

REPORT

3. RADOST JAHRESBERICHT

April 2011–März 2012

RADOST-Berichtsreihe
Bericht Nr.: 14



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

KLIMZUG 
Klimawandel in Regionen

RADOST Fokusthemen und Fokusgebiete

Forschung, Dialog und Anwendungen konzentrieren sich geographisch auf sechs Fokusgebiete:
Kieler Bucht, Lübecker Bucht, Rostock, Fischland, Adlergrund/Lubmin, Oderästuar:



Impressum

Redaktion

Karin Beese, Daniel Blobel, Dr. Grit Martinez (alle Ecologic Institut)

Beiträge

Büro für Umwelt und Küste, Kiel
Coastal Research & Management, Kiel
Ecologic Institut, Berlin
EUCC – Die Küsten Union Deutschland, Warnemünde
Geographisches Institut der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
GICON – Großmann Ingenieur Consult GmbH – Niederlassung Rostock
Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Zentrum für Material und Küstenforschung
H.S.W. Ingenieurbüro Gesellschaft für Energie und Umwelt mbH, Rostock
Institut für Angewandte Ökosystemforschung, Neu Brodersdorf
Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin
Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig
Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein
Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin
Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde
Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg
Universität Rostock, Fachgebiet Küstenwasserbau

Kontakt

Ecologic Institut gemeinnützige GmbH
Pfalzburger Straße 43-44
10717 Berlin
www.ecologic.eu

Web

www.klimzug-radost.de

Stand: April 2012

Überarbeitete Druckversion: Juli 2012

Fotos

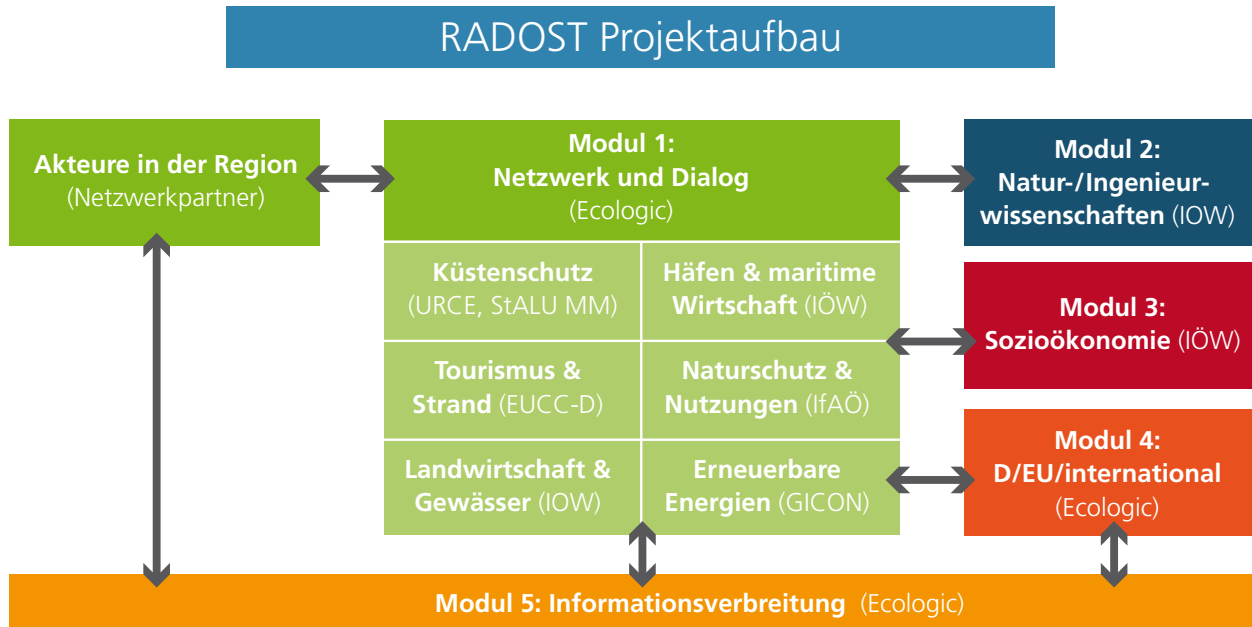
Titel, oben rechts, Titel mitte links, S. 12, 20, 40, 52, 68: © Annegret Holjewilken; S. 3, 5, 8 links, 8 rechts, 10, 38, 46, 56, 82, 86, 87, 88, 89: Ecologic Insitut, Berlin; Titel, mitte rechts: © Dörte Salecker, EUCC-D; Titel, unten links: © Birgit Hünicke, HZG; S. 2: © Anke Vorlauf, EUCC-D; S. 13, 14 rechts, 17 links, 17 rechts: © StALU MM, Dezernat Küste; S. 14 links, 15: © Norman Dreier, StALU MM; S. 19, links: © Lina Kliucininkaitė; S. 19, rechts: © GeoBasis-DE/LVermGeo SH; S. 21 links, 21 rechts: © EUCC-D; S. 22, links: © Zahn; S. 22, rechts: © Hallermeier; S. 25: © IW Medien; S. 26: MV-Rattee; S. 32, links: © U. Kunz, LLUR; S. 32 rechts, 62: © Ivo Bobsien, LLUR; S. 45: © Wikipedia Creative Commons, Autor: AVampireTear; S. 48: © Otmar Smit; S. 50: © H.S.W.; S.60: © Marcus Lorenz; S. 69, 76: © IfAÖ; S. 80: © Lübecker Hafengesellschaft.

ISSN: 2192-3140

CO₂: Der CO₂-Ausstoß für den Druck dieses Berichts wird über www.atmosfair.de kompensiert.



Das Projekt RADOST (Regionale Anpassungsstrategien für die deutsche Ostseeküste) wird im Rahmen der Fördermaßnahme KLIMZUG „Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. RADOST hat zum Ziel, Anpassungsstrategien für die deutsche Ostseeregion im Dialog mit Wissenschaft, Wirtschaft, Verwaltung und Zivilgesellschaft zu erarbeiten. RADOST besteht aus fünf Modulen.



0.1 > Darstellung des RADOST-Projektaufbaus nach Inhalten und Zuständigkeiten

Modul 1 (Netzwerkbildung und Dialog) bildet als Schnittstelle zwischen Forschung und Anwendung das Herzstück des Vorhabens. In variablen Formen des Austauschs und der Zusammenarbeit werden sektorale und sektorübergreifende Problemstellungen aufgegriffen, der Stand der Forschungsarbeiten mit dem Bedarf der regionalen Akteure abgeglichen und Lösungsansätze bis hin zu konkreten Anwendungen erarbeitet. Schwerpunkte der Netzwerkbildung und anwendungsorientierten Forschungsarbeiten bilden sechs Fokusthemen, für die jeweils einer der RADOST-Partner federführend ist.

In den einzelnen Fokusthemen sind insgesamt 16 Anwendungsprojekte mit Praxispartnern geplant, die verdeutlichen sollen, welche wirtschaftlichen Chancen ein innovativer Umgang mit dem Klimawandel birgt.

Modul 2 (Natur- und ingenieurwissenschaftliche Forschung) stellt Grundlagendaten zum Klimawandel bereit und umfasst vertiefte Untersuchungen in den Bereichen Hydrodynamik/Sedimenttransporte, Gewässerqualität sowie Ökologie und biologische Vielfalt. Daten aus bestehenden Klimaszenarien werden um Aussagen zu Änderungen von Seegang, Wasserstand und Strömung ergänzt. Führende Simulationsmodelle, die darüber hinaus Stoffeinträge und Veränderungen der Gewässerqualität abbilden, werden in RADOST miteinander verknüpft.

Modul 3 (Sozio-ökonomische Analyse) befasst sich mit den aufgrund des Klimawandels zu erwartenden Veränderungen in der regionalen Wirtschaftsstruktur und analysiert die möglichen Einkommens- und Beschäftigungseffekte sowie Kosten und Nutzen unterschiedlicher Anpassungsoptionen.

Modul 4 (Nationaler und europäischer Politikrahmen/nationaler und internationaler Austausch) umfasst den überregionalen und internationalen Informations- und Erfahrungsaustausch sowie den Abgleich regionaler Anpassungsstrategien mit der Politikentwicklung auf nationaler und europäischer Ebene.

Modul 5 (Kommunikation und Verbreitung der Ergebnisse) dient der zielgerichteten Vermittlung von Projektergebnissen an unterschiedliche Nutzergruppen in der Region sowie an das nationale und internationale Fachpublikum.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im gesamten Bericht bei allgemeinen Personenbezeichnungen jeweils die männliche Form verwendet. Sofern nicht präzisiert, ist immer auch die weibliche Form gemeint.

Kooperationspartner



Büro für Umwelt und Küste, Kiel
BfUK



i | ö | w
INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

Institut für ökologische
Wirtschaftsforschung, Berlin
IÖW



Coastal Research & Management

Coastal Research & Management,
Kiel
CRM



Johann Heinrich von Thünen-
Institut (vTI), Bundesforschungs-
institut für Ländliche Räume, Wald
und Fischerei, Braunschweig
vTI



Ecologic Institut, Berlin
(Koordination)
Ecologic Institut



Landesbetrieb für Küstenschutz,
Nationalpark und Meeresschutz
Schleswig-Holstein, Husum
LKN



EUCC – Die Küsten Union
Deutschland, Warnemünde
EUCC-D



Landesamt für Landwirtschaft,
Umwelt und ländliche Räume
Schleswig-Holstein
LLUR



Geographisches Institut der
Christian Albrechts-Universität
zu Kiel
CAU



Leibniz-Institut für Gewässeröko-
logie und Binnenfischerei, Berlin
IGB



GICON – Großmann Ingenieur
Consult GmbH – Niederlassung
Rostock
GICON



Leibniz-Institut für Ostseeforschung
Warnemünde
IOW



Helmholtz-Zentrum Geesthacht,
Zentrum für Material- und
Küstenforschung
HZG



Staatliches Amt für Umwelt und Natur
Rostock

Staatliches Amt für Landwirtschaft
und Umwelt Mittleres Mecklen-
burg
StALU MM



H.S.W. Ingenieurbüro
Gesellschaft für Energie und
Umwelt mbH, Rostock
HSW



Universität Rostock,
Fachgebiet Küstenwasserbau
URCE



Institut für Angewandte Ökosys-
temforschung, Neu Brodersdorf
IfAÖ

REPORT






3. RADOST JAHRESBERICHT

April 2011–März 2012

RADOST-Berichtsreihe

Bericht Nr: 14

Inhalt

RADOST Kooperationspartner	II
Projektaufbau RADOST	III
RADOST Projektbeirat	IV
Übersicht der RADOST-Arbeitspakete	V
RADOST Fokusthemen und Fokusgebiete	VII
Vorwort	3
 Modul 1: Netzworkebildung und Dialog zur Entwicklung von Anpassungsstrategien	4
Fokusthema 1: Küstenschutz	13
Fokusthema 2: Tourismus und Strandmanagement	21
Fokusthema 3: Gewässermanagement und Landwirtschaft	27
Fokusthema 4: Häfen und maritime Wirtschaft	39
Fokusthema 5: Naturschutz und Nutzungen	41
Fokusthema 6: Erneuerbare Energien	47
 Modul 2: Natur- und ingenieurwissenschaftliche Forschung	52
I – Klimadatenbedarf und Analyse (Klimadatenmanagement)	55
II – Wasserstände, Seegang, Strömungen und Sedimenttransporte	57
III – Fluss-Küste-Meer: Gewässerqualität und Klimawandel	63
IV – Ökologie und biologische Vielfalt	69
 Modul 3: Sozio-ökonomische Analyse	78
 Modul 4: Nationaler und europäischer Politikrahmen / nationaler und internationaler Austausch	84
 Modul 5: Kommunikation und Verbreitung der Ergebnisse	90



Vorwort

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

seit Jahrzehnten werden naturwissenschaftliche Forschungen zum Klimawandel im gesamten Ostseeraum durchgeführt. Die Ergebnisse bestätigen, dass der Klimawandel stattfindet und sich zukünftig auch an der deutschen Ostseeküste beschleunigen kann. Aber reicht der aktuelle Wissensstand bei betroffenen Kommunen und Städten, bei Verwaltungen und Planungsverbänden aus, um geeignete Anpassungsstrategien und -maßnahmen auf der regionalen Ebene zu entwickeln und umzusetzen?

Und wie sieht es mit dem Faktor „Mensch“ aus? Erste Forschungsergebnisse von Sozialwissenschaftlern, Historikern und Politologen bestätigen, dass Küstenmentalitäten unser Anpassungsverhalten beeinflussen. In kulturell-historischer Hinsicht zeigt die Küstenlandschaft der Ostseeregion eine beeindruckende Vielfalt: Neun EU-Mitgliedstaaten, jeder mit seinen eigenen kulturellen Identitäten, wirtschaftlichen und politischen Prioritäten und damit auch ganz unterschiedlichen Bedürfnissen und Herangehensweisen beim Umgang mit dem Klimawandel, teilen sich einen Großteil der 8.000 Kilometer langen Küstenlinie des Binnenmeeres.

Auch innerhalb Deutschlands lassen sich sozio-kulturelle Unterschiede feststellen, wenn auch die harte Trennlinie zwischen den beiden deutschen Staaten seit mehr als zwanzig Jahren aufgehoben ist. Ausdruck findet dies beispielsweise in unterschiedlichen Auffassungen von Naturräumen und damit Konzepten zur küstenplanerischen Gestaltung. Auch kann der Umgang mit dem Klimawandel je nach Ort von ganz unterschiedlichen Wahrnehmungen und Motivationen geprägt sein. Steht in einem Fall die Bewahrung und Fortentwicklung der Stadttradition im Vordergrund, wird anderswo die Nutzung neuer wirtschaftlicher Chancen hervorgehoben.

Dennoch, es gibt auch Gemeinsamkeiten. Aus RADOST-Umfragen bei Akteuren aus Politik und Verwaltung an der deutschen Ostseeküste wissen wir, dass ein hoher Bedarf an wissenschaftlich fundierten Informationen zum Klimawandel in verständlich aufbereiteter Form und umsetzbaren Praxisbeispielen besteht.



Das RADOST-Projekt hat auch in seinem dritten Projektjahr diesen unterschiedlichen Gegebenheiten bei der Erarbeitung von Anpassungsstrategien für die Modellregion Ostseeküste Rechnung getragen: 17 Partner aus natur- und sozialwissenschaftlicher Forschung, Verwaltungspraxis, angewandter Ingenieurwissenschaft und weiteren Bereichen gehen regelmäßig mit neuesten Forschungsergebnissen auf die Küstenakteure zu und erfahren im Dialog mit den Betroffenen, was diese im Zusammenhang mit der Anpassung an den Klimawandel beschäftigt.

Auch in diesem Jahr hoffe ich, dass der RADOST-Jahresbericht Ihnen eine Anregung in Ihrem jeweiligen Arbeitsumfeld sein kann – sei es auf den unterschiedlichen Ebenen von Politik und Verwaltung, in der Wissenschaft, Wirtschaft oder Zivilgesellschaft.

Mit freundlichen Grüßen,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Grit Martinez'.

Dr. Grit Martinez
RADOST-Projektleiterin &
Adjunct Associate Professor an der Duke University,
North Carolina, USA

Berlin, im Juni 2012

Modul 1

Netzwerkbildung und Dialog
zur Entwicklung von
Anpassungsstrategien

Ansprechpartnerin:

Dr. Grit Martinez

Email: grit.martinez@ecologic.eu

Ecologic Institut, Berlin

Während der Schwerpunkt der Netzwerkaktivitäten in den ersten eineinhalb Jahren der Projektlaufzeit auf dem Aufbau eines Netzwerks und der Einbindung einer großen Anzahl neuer Akteure lag, konzentrierte sich die Arbeit im Berichtszeitraum auf die Pflege des Netzwerks und eine Verstärkung der begonnenen Kontakte. Gleichzeitig konnten weitere Netzwerkpartner gewonnen werden.

Folgende Schwerpunkte hatte die Netzerkennung und -pflege in RADOST im aktuellen Berichtszeitraum:

- Weiterer Ausbau eines operativen Netzwerkes, das auf der Ebene der Umsetzung agiert;
- Koordination der Vernetzung von Einzelprojekten inner- und außerhalb der RADOST-Teilprojekte;
- Wissenschaftliche Begleitung des Kommunikationsprozesses mit Schwerpunktsetzung auf der kommunalen Ebene.

Sowohl bei öffentlichen Veranstaltungen als auch bei informellen Arbeitstreffen wurden Netzwerkpartner kontinuierlich einbezogen.

Im Zusammenhang mit der Intensivierung der Kommunikation zwischen Wissenschaft und Praxis nahm RADOST einen Ruf als Inputgeber und Berater im Rahmen einer Expertengruppe „Wissenstransfer“ beim 1. Stakeholderforum des Climate Service Centers (CSC) am 11. Januar 2012 in Hamburg an.¹

Wie eine im Rahmen von RADOST in 2011 durchgeführte Befragung politischer Entscheidungsträger zur Wahrnehmung und zur Anpassung an den Klimawandel gezeigt hat, nutzen kommunale Entscheider zu ihrer Information bevorzugt Massenmedien, die mit geringem Aufwand ein – relativ unspezifisches – Basiswissen vermitteln (Fernsehen, Zeitungen, Radio). Weniger genutzt werden Informationsquellen, die spezifischeres Fachwissen vermitteln, aber nur mit einem gewissen Aufwand zugänglich sind, wie Fachmagazine, wissenschaftliche Fachgespräche oder Konferenzen. Letztere liefern jedoch Wissensgrundlagen, die für sachgerechte Entscheidungen von

wesentlicher Bedeutung sind. Auch das Internet wird bisher relativ wenig genutzt. Ein wesentlicher Bestandteil von RADOST ist deswegen die gezielte Ermittlung von Informationsbedürfnissen und -defiziten kommunaler Entscheidungsträger sowie die Organisation regionaler Veranstaltungen, die über die Auswirkungen des Klimawandels und konkrete Möglichkeiten der Anpassung sowie der Förderung von Anpassungsmaßnahmen informieren.

Synergiemöglichkeiten für die regionale Entwicklung von Anpassungsstrategien ergeben sich weiterhin aus einem neuen Projekt im Auftrag des Umweltbundesamtes.² Ziel des Projektes ist es, aufzuzeigen, wie Instrumente des Integrierten Küstenzonenmanagements (IKZM) und der Raumplanung dazu beitragen können, Belange der Klimaanpassung und des Klimaschutzes in Konzepte für eine nachhaltige Nutzung von Küstenregionen einzubeziehen. Zu diesem Zweck werden Fallstudien in ausgewählten Regionen an Nord- und Ostseeküste durchgeführt. Fallstudien für Mecklenburg-Vorpommern konzentrieren sich auf die Orte Greifswald (Themenschwerpunkte: Erneuerbare Energien sowie Landwirtschaft und Moore als CO₂-Senke) und Markgrafenheide (Schwerpunkt: Küstenschutz und planerische Sicherung von Überflutungsflächen). An der Ostseeküste Schleswig-Holsteins (Kieler Förde und Lübecker Bucht) soll das Verhältnis zwischen Tourismus und Küstenschutz anhand einzelner Gemeinden näher betrachtet werden.



