coastal Futures“ untersuchte darüber hinaus Steuerungsmöglichkeiten für die Entwicklung informeller Ansätze. Insbesondere partizipative Ansätze und dialogorientierte Verfahren für Kooperationen und bei Vernetzung von Akteuren gewinnen dabei an Bedeutung.



Eine Küste, viele Möglichkeiten. Die Bevölkerung muss entscheiden, wie sie Meer und Küstenregionen nutzen will.



Teil III: Forschungsergebnisse

Neue Steuerungsformen:

Die Rolle der Politik

In Zusammenhang mit einer nachhaltigen Entwicklung im Meeres- und Küstenraum werden Defizite in der räumlichen Planung und Steuerung intensiv diskutiert. Auf dem Meer steht die räumliche Planung im Vergleich zum Festland noch am Anfang. Hierbei sind insbesondere die ordnungsrechtlichen Instrumente auf oberer institutioneller Ebene zu nennen, die normalerweise wenig Freiraum für Öffentlichkeitsbeteiligung und informelle Planung lassen. Der Weg zu einer Entscheidung ist fest vorgegeben. Entscheidungen sind stark auf einzelne Sektoren

fokussiert. Dies zeigt eine im Projekt durchgeführte Analyse des Offshore-Genehmigungsverfahrens.

Das Forschungsprojekt „Zukunft Küste – Coastal Futures“ hat untersucht, welche Perspektiven sich auf regionaler Ebene durch die starke Vernetzung der Akteure an der Westküste ergeben und welche neuen Formen der Steuerung diskutiert werden. Im Rahmen einer Fallstudie zur Insel- und Halligkonferenz wurde analysiert, welches die wesentlichen treibenden Kräfte für den Zusammenschluss der Inseln und Halligen und entscheidende Arbeitsweisen der Kooperation waren.

Dabei wurde deutlich, dass selbstorganisierte Prozesse und Initiativen auf regionaler Ebene möglich sind und häufig zu erfolgreichen Ergebnissen führen. Besonderes Gewicht kommt starken Promotoren oder Akteursgruppen zu, die Prozesse anstoßen

und weiterführen. Besonders förderlich sind ein gemeinsames Problembewusstsein, die Kenntnis grundlegender Zusammenhänge und der gemeinsame Wille, Veränderungen zu erkennen, anzuerkennen und sich ihnen gegenüber zu positionieren.

Raumplanung und Integriertes Küstenzonenmanagement

In den vergangenen Jahren wurde die Aufstellung eines Raumordnungsplans für die deutsche AWZ unter Federführung des BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) in Fachöffentlichkeit, Wirtschaft, Wissenschaft und in Behördenkreisen verstärkt diskutiert. Der Raumordnungsplan enthält Ziele und Leitbilder für die Küsten und das Meer. Mit dem Plan sollen in erster Linie Konflikte vermieden werden, bei neuen Nutzungen wie der Offshore-Windkraft aber auch bei traditionellen wie der Schifffahrt. Außerdem können Synergien zwischen Nutzergruppen besser genutzt werden.

Der Raumordnungsplan ist die politische Antwort auf den Bedarf an Steuerung menschlicher Nutzungen auf dem Meer. Nach den Ergebnissen von „Zukunft Küste – Coastal Futures“ sind neue Formen der Kooperation, des Dialogs und der Vernetzung die gesellschaftlichen Antworten auf drängende Probleme an der Küste. Neue Formen der Kooperation, eine Stärkung der regionalen Ebene und die Integration des Küsten- und Meeresraums in die räumliche Planung wurden im Kontext eines Integrierten Küstenzonenmanagements (IKZM) untersucht. IKZM wird dabei als ein Prozess gesehen, der als Ergänzung zu

raumplanerischen Instrumenten und Raumordnungsstrukturen dienen soll. Er zielt darauf ab, alle Akteure aktiv einzubinden und so einen Interessenausgleich zwischen Planungen, unterschiedlicher Akteursgruppen sowie der Öffentlichkeit zu ermöglichen.

Die zukünftige Errichtung von Offshore-Windparks steht für eine intensivere Nutzung des Meeresraumes, die eine Herausforderung für planerische Maßnahmen und politische Steuerung darstellt. Dabei ist zu beachten, dass es sich bei der Nordsee um einen grenzüberschreitenden Raum handelt (Land – Meer, Nordseeanrainer, Küstenbundesländer), in dem bisher sektorale Fachplanungen dominieren.

Die Erfordernisse an räumliche Planung im Küsten- und Meeresraum reichen daher grundsätzlich über die Interessen auf nur einer Raum- und Handlungsebene hinaus. Ergänzend dazu werden auch Managementansätze diskutiert, die über die starren Planungsgrenzen hinausreichen, um sowohl inhaltliche als auch räumliche Fragen in das System der Küste zu integrieren.