1.1 > Teilnehmende der 2. RADOST-Jahreskonferenz

1) Daneben ist RADOST weiterhin Portalpartner beim vom CSC betriebenen nationalen Klimawebportal „Klimanavigator“ und nimmt aktiv an den regelmäßigen Portalpartnerversammlungen teil.
2) „Abstimmung der Belange von Klimaschutz und Klimaanpassung bei der nachhaltigen Nutzung und beim Schutz von Flächen und Ressourcen an der deutschen Küste – Handlungsmöglichkeiten des Integrierten Küstenzonenmanagements (IKZM) und der raumbezogenen Planung auf der Grundlage von Fallstudien“, FKZ 3711 16 105, Laufzeit 1.2.2012 - 1.7.2013. Beteiligung des Ecologic Instituts unter der Federführung des Instituts Raum & Energie, Wedel.

RADOST-Netzwerk (Stand: März 2012)

Die Beziehungen zu den in den ersten beiden Projektjahren gewonnenen Netzwerkpartnern wurden im Berichtszeitraum gestärkt. Die Pflege und Intensivierung des inzwischen ca. 150 Institutionen umfassenden Netzwerkes war Schwerpunkt des Berichtszeitraumes. Außerdem konnten einige neue Netzwerkpartner gewonnen werden.

Öffentliche Verwaltung

- Amt Hüttener Berge*
- Amt Dänischenhagen*
- Amt Klützer Winkel
- Amt Probstei*
- Amt Schlei-Ostsee*
- Amt Schrevenborn*
- Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)
- Gemeinde Altenhof*
- Gemeinde Altenholz*
- Gemeinde Behrendorf*
- Gemeinde Blekendorf*
- Gemeinde Heikendorf*
- Gemeinde Hohenfelde*
- Gemeinde Hohwacht*
- Gemeinde Laboe*
- Gemeinde Mönkeberg*
- Gemeinde Noer*
- Gemeinde Ostseebad Strande*
- Gemeinde Scharbeutz
- Gemeinde Schönberg*
- Gemeinde Schwedeneck*
- Gemeinde Stakendorf*
- Gemeinde Stein*
- Gemeinde Timmendorfer Strand
- Gemeinde Wendtorf*
- Gemeinde Wisch/Heidkate*
- Hansestadt Lübeck
- Hansestadt Rostock, Amt für Umweltschutz
- Innenministerium Schleswig-Holstein
- Kreis Plön*
- Kurbetrieb Kellenhusen
- Kurverwaltung Ostseebad Göhren
- Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) Mecklenburg-Vorpommern
- Landeshauptstadt Kiel*
- Landesumweltamt Brandenburg
- Landkreis Bad Doberan
- Landkreis Nordvorpommern
- Landkreis Rügen

Öffentliche Verwaltung

- **Lübeck Port Authority**
- Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein
- Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern
- Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern
- Ministerium für Wissenschaft, Wirtschaft und Verkehr (MWWV) Schleswig-Holstein
- Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN)
- Ortsbeirat Markgrafenheide
- Regionaler Planungsverband Mittleres Mecklenburg/Rostock
- **Regionaler Planungsverband Westmecklenburg**
- Regionaler Planungsverband Vorpommern
- Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Westmecklenburg (StALU WM)
- Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Vorpommern (StALU VP)
- Stadt Eckernförde*
- Stadt Kappeln*
- Umweltbundesamt (Beirat)
- Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) Lübeck
- Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) Stralsund

Wirtschaft

- 50 Hertz Transmission GmbH
- Amrumbank West GmbH
- AQUAZOSTA MB Marine Plant Technology
- Bäderverband Mecklenburg-Vorpommern e.V.
- BIOPARK e.V.
- b&o Ingenieure
- Bundesverband BioEnergie e.V. (BBE)
- CPL Competence in Ports and Logistics Wenzel, Heine & Kollegen GbR
- **EGOH Entwicklungsgesellschaft Ostholstein mbH**
- EURAWASSER Nord
- **European Cargo Logistics ECL Lübeck**
- Flensburger Schiffbau-Gesellschaft mbH & Co. KG
- Freseman Projektleitung*
- **Gebr. Friedrich GmbH Schiffswerft Kiel**
- Hafen-Entwicklungsgesellschaft Rostock
- Hanseatische Umwelt GmbH
- Haus Lilienthal, Hohwacht*
- Heinrich Hirdes GmbH
- Hohwachter Bucht Touristik GmbH*
- Holzhandel Lehmann UG & Co.KG

Wirtschaft

- Industrie- und Handelskammer zu Kiel*
- Industrie- und Handelskammer zu Rostock
- Ingenieurbüro Mohn Kiel/Husum
- Invest in Mecklenburg-Vorpommern GmbH
- ISL-Baltic Consult GmbH
- Kreishandwerkerschaft Rügen
- **KuFra Werft Lübeck**
- Kurbetrieb Ostseebad Laboe*
- Küsten-Kontor / Prognos AG
- Land & Bau Kommunalgeräte GmbH
- Lübecker Hafen-Gesellschaft mbH
- MariLim - Gewässeruntersuchung und Forschung
- Maritimes Cluster Schleswig-Holstein
- movelo Repräsentanz Mecklenburg-Vorpommern
- Naue Fasertechnik GmbH
- oceanBASIS GmbH
- Ostseebad Eckernförde*
- Ostseebad Heikendorf e. V.*
- Ostsee Holstein Tourismus e. V.*
- Seehafen Kiel GmbH & Co. KG
- **Seehafen Rostock Umschlagsgesellschaft**
- Stadtwerke Kiel AG
- Stadtwerke Lübeck GmbH
- Steigenberger Hotelgruppe
- STRABAG AG
- style-KÜSTE
- Tourismusagentur Schleswig-Holstein (TASH)*
- Tourismusverband Mecklenburg-Vorpommern e.V.
- **Tourismusverband Schleswig-Holstein e.V. (TVSH) ***
- Tourist-Info Behrendorf*
- Tourist-Info Stein*
- Tourist-Info Wendtorf*
- Tourismusservice Fehmarn*
- Tourist-Service Ostseebad Schönberg*
- Tourismusverband Probstei e. V.*
- UmweltPlan GmbH Stralsund
- utility competence berlin GmbH
- Wasser- und Bodenverband Warnow/Beke
- Wastra-Plan Rostock
- Wind Energy Network Rostock e.V.
- Wirtschaftsförderung und Technologietransfer Schleswig-Holstein GmbH (WTSH)
- wdp offshore solutions GmbH

Wissenschaft und Bildung

- Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI), Bremerhaven
- **Deutscher Wetterdienst**
- FH Flensburg*
- Forschungsinstitut Senckenberg, Deutsches Zentrum für Marine Biodiversitätsforschung, Wilhelmshaven
- HafenCity Universität Hamburg
- GEOMAR | Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
- Institut für Tourismus- und Bäderforschung in Nordeuropa GmbH*
- Institut Raum und Energie *
- Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI)
- Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.
- Meeresbiologische Station Laboe*
- Museumshafen Probstei Freunde alter Schiffe Wendtorf e.V.*
- Ostsee Info-Center
- Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK), Forschungsbereich II – Klimawirkung und Vulnerabilität
- UAG Umweltplanung und Regionalentwicklung GmbH*
- Universität Leuphana*
- Universität Rostock, Professur Ressourcenschutz und Bodenphysik

Nichtregierungsorganisationen

- Akademie für Natur und Umwelt des Landes SH*
- AktivRegion Ostseeküste e. V.*
- Bioenergieregion Rügen
- Biosphärenreservat Südost-Rügen
- BUND Landesverband Schleswig-Holstein*
- Bürgerinitiative "Gegen Deichrückbau im Inselnorden e.V."*
- Klimabüro Küstenpower (Heinrich-Böll-Stiftung Schleswig-Holstein)*
- LAG AktivRegion Hügelland am Ostseestrand e. V.*
- Landesnaturschutzverband*
- Lighthouse Foundation Stiftung für die Meere und Ozeane
- Solar Initiative Mecklenburg-Vorpommern e.V.
- Stiftung Deutscher Küstenschutz
- Stiftung Naturschutz SH*
- Umweltbildungsstätte „Naturfreundehaus Kalifornien“*
- Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein*
- WWF-Projektbüro Ostsee

Die **fett** gekennzeichneten Institutionen sind im Laufe des dritten Projektjahres neu als Partner dem RADOST-Netzwerk beigetreten.

* Netzwerkpartner über das KlimaBündnis Kieler Bucht – KBKB

RADOST-Veranstaltungen

Im Berichtszeitraum wurden von den RADOST-Partnern die in Tabelle 1 aufgeführten Veranstaltungen organisiert, die in der Regel an einzelne Fokusthemen oder Anwendungsprojekte anknüpfen. Auf einige dieser Veranstaltungen wird unter den entsprechenden Fokusthemen ausführlicher eingegangen.

2. RADOST-Jahreskonferenz

Die zweite RADOST-Jahreskonferenz fand am 18. und 19. Mai in der Ostseeakademie in Lübeck-Travemünde statt.³ Zwischenergebnisse aus dem RADOST-Projekt wurden hier in einem Wissenschafts-Praxis-Dialog zur Diskussion gestellt. Neben Wissenschaftlern der unterschiedlichen an RADOST beteiligten Disziplinen und Forschungseinrichtungen befanden sich unter den rund 75 Teilnehmenden Praxisvertreter aus Wirtschaft, Verwaltung und Nichtregierungsorganisationen. Aus der naturwissenschaftlichen Forschung wurden Ergebnisse zum Einfluss des Klimawandels auf die Ostseeregion insgesamt vorgestellt ebenso wie zum Einfluss speziell auf Nährstoffeinträge und Gewässerqualität sowie auf Strömung und Seegang. Im sozialwissenschaftlichen Bereich bildeten Ergebnisse aus Befragungen von Entscheidungsträgern auf kommunaler und Landesebene sowie von Tourismus-Anbietern und Touristen den Schwerpunkt. Auch konkrete Anpassungsprojekte, wie der Klimapavillon Schönberg oder die Untersuchungen zu geothermischer Energiegewinnung in Küstenschutzanlagen, wurden vorgestellt.



1.2 > Interaktive Übung zu "Kommunikation" auf der RADOST-Jahreskonferenz: Dieselbe Anleitung führt zu unterschiedlichen Mustern.

RADOST bei „Forschung vor Anker“

Am 6. und 7. Juli lud RADOST Gäste aus Greifswald und Umgebung ein, das Forschungsschiff „Ludwig Prandtl“ zu besuchen. Der „Open-Ship“-Day wurde im Rahmen der jährlich stattfindenden „Forschung vor Anker“-Tour des RADOST-Partners Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG) veranstaltet und war dem Thema Klimafolgenanpassung gewidmet. In diesem Zusammenhang

fand am Abend des 6. Juli eine öffentliche Informationsveranstaltung zum Thema „Küstenanpassung“ an der Universität Greifswald statt. Am Vormittag des 7. Juli lud das RADOST-Team politische Entscheidungsträger sowie Wissenschaftler zu einer Gästefahrt auf der „Ludwig Prandtl“ ein, um die wissenschaftliche Arbeit vor Ort vorzustellen und bei dieser Gelegenheit neue Kooperationen zur Klimaanpassung in der Region anzustoßen.



1.3 > RADOST bei "Forschung vor Anker"

Workshop zu Küstenwandel

Am 10. Januar 2012 veranstaltete RADOST in der Hamburger Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt einen Workshop „Küstenwandel als soziale, kulturelle und raumplanerische Herausforderung“. Im Zentrum der Diskussion standen die Raumplanung und die Frage, wie das Instrument des Integrierten Küstenzonenmanagements (IKZM) für die Anpassung an den Klimawandel an der Ostseeküste genutzt werden kann. Es wurde festgehalten, dass IKZM trotz fortbestehender Unklarheiten des Konzepts – etwa hinsichtlich der Zuweisung von Verantwortlichkeiten – einen wertvollen Ansatz darstellen kann, um die Belange der unterschiedlichen Akteure in einen Kompromiss zu integrieren und dabei einen vertrauenswürdigen Umgang mit Unsicherheiten in Bezug auf zukünftige Klimaveränderungen zu etablieren.

RADOST-Tour 2012

Unter dem Titel „Ostseeküste 2100 – auf dem Weg zu regionaler Klimaanpassung“ werden vom 10. bis 20. September 2012 aktuelle Forschungsergebnisse zu regionaler Klimaanpassung in verschiedenen Stationen in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern vorgestellt und diskutiert. Die Vorbereitungen für die Tour wurden im Herbst 2011 begonnen. Zehn Tagesstationen in Landesbehörden und anderen regionalen Institutionen dienen dem vertieften fachlichen Austausch von Projektergebnissen mit den jeweiligen Anwendern vor Ort. Weiterhin sollen sechs öffentliche Abendveranstaltungen

Tabelle 1: Chronologische Veranstaltungsübersicht April 2011 - März 2012

Termin / Ort	Veranstaltung	Zielsetzung
18.-19. Mai 2011 Travemünde	RADOST-Jahreskonferenz 2011	Wissenschafts-Praxis-Dialog zu Zwischenergebnissen aus RADOST
15.-17. Juni 2011 Berlin, Lübeck-Timmendorfer Strand	Workshop „Regionale Verfügbarkeit von Klimawissen in der Ostseeregion“	Diskussion mit Anbietern und Anwendern von Klimadaten aus den Anrainerstaaten der Ostsee
21. Juni 2011 Neu Brodersdorf	Workshop: Ostsee und Ostseeküste im Spannungsfeld des Klimawandels und der Klimaanpassung	Diskussion zukünftiger raum- und nutzungsbezogener Entwicklungsmöglichkeiten im Sinne von regionalen Anpassungsstrategien an den Klimawandel
6. Juli 2011 Hafen Wieck/ EMA Universität Greifswald	2. „Forschung vor Anker“-Tour der HZG mit dem Forschungsschiff „Ludwig Prandtl“	Vorstellung von RADOST für die Öffentlichkeit beim „Open Ship Day“
29. August 2011 Warnemünde	Workshop: Qualitätsziele für die Küstengewässer der Ostsee	Information und Diskussion der Qualitätsziele für die Küstengewässer der Ostsee
12. Oktober 2011 Rostock	Workshop „Umweltmessungen“	Diskussion der Bedeutung von Messungen als Grundlage für Planung und Entwurf von Küstenschutzanlagen
24.-28. Oktober 2011 Polen, Litauen, Lettland	Workshopreihe „Regionale Verfügbarkeit von Klimawissen im baltischen Raum“	Information und Diskussion zu Wahrnehmung und Anpassung an den Klimawandel im kulturellen Kontakt auf lokaler Ebene
11. November 2011 Kiel	Neue Herausforderungen für die Küstenentwicklung – Abschlussveranstaltung des Wettbewerbes „Lust op dat Meer“	Vorstellung der Ergebnisse der Modellprojekte und Empfehlungen für eine zukunftsfähige Küstenentwicklung; Diskussion des Themas „Küstenentwicklung und Klimawandel“
10. Januar 2012 Hamburg	Workshop „Küstenwandel als soziale, kulturelle und raumplanerische Herausforderung“	Diskussion über Konzepte zur Anpassung an und Herausforderungen durch den Klimawandel
16. Februar 2012 Charleston, South Carolina, USA	„Ask the Audience: Climate Change and Cross-Cultural Zone Management“ – RADOST-Workshop im Rahmen des „Social Coast Forum 2012“	Präsentation von Erfahrungen zur Klimaanpassung an der deutschen Ostseeküste und Publikumsbefragung zu den interkulturellen Unterschieden bei Klimaanpassung in den USA und Europa
7. März 2012 Annapolis, MD, USA	Herausforderungen bei der Anpassung an den Klimawandel: Eine Diskussion mit Anwendern in den USA	Internationaler Austausch zum Einfluss der öffentlichen Meinung auf die Anpassung an den Klimawandel
15. März 2012 Flintbek	Mini-Symposium „Marines Monitoring 2011 in Schleswig-Holstein – inkl. RADOST-Projekt“	Vorstellung der Resultate des biologischen und geologischen Meeresmonitorings in Nord- und Ostsee im Auftrag des LLUR inkl. der RADOST-Auftragsvergaben

lokale Erkenntnisse zum Klimawandel und den erwarteten Auswirkungen vermitteln und als Foren der Diskussion mit einem breiteren Publikum dienen.

Weiterhin fand eine Reihe internationaler Workshops in Kooperation mit den Projekten „Circum Mare Balticum – Regionale Verfügbarkeit von Klimadaten in den Ostseeanrainerstaaten“ (gefördert vom Internationalen Büro des BMBF) und „Baltadapt“ statt. Diese sind unter Modul 4 (Seite 86) ausführlich beschrieben.



1.4 > Geplante öffentliche Abendstationen im Rahmen der RADOST-Tour 2012

Vernetzung von RADOST mit anderen Anpassungsakteuren

Die enge Zusammenarbeit zwischen RADOST und den anderen sechs vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen von KLIMZUG („Klimawandel in Regionen zukunftsfähig zu gestalten“) geförderten Verbänden hat sich im Berichtszeitraum weiter verstärkt. So beteiligte sich RADOST aktiv an der Vorbereitung und Durchführung der KLIMZUG-Statuskonferenz am 2. und 3. November 2011 in Berlin, auf der vor rund 270 Teilnehmenden Zwischenergebnisse aus den sieben Verbundprojekten dargestellt wurden.

Im Rahmen der KLIMZUG-Arbeitsgruppe „Kommunikation, Bildung und Transfer“ lud RADOST zum 5. Vernetzungsworkshop am 23. und 24. September 2011 in Rostock (am ersten Tag auf der Robbenforschungsstation in Hohe Düne) zum Thema „Kommunikation mit Ämtern und Behörden“ ein. Bei der Veranstaltung wurde betont, dass ein persönlicher Kontakt zwischen den Projektvertretern und den Verwaltungsbehörden für die Planung von Klimaanpassungsmaßnahmen extrem wichtig ist und Klimaanpassung in Deutschland nur unter aktiver Teilhabe aller Ebenen (Bund/Länder/Kommunen) erfolgreich vorangetrieben werden kann.

Des Weiteren ist RADOST Teil einer Arbeitsgruppe aus Vertretern der norddeutschen Küstenländer und der dort angesiedelten Projekte zur Klimaanpassungsforschung. Ein wesentliches Ziel



1.5 > „Heißer Stuhl“ mit dem Vertreter einer lokalen Verwaltung beim 5. Vernetzungsworkshop der KLIMZUG-AG „Kommunikation, Bildung und Transfer“

der Arbeitsgruppe ist die Vorbereitung einer Folgeveranstaltung zu der Regionalkonferenz „Klimaanpassung Küstenregion“ des Bundes und der norddeutschen Küstenländer, die im März 2011 in Hamburg stattfand. Die zweite Regionalkonferenz „Klimaanpassung Küstenregion“ ist für den 8. und 9. November 2012 in Bremerhaven geplant.⁴ Parallel dazu hat sich aus dem Teilnehmerkreis eine informelle „Anpassungsgruppe Nord“ konstituiert, die einem optimierten Austausch zwischen den Forschungsprojekten und den Zuständigen in den Landesministerien dient.

Tabelle 2: Vernetzungstreffen von RADOST und anderen Anpassungsprojekten und -akteuren

Termin / Ort	Veranstaltung	Zielsetzung
1.-2. April 2011 Dortmund	4. Workshop der KLIMZUG-AG „Kommunikation, Bildung und Transfer“	Austausch der Projektverbände zum Thema „Umgang mit Unsicherheit“
4. April 2011 Rostock	1. Szenario-Workshop planBaltic	Entwicklung und Diskussion von Anpassungsszenarien für den Stadt-Umland-Raum Rostock – Teil 1
4. Mai 2011 Graag-Müritz	3. Kurdirektoren-Talk des Bäderverbandes MV	Vertiefung der Vernetzung mit regionalen und kommunalen Tourismusakteuren
10. Mai 2011 Kiel	„Wie sollen sich unsere Küsten entwickeln? Zukunft des Küstenschutzes an der Ostseeküste im Klimawandel“	Konzeptentwicklung, um dem Küstenrückgang nachhaltig zu begegnen (Sicherungsmaßnahmen, Kosten, Unterhalt, Tourismus, Ökologie), Wandel im Denken und Verhalten
24. Mai 2011 Eckernförde	„Ostsee-Treibsel – Nutzung, Entsorgung, Verwertung“	Entwicklung von Synergieeffekten zwischen Strandmanagement, touristischer Inwertsetzung, Steigerung des Nutzungspotenzials, ökologischer Ressourcen, Klimaschutzoptionen und Einsparpotentialen auf kommunaler Ebene
24. Mai 2011 Güstrow	16. Gewässersymposium des LUNG MV	Erörterung von Maßnahmen zur Reduktion von Nährstoffeinträgen in Gewässer
30. Mai 2011 Kiel	3. Expertenrunde zur Aquakultur „Algennutzung: Eine Industrie mit Zukunft“	Förderung des Dialogs zwischen Forschung, Wirtschaft und Verwaltung zur Nutzung klimafreundlicher Energiequellen
31. Mai 2011 Hamburg	BSSSC/BALTEX Conference „Adapting to Climate Change – Case Studies from the Baltic Sea Region“	Einbringen von Handlungsoptionen für Klimaanpassungen in die öffentliche Debatte, Erkennung von Konflikten mit gesellschaftlichen Veränderungen und Entwicklung adäquater Lösungen
8. Juni 2011 Warnemünde	Workshop „Mussel farming in the Baltic: experiences and perspectives“	Nationale u. Internationale Netzwerkbildung; Entwicklungen und Möglichkeiten u. a. zur Wasserqualitätsverbesserung
31. Juni 2011 Kiel Holtenau	„Nachhaltige marine Aquakultur in Nord- und Ostsee“	Realisierung ökologisch und ökonomisch tragfähiger, nachhaltiger Aquakultur

Termin / Ort	Veranstaltung	Zielsetzung
12. Juli 2011 Kiel	Workshop „Bivalve Aquaculture in the Baltic Sea – Environment, Climate Change, Modelling“	Wissensaustausch und Planung gemeinsamer Aktivitäten, Schwerpunkt Modellierung der ökologischen Auswirkungen von Muschelfarming
31. August 2011 Schwerin	7. Sitzung der „Arbeitsgruppe Klimawandel“ des Regionalen Planungsverbandes Westmecklenburg	Einladung zur Vorstellung der RADOST-Aktivitäten, speziell Fokusthema Tourismus und Strandmanagement; Austausch zu BalticClimate
20.-22. September 2011 Hamburg	Symposium „Warnsignale Klima: Die Meere – Änderungen & Risiken. Meere schützen – durch mehr Klimaschutz“ an der Universität Hamburg	Vermittlung eines Überblicks zum aktuellen Stand der Meeresforschung bezüglich der zu erwartenden Änderungen und Risiken in Zeiten des Klimawandels
22.-23. September 2011 Oldenburg	Workshop der KLIMZUG-AG Wirtschaft	Austausch der Projektverbünde zum Thema Klimaanpassung in der Wirtschaft
23.-24. September 2011 Rostock	5. Workshop der KLIMZUG-AG „Kommunikation, Bildung und Transfer“	Austausch der Projektverbünde zum Thema „Kommunikation mit kommunalen Akteuren“ organisiert durch RADOST
29. September 2011 Kiel	1. Kieler Algenstammtisch	Nachhaltige energetische Nutzung von Algen als Biomasse und Bioenergie
30. September 2011 Kiel	„Quo Vadis – Ostseeküste? Wie kann den Herausforderungen durch den Klimawandel im Küstenraum künftig effektiv begegnet werden?“	„Synthese-Workshop“ des Klimabündnisses Kieler Bucht, Lösungswege für aktuelle und zukünftige Probleme herausarbeiten (Küsten- und Strand-schutz, Treibselentsorgung, Inwertsetzung ufernaher Lebensräume)
30. September 2011 Köln	KLIMZUG-Workshop „Klimaanpassung als Herausforderung für die Regional- und Stadtplanung“	Präsentation des Interessenskonflikts zwischen Natur- und Küstenschutz bei der Gewinnung mariner Sande in MV und Diskussion von Erfahrungen und Erkenntnisse aus der deutschen Anpassungsforschung und -praxis
3.-6. Oktober 2011 Warnemünde	Climate Change Adaptation around the Baltic Sea (BaltCICA)	Anpassung an den Klimawandel in verschiedenen Gebieten im Ostseeraum
11.-13. Oktober 2011 Baltimore, USA	Offshore-Windenergie Konferenz & Ausstellung der Amerikanischen Windenergie-Assoziation (AWEA)	Erörterung von ökologischen Auswirkungen der Windenergie im internationalen Vergleich
2.-3. November 2011 Berlin	KLIMZUG-Statuskonferenz	Austausch der KLIMZUG-Verbünde und anderer Anpassungsprojekte
14.-23. November 2011 Nanjing, P.R. China	2. Reise von URCE im Rahmen eines DAAD-Austauschprojekts mit der Hohai Universität Nanjing	Fachlicher Austausch zum Küstenwasserbau, u. a. Vortrag zu den Forschungsergebnissen in RADOST sowie den Folgen des Klimawandels für den zukünftigen Küstenschutz
15. November 2011 Rostock	2. Szenario-Workshop planBaltic	Entwicklung und Diskussion von Anpassungsszenarien für den Stadt-Umland-Raum Rostock – Teil 2
2. Dezember 2011 Kiel	Naturschutztag Schleswig-Holstein, „Was ist (uns) die Natur wert?“	Kritische ökonomische Betrachtung der natürlichen Ressourcen – u. a. über Tourismus, Klimawandel und der Natur als CO ₂ -Speicher
7. Dezember 2011 Köln	KLIMZUG-Workshop „Klimasichere Energieversorgung“	Austausch der KLIMZUG-Projekte zu den vielfältigen Ansatzpunkten für eine klimasichere Energieversorgung Deutschlands
14. Dezember 2011 Warnemünde	„Zukunft der Ostsee“ am IOW	Vorstellung und Diskussion der Ergebnisse des Projektes AMBER. (Assessment and Modelling Baltic Ecosystem Response)
12. Januar 2012 Berlin	Abschlusskonferenz des BaltSeaPlan-Projektes	Austausch zu Fragen der marinen Raumordnung in der Ostsee, Erörterung von Ansätzen zu ökologischen Untersuchungen
19. Januar 2012 Berlin	UBA-Workshop Ökonomische Aspekte der Anpassung an den Klimawandel	Vorstellung und Diskussion der Regionalwirtschaftlichen Modellierung und Kosten-Nutzen-Analyse in RADOST
24. Januar 2012 Kiel	Abschlussveranstaltung Projekt „Baltic Green Belt“	Darstellung regionaler Aktivitäten im „Baltic Green Belt Projekt“, Erweiterung und Stabilisierung von Netzwerkstrukturen
26. Januar 2012 Kiel	„Küsten der Zukunft“ – Forschung erforschen! Innovationstour der Metropol-, Industrie- und Handelskammern, Exzellenzcluster „Ozean der Zukunft“ und die IHK Kiel an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel	Darstellung aktueller Forschungsergebnisse zur Küstengefährdung, Meeresspiegelanstieg, Küstengeographie und Klimafolgenforschung
16. Februar 2012 Warnemünde	Taxonomischer Workshop am IOW	Expertenaustausch zu aktuell in der Nord- und Ostsee auftretenden Neozoen
20.-23. Februar 2012 Kopenhagen, Dänemark	Expertenworkshop Aquaculture in the Baltic Sea Region	Internationale Netzwerkbildung; Erfahrungsaustausch und Möglichkeiten für Aquakulturen in Küstengewässern



Im Fokusthema Küstenschutz wurden in den ersten beiden Projektjahren nach einer Bestandsdokumentation gegenwärtiger Küstenschutzanlagen erste Analysen zur zukünftigen Wirksamkeit und Leistungsfähigkeit für typische Küstenschutzsysteme an der Ostseeküste vorgenommen. Im aktuellen Berichtszeitraum wurden diese Analysen fortgeführt und erweitert. Es wurde an der Entwicklung von Strategien und Anpassungsoptionen zum zukünftigen Küsten- und Hochwasserschutz gearbeitet und Untersuchungen zu den Schadenspotentialen in den Fokusgebieten begonnen.

Zur Entwicklung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen für den zukünftigen Küstenschutz ist es erforderlich, betroffene und verantwortliche Akteure frühzeitig in die entsprechenden Prozesse mit einzubeziehen. Die zuständigen Küstenschutzbehörden, das Staatliche Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg (StALU MM) sowie der Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN S-H) wurden in die Entwicklung von Anpassungsstrategien und die Festlegung von Untersuchungsschwerpunkten für Anpassungsmaßnahmen in den Fokusgebieten von Beginn an einbezogen.

Die internationale Vernetzung wird derzeit besonders durch eine Kooperation mit Polen gestärkt. Die RADOST-Partnerregion ist an der Entwicklung des zukünftigen Küstentourismus und Küstenschutz interessiert. Austausch dazu fand z. B. beim „International Coastal Symposium“ in Stettin statt.

Workshop „Umweltmessungen“

„Vom Sinn des Messens“ – unter diesem Motto stand der vom StALU MM und der Universität Rostock, Fachbereich Geotechnik und Küstenwasserbau (URCE) durchgeführte Workshop „Umweltmessungen“ am 12. Oktober 2011 in Rostock. Schwerpunktmäßig wurde die vor Warnemünde errichtete Messkette vorgestellt (vgl. „Monitoring der Umweltbedingungen im Küstenvorfeld“, Seite 17).

Bei der Veranstaltung trafen sich gezielt Akteure aus Forschung, Wirtschaft, und Verwaltung, um über die verschiedenen Messprogramme zu diskutieren sowie Möglichkeiten der Zusammenarbeit und des Erfahrungsaustausches mit weiteren Programmen anzuregen. So konnten wertvolle Kenntnisse gebündelt und eine Reihe von Kooperationsmöglichkeiten identifiziert werden.

Ansprechpartner/in:

Dr. Peter Fröhle

Email: peter.froehle@uni-rostock.de

Universität Rostock, Fachgebiet Küstenwasserbau (URCE)

Rieke Müncheberg

Email: Rieke.Muencheberg@stalumm.mv-regierung.de

Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt

Mittleres Mecklenburg (StALU MM)

Strategien und Optionen der Küstenschutzplanung für die deutsche Ostseeküste

Bewertung der Wirksamkeit von Küstenschutzbauwerken unter geänderten hydrodynamischen Bedingungen

Die prinzipielle Wirksamkeit von häufig in den Fokusgebieten vorkommenden Küsten- bzw. Hochwasserschutzbauwerken wie z. B. Dünen, Deiche, Deckwerke und Ufermauern wurde für einen veränderlichen Sturmflutwasserstand untersucht. Ausgehend von einem möglichen Sturmflutwasserstand der derzeit für die Bemessung von Hochwasserschutzbauwerken verwendet wird, wurde der Einfluss eines Meeresspiegelanstiegs von 30, 60 und 90 cm (bei ansonsten gleichen Randbedingungen) auf die Wirksamkeit der Bauwerke analysiert.

Dünen



1.6 > Beispiel für eine Landesküstenschutzdüne der Ortschaft Markgrafenheide (MV)

Dünen werden an vielen Küstenabschnitten der Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns als Hochwasserschutzbauwerke genutzt. Ein Beispiel für ein Küsten- und Hochwasserschutz-

system bestehend aus Holzpfahlbuhnen, Strand sowie einer Vollschuttdüne am Standort Markgrafenheide ist in Abbildung 1.6 dargestellt.

Die Veränderung der Wirksamkeit unter Sturmflutbedingungen wurde für dieses Bauwerk anhand eines Dünenerosionsmodells ermittelt. Mit dem Modell ist es möglich das Dünenprofil nach dem Einwirken von Wasserstand, Seegang und Wind mit dem Ausgangsprofil der Düne vor dem Sturm zu vergleichen.

Bei einem angenommenen Anstieg des Sturmflutwasserstands von 30 cm nimmt die Dünenkronenbreite im Vergleich zur Ausgangssituation um ca. 40 % ab, während hingegen ein Anstieg des Wasserstands von 70 cm zu einem mehr als doppelten Verlust an Dünenkronenbreite führt. Die Sicherheit der Düne gegen folgende Sturmfluten ist damit verringert und ggf. müsste die Düne verstärkt werden.

Deiche



1.7 > Beispiel für einen Landesschutzdeich der Ortschaft Kalifornien (SH)

Deiche (Abbildung 1.7) und Dammkonstruktionen werden in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern häufig für den Hochwasserschutz eingesetzt. Im Vorfeld der Deiche werden zur Verstärkung bzw. zur Stabilisierung des Deichvorlands teilweise zusätzliche Küstenschutzmaßnahmen wie die Errichtung von Buhnen oder Strandaufspülungen genutzt.

Für die Beurteilung der Wirksamkeit von Deichkonstruktionen bei einem veränderten Sturmflutwasserstand wurden die Auflaufhöhen und das mittlere Überlaufvolumen der Wellen am Deich während einer Sturmflut berechnet und bewertet.

Unter dem derzeit zur Bemessung verwendeten Sturmflutwasserstand und Seegang können die Deichbauwerke als sicher angesehen werden. Bis zu einem Anstieg des Meeres-

spiegels (Sturmflutwasserstands) bis zu 30 cm sind Schäden infolge der überlaufenden Wellen zwar zu erwarten, ein vollständiges Versagen tritt aber nicht auf.

Ein weiterer Anstieg des Wasserstands über diesen Grenzwert hinaus führt zu einer stark absinkenden Wirksamkeit für die betrachteten Deichkonstruktionen bzw. einer Zunahme des Gefährdungspotentials.

Deckwerke

Deckwerke werden dazu verwendet den Wellenauflauf und die Belastung einer Konstruktion durch brechende Wellen zu reduzieren. Sie können in Kombination mit weiteren Bauwerken des Küsten- und Hochwasserschutzes eingesetzt werden, wie z. B. Ufermauern (siehe Abbildung 1.8), sowie auch mit Deichen oder Dünen.



1.8 > Beispiel für ein Deckwerk der Ortschaft Heiligendamm (MV)

Für die Beurteilung der Stabilität von Deckwerken bei einem Anstieg des Meeresspiegels wurde das erforderliche Steingewicht nach den derzeitigen Bemessungsansätzen berechnet. Zusätzlich wurde die Veränderung des Zerstörungsgrads der Deckwerkskonstruktion untersucht. Bei einem moderaten Anstieg des Meeresspiegels von 30 cm ist demnach von einer leichten Zerstörung der Deckschicht auszugehen. Um diese Zerstörung sehr gering zu halten, müsste das Steingewicht der Deckschicht um ca. 40 % erhöht werden. Eine mäßige bis starke Zerstörung ist für einen Anstieg des Wasserstands von mehr als 50 cm zu erwarten. Um die Wirksamkeit der Konstruktion weiter gewährleisten zu können, ist ein doppelt so hohes Steingewicht im Vergleich zur aktuellen Situation erforderlich.

Ufermauern

Ufermauern (Abbildung 1.9) sind in Einzelabschnitten ebenfalls unverzichtbare Bestandteile des Hochwasserschutzes an

der deutschen Ostseeküste. Der Einfluss des Meeresspiegelanstiegs auf die Wirksamkeit von Hochwasserschutzbauwerken wurde daher auch am Beispiel einer Ufermauer untersucht.



1.9 > Beispiel für eine kombinierte Ufermauer vor dem Hotel Bellevue, Scharbeutz (SH)

Ufermauern werden bevorzugt zum Hochwasserschutz bei beengten Platzverhältnissen und/oder hohen Seegangbelastungen eingesetzt. Die massive Konstruktionsweise hat den Vorteil, dass höhere Überlaufmengen durch Wellen zugelassen werden können. Ein Nachteil liegt in der verstärkten Erosion der Küste im Lee-Bereich des Bauwerks.

Für die vereinfachte Beurteilung der Wirksamkeit der Konstruktion wurde wie auch bereits bei den Deichen das mittlere Überlaufvolumen der Wellen während einer Sturmflut an einer senkrechten Ufermauer berechnet.

Während ein Anstieg des Wasserstands bis zu 30 cm noch keine Gefährdung für Menschen bzw. die Konstruktion darstellt nimmt die Wirksamkeit der Konstruktion bereits ab einem Anstieg von 50 cm stark ab bzw. das Gefährdungspotential zu.

Leistungsfähigkeit vorhandener Küstenschutzanlagen und Konzepte

Aufbauend auf den durchgeführten Untersuchungen zur prinzipiellen Wirksamkeit von Küstenschutzanlagen bei einem derzeit für die Bemessung verwendeten Sturmflutwasserstand sowie einem um 30, 60 und 90 cm erhöhten Sturmflutwasserstand, wurde festgestellt, dass die betrachteten Küstenschutzbauwerke für die aktuellen Bemessungsereignisse (Bemessungswasserstand und Bemessungsseegang) ausgelegt und dementsprechend wirksam sowie sicher sind.

Bei einem moderaten Anstieg des Wasserstands von bis zu etwa 30 cm ist die Leistungsfähigkeit der untersuchten Konstruktionen in der Regel noch nicht signifikant beeinträchtigt. Ein stärkerer Anstieg des Wasserstands von beispielsweise 60 cm hat bereits weitreichende Konsequenzen für die Konstruktionen, wie z. B. stark zunehmende Überlaufmengen bei Deichen

bzw. Ufermauern. In diesem Fall sinkt die Leistungsfähigkeit der Küstenschutzanlagen deutlich und es kommt, ohne geeignete Maßnahmen zur Verstärkung der Konstruktionen, zu einer Zunahme von Schäden z. B. an der Binnenböschung von Deichen oder an Deckwerksschichten.

Die Leistungsfähigkeit von Küstenschutzanlagen muss für einen hohen Anstieg des mittleren Wasserspiegels von beispielsweise 90 cm in Frage gestellt werden. Maßnahmen zur Verstärkung der Konstruktion oder generell andere Ausführungen der Konstruktionen sind in diesem Fall erforderlich.