Raumordnung und IKZM sind somit zwei Instrumente der Steuerung, wobei das Ziel der Verschränkung beider auf eine nachhaltige Entwicklung abzielt. Sie hebt auf einen Interessenausgleich zwischen Nutzungsansprüchen ab und bedeutet eine Abkehr von planorientierten, statischen Verfahren. Dabei sollte nachhaltige Steuerung entlang spezifischer Probleme strukturiert sein und Partizipation und Kommunikation im Sinne eines Erfahrungstransfers fördern. Weiterhin gilt es, durch Integration verschiedener Ebenen einer Entscheidung ein dynamisches Management zu schaffen, um auf unerwartete Situationen reagieren zu können.

Forschung für die Küste

Chancen erkennen, Risiken abschätzen und den verschiedenen Akteuren Wege zum Umgang mit ihnen aufzeigen – das sind die großen Herausforderungen der gegenwärtigen Forschung. Die Installation von Windparks auf dem Meer übt Einfluss auf unterschiedlichste Bereiche eines sozio-ökologischen und sozio-ökonomischen Systems aus. Eine grenz- und sektorübergreifende Betrachtung, welche Wechselwirkungen deutlich macht, ist daher eine wichtige Voraussetzung, um Entwicklungen im Küsten- und Meeresraum zu steuern. Diese Veränderungen wahrzunehmen, ihre Zusammenhänge zu analysieren und die Ergebnisse auf ähnliche Probleme und Räume zu übertragen, bleiben auch in Zukunft wichtige Aufgaben in der Küsten- und Meeresforschung.

Nach den Ergebnissen von „Zukunft Küste – Coastal Futures“ sind neue Formen der Kooperation, des Dialogs und der Vernetzung die gesellschaftlichen Antworten auf drängende Probleme an der Küste.



Projektstruktur und

Das Projekt „Zukunft Küste - Coastal Futures“ ist aufgrund der Problemstellung grundlegend interdisziplinär ausgerichtet. Vier Arbeitsgruppen sind in zwei Arbeitsfeldern tätig, einem sozialwissenschaftlichen und einem ökologisch-naturwissenschaftlichen. Mitarbeiter(innen) mit unterschiedlichen fachlichen Hintergründen liefern die Grundlage für das Gesamtergebnis und die vertiefenden Teilanalysen. Die Koordination der Einzelarbeiten und die Steuerung des Gesamtverbundes ist eine wichtige Aufgabe der Projektleitung, die am GKSS-Forschungszentrum Geesthacht ansässig ist.

Arbeitsgruppen **ökologie**



ZMAW

Die Aufgaben des Zentrums für Marine und Atmosphärische Wissenschaften (ZMAW) in Hamburg

sind eng mit ökologischen Fragestellungen verbunden. Die Wissenschaftler(innen) untersuchen auf der Grundlage von Modellen – eine Rolle spielen hier insbesondere die Modelle ERSEM und ECOHAM – die Auswirkungen von geänderten Nährstoffeinträgen auf das Modellgebiet der südlichen Nordsee. Hierdurch sollen die Zusammenhänge zwischen der Installation von Offshore-Windparks und erhöhten Konzentrationen von Schwebstoff, den sogenannten SPM-Werten, in der Nordsee simuliert werden. Außerdem werden die durch die Rotorwirkung der Anlagen verursachten Windverwirbelungen und -abschwächungen und deren Einfluss auf die Durchmischung des Wasserkörpers simuliert. Weitere Modellierungen beziehen sich auf die Darstellung von Nahrungsnetzen in zukünftigen Windparks. Sie werden im Projektbüro Opitz in Kiel durchgeführt. Das Büro für Umwelt und Küste (BfUK) in Kiel widmet sich den abiotischen Ökosystemkomponenten. Das Büro simuliert Strömungs- und Sedimentdynamiken in der Nordsee mit dem Modell MIKE21.



ÖZK

Die Arbeitsgruppe am Ökologie-Zentrum der Christian-Albrechts-Universität in Kiel (ÖZK) beschäftigt sich mit der Bewertung zentraler Komponenten des Ökosystems Nordsee in der deutschen

AWZ. Anhand ausgewählter Indikatoren wird die Funktionsfähigkeit des ökologischen Systems überprüft, um abzuschätzen, welchen Einfluss Offshore-Windkraftanlagen auf die marinen und Küsten-Ökosysteme der Nordsee haben könnten. Mit einem selbst entwickelten Modell wird der Zug ausgewählter Vogelarten modelliert, um entsprechende Auswirkungen einzuschätzen und Effekte visuell deutlich zu machen. Im Vordergrund der Analysen stehen jedoch nicht einzelne Arten oder Strukturen, sondern die Funktionsweise des Gesamtsystems im Sinne eines ökosystemaren Ansatzes. Der systemorientierte Ansatz bietet über das Konzept der Ökosystemdienstleistungen (Ecosystem Services) die Möglichkeit der Anknüpfung an raum- und politikwissenschaftliche sowie ökonomische Betrachtungen im Projekt. Die Arbeiten erhalten hierdurch weitere interdisziplinäre Impulse.



FTZ

In Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe am Forschungs- und Technologiezentrum Westküste in Büsum (FTZ) werden Auswirkungen von Offshore-Anlagen auf Seevogelgemeinschaften und Meeressäuger untersucht und der Verlust an Lebensraum, der durch den Bau von Windparks entstehen könnte, dargestellt. In die Untersuchungen fließen sowohl Rohdaten über das Vorkommen von Individuen als auch Informationen über das Verhalten von einzelnen Tierarten ein.