Überarbeitung der Strategien für den zukünftigen Küsten- und Hochwasserschutz

Der Anstieg des Meeresspiegels als eine der Folgen des Klimawandels kann, wie bereits in den vorherigen Abschnitten gezeigt, weitreichende Konsequenzen haben und zu einer deutlich eingeschränkten Funktion der Küsten- und Hochwasserschutzanlagen und Maßnahmen führen. Um den Küsten- und Hochwasserschutz auch für die Zukunft gewährleisten zu können, ist es erforderlich Anpassungsstrategien für die eingesetzten Bauwerke zu entwickeln.

Für Anpassungsmaßnahmen der Küsten- und Hochwasserschutzbauwerke sind folgende Strategien denkbar:

- Do nothing (Zulassen der natürlichen Küstenveränderung)
- Linie seewärts vorverlegen (seeseitige Anpassung der Küstenschutzanlagen)
- Linie halten (Aufrechterhalten der derzeitigen Küstenschutzstrategie)
- beschränktes Eingreifen (lokal erhöhte Aufwendungen für Küstenschutzanlagen)
- Linie landwärts zurückverlegen (ggf. Rückzug aus gefährdeten Gebieten)

Den hier vorgestellten Strategien ist gemeinsam, dass es keine universale Strategie zur Anpassung der Küstenschutzanlagen an die Folgen des Klimawandels gibt, denn jede Anpassungsmaßnahme besitzt eine Reihe von Vor- und Nachteilen und sollte für jeden Küstenabschnitt gesondert betrachtet werden.

Die Anpassungsmaßnahmen müssen dabei in erster Linie den Anforderungen des Hochwasser-/Sturmflutschutzes gerecht werden, aber auch die zukünftige Nutzung der Strände sowie mögliche Konfliktpotentiale bei der Erhöhung oder Rückverlagerung der Küstenschutzanlagen sind zu berücksichtigen.

Beispiele von Anpassungsmaßnahmen für den Sturmflutschutz mit einer Vollschutzdüne an sandigen Küsten sind in Abbildung 1.10 dargestellt. Das System ist für den derzeit gültigen Bemessungshochwasserstand (BHW) sowie Bemess-

sungsseegang ausgelegt und dementsprechend sicher.

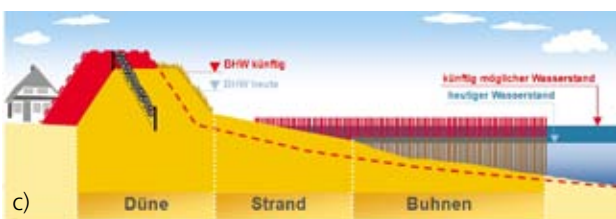
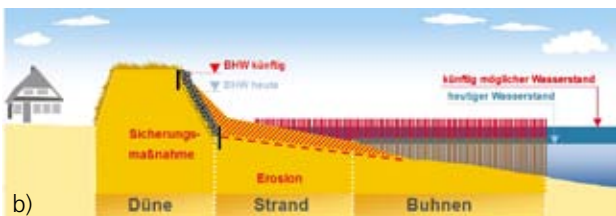
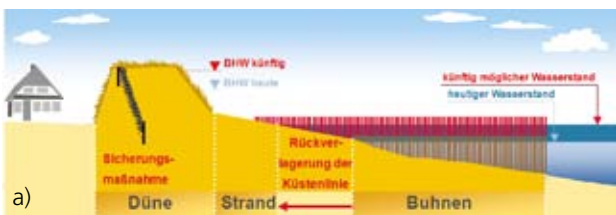
Steigt der mittlere Meeresspiegel, nehmen ebenfalls der Bemessungshochwasserstand sowie der Bemessungsseegang zu und die Küsten- und Hochwasserschutzmaßnahme ist ohne geeignete Anpassungsmaßnahmen (Strategie „Do nothing“) nur noch eingeschränkt funktionsfähig.

Zur Verhinderung dieser Entwicklung, käme die Erhöhung des Querschnitts um das Maß des Meeresspiegelanstiegs (Strategie „Linie seawärts vorverlegen“, vgl. Abbildung 1.10a), der Einbau zusätzlicher stabilitätsfördernder Bauwerke (Strategie „Linie halten“ oder „beschränktes Eingreifen“, vgl. Abbildung 1.10b bzw. Abbildung 1.10c) oder die Rückverlagerung der Hochwasserschutzanlage (Strategie „Linie landwärts zurückverlegen“, vgl. Abbildung 1.10d) ggf. in Kombination mit weiteren Sicherungsmaßnahmen in Frage.

Untersuchung von Schadenspotentialen in den Fokusgebieten

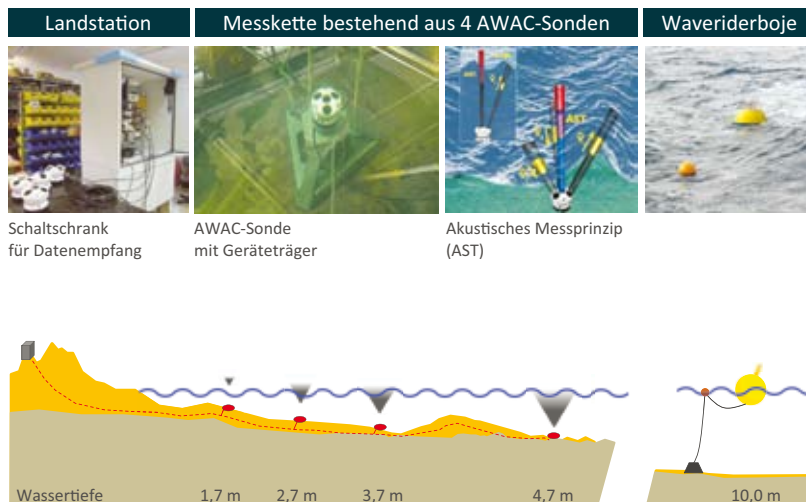
Für die Untersuchung von Schadenspotentialen und Risiken, die bei Eintritt von sehr schweren Sturmfluten zu erwarten sind, wurde eine Methodik zur Schadenspotentialanalyse für Mecklenburg-Vorpommern entwickelt. Die Herangehensweise wurde bereits im letzten Jahresbericht ausführlich beschrieben.

Im Laufe des vergangenen Jahres wurden umfangreiche Grundlagendaten beschafft anhand derer die Schadenspotentiale für verschiedene Schadenskategorien zunächst für das Teilgebiet Fischland (Saaler Bodden) im RADOST-Fokusgebiet Fischland/ Darß/ Zingst bestimmt wurden. Ziel ist es den Nutzen neuer und bestehender Hochwasserschutzmaßnahmen in dem Gebiet zu bewerten und den direkten ökonomischen Kosten nach Eintritt einer sehr schweren Sturmflut gegenüberzustellen (Nutzen-Kosten-Rechnung). Die entwickelte Methodik zur Berechnung der Schadenspotentiale soll dann auf andere sturmflutgefährdete Gebiete von MV übertragbar sein und der Überprüfung und ggf. Überarbeitung der Küstenschutzstrategie von MV dienen.



1.10 > Anpassungsstrategien a) „Linie seawärts vorverlegen“, b) „Linie halten“, c) „beschränktes Eingreifen“, d) „Linie landwärts zurückverlegen“ am Beispiel des Sturmflutschutzes mit einer Vollschutzdüne an sandigen Küsten

Monitoring der Umweltbedingungen im Küstenvorfeld



1.11 > Monitoring im Küstenvorfeld

Um zusätzliche Erkenntnisse zu Seegang, Strömungen und Wasserständen an sandigen Küsten zu gewinnen, wurde im Rahmen von RADOST eine Messkette im Küstenvorfeld vor Warnemünde errichtet und im Juni 2011 in Betrieb genommen. Erstmals wird durch diese langfristigen Messungen ein Datensatz im Küstenvorfeld bis hin zur Brandungszone für die deutsche Ostseeküste erzeugt. Im Wesentlichen werden dabei die Strömungsverhältnisse und der Richtungsseegang in verschiedenen Wassertiefen in hoher zeitlicher Auflösung gemessen. Die gewonnenen Daten dienen der Betrachtung von Bauwerksbelastungen an Küstenschutzanlagen. Ergänzend dazu wird in regelmäßigen Abständen die Unterwassertopographie aufgenommen, die unter anderem durch die oben genannten antreibenden Prozesse verändert wird.

Am Übergang vom Tiefwasser in das flachere Wasser einlaufender Seegang wird mit einer Richtungswellenmessboje (Directional Waverider DWR-G7) der Firma Datawell erfasst



1.12a > Waverider-Boje

(Abbildung 1.12a). Die Boje verwendet ein GPS-basiertes Messprinzip und wird im Rahmen dieses Monitoring an der 10-Meter-Wasserlinie eingesetzt.

In der sich anschließenden Brandungszone sind vier AWAC-AST-Sonden der Firma Nortek (Abbildung 1.12b) stufenweise in Wassertiefen von 2 bis 5 Metern installiert. Die Geräte arbeiten mit akustischen Messprinzipien. Sie erfassen die vertikale Verteilung der Strömungsschichtung in Kombination mit dem örtlichen Seegang und ermitteln in hoher zeitlicher Auflösung Wasserstand, Seegangs- und Strömungsparameter.

Die Dokumentation der Messkette unter natürlichen (hydrodynamischen, sedimentologischen und biologischen) Bedingungen erfolgt durch Forschungstaucher der Universität Rostock.

Aktuelle Daten der Seegangsmessungen sind jeweils für einen Zeitraum von zwei Tagen auf der RADOST-Website⁵ verfügbar. Die Website enthält weitergehende Informationen zu den gemessenen Parametern sowie eine grafische Darstellung der gemessenen signifikanten Wellenhöhen.

Die Daten des RADOST-Monitorings vor Warnemünde sind neben den RADOST-Projektpartnern für weitere Institutionen von Interesse. Beispielhaft seien hierfür das Geoinformationswesen des Marineamtes in Rostock (Weiterentwicklung von Modellen zur Strömungs- und Seegangsvorhersage zur operativen Beratung der Flotte) als auch das Wasser- und Schifffahrtsamt (Untersuchungen zur Problematik der Versandung des Rostocker Seekanals) genannt.



1.12b > AWAC-Sonde

5) www.klimzug-radost.de/fakten/daten/messergebnisse

Anwendungsprojekt: Unterhaltung von Schifffahrtswegen und Küstenschutz: Erarbeitung von Handlungsanweisungen

Ziel des Anwendungsprojektes ist die Entwicklung von Anpassungsstrategien für die nachhaltige Nutzung mariner Ressourcen für einen zukünftigen Küstenschutz. Der fachliche Austausch in RADOST bildet dabei eine wichtige Grundlage, dieses Thema integrativ zu kommunizieren.

Die Bedeutung dieses wichtigen Anpassungsthemas wurde im Workshop „Ostsee und Ostseeküste im Spannungsfeld des Klimawandels und der Klimaanpassung“ im Juni 2011 in Neu Brodersdorf erkannt und fachübergreifend auf behördlicher Ebene diskutiert. Hierbei wurde herausgearbeitet, dass ein künftig höherer Sandbedarf für den Küstenschutz als Anpassungsthema in den politischen Diskurs gebracht werden muss.

Mit der Fragestellung „Klimaanpassung an den Küsten: Möglichkeiten und Grenzen der Planung“ im September 2011 im Rahmen des KLIMZUG-Workshops „Klimaanpassung als Herausforderung für die Regional- und Stadtplanung“ am Institut der deutschen Wirtschaft (IW) in Köln wurde die Möglichkeit genutzt, dieses Thema zu platzieren. Der Interessenskonflikt zwischen Natur- und Küstenschutz bei der Gewinnung mariner Sande in Mecklenburg-Vorpommern wurde präsentiert und Erfahrungen und Erkenntnisse aus der deutschen Anpassungsforschung und -praxis diskutiert. Eine darauf aufbauende Publikation⁶ des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln stellt das Thema ausführlich dar:

Die im Zuge des globalen Klimawandels lokal in Gang gesetzten Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen werden unweigerlich zu einer Nutzungsintensivierung in der Ostsee führen. Der Bedarf an marinen Kiesen und Sanden für einen effektiven Küstenschutz steht derzeit im Konflikt zu den Belangen des Naturschutzes, und die gegenwärtige Diskussion zwischen den Beteiligten verläuft weitestgehend unmoderiert.

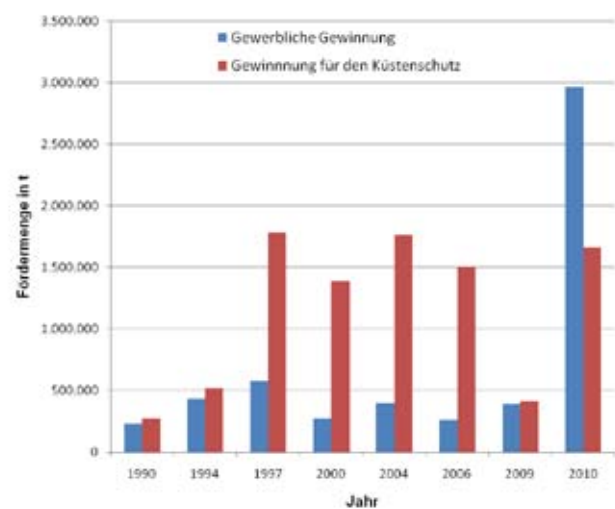
Die nachhaltige Nutzung von marinen Ressourcen führt zunehmend zu einer Umgestaltung des natürlichen Raums in einen Kulturräum. Doch anders als auf dem Festland, fehlt

Ansprechpartnerin:

Rieke Müncheberg

Email: Rieke.Muencheberg@stalumm.mv-regierung.de

Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt
Mittleres Mecklenburg (StALU MM)



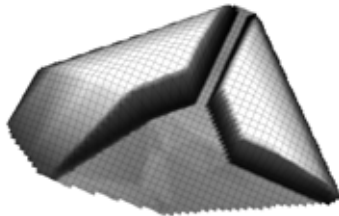
1.13 > Gewinnung von Kiesen und Sanden in der Ostsee (Quelle: Bergamt Stralsund / StALU MM)

derzeit im marinen Bereich eine anwendbare Raumordnung. Es fehlen dazu zunächst die Kommunikationsstrukturen zwischen Administrationsebenen (EU, Bund, Land, Kommune) und ein juristisches Regelwerk, um Rechtsansprüche zwischen Interessengruppen auszugleichen. RADOST bildet den Rahmen für erste Schritte auf dem Weg zu einer integrierten marinen Raumordnung. Durch Förderung des politischen Diskurses unter Einbeziehung von Wissenschaft, Ethik und den Erfahrungen aus der Gestaltung des nachhaltigen Ressourcenmanagements aus dem terrestrischen Bereich können Anreize geschaffen werden, den „Kulturräum Meer“ unter ökologischen, ökonomischen und soziokulturellen Gesichtspunkten nachhaltig zu gestalten.

Im vergangenen Jahr wurde somit ein Diskurs in Gang gebracht, der auf vielen Ebenen weiter verfolgt werden muss.

Anwendungsprojekt: Innovative Verfahren zur Klimaanpassung im Küstenschutz – Fokusgebiet Kieler Bucht

Der Klimawandel an der deutschen Ostseeküste wird nicht nur direkte Auswirkungen auf die Stranddynamik haben, sondern auch Bereiche wie den Tourismus und die Entwicklung von Ökosystemen beeinflussen. Umso wichtiger ist es, unterschiedliche Flächennutzungsziele zukünftig miteinander zu kombinieren. Zu diesem Zweck untersucht das RADOST-Anwendungsprojekt „Innovative Verfahren zur Klimaanpassung im Küstenschutz – Fokusgebiet Kieler Bucht“, wie natürliche Mechanismen der Uferstabilisierung durch künstliche, der Küste vorgelagerte Unterwasserriffe nachgeahmt werden können. Diese bewirken nicht nur eine Wellenbrechung und Abschwächung der Wellenenergie; sie bieten gleichzeitig Möglichkeiten zum Schutz oder der Wiederherstellung von Stränden und marinen Lebensräumen, zur Schaffung von Fischgründen oder sogar zur Erzeugung von Surfwellen, die touristisch genutzt werden können. Im Berichtszeitraum wurden zwei Machbarkeitsstudien für solche multifunktionalen Bauwerke fertig-gestellt.



1.14 > Baukörper für die Modellvariante „Surfen“

Als Grundlage für eine integrierte Planung untersuchte eine Masterarbeit in RADOST zehn unterschiedliche Alternativen für Unterwasser-Küstenschutzbauwerke an der Küste der Probstei. Die untersuchten Optionen umfassen Surf-Riffe, küstenparallele Wellenbrecher und Wellenbrecher aus Reef Balls. Mit Hilfe unterschiedlicher numerischer Modelle wurden hydrodynamische Prozesse untersucht, die Effizienz der Riffstruktur in Bezug auf Wellenabschwächung und Surfbedingungen bewertet sowie die durch die Wellenbrecher beeinflussten Sedimenttransporte ermittelt.

Auf Grundlage der Modellierungsergebnisse wurden für die einzelnen Orte unterschiedliche Alternativen vorgeschlagen, die deutlich machen, dass jeweils ortsspezifische Lösungen für den Umgang mit dem Klimawandel gefunden werden müssen. Die Machbarkeitsstudie liegt als RADOST-Bericht Nr. 5 vor. Aufbauend auf den Ergebnissen wurde eine weitere Machbar-

Ansprechpartner:

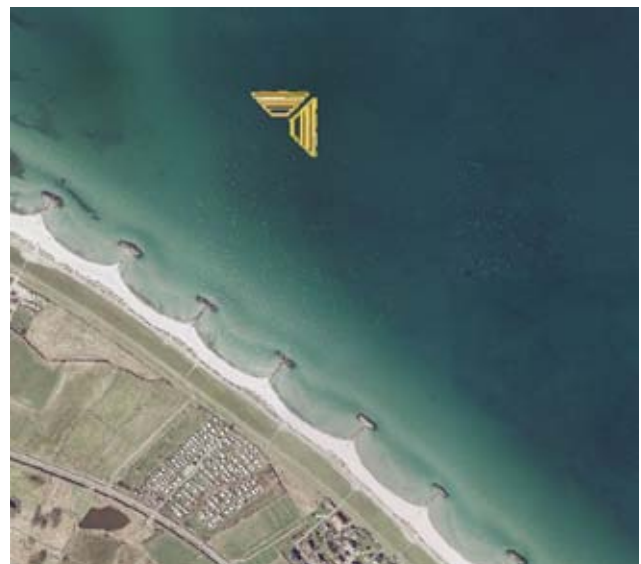
Dr. Kai Ahrendt

Email: ahrendt@iczm.de

Büro für Umwelt und Küste, Kiel

keitsstudie durchgeführt, die eine Bewertung ausgewählter Optionen in Bezug auf morphodynamisch-sedimentologische Auswirkungen vornimmt. Diese Studie bildete gleichzeitig einen Beitrag zu dem Projekt „ZukunftsManagement Strand“ des Klimabündnisses Kieler Bucht, das im Rahmen des vom schleswig-holsteinischen Innenministerium ausgelobten Wettbewerbs „Lust op dat Meer“ gefördert wurde (vgl. Anwendungsprojekt „Klimabündnis Kieler Bucht“, Seite 24). Die Ergebnisse wurden als RADOST Bericht Nr. 6 veröffentlicht.

Aus der ersten Studie wurden eine Variante aus Geotextilien sowie drei Varianten unter Verwendung von Reef Balls übernommen. Zusätzlich untersucht wurde eine Kombination aus beiden. Es zeigt sich, dass es nur bedingt möglich ist, die angestrebten Nutzeffekte in einer Planung zu vereinen. Nur die neu in die Untersuchung aufgenommene Option – eine Kombination von Geotextilien und Reef Balls vor der Küste von Kalifornien/Schleswig-Holstein – erwies sich aufgrund der Modellsimulationen als hinreichend wirksam für den Küstenschutz und schafft gleichzeitig einen neuen marinen Lebensraum, der auch als Tauchrevier genutzt werden kann. Die übrigen Alternativen bieten zwar günstige Bedingungen für den Tauchtourismus, jedoch einen zu schwachen Nutzen für den Küstenschutz, als dass die Kosten der Anlage gerechtfertigt wären.



1.15 > Luftbild mit der Variante „Surfen“



G.O. 026

G.O. 071

G.O. 098

G.O. 070

G.O. 149

G.O. 048

G.O. 163

G.O. 167

G.O. 106

G.O. 093

Fokusthema 2: Tourismus und Strandmanagement

Ansprechpartnerin:

Inga Haller
Email: haller@eucc-d.de

Die Küsten Union Deutschland (Eucc-D), Warnemünde

Strategische Ausrichtungen zur Anpassung an den Klimawandel sind im Küstentourismus der deutschen Ostseeküste bislang nur punktuell verbreitet. RADOST bietet hier seine Unterstützung an und arbeitet gemeinsam mit Praxisakteuren daran, geeignete Ansatzpunkte für Klimaanpassung zu identifizieren und diese in Anwendungsprojekten beispielhaft zu entwickeln und umzusetzen. Austausch und Dialog in vorhandenen und thematisch erweiterten Netzwerken sind hierzu eine wichtige Voraussetzung.

Im bisherigen Projektverlauf wurden Einzel- und Verbandsakteure aus verschiedenen Regionen identifiziert, angesprochen und in die Netzwerkaktivitäten des Projektes eingebunden. Die Analyse regionaler Klimafolgen und ihre Vermittlung an Praxisakteure verlaufen kontinuierlich. Relevante gewässerbezogene und küstendynamische Projektergebnisse aus den Bereichen Küstenschutz, Strand- und Gewässermanagement werden dabei auf den Tourismus angewendet, an die Akteure weitergegeben und mit ihnen diskutiert.

So fand 2011 im Rahmen der 1. Regionalkonferenz „Klimaanpassung Küstenregion“ in Hamburg in Kooperation mit anderen RADOST-Fokusthemen und -Modulen ein Szenario-Workshop für regionale Tourismus-, Küsten- und Naturschutzakteure statt. Der Workshop diente dazu, mit den Akteuren die eigene Position und Betroffenheit zum Thema zu reflektieren sowie erste Handlungsempfehlungen zur Anpassung des Sektors Küstentourismus zu formulieren. In verschiedenen Vorträgen wurden thematisch relevante Ergebnisse aus dem Projekt aufbereitet, in unterschiedlichen Zukunftsszenarien zusammengestellt und gemeinsam diskutiert. Im Rahmen der RADOST-Tour 2012 (siehe Seite 8) werden weitere Veranstaltungen in enger Kooperation und Abstimmung mit regionalen Akteuren stattfinden.

Neben der Kommunikation der Inhalte und Ergebnisse an Tourismusakteure umfassen die Projektaktivitäten auch die Schulung und den Wissenstransfer weiterer Multiplikatoren. Zur Ansprache der regionalen Öffentlichkeit wurden im Berichtszeitraum unter anderen die Veranstaltung „BioErleben“



1.16 > „Bioerleben“, August 2011



1.17 > Hafenfest Strande, August 2011

in Warnemünde am 28. August 2011 mit mehr als 25.000 Besuchern (Abbildung 1.16), sowie das traditionelle Hafenfest in Strande bei Kiel am 5.-7. August 2011 besucht (Abbildung 1.17). Im Bildungsbereich besteht eine enge Verknüpfung zu dem Projekt „Meer im Fokus“ im Rahmen der UN-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung“, bei dem wissenschaftliche Erkenntnisse und Netzwerke an Schüler weitergegeben werden. Diese Zielgruppe lud EUCC-D am 6. September 2011 gemeinsam mit der Arbeitsgemeinschaft Rahmenplan Kieler Förde unter dem Motto „Klima und Küste“ zu einem Workshop ins IFM-GEOMAR, Kiel⁷ ein. Über 100 Schüler und Lehrkräfte aus Kiel und den umliegenden Gemeinden nahmen daran teil.



1.18 > Jugendworkshop „Klima und Küste“

Ergebnisse der Wahrnehmungsuntersuchungen

Im vorliegenden Projektjahr galt ein besonderes Augenmerk der Auswertung der Frage, wie die regionale Relevanz des Klimawandels von Tourist*innen wie auch von Gästen der Region wahrgenommen wird und letztere möglicherweise in der Wahl ihres Urlaubsortes beeinflusst.

Zielgruppe Strand- und Badetouristen

Die im Sommer 2010 durchgeführte und 2011 ausgewertete Befragung von Strand- und Badetouristen zu ihrer Wahrnehmung von Klimafolgen im Küstenraum richtete sich an eine für den regionalen Tourismussektor wichtige Nachfragegruppe. Übergeordnetes Ziel der Untersuchung waren Erkenntnisse, inwiefern sich Wahrnehmungsuntersuchungen als Ansatzpunkte für die Entwicklung regionaler und kommunaler Klimaanpassungsstrategien eignen.



1.19 > Untersuchungsgebiet Nienhagen

Die Auswertung der Befragung zeigte deutlich, dass klimatische Zustände und Veränderungen im Küstenbereich, wie Temperatur und Niederschlag, von Besuchern sehr selektiv und vor allem subjektiv wahrgenommen werden. Auch bei dem Blick auf andere Strandparameter wie Seegras-/Algenanwurf oder Quallen sowie auf Aktivitäten und Maßnahmen, die dem Küstenschutz dienen, zeigte sich eine deutliche Beeinflussung durch persönliche Sensibilität und Aufmerksamkeit sowie durch den Informationsgrad der Besucher. Bei der Frage, ob die vor Ort gefühlt wahrgenommenen Erscheinungen und Veränderungen auf den Wandel des globalen Klimas zurückzuführen sind, herrschte bei den meisten Besuchern eine relativ große Unsicherheit. Viele Besucher fühlten sich nicht ausreichend informiert, um dies zu beurteilen, oder zeigten eine generalisierende und durch Medienberichterstattung polarisierte Einschätzung. Auch bei der Frage, ob sich aus der beschriebenen Wahrnehmung eine persönliche Störung oder eine zukünftige persönliche Verhaltensänderung ergibt, zeigt sich eine hohe Subjektivität, die allgemeine Aussagen und Schlussfolgerungen erschwert.

Fokusthema 2: Tourismus und Strandmanagement

Um mögliche zukünftige Veränderungen des Urlaubsziels durch den Klimawandel für Touristen besser vorstellbar zu machen und zu einer Einschätzung möglicher Verhaltensänderungen auf Nachfrageseite zu kommen, könnte die Formulierung anschaulicher visueller Zukunftsszenarien einen Ansatz bieten, der im Rahmen der Projektarbeiten weiter verfolgt werden wird.

Die Befragung hat gezeigt, dass diese erste Untersuchung von Wahrnehmung, Störungsempfinden und möglichen Verhaltenskonsequenzen von Touristen im Kontext des Klimawandels nur eingeschränkt Aussagen für die Entwicklung von Anpassungsstrategien zulässt und vor allem durch die Komplexität des Wahrnehmungsvorgangs erschwert wird. Die Einschätzung der Bedrohung der besuchten Region durch regionale Klimawandelfolgen wird in hohem Maße durch das Vorhandensein von Wissen zu diesem Thema beeinflusst. Information und Aufklärung über regionale Klimawandeleinflüsse können daher ein wichtiger Ansatzpunkt für die Einschätzung der Relevanz von wahrnehmbaren Veränderungen wie auch für die Akzeptanz von sich ergebenden notwendigen Anpassungsmaßnahmen sein, beispielsweise auf der Ebene kommunalen Strandmanagements.

Detaillierte Ergebnisse der Wahrnehmungsuntersuchung wurden in der Online-Schriftenreihe *Coastline WEB* der Küsten Union veröffentlicht und sind als Download auf der RADOST-Website sowie auch bei der EUCC-D verfügbar.



Zielgruppe Regionale Tourismusbranche

Um die Wahrnehmung auf der Nachfrageseite durch die Wahrnehmung auf der Anbieterseite zu ergänzen, wurden im Rahmen einer weiteren Untersuchung Interviews mit Experten der regionalen Tourismusbranche durchgeführt, in denen ergründet wurde, inwieweit touristische Entscheidungsträger an der deutschen Ostseeküste klimawandelbedingte



Veränderungen in ihre strategischen Überlegungen einbinden und entsprechende Anpassungsstrategien in ihren Planungen berücksichtigen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Einschätzung zukünftiger Anpassungserfordernisse durch den Klimawandel insbesondere durch die Tatsache erschwert wird, dass die strategischen touristischen Planungshorizonte in der Regel wesentlich kürzer sind als die notwendigen Planungshorizonte für Klimaanpassung. Obwohl der Klimawandel von den befragten Experten als potentielle Herausforderung für den Küstentourismus eingeschätzt wird, sind vorausschauende Ansätze, die regionalen Klimafolgen Beachtung schenken, nur in Ansätzen in der Branche vorhanden. Selbst in unmittelbar betroffenen Bereichen wie dem küstentouristischen Strandmanagement wird meist kurzfristig und reaktiv gehandelt. Die Aneignung klimarelevanten Wissens wird oft nicht im eigenen, touristischen Kompetenzbereich verortet, sondern – auch mit Verweis auf zeitliche und personelle Ressourcen – anderen Fachinstitutionen zugeschrieben. Eine Bereitschaft zur Netzwerkarbeit ist generell vorhanden, wohingegen die Kommunikation von Klimafolgen und Klimaanpassung nach außen hin oft kritisch gesehen und insbesondere gegenüber dem Gast als problematisch und möglicherweise gar imageschädigend bewertet wird.

Die Analyse schließt mit möglichen Handlungsempfehlungen für die Tourismusbranche an der deutschen Ostseeküste im Hinblick auf regionale Klimaanpassung und wurde ebenfalls öffentlich zugänglich in der Online-Schriftenreihe *Coastline WEB* publiziert.

Anwendungsprojekt: Klimabündnis Kieler Bucht

Das Klimabündnis Kieler Bucht (KBKB) wurde im März 2010 auf Beschluss der beteiligten Gemeinden als lokales Klimanetzwerk im Tourismusbereich gegründet. Es umfasst einen Raum von Eckernförde im Nordwesten bis Hohwacht im Südosten. Als Anwendungsprojekt im Rahmen von RADOST initiiert, wurde das KBKB in der Anfangsphase in begrenztem Umfang aus Projektmitteln gefördert. Nach erfolgreichen zwei Jahren mit vielfältigen Aktivitäten gilt es nun den Fortbestand des KBKB zu sichern.

Der Klimawandel wird die am Klimabündnis beteiligten Gemeinden vor große Probleme stellen, was den Schutz einzelner Küstenabschnitte vor Überflutung, die Stabilität der Sandstrände sowie die Belastung der Strände mit Treibsel angeht. Schutz vor Hochwasser und die Erhaltung attraktiver Strände stellen aber wesentliche Voraussetzungen für den Tourismus entlang der Ostseeküste dar, der ein wichtiges Standbein für die schleswig-holsteinische Wirtschaft bildet.



Mit diesen Herausforderungen befassten sich eine Reihe von Veranstaltungen, die vom KBKB mit Fördermitteln aus RADOST sowie ergänzend aus dem schleswig-holsteinischen Projekt zum Integrierten Küstenzonenmanagement „Lust op dat Meer“ durchgeführt wurden:

Zu den Aktivitäten, die das KBKB durchführte, zählten die folgenden Veranstaltungen:

- Workshop „Wie kann nachhaltiger Küstenschutz für die Ostseeküste Schleswig-Holsteins erreicht werden?“ am 10. Mai 2011 in Kiel⁸;
- Workshop „Ostsee-Treibsel – Nutzung, Entsorgung, Verwertung“ am 24. Mai 2011 in Eckernförde⁹;
- Syntheseworkshop „Quo Vadis Ostseeküste – Wie kann den Herausforderungen durch den Klimawandel im Küstenraum künftig effektiv begegnet werden?“ am 30. September 2011 in Kiel¹⁰;

Ebenso beteiligte sich das KBKB an der Abschlussveranstaltung „Lust op dat Meer“ am 11. November 2011 in Kiel. Die aufgeworfenen Fragestellungen zu Strandmanagement und Küstenschutz trafen auf ein reges Interesse weit über den Einzugsbereich des KBKB hinaus – von der Lübecker Bucht bis zur

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Horst Sterr

Email: sterr@geographie.uni-kiel.de

Geographisches Institut
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU)

Flensburger Förde. Bürgermeister, Touristiker, Umweltbeauftragte, Behördenvertreter, Unternehmer und Wissenschaftler diskutierten gemeinsam die Problemlagen und mögliche Lösungsansätze. Zu den Schwerpunkten der Diskussion zählten Finanzierungsfragen und die Aufteilung von Verantwortlichkeiten zwischen Gemeinden und Landesregierung ebenso wie die Frage, welchen Beitrag Informationsangebote und Umweltbildungskampagnen zu einer nachhaltigen Nutzung des Küstenraums und zur Stärkung des naturnahen Küstentourismus leisten können.

Im Kontext des KBKB wurden des Weiteren eine Reihe von studentischen Projekten und Abschlussarbeiten (vgl. Modul 5, Seite 94) durchgeführt. Dazu zählen eine Befragung von Vertretern aus den Ostseegemeinden zu ihrem Umgang mit der Treibselproblematik, eine Untersuchung des Schadenspotenzials aufgrund von Stürmen und Hochwasserereignissen am Beispiel der Gemeinde Strande, ein Planspiel zur Einführung eines Bäderbusses sowie Untersuchungen zu CO₂-Emissionen von Haushalten. Darüber hinaus fand im Herbst 2011 eine Befragung unter Gemeindevertretern im KBKB statt, deren Ergebnisse als RADOST-Bericht Nr. 12 veröffentlicht wurden.

Am Ende des RADOST-finanzierten Dialogprozesses wurde von den beteiligten Gemeinden die „Kieler Erklärung“ verabschiedet (siehe Kasten).

In einer vorläufigen Bilanz kann festgestellt werden, dass das KBKB dazu beigetragen hat, dass die Problematik des Klimawandels in den beteiligten Gemeinden und darüber hinaus stärker ins Bewusstsein gerückt wurde. Damit wurde die Grundlage geschaffen, um eine langfristige Auseinandersetzung mit der Thematik in der Region zu verankern. Es wurde ein Dialogprozess unter Einbindung aller relevanten Akteure (wie Kommunen, Landesebene und Wirtschaft) initiiert. Sowohl für Entscheidungsträger als auch für eine breitere Öffentlichkeit

Fokusthema 2: Tourismus und Strandmanagement

Anwendungsprojekt: Infopavillon Schönberger Strand

wurden allgemein verständliche Informationsangebote geschaffen.

Seit dem Auslaufen der Finanzierung durch RADOST bemüht sich der Initiator des KBKB, Professor Horst Sterr, um eine weiterreichende Förderung durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie.

Kieler Erklärung vom 30.09.2011 (Endfassung vom 4.11.2011)

Die Gemeinden & kommunalen Entscheidungsträger an der Kieler Bucht (bzw. an der gesamten Ostseeküste Schleswig-Holsteins) stimmen in ihrer Einschätzung zu den Folgen des Klimawandels und deren Bewältigung in nachstehenden Punkten überein:

1. Die Küstengemeinden im Bereich der Kieler Bucht gehen davon aus, dass sich der Klimawandel in den kommenden Jahren und Jahrzehnten intensivieren wird.
2. Die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels, wie etwa wachsende Überflutungsgefährdung, Verschiebungen im System von Küstenabtrag und -zuwachs sowie lokal verstärkter Treibselanfall, machen die wissenschaftliche Erarbeitung einer gemeindeübergreifenden Entwicklungsprognose als Grundlage für ein nachhaltiges Küstenmanagement und integrierte Küstennutzungsstrategien erforderlich.
3. Nahezu allen Gemeinden mangelt es kurz- wie langfristig an finanziellen und technischen Ressourcen, um die genannten Auswirkungen bewältigen zu können; darüber hinaus erschweren häufig z.T. enge rechtliche Bestimmungen pragmatische Lösungen.
4. Die Anpassung an den Klimawandel bzw. die Bewältigung der damit verbundenen Herausforderungen im Küstenraum kann nicht allein auf Gemeindeebene erreicht werden. Das Fortbestehen des Klimabündnis Kieler Bucht wird daher für richtig und wichtig erachtet, auch jenseits der Laufzeit des RADOST-Projektes; es bedarf jedoch weiterer finanzieller Unterstützung.
5. Im Klimabündnis Kieler Bucht artikulieren die Küstengemeinden daher gemeinsam ihre Interessen und Ziele hinsichtlich eines nachhaltigen Küstenmanagements. Die beteiligten Küstengemeinden benötigen dabei auch die Unterstützung der Landes- und Bundespolitik, sowohl hinsichtlich kurzfristiger Problembewältigung als auch langfristiger Planung und Maßnahmen. Mittelfristig soll sich aus dem Klimabündnis eine Modellregion für die Anpassung an den Klimawandel im deutschen Küstenraum entwickeln.

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Horst Sterr
Email: sterr@geographie.uni-kiel.de

Geographisches Institut
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU)

Ein Infopavillon zum Thema „Anpassung an den Klimawandel im Ostsee-Küstenraum“ wird am Strand der Gemeinde Schönberg nahe Kiel, Ortsteil Kalifornien errichtet. Ziel ist, Einwohnern und Besuchern der Gegend die Problematik und entsprechende Handlungsmöglichkeiten ebenso informativ wie unterhaltsam nahezubringen. Um ein gegenüber der ursprünglichen Planung deutlich erweitertes Konzept zu realisieren, konnten im Berichtszeitraum weitere Fördermittel eingeworben werden.

Neben den ursprünglich geplanten Postern und Schautafeln soll das Gebäude eine hochwertige Modellpräsentation des Küstenraumes der Probstei beherbergen, die von der Hamburger Firma Miniatur Wunderland angefertigt wird. Das Miniatur Wunderland ist mit rund 1,5 Millionen Besuchern pro Jahr die meistbesuchte Ausstellung in Hamburg. Die Firma ist deutschlandweit führend in der Fertigung künstlerisch und technisch anspruchsvoller Landschaftsmodelle.