Partnerinstitutionen

Arbeitsgruppe Raum- und Sozialwissenschaften



GKSS

Die Wissenschaftler(innen) der Arbeitsgruppe am Institut für Küstenforschung des GKSS-Forschungszentrum in Geesthacht stellen Küstenbewohner(innen), regionale Akteure und deren Vernetzungen ins Zentrum ihrer Analysen. Unter anderem wird untersucht, welche Einstellungen und Werte die Küstenbevölkerung zu ihrem Lebensraum haben und wie diese ihre Haltung zu Offshore-Windkraft beeinflussten. Erste Erkenntnisse weisen darauf hin, dass Küstenbewohner(innen) Offshore-Windkraft kritischer als Akteursgruppen oder regionale Arbeitskreise bewerten. Letztere begründen ihre zustimmende Haltung zur Offshore-Windkraft mit einer generellen Befürwortung regenerativer Energien, die positiv zu den CO₂-Reduktionszielen beitragen. Diese und weitere Studien wurden in enger Kooperation mit dem Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB) erarbeitet. Weiterhin werden Fragen einer meeresbezogenen Raumordnung sowie eines ganzheitlichen Steuerungsansatzes in Küstenregionen behandelt. Hierbei wird der Frage nachgegangen, ob partizipative Ansätze und dialogorientierte Verfahren zu einer stärkeren Vernetzung beitragen können, um Konflikte vor deren Entstehung zu verhindern oder abzumildern.

In einem weiteren Teilprojekt am GKSS-Forschungszentrum wird die Vision einer möglichen Ko-Nutzung durch die Erzeugung von Wasserstoff aus regenerativen Energien, insbesondere Offshore-Windenergie, diskutiert. Dabei werden in Expertenworkshops neben der technischen Machbarkeit der Wind-Wasserstofftechnologie Perspektiven für die regionale Wertschöpfung an der Westküste Schleswig-Holsteins entwickelt. Die Aktivitäten beruhen auf Analysen der Universität Flensburg und der Firma Köhn-Consult zu den regionalökonomischen Auswirkungen der Offshore-Windkraft. In der ersten Projektphase schätzten Mitarbeiter(innen) des GKSS-Forschungszentrums außerdem das Risiko von Schiffskollisionen mit Windkraftanlagen ab.



AWI

Die Verbindung von Offshore-Windkraft und Aquakultur, im Sinne einer Marikultur wurde im ersten Stadium des Forschungsprojekts untersucht und entsprechende Managementansätze erarbeitet. Grundlage dafür waren bestehende Planungen zum Management von Ko-Nutzungen im Küsten- und Meeresraum. Diese Arbeiten führte das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven durch.

Weitere Teilvorhaben:

Das NIT in Kiel erstellte eine Studie über Netzwerke und Akteursgruppen an der Westküste Schleswig-Holsteins. Für die technische Unterstützung der Internetplattform sowie der Server-Infrastruktur waren Mitarbeiter des Instituts DIGSILAND (Digitale Systemanalyse & Landschaftsdiagnose) verantwortlich.

Kontakt



Koordinationsstelle Zukunft Küste - Coastal Futures

Dr. Andreas Kannen
Marcus Lange
GKSS-Forschungszentrum
Geesthacht GmbH
in der Helmholtz-Gemeinschaft
Max-Planck-Straße 1
21502 Geesthacht

Tel. + 49 4152 87 -1874
Fax + 49 (0) 4152 87 -2020
E-Mail: info@coastal-futures.org
www.coastal-futures.de

Impressum

„Zukunft Küste – Coastal Futures. Offshore-Windkraft in der deutschen Nordsee“ ist eine Sonderveröffentlichung von GAIA.

Herausgeber
Zukunft Küste – Coastal Futures, 2009

Verlag
oekom verlag, Gesellschaft für ökologische Kommunikation mbH
Waltherstr. 29, D-80337 München
Tel. +49 89 54 41 84 -0
Fax +49 89 54 41 84 -49
www.oekom.de

Autor
Marcus Lange,
GKSS-Forschungszentrum in Kooperation mit den Projektmitarbeiter(innen)

Redaktion
Veit Ebermann, app media

Grafik
Sandra Filic, oekom verlag

Druck
Kessler Druck + Medien
Postfach 360
D-86392 Bobingen
Gedruckt auf FSC-zertifiziertem Papier

Bildnachweise
Titel o., 13, 17, 19 r. M. Lange (GKSS)
Titel, 8, 20 REpower Systems
S. 5 alpha ventus Pressebild
S. 6 WEG Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V.
S. 10 Zukunft Küste – Coastal Futures
S. 14 S. Garthe (FTZ)
S. 18 B. Burkhard (ÖZK)
S. 19 I. EWEA/DERVAUX
S. 22 DLR/NASA

GAIA

ÖKOLOGISCHE PERSPEKTIVEN FÜR WISSENSCHAFT UND GESELLSCHAFT
ECOLOGICAL PERSPECTIVES FOR SCIENCE AND SOCIETY