Zusätzlich zu Sponsorenmitteln und dem Eigenanteil der Gemeinde konnten im Berichtszeitraum Mittel der Aktivregion Ostseeküste aus dem europäischen EFRE-Fonds zur Entwicklung ländlicher Räume eingeworben werden. Das Finanzvolumen konnte dadurch gegenüber der aus dem RADOST-Projekt gewährten Förderung insgesamt mehr als vervierfacht werden. Die Fertigstellung und Eröffnung des Pavillons nach dem erweiterten Konzept ist nunmehr für Sommer 2012 vorgesehen.



1.20 > Modell im Bau: Bühnenfelder vor Schönberg



Der Klimawandel und die laufenden Transformationsprozesse in Wirtschaft und Landwirtschaft haben starke und vielfältige Auswirkungen auf die Küstengewässer der Ostsee. Die Küstengebiete stehen vor großen Herausforderungen z. B. durch den Anstieg des Meeresspiegels oder durch die Nährstoffbelastungen aus den Einzugsgebieten. Diese Veränderungen bieten aber auch eine breite Palette von neuen Möglichkeiten. Anpassungsmaßnahmen sind erforderlich, bedürfen aber ein gründliches und räumlich differenziertes Verständnis der zugrunde liegenden ökologischen, ökonomischen und sozialen Prozesse.

Modellsimulationen haben gezeigt, dass es in naher Zukunft (bis 2020) nur sehr geringe bis keine Auswirkungen des Klimawandels auf die Gewässerqualität der Küstengewässer der Ostsee geben wird¹¹. Einen wesentlich größeren Einfluss werden in diesem Zeitraum Landnutzungsänderungen und Veränderungen der Nährstoffeinträge durch politische Reduktionsstrategien wie dem Baltic Sea Action Plan (BSAP) und der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) haben. Für Ämter und Behörden ist dabei die Umsetzung des Bewirtschaftungsplans der WRRL bis 2021 rechtlich bindend.

Zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie werden Referenzwerte benötigt, die einen guten ökologischen Gewässerzustand widerspiegeln. Der Referenzzustand beschreibt den Zustand eines Gewässers, der ohne oder mit nur geringfügigen anthropogenen Einflüssen potentiell vorhanden sein könnte. Dazu wäre zu prüfen, ob die Ergebnisse der Modellierung für 1880 Verwendung finden können, die in MONERIS mit historischen Datensätzen durchgeführt werden. Jedoch war die Belastungssituation in Regionen mit hoher Bevölkerungsdichte schon 1880 recht hoch, da damals Abwässer in der Regel ungeklärt in die Gewässer eingeleitet wurden. Die Eintragsituation aus der Landwirtschaft dagegen spiegelt noch ein im Gleichgewicht stehendes System wider. So können aus den Modellierungsergebnissen, in Verbindung mit Annahmen zur Reinigung der urbanen Abwässer, Referenzbedingungen abgebildet werden. Allerdings muss geprüft werden, welche Ziele für einen guten ökologischen Gewässerzustand unter den Voraussetzungen einer industriellen Landwirtschaft erreichbar sind. Für das deutsche Ostsee-Einzugsgebiet ist mittlerweile die Berechnung des Nährstoffeintrags von 1875 bis 1944 weit fortgeschritten. Alle wesentlichen Datensätze wie Landnutzung, Bevölkerungsentwicklung, Stickstoffbilanzüberschuss oder Stickstoff-Deposition sind für 1880 aufbereitet und in die Datenbank von MONERIS integriert worden. Mittels einer intensiven Literaturrecherche sowie einer Datenauswertung wurden zahlreiche Parameter und Konstanten (z. B. Phosphor-

Ansprechpartner/in:

Dr. habil. Gerald Schernewski

Email: gerald.schernewski@io-warnemuende.de

Dr. Inga Krämer

Email: inga.kraemer@io-warnemuende.de

Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW)

Dr. Ulrike Hirt

Email: hirt@igb-berlin.de

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin (IGB)

deposition, Stickstoffgehalt im Oberboden) für 1880 ermittelt. Dieser Prozess ist weitgehend abgeschlossen.

Anpassungsmaßnahmen zur Nährstoffreduktion und Verbesserung der Wasserqualität können zum einen im Einzugsgebiet realisiert werden aber auch durch sogenannte interne Maßnahmen in den Küstengewässern selbst. Dazu gehört z. B. die Möglichkeit durch Muschelfarmen die Wassertransparenz zu erhöhen. Im Folgenden sollen die Einzugsgebiete im Vordergrund stehen.

Anpassungsempfehlungen bezüglich eines Nährstoffmanagements im Einzugsgebiet können den Behörden auf Grundlage von Modellierungsergebnissen zur Verfügung gestellt werden. Hier kann zum einen die derzeitige Eintragsituation mit Eintragsquellen und Pfaden wiedergegeben werden, zum anderen kann der Einfluss des Klimawandels und die Wirkung von Maßnahmen auf den Nährstoffaustrag mittels Szenarien berechnet werden.

Bezüglich der Szenarien liegen für die Maßnahme „Retentionsbecken“ Erfahrungen in Deutschland vor. Für die meisten der anderen Maßnahmen muss auf Erfahrungen im Ausland zurückgegriffen werden oder auf Ergebnisse, die unter Laborbedingungen erzielt wurden. Somit wurde zunächst der Effekt der Maßnahme „Retentionsbecken“ auf den Nährstoffrückhalt ausgewertet – und zwar unter Berücksichtigung der Größe des Retentionsbeckens sowie des Abflusses unter den jeweiligen Standortbedingungen. Dies ermöglicht die Berechnung von Szenarien zur Umsetzung der Maßnahme. Der Effekt dieser und weiterer Maßnahmen wurde auf der Konferenz „Planet under Pressure“ vom 26.-29. März 2012 in London¹² der Öffentlichkeit vorgestellt.

¹¹ Neumann, T. (2010): Climate-change effects on the Baltic Sea ecosystem: A model study. *Journal of Marine Systems* 81 (3):213-224. Friedland et al., eingereicht.

¹² www.planetunderpressure2012.net/

Zur Unterstützung von Maßnahmen zur Reduktion des Nährstoffeintrags aus Dränsystemen wurden mit Beteiligung von RADOST zwei Pilotprojekte initiiert, deren Entwicklung im Folgenden beschrieben wird:

1. Kontrollierte Dränung

Die Maßnahme wird in Kooperation mit der Universität Rostock durchgeführt. Der in diesem Rahmen angeschaffte automatische Probennehmer, der eine ereignisbezogene Beprobung der Maßnahme „Controlled Drainage“ möglich macht, wird eingesetzt und arbeitet zuverlässig. Die mögliche Reduktionsleistung von Nährstoffeinträgen in Oberflächengewässer durch diese Maßnahme kann somit quantifiziert werden. Durch die ereignisbezogene Beprobung werden zudem Extremereignisse erfasst, so dass die Vorhersage von möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf den Stoffhaushalt mit Hilfe von Klimaszenarien ermöglicht wird. Probleme bereitet allerdings die Probenahme bei geringen Wasserständen im Rohr.

2. Retentionsbecken

Die Maßnahme wird in Kooperation mit dem Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) und dem Wasser- und Bodenverband Warnow-Beke durchgeführt; alle Genehmigungen für den Bau des Retentionsteichs liegen seit März 2012 vor. Nach dem Bau der Anlage wird die Beprobung (Zu- und Ablauf des Retentionsbeckens) erfolgen. Dazu wird aktuell geprüft, welche Labore prinzipiell für die Durchführung der notwendigen Analysen in Frage kommen, da sowohl die Beprobung fachgerecht durchgeführt werden muss als auch die zeitnahe Analyse der Proben gewährleistet sein sollte.

Das Retentionsbecken wird auch über den Projektzeitraum hinaus weiter durch den Wasser- und Bodenverband genutzt. Eine Verwertung der Ergebnisse des Anwendungsprojektes erfolgt in Form von Vorlagen für die Umwelt- und Landwirtschaftsministerien von Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein mit dem Ziel einer Aufnahme dieser Maßnahme in die Förderprogramme der Länder. Um die Akzeptanz zu erhöhen, werden den ortsansässigen Landwirten und Wasser- und Bodenverbänden außerdem auf Workshops Informationen zu Bau und Funktionalität dieser Maßnahme zur Verfügung gestellt.

Das Pilotprojekt Retentionsbecken wurde in engem Austausch mit Kooperationspartnern weiterentwickelt, aber auch in der Arbeitsgruppe „Abfluss- und Nährstoffmanagement entwässerter Flächen“ der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) weiterverfolgt. Ergebnisse der RADOST-Arbeiten flossen in eine Zusammenstellung von Maßnahmen zur Nährstoffretention in gedränten landwirt-

schaftlichen Gebieten ein; ein DWA-Themenheft befindet sich derzeit im Druck.

Integration des Klimawandels in die ökonomischen Analysen nach der Wasserrahmenrichtlinie

Ein Ziel im Fokusthema „Gewässermanagement und Landwirtschaft“ ist die Entwicklung konkreter Empfehlungen für die Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) vor dem Hintergrund des klimatischen und sozioökonomischen Wandels. Die ökonomischen Analysen von Maßnahmen nach WRRL leisten eine wesentliche Unterstützung bei der Auswahl geeigneter, kosteneffizienter Maßnahmen. Eine RADOST-Studie analysiert, wie die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels in die ökonomischen Analysen integriert werden können.

Ein Hauptziel der im Jahr 2000 verabschiedeten Wasserrahmenrichtlinie ist es, einen guten ökologischen Zustand der Gewässer zu erreichen. Dazu sind Maßnahmenprogramme im Rahmen der Bewirtschaftungspläne zu erstellen und umzusetzen. Bei der Auswahl geeigneter Maßnahmen und der Festlegung möglicher Ausnahmen von den Gewässergütezielen (Fristverlängerung oder weniger strenge Umweltziele) spielen ökonomische Erwägungen eine wichtige Rolle. Die Analyse zur Feststellung unverhältnismäßig hoher Kosten ermöglicht die Ermittlung kostendeckender Wasserpreise für Wasserversorgung und Abwasserentsorgung und ergibt Argumente für die Umsetzung von kosteneffektiven Maßnahmen.

Der vom Menschen verursachte Klimawandel wird die Gewässerumwelt deutlich verändern. Ob und in welcher Weise der Klimawandel in ökonomische Analysen integriert wird, wurde anhand von 18 deutschen und europäischen Bewirtschaftungsplänen untersucht.

Aus der Fallstudienanalyse (Tabelle 3) geht hervor, dass in sämtlichen Flussgebietseinheiten Klimawandel-Auswirkungen prognostiziert werden, diese jedoch nur in etwa der Hälfte der untersuchten Fälle über Klima-Checks indirekt in die ökonomischen Analysen einbezogen werden. Durch diese Checks sollen Maßnahmen identifiziert werden, die möglichst robust und kosteneffektiv sind. Nur im Southeast River Basin District in England wird der Klimawandel in die Analyse zur Feststellung unverhältnismäßig hoher Kosten integriert: durch Einbeziehung der Kosten der CO₂-Emissionen, die durch die Maßnahmen nach WRRL entstehen. Auswirkungen des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen wurden in vielen Flussgebietseinheiten nicht thematisiert, sind in mehreren Fällen jedoch ableitbar im Sinne der Auswahl von No-regret/low-regret-, robusten, Win-win- oder flexiblen Maßnahmen. Zusammenfassend entsteht der Eindruck, dass über die ökonomischen Analysen vornehmlich Maßnahmenentscheidungen mit Blick auf die Gegenwart getroffen werden, die sich in Zukunft als wenig wirksam und zudem kostenineffektiv erweisen könnten.

Ansprechpartner/in:

Dr. Martin Hirschnitz-Garbers
Email: martin.hirschnitz-garbers@ecologic.eu

Jenny Tröltzsch
jenny.troeltzsch@ecologic.eu

Ecologic Institut, Berlin

No-regret/low-regret-Maßnahmen –

Anpassungsmaßnahmen, bei denen bereits unter heutigen klimatischen Bedingungen der erwartete Nutzen der Maßnahme die anfallenden Kosten (no-regret) übersteigt oder nahezu ausgleicht (low-regret).

Robuste Maßnahmen –

Anpassungsmaßnahmen, die gegenüber einer Bandbreite zukünftig möglicher klimatischer Veränderungen am wenigsten anfällig und möglichst effektiv sind.

Win-win-Maßnahmen –

Anpassungsmaßnahmen, die zu Synergieeffekten mit anderen Zielen führen, z. B. mit Zielen der Wasserrahmenrichtlinie, und dadurch kosteneffizienter sind, da sie weitere Nutzenaspekte mit sich bringen.

Flexible Maßnahmen –

Anpassungsmaßnahmen, die ein adaptives Reagieren auf neue wissenschaftliche Erkenntnisse zum Klimawandel erlauben und im Gegensatz zu weniger flexiblen oder irreversiblen Anpassungslösungen (z. B. Deichbau) bei geringeren Kosten verändert werden können.

Folgende Empfehlungen an die umsetzenden Akteure kommen in Betracht: (1) die flächendeckend verpflichtende Durchführung der Klima-Checks in allen Flussgebietseinheiten inklusive stärkerer Integration der Ergebnisse in die ökonomischen Abwägungen, (2) die Verbesserung der Informationslage und Modellaussagen zum Klimawandel inklusive Anwendung partizipativer Szenarienentwicklung, (3) die Berücksichtigung der politischen Wahrnehmung und Priorisierung des Themas Klimawandel in Verbindung mit Aufklärung und Information.

Der Bericht befindet sich in Vorbereitung zur Veröffentlichung und soll anschließend den zuständigen Behörden in Workshops vorgestellt werden.

Tabelle 3: Zusammenfassende Darstellung der wesentlichen Ergebnisse aus den Fallstudien

Flussgebietseinheit	Geographischer Fokus der Analyse	Verwendete ökonomische Analysen*	Integration von Aspekten des Klimawandels in die ökonomische Analysen	Auswirkung des Klimawandels auf die ökonomischen Analysen
Eider	Schleswig-Holstein	AFU, KWA, IURK	nur indirekte Integration durch „Klima-Check“	Auswirkungen ableitbar, aber keine systematische Berücksichtigung der Auswirkungen
Schlei/Trave	Schleswig-Holstein / Mecklenburg-Vorpommern	AFU, KWA, IURK	nur indirekte Integration durch „Klima-Check“; Identifikation robuster Maßnahmen	Auswirkungen ableitbar, aber keine systematische Berücksichtigung der Auswirkungen
Elbe	Schleswig-Holstein / Mecklenburg-Vorpommern	AFU, IURK	nur indirekte Integration durch „Klima-Check“	nicht thematisiert
Warnow/Peene	Mecklenburg-Vorpommern	IURK	nur indirekte Integration durch „Klima-Check“ ; Identifikation robuster Maßnahmen	Auswirkungen ableitbar, aber keine systematische Berücksichtigung der Auswirkungen
Oder	Mecklenburg-Vorpommern	KWA, IURK	nur indirekte Integration durch „Klima-Check“; Identifikation robuster Maßnahmen	Auswirkungen ableitbar, aber keine systematische Berücksichtigung der Auswirkungen
Donau	Baden-Württemberg	KWA, IURK	nicht erkennbar	nicht thematisiert
Ems, Meuse, Rhein-Delta und Scheldt	Niederlande	AFU, KWA	nur indirekte Integration durch „Klima-Check“; Identifikation von No-regret Maßnahmen	nicht thematisiert
Southeast River Basin District	England	AFU, KWA, IURK	indirekte Integration durch „Klima-Check“; Identifikation von Win-win options, No-regrets/low-regret options und flexible options Berücksichtigung der Kosten von CO ₂ -Emissionen in der AFU	Auswirkungen ableitbar, aber keine systematische Berücksichtigung der Auswirkungen
Scotland River Basin District	Schottland	AFU, IURK	nur indirekte Integration durch „Klima-Check“	Auswirkungen ableitbar, aber keine systematische Berücksichtigung der Auswirkungen
Odense Pilot River Basin	Dänemark	KWA	nicht erkennbar	nicht thematisiert
Vīru-Peipsi Catchment Area	Estland	IURK	nicht erkennbar	nicht thematisiert
Daugava River Basin District	Lettland	KWA, IURK	nicht erkennbar	nicht thematisiert
Lielupe River Basin District	Lettland	KWA, IURK	nicht erkennbar	nicht thematisiert
Nemunas River Basin District	Litauen	KWA, IURK	nicht erkennbar	nicht thematisiert
Venta River Basin District	Litauen	AFU	nicht erkennbar	nicht thematisiert

*Die Abkürzungen für die verwendeten ökonomischen Analysen stehen für:

AFU = Analyse zur Feststellung der Unverhältnismäßigkeit, KWA = Kosten-Wirksamkeits-Analyse, IURK = Internalisierung externer Umwelt- und Ressourcenkosten

Anwendungsprojekt: Entwicklung angepasster Pflanzensorten

Eine Möglichkeit, sich an das regionale Klima anzupassen, ist die Wahl geeigneter Pflanzensorten. Sollte sich zukünftig das Klima hin zu trockeneren Vegetationsperioden bewegen, ist die Sortenwahl entscheidend, um eine effiziente landwirtschaftliche Produktion zu betreiben. Im Rahmen des Anwendungsprojektes wurden die derzeitigen Anbaustrukturen im Ostsee-einzugsgebiet hinsichtlich ihrer Entwicklung und Vielfalt untersucht. Hierzu wurde neben den Simulationen mit RAUMIS (siehe auch „Agrarsektormodellierung“, Seite 81) ein Gini-Koeffizient berechnet, der die Fruchtfolgedichte angibt.¹³ Der Gini-Koeffizient (siehe auch „Analyse und Prognose der Entwicklung der Bioenergie“, Seite 49) ist ein statistisches Maß, das zur Darstellung von Ungleichverteilungen entwickelt wurde und Werte zwischen 0 und 1 annehmen kann. Beträgt der Gini-Koeffizient null, weisen alle einbezogenen Anbaukulturen den gleichen Flächenanteil auf. Demgegenüber bedeutet ein Gini-Koeffizient von eins, dass eine Monokultur vorliegt. Abbildung 1.21 zeigt die Differenz der Gini-Koeffizienten der Jahre 1999 zu 2003 sowie der Jahre 2003 zu 2007 im Ostsee-einzugsgebiet.

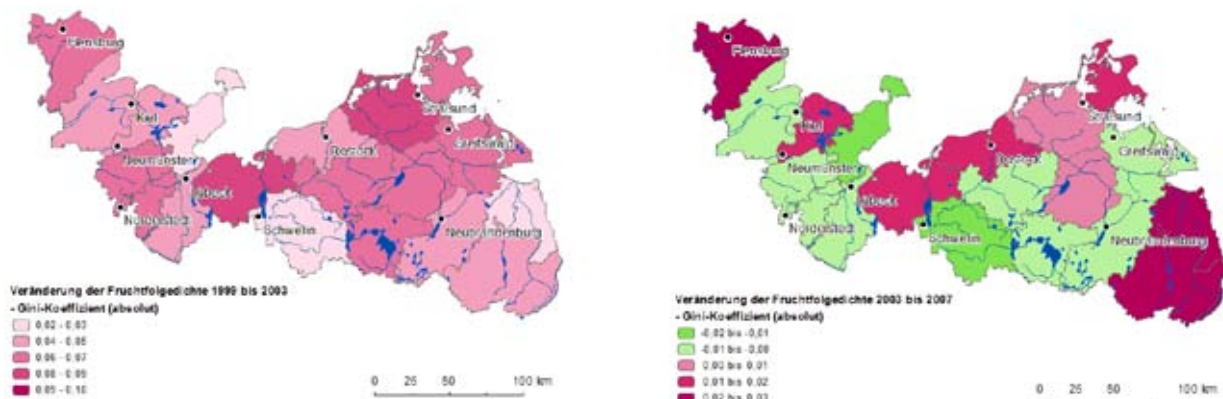
Ansprechpartnerin:

Dr. Claudia Heidecke

Email: claudia.heidecke@vti.bund.de

Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI)

Ein verstärkter Energiemaisanbau wird häufig mit verstärktem Monokulturanbau in Verbindung gebracht. Dies muss jedoch differenziert betrachtet werden: Entscheidend ist, welche Dichte die Fruchtfolge in einem Landkreis insgesamt aufweist. In einigen Regionen, die traditionell einen hohen Anteil von Silomais aufweisen, führt ein zusätzlicher Energiemaisanbau zur Verengung der Fruchtfolge. Bei einem hohen Anteil von Getreide in einer Region kann der Energiemaisanbau die Fruchtfolge jedoch auch auflockern. Der Vergleich der beiden Karten in Abbildung 1.21 zeigt, dass eine stärkere Verengung der Fruchtfolge im Zeitraum zwischen 1999 und 2003 aufgetreten ist, was durch eine Konzentration auf den Getreide- und Ölsaatenanbau bedingt war. Zwischen den Jahren 2003 und 2007 gibt es in einigen Regionen sogar eine Abnahme des Gini-Koeffizienten, welche auf eine Auflockerung der Fruchtfolge hinweist, obwohl in diesem Zeitraum aufgrund der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes 2004 der Maisanbau ausgeweitet wurde.



1.21 > Veränderung der Fruchtfolge anhand des Gini-Koeffizienten zwischen 1999 und 2003 sowie 2003 und 2007 (Quelle: Destatis, RAUMIS Berechnungen)

13) Eine „dichte“ oder „enge“ Fruchtfolge bedeutet eine geringe Vielfalt an angebauten Kulturen.

Anwendungsprojekt: Blasentang und Seegraswiesen – Ostseeökosysteme und Klimawandel

Mehrjährige Großalgen und marine Samenpflanzen, wie der Blasentang (*Fucus vesiculosus*) und das Gewöhnliche Seegras (*Zostera marina*), formen ökologisch und ökonomisch bedeutende Flachwasserlebensräume an der deutschen Ostseeküste. Ihr Vorkommen und ihre Tiefenverbreitung sind wichtige Qualitätskomponenten für die Bewertung der Küstengewässer nach der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf diese Ökosysteme sind jedoch bisher nicht in den Bewertungsverfahren zur WRRL berücksichtigt.

Seit etwa 60 Jahren schrumpfen die Blasentang- und Seegrasbestände an der deutschen Ostseeküste. Zuerst verschwanden die Pflanzen aus den tieferen Wasserschichten. Seit etwa 10 Jahren nehmen die Blasentangpopulationen auch in den Flachwasserbereichen dramatisch ab. Der gegenwärtige Rückgang betrifft hauptsächlich die Küsten östlich von Fehmarn bis nach Mecklenburg-Vorpommern. Um die gefährdeten Blasentang- und Seegraspopulationen in der westlichen Ostsee zu

Ansprechpartner:

Dr. Ivo Bobsien

Email: Ivo.Bobsien@llur.landsh.de

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR)

erhalten, werden Managementkonzepte und Maßnahmen zur Bestandunterstützung entwickelt. Dazu sind neben einer umfassenden Kenntnis der Lebensraumsprüche dieser Pflanzen (z. B. Vorkommen geeigneter Siedlungssubstrate) auch aktuelle Bestandsinformationen über Bewuchsart, Bewuchsdichte sowie Ausdehnung der besiedelten Flächen erforderlich. Die Sensitivität der Organismen gegenüber klimatischen Umweltfaktoren spielt ebenfalls eine wichtige Rolle.

Kartierungen im Fokusgebiet Lübecker Bucht Siedlungssubstrate

Die Kartierungen mit einem Seitensicht-Sonar dokumentieren eine ausreichende Anzahl und Belegungsdichte mit Siedlungssubstraten (Steine) für den Blasentang vor dem Brodtener Ufer (Steinriff) in 3,5 und 10 m Wassertiefe. Eine Sicht-Kartierung an der südlichen Küste der Lübecker Bucht zeigte, dass dort auch im Flachwasserbereich (<3,5 m) geeignete Siedlungssubstrate vorkommen. Auf sonst reinem Sandgrund finden sich hier kleine mit Geröll (Steine, 63 bis 200 mm) und Blöcken



1.22 > Blasentang (*Fucus vesiculosus*)



1.23 > Gewöhnliches Seegras (*Zostera marina*)

Fokusthema 3: Gewässermanagement und Landwirtschaft

(Steine >200 mm) durchsetzte Flächen. Ab etwa 3 m Tiefe nimmt der Anteil an Kies und Geröll zu. Besonders im südöstlichen Küstenabschnitt (Klützhöved) liegen Gerölle und große Blöcke bis in über 10 m Wassertiefe. Sandige Siedlungssubstrate für das Gewöhnliche Seegras sind durchweg vorhanden.

Seegras

Die historischen Verbreitungstiefen des Gewöhnlichen Seegrases werden mit über 10 m angegeben. Heute erstrecken sich Seegraswiesen als küstenparalleler Saum in etwa 2-5 m Tiefe entlang der Küste (Abbildung 1.24). Zwischen Kellenhusen und Grömitz, in der inneren Neustädter Bucht, zwischen Scharbeutz und Timmendorf sowie einem kurzen Abschnitt östlich der Travemündung ist der Sandgrund ohne Seegrasbewuchs. Die Bedeckungen liegen meist zwischen 10% und 50%. Im Außenbereich der Neustädter Bucht erreicht die Bedeckung an einigen Stellen zwischen 75% und 100%. An der südlichen Küste der Lübecker Bucht wachsen dichte Bestände (50% bis 75% Bedeckung) nur auf wenigen kleinen Seegras-Algen-Mischflächen in 1,5-2,0 m Wassertiefe. Größere, zusammenhängende Seegrasflächen mit sehr dichten Beständen (>75%) fehlen meist an stark wellenexponierten Standorten (Brodter Ufer).



1.24 > Aktuelle Vorkommen des Gewöhnlichen Seegrases (grün) und des Blasentangs (rot) in der Lübecker Bucht. Dunkles Grün markiert dichte Seegrasbestände mit $\geq 50\%$ Bedeckung

Blasentang

Die Blasentangbestände in der Lübecker Bucht sind im Vergleich mit historischen Nachweisen dramatisch zurückgegangen. Ursprünglich siedelte er bis in 10 m Wassertiefe. Vor Kellenhusen und Grömitz sowie an der südlichen Küste

ist der Blasentang gänzlich verschwunden (Abbildung 1.22). Reliktbestände der ursprünglichen Vorkommen finden sich südöstlich von Neustadt und im Bereich der inneren Neustädter Bucht. Hier wächst der Blasentang jedoch nur bis maximal 1,2 m Wassertiefe. Auch siedelt er auf dem Geröllgrund im direkten Uferbereich südlich des Hafens Neustadt und östlich von Timmendorf. In den tieferen Zonen z. B. über dem Steinriff bei Brodten (>3,5 m Wassertiefe) konnten keine Blasentangpflanzen nachgewiesen werden.

Makrophyten¹⁴ und Klimawandel

Die vorliegenden Ergebnisse sowie stichprobenartige Untersuchungen, Auswertungen aktueller Literatur, Filmaufnahmen und Berichte von Tauchern lassen den Rückschluss zu, dass der einst häufige Blasentang aus den uferfernen Bereichen der Lübecker Bucht vollständig verschwunden ist. Die Populationen östlich von Fehmarn bis nach Mecklenburg-Vorpommern sind bis heute auf kleine Restbestände in direkter Ufernähe zusammengeschrumpft, obwohl geeignete Siedlungssubstrate vorhanden sind und die Nährstoffbelastungen tendenziell abnehmen. Das Gewöhnliche Seegras ist dagegen an fast allen Küstenabschnitten vorhanden. Als Basisparameter für die Bewertung der Küstengewässer nach der WRRL verfügen der Blasentang und das Gewöhnliche Seegras über identische Klassengrenzen (Tiefengrenzen). Da sich die beiden Bestände in der Lübecker Bucht aktuell ganz unterschiedlich entwickeln, schlägt sich dies in den Bewertungsergebnissen für die äußeren Küstengewässer nieder. Möglicherweise ist die Referenztiefe für Seegras zu niedrig angesetzt. Starke Konkurrenz um Siedlungssubstrate und Klimaeffekte könnten für diese ganz unterschiedliche Bestandsentwicklung verantwortlich sein. Die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Belastungsfaktoren aber auch die möglichen Auswirkungen durch Klimaveränderungen müssen bei zukünftigen Forschungsaktivitäten sowie bei Maßnahmen zur Bestandssicherung und Wiederansiedlung des Blasentangs berücksichtigt werden.

14) Makrophyten: mit bloßem Auge sichtbare Wasserpflanzen

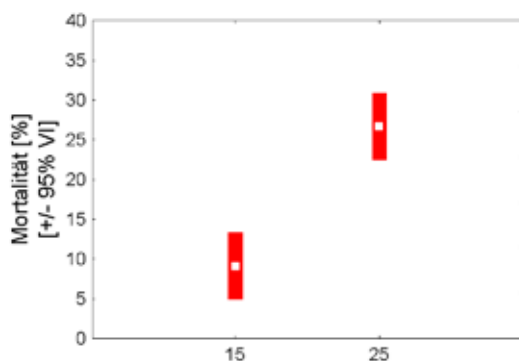
Auswirkungen hoher Wassertemperaturen auf die frühen Entwicklungsstadien des Blasentangs

Ungewöhnlich hohe Temperaturen beeinträchtigen die Lebensfunktionen von im Wasser lebenden Organismen. Neben der absoluten Temperatur entscheiden vor allem die Dauer der Einwirkung und die Sensitivität der Entwicklungsstadien, wie stark eine Population betroffen ist. Durch Klimaveränderungen ist zu erwarten, dass die durchschnittlichen Wassertemperaturen ansteigen, aber auch die Intensität, Häufigkeit und Dauer von Hitzewellen in der Ostsee zunehmen werden. Extremwerte und große Schwankungen der Wassertemperatur stellen eine zunehmende physiologische Belastung für erwachsene Blasentange, aber auch für die frühen Entwicklungsstadien dieser Art dar. Stressereignisse direkt nach der Ansiedlung der befruchteten Eizellen bestimmen deshalb im hohen Maße die Populationsdichte der Blasentangbestände.

Innerhalb des RADOST-Anwendungsprojektes wurde die Sensitivität der frühen Entwicklungsstadien des Blasentangs gegenüber hohen Wassertemperaturen (erste Hitzewelle) und auch die Auswirkungen einer nachfolgenden zweiten Hitzewelle experimentell untersucht.

Erste Hitzewelle

Die Experimente zeigen, dass hohe Wassertemperaturen die Sterberate der frühen Entwicklungsstadien des Blasentangs deutlich erhöhen. Die Sterblichkeit von 24 Stunden alten Keimlingen war nach 4 Tagen bei 25 °C Wassertemperatur fast dreimal so hoch wie in der Kontrollgruppe bei 15 °C (Abbildung 1.25).



1.25 > Abbildung 2: Sterblichkeit 24 Stunden alter Blasentangkeimlinge nach vier Tagen bei 15 °C und 25 °C (Mittelwerte ± 95 % Vertrauensintervall, n=6)

Zweite Hitzewelle

Der Temperaturstress durch eine erste Hitzewelle führte nicht zu einem veränderten Temperaturtoleranzverhalten der Überlebenden gegenüber einer zweiten Hitzewelle. Das trifft zumindest für die hier untersuchten Temperaturen sowie für Dauer und Intensität des Temperaturstresses zu. Generell nahm jedoch mit zunehmendem Alter der Entwicklungsstadien die Sensitivität gegenüber hohen Wassertemperaturen ab. Eine höhere Toleranz der älteren Entwicklungsstadien insbesondere der erwachsenen Blasentange ist für das Überleben der Gesamtpopulation von entscheidender Bedeutung. Totalausfälle der Nachkommenschaft können dann von den langlebigen ausgewachsenen Individuen kompensiert werden.

Reproduktion und Klimawandel

Die Fortpflanzung von Großalgen ist eng auf die Standorttemperaturen abgestimmt. Mögliche Auswirkungen hoher Wassertemperaturen auf die Reproduktion des Blasentangs in der Ostsee erscheinen durchaus plausibel, da die Befruchtung, Ansiedlung und Keimung meist in den Sommermonaten stattfindet. Zwischen Juli, August und Anfang September ist in den Buchten und Förden der westlichen Ostsee mit maximalen Oberflächentemperaturen zwischen 20 und 25 °C zu rechnen. Durch den Klimawandel könnten die Entwicklungsstadien des Blasentangs noch extremeren Temperaturbedingungen ausgesetzt sein. Da sich Teile der Blasentangpopulationen auch im Frühjahr und Herbst fortpflanzen, finden die Keimlinge während dieser Zeit geeignete Temperaturbedingungen für die Entwicklung.

Ausblick

Intensive wissenschaftliche Anstrengungen sind notwendig, um die Ursachen für die aktuellen Bestandeinbrüche des Blasentangs aufzuklären. Die potentiellen Auswirkungen des Klimawandels müssen dabei berücksichtigt werden. Wie sich hohe Wassertemperaturen im Freiland auf die Entwicklung und Fortpflanzung der Blasentangbestände in der westlichen Ostsee auswirken wird zurzeit in umfangreichen Experimenten überprüft. Neben direkten physikalischen Belastungen werden auch indirekte Effekte über die komplexen Abhängigkeiten in den Nahrungsnetzen erwartet. Innerhalb des RADOST-Projektes wird deshalb auch der Frage nachgegangen, ob hohe Wassertemperaturen beim Blasentang die Abwehrbereitschaft gegenüber Fraßfeinden herabsetzt.

Anwendungsprojekt: Zukunftsstrategien für die Aquakultur – Fokusgebiet Kieler Bucht

Netzwerkbildung und Öffentlichkeitsarbeit

Die Veranstaltung „TAK – Tag am Kai“ wurde am 29. Mai 2011 zum dritten Mal durchgeführt. Die Veranstaltung hat einen meeresbiologischen Themenschwerpunkt, der durch Poster und Vorträge von CRM dargestellt wird. Dieser Schwerpunkt war im Jahr 2011 das Thema Klima und dessen Auswirkungen auf Fischerei und Aquakultur.

Am 12. Juli 2011 veranstaltete CRM im Rahmen von RADOST einen Workshop zum Thema „**Bivalve Aquaculture in the Baltic Sea – Environment, Climate Change, Modelling**“ in Kiel. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer knüpften an den im Juni in Warnemünde abgehaltenen Workshop „Mussel farming in the Baltic: experiences and perspectives“ an. Das IOW präsentierte sein Modell, mit dem unter anderem Effekte auf das Ökosystem abgeschätzt werden sollen und mögliche Stoffkreisläufe dargestellt werden können. Gemeinsame Messkampagnen zur Validierung des Modells wurden geplant und die Muschelfarm von CRM wurde besichtigt. Zur weiteren Vertiefung der Zusammenarbeit wurde ein „Baltic Mussel Network“ gegründet.¹⁵

Zukunftskompass für Fischerei und Aquakultur

Bewertung der veränderten Standortbedingungen und hydrografischer Parameter an Aquakultureinrichtungen und Fischgründen, technische und ökonomische Implikationen

Von den Klimawandel-Folgen sind für marine Organismen vor allem Veränderungen in der Temperatur und im Salzgehalt sowie die Versauerung des Meerwassers ausschlaggebend.

Vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung wurden neue Erkenntnisse zum Zusammenhang zwischen globaler Erwärmung und kälteren Wintern in Europa veröffentlicht.¹⁶ Als Auslöser werden Störungen von Luftströmungen aufgrund geringerer Eisbedeckung genannt. Entsprechend müssen die Annahmen, dass in den kommenden Jahrzehnten in unseren Breiten mit deutlichen Temperaturanstiegen zu rechnen ist, differenzierter gesehen werden, da für die Organismen nicht nur die Durchschnittstemperaturen, sondern auch Tempera-

Ansprechpartner:

Dr. Peter Krost

Email: peter.krost@crm-online.de

CRM Coastal Research & Management (CRM)

tur-Schwellenwerte von großer Bedeutung sind. Es ist mit einer größeren Spreizung des Temperaturspektrums über das Jahr zu rechnen.

Das Ausmaß der Niederschläge in der Region erhöhte sich in den vergangenen Jahren, so dass insgesamt mehr Regenwasser in die Ostsee gelangte und diese dadurch aussüßte. Dies deckt sich mit den Szenarien des Norddeutschen Klimaatlas (vgl. „Klimadatenbedarf und -analyse“, Seite 55). Danach ist im Winter und Frühling mit erhöhten, im Sommer mit deutlich geringeren Niederschlägen zu rechnen.

Im Wasser gelöstes CO₂ trägt zu einer Absenkung des pH-Wertes bei. Bereits heute ist der pH-Wert der Meere um 0,1 logarithmische Skalenteile niedriger als zu vorindustriellen Zeiten; bei unverändert ansteigenden CO₂-Emissionen würde der Wert bis zum Jahr 2100 um weitere 0,4 pH-Einheiten absinken. Korallen, Muscheln, Schnecken und Kalkalgen werden darauf mit verminderter Kalkbildung und Fehlbildungen reagieren.¹⁷

Evaluierung neuer Spezies für die Marikultur und Fischerei

Die geschilderten hydrografischen Bedingungen und Entwicklungen grenzen das potentielle Artenspektrum für die Openwater-Aquakultur in der westlichen Ostsee ein.

Wegen der höheren Wassertemperaturen im Sommer ist es sehr wahrscheinlich, dass der Zuckertang (*Saccharina latissima*) als Aquakulturart verloren geht.

Als möglicher Ersatz böte sich der Blasentang (*Fucus vesiculosus*) an, der als Flachwasserart erheblich temperaturtoleranter und besser an geringe und schwankende Salzgehalte angepasst ist. *Fucus* besitzt interessante Inhaltsstoffe, ist in der Kultivierung allerdings anspruchsvoll. Die eingewanderte Rotalge *Gracilaria vermiculophylla* hat nach anfänglichem Massenauf-treten in den vergangenen drei Jahren einen erheblichen Bestandsrückgang erlitten, gilt aber in der westlichen Ostsee als etabliert. *Gracilaria* lässt sich in Netzbeuteln kultivieren und zeigt eine gute Biomasseproduktion.

15) www.io-warnemuende.de/muschelworkshop-kiel.html

16) V. Petoukhov & V.A. Semenov 2010: A link between reduced Barents-Kara sea ice and cold winter extremes over northern continents. J. Geophys. Res. 115.

17) Siehe Artikel „Ozeanversauerung“ unter www.ozean-der-zukunft.de/ozean/ (Zugriff am 12. 4. 2012).

Die Miesmuschel wird ein Favorit in der Aquakultur sein, da sie sowohl Temperatur- als auch pH-tolerant ist. Als Fischart der Zukunft kann eventuell die Meerärsche (*Chelon labrosus*) gelten, die in den vergangenen Jahren ihr Verbreitungsgebiet vom Mittelmeer bis in die westliche Ostsee ausgeweitet hat. Sie ist eine der wenigen wohlschmeckenden und gleichzeitig nicht-obligatorisch räuberischen Arten. Zur erfolgreichen Kultivierung ist aber noch erhebliche Entwicklungsarbeit zu leisten. Wolfsbarsch und Dorade können gegebenenfalls durch geschickte Ausnutzung des jahreszeitlichen Temperaturgangs und standortspezifischer Bedingungen (z. B. Kühlwasserausflüsse von Kraftwerken) in Kultur genommen werden.

Eigene Untersuchungen

Für eine Abschätzung der Auswirkungen auf die Aquakultur wird die Kühlwassereinleitung des örtlichen Kraftwerks¹⁸ als Simulation veränderter Klimabedingungen genutzt.

Im Vergleich der Wassertemperaturen im Jahresgang sind beim Kraftwerk deutlich höhere Temperaturen als an der etwa drei Kilometer entfernten Algen/Muschelfarm von CRM zu erkennen. Die mittleren Temperaturdifferenzen zwischen den beiden Standorten liegen zwischen 1,82 °C in 1 m Wassertiefe und 1,36 °C in 5 m Wassertiefe.

Im Vergleich beider Standorte werden Muschelansiedlung, Muschelwachstum, Algenwachstum, und seit Januar 2012 auch die frühe Sukzession und mikrobiologische Parameter in monatlichen Probenahmen untersucht.

Veränderungen der Nahrungsbeziehungen in multitro- phischen Kulturbetrieben und bei Fischpopulationen

Von den Veränderungen des Klimas profitieren auch Phytoplankton-Arten, die toxische Algenblüten hervorrufen können, wie die Dinoflagellaten¹⁹, für die bereits eine Zunahme (auf Kosten der Diatomeen) in der Ostsee nachgewiesen wurde²⁰. Dinoflagellaten reagieren nicht nur unmittelbar physiologisch auf Temperatur, sondern auch indirekt auf stärkere und früher eintretende Wasserschichtungen²¹.

Veränderungen der Salz- und Sauerstoffverhältnisse wirken sich unmittelbar auf die Überlebensrate der Dorscheier und damit auf den Dorschbestand aus. Dorscheier entwickeln sich nur bei einem bestimmten Salzgehalt des umgebenden Wassers; wird dieser unterschritten, sinken die Eier in sauerstoffarme Wasserschichten ab und sterben.²² Nach Ansicht des

Umweltbundesamtes²³ wird der Einbruch der Dorschbestände und der Anstieg der Sprottbestände durch die Veränderungen des Salzgehaltes und der damit verbunden Veränderungen der Zooplanktongemeinschaft verursacht. Die Veränderungen der Copepodenzusammensetzung begünstigen oder verschlechtern, wie im Fall des Dorsches, die Entwicklung verschiedener Arten.

Sukzession – Abfolge von Lebensgemeinschaften an einem Standort

Plankton – im Wasser treibende, nicht zum Schwimmen gegen die Strömung fähige Lebewesen

Phytoplankton – pflanzliches Plankton

Zooplankton – tierisches Plankton

Dinoflagellaten – überwiegend einzellige Lebewesen, für die zwei der Fortbewegung dienende Geißeln (Flagellen) typisch sind und die nach den Diatomeen die zweitwichtigste Gruppe des marinen Phytoplanktons bilden.

Diatomeen – Kieselalgen

Copepoden – Ruderfußkrebse; größte Gruppe des marinen Zooplanktons

18) Gemeinschaftskraftwerk Kiel (GKK): Gesamtleistung in MW: 354; Brennstoff/ Erzeugungsart: Steinkohle; Produkte: Elektrizität und Fernwärme; Baujahr:1970.

19) Smayda, T.J. 1997: Harmful algal blooms: their ecophysiology and general relevance to phytoplankton blooms in the sea. *Limnol.Oceanogr.* 42, 1137-1153.

20) Wasmund, N.; Uhlir, S. 2003: Phytoplankton trends in the Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science* 60: 177-186.

21) Margalef, R. 1978: Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. *Oceanologica Acta*, 1(4), 493-509; Edwards, M.; Richardson, A.J. 2004: The impact of climate change on the phenology of the plankton community and trophic mismatch. *Nature* 430: 881-884.

22) Umweltbundesamt – Fachgebiet II 2.3 Meeresschutz 2009: Klimawandel und marine Ökosysteme – Meeresschutz ist Klimaschutz. Abrufbar unter:<http://www.umwelt Daten.de/publikationen/fpdf-l/3805.pdf>, Update: 01.12.2011.

23) 2009, a.a.O.

Fokusthema 3: Gewässermanagement und Landwirtschaft

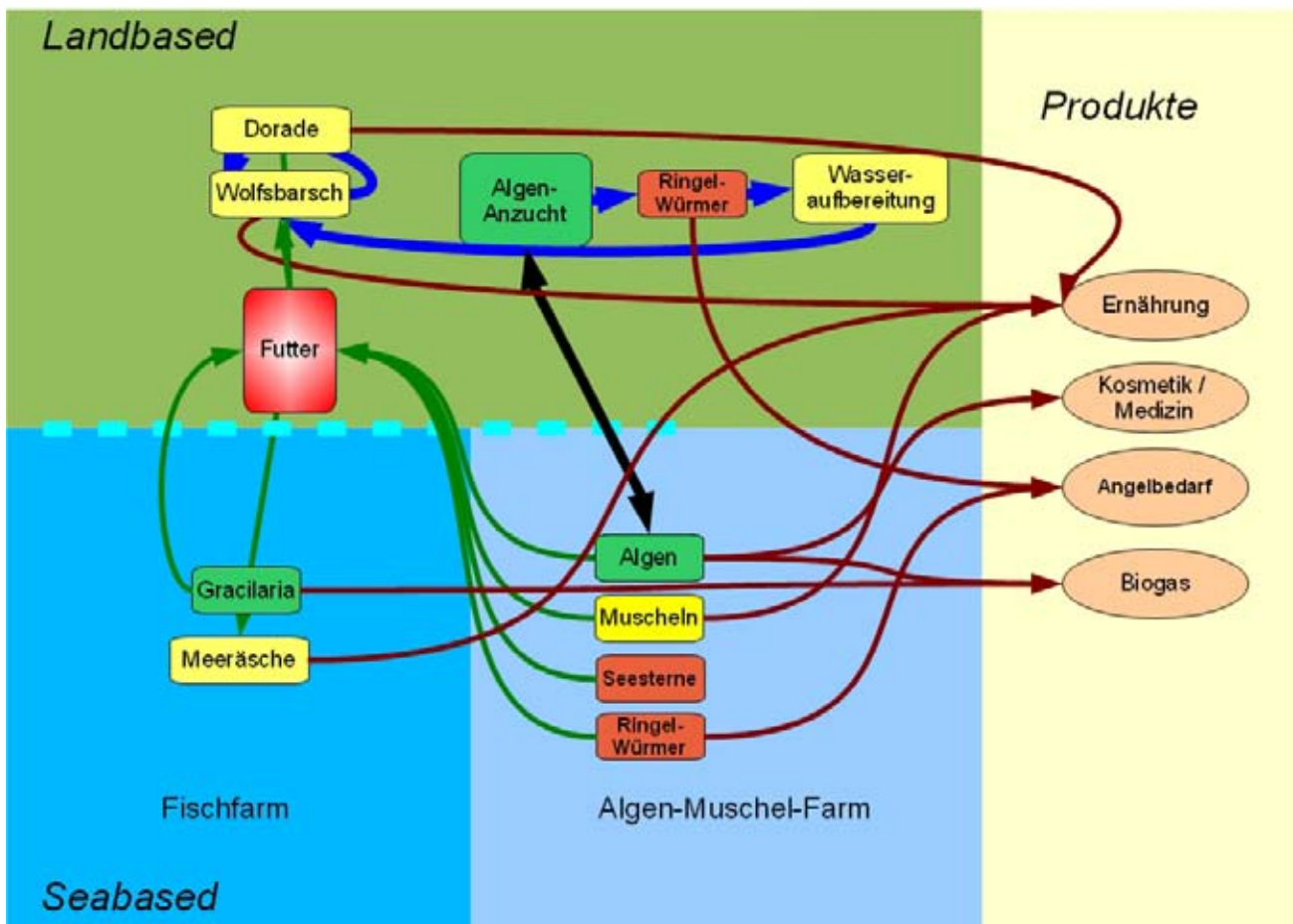
Detailplanung für eine zukunftsweisende Aquakultur in der Kieler Förde

Wegen der erwähnten Spreizung des Temperaturspektrums, der zunehmenden Versauerung und einer zu erwartenden Aussüßung kommen vermutlich in Zukunft weniger Arten ganzjährig mit den Bedingungen der westlichen Ostsee zurecht; Lösungsansätze bilden beispielsweise kombinierte Land-Wasser-Systeme und die konsequente Anpassung der Produktionszyklen an den saisonalen Temperaturverlauf.

Die Detailplanung einer integrierten, klima-angepassten Aquakulturanlage (siehe Abbildung 1.26) ist Teil des Anwendungsprojektes. Die Ziele einer solchen Anlage sind:

- multitrophische Auslegung
- klima-angepasster Besatz
- vollständige Nährstoff-Kompensation
- hochwertige, regionale Produkte
- Fischfutterversorgung ohne industrielle Fischerei
- günstige CO₂-Bilanz durch kurze Transportwege

Die Detailplanung befindet sich in Erarbeitung. Eine Veröffentlichung als RADOST-Bericht ist im Laufe des Jahres 2012 vorgesehen.



1.26 > Schema einer integrierten Aquakulturanlage



Ansprechpartner:

Dr. Jesko Hirschfeld

Email: jesko.hirschfeld@ioew.de

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin
(IÖW)

Zentrale Arbeitsfelder dieses Fokusthemas sind die Identifikation von mittel- bis langfristigen Anpassungsbedarfen für Hafen-Infra- und -Suprastrukturanlagen sowie den Schiffbau und, darauf aufbauend, die Formulierung von Anpassungsstrategien für verschiedene Bereiche der Hafenplanung und des Managements. Durch Integration von Umweltdaten wird eine routenspezifische Optimierung von Schiffsentwürfen angestrebt.

Kontakte mit interessierten Akteuren der maritimen Wirtschaft, der Verwaltung und der Politik werden kontinuierlich ausgebaut und gefestigt. Die Verwaltungs- bzw. Unternehmensstandorte der Netzwerkpartner verteilen sich derzeit entlang der gesamten deutschen Ostseeküste von Kiel bis Stralsund. Zum Austausch mit den Netzwerkpartnern und zur weiteren Aufnahme spezifischer Problemsichten und Informationsbedarfe wurden externe Fachveranstaltungen ausgerichtet, beispielsweise der Workshop „Hafenwirtschaft“ im Rahmen der „Regionalkonferenz Klimaanpassung Küstenregion“.

Koordination der Erarbeitung von Anpassungskonzepten für Häfen und Infrastruktur

Wesentlicher Bestandteil der bisherigen Arbeit war es, die vorliegenden naturwissenschaftlichen Erkenntnisse zur zukünftigen Entwicklung des Klimas an der deutschen Ostseeküste aufzubereiten und den Netzwerkpartnern zur Verfügung zu stellen. Hierzu gehörten u. a. Informationen über mögliche Änderungen der Temperatur, der Häufigkeit, Verteilung und Stärke von Niederschlags- und Starkwindereignissen sowie des globalen Meeresspiegelanstiegs.

Der Umgang mit Unsicherheiten in den Klimaprojektionen stellt nach wie vor eine große Herausforderung für die betroffenen Akteure dar. Um den individuellen Anpassungsbedarf adäquat bestimmen zu können, drängen sie auf eine nähere Eingrenzung der Spannweite der Aussagen zu den

Klimarisiken. Ein besonderes Interesse besteht weiterhin an näheren Informationen hinsichtlich Änderungen bezüglich Richtung und Kapazität von Sedimenttransporten sowie Häufigkeit und Intensität von Sturmflutereignissen. Diese Informationen werden im Laufe des Jahres 2012 durch die naturwissenschaftlichen Projektpartner zur Verfügung gestellt. Darauf aufbauend können anschließend gemeinsam mit den Netzwerkpartnern der Anpassungsbedarf der deutschen Ostseehäfen an die Klimaänderungen bestimmt und mögliche Anpassungsstrategien entworfen werden.

Anwendungsprojekt „Anpassungsstrategie für den Lübecker Hafen“

Das Ziel dieses Anwendungsprojektes besteht darin, gemeinsam mit der Lübecker Hafengesellschaft, der Lübeck Port Authority und dem Consultingunternehmen CPL Competence in Ports and Logistics eine Anpassungsstrategie für die Lübecker Häfen zu entwickeln, die sowohl die Risiken als auch die Chancen des Klimawandels vorausschauend einbindet.

Bei verschiedenen Projekttreffen diskutieren die Partner derzeit den Anpassungsbedarf für die öffentlichen Lübecker Häfen hinsichtlich der Auslegung der Hafen-Infra- und -Suprastruktur, des Hochwasserschutzes, der Sicherheitseinrichtungen sowie der Sicherheitspläne. Die identifizierten Handlungsbedarfe sollen genutzt werden, um gemeinsam mit den Projektpartnern eine mittel- bis langfristige Anpassungsstrategie für die öffentlichen Lübecker Häfen zu entwickeln. Sowohl die Identifizierung von Handlungsbedarfen als auch die Entwicklung einer Anpassungsstrategie soll unter Einbeziehung von Vertretern anderer Ostseehäfen erfolgen.



Fokusthema 5: Naturschutz und Nutzungen

Das Fokusthema Naturschutz und Nutzungen befasst sich mit den vielfältigen Nutzungen des Naturraums und -haushalts durch den Menschen im Kontext des Klimawandels. Dabei geht es sowohl um die Frage, wie sich die Effekte unterschiedlicher Naturnutzungen mit den Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosysteme überlagern, als auch um klimaschutzpolitisch motivierte Aktivitäten (wie den Ausbau von Windenergie und Leitungsnetzen) und durch Klimaanpassung bedingte Eingriffe in den Naturhaushalt (wie die Sandgewinnung für den Küstenschutz). Exemplarisch untersucht und mit den beteiligten Akteuren diskutiert wird die Problematik für das Fokusgebiet „Adlergrund/Lubmin“ (Adlergrund, Greifswalder Bodden und Pommersche Bucht), das gleichermaßen als Lebensraum für Tier- und Pflanzenarten wie als Brennpunkt der wirtschaftlichen Entwicklung eine Bedeutung im europäischen Maßstab aufweist.

Im Berichtszeitraum wurde die themenbezogene Netzwerkbildung auf vielfältige Weise vorangetrieben. Dies umfasste lokale und regionale sowie auch überregionale und internationale Aktivitäten (vgl. Modul 4, Seite 89). Im Folgenden wird eine Auswahl der Netzwerkaktivitäten beschrieben, die auf regionaler Ebene mit Schwerpunkt auf dem Fokusgebiet „Adlergrund/Lubmin“ stattfanden.

Regionale Netzwerkarbeit und Runde Tische/lokales Netzwerk „Adlergrund/Lubmin“

Am 21. Juni 2011 veranstaltete das IfAÖ einen Workshop zum Thema „Ostsee und Ostseeküste im Spannungsfeld des Klimawandels und der Klimaanpassung“. Ziel der Veranstaltung war es, zukünftige raum- und nutzungsbezogene Entwicklungsmöglichkeiten im Sinne von regionalen Anpassungsstrategien an den Klimawandel aufzuzeigen und zu diskutieren. Die Kernpunkte bildeten zum einen eine beispielhafte Darstellung der zunehmenden Nutzungen des Naturraums im Kontext des Klimawandels und der Klimaanpassung und zum anderen das Aufzeigen lokaler Effekte und die Diskussion zukünftiger Entwicklungs- bzw. Anpassungsmöglichkeiten unter Berücksichtigung der bestehenden Raumordnungs- und Naturschutzprogramme des Landes, des Bundes und der EU. Die 35 Teilnehmenden aus Landesministerien und -behörden, Forschungs- und Bildungseinrichtungen sowie Nichtregierungsorganisationen sprachen über folgende Themen:

Ansprechpartner/in:

Claudia Möller

Email: moeller@ifaoe.de

Ulf Gebhardt-Jesse

Email: gebhardt-jesse@ifaoe.de

Institut für Angewandte Ökosystemforschung, Neu Broderstorf (IfAÖ)

- Ist-Stand und der künftigen Entwicklung der Rohstoffgewinnung für den Küstenschutz,
- Nutzungskonflikt fischereilicher Nutzung im Küstenmeer und Offshore-Windparks,
- zunehmende Nutzung und künftige Landesraumentwicklung im Küstenmeer und folgende Konsequenzen für anstehende Änderungen des Landesraumentwicklungsprogramms (LEP),
- Modellvorhaben Raumordnung/Raumentwicklungsstrategien für den Klimawandel in der Planungsregion Vorpommern,
- marine Biotoptypen,
- FISKA (Fachinformationssystem Klimafolgen und Anpassung),
- Ostsee im Zusammenhang mit Eingriffsregelungen und Kompensationsmaßnahmen.

Wie der Ausweisungsprozess von geschützten marinen Biotoptypen in den Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns ab 2012 vorangebracht werden kann, wurde im Juli 2012 beim Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) Mecklenburg-Vorpommern unter dem Titel „Entwicklung von Biotoptypen aufgrund von Habitatfunktionen“ diskutiert. Das IfAÖ wurde in diesem Rahmen ersucht, einen Leistungsrahmen zur Bearbeitung der Arbeitskarte mariner Biotoptypen und zu einer neuen Auswertung und Zuordnung des Benthos aufzustellen.

Eng an diese Sitzung knüpft die seit dem Herbst 2011 fortgesetzte fachliche Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern bei der Fortschreibung des Landesraumentwicklungsprogramms (LEP) an. Hierzu wurden in gemeinsamen Expertenrunden bestehende Nutzungen im Bereich des Küstenmeeres Mecklenburg-Vorpommerns analysiert und potentielle Konflikte mit Nutzungsaspekt Offshorewindkraft herausgearbeitet. Zusätzlich wurde der aktuelle Wissensstand zu biologischen Schutzgütern und der bestehenden Schutz-

gebietskulisse aufbereitet. Aus diesen Informationen und Daten wurden potentielle Eignungsräume für den Ausbau der Offshore-Windkraft im Bereich der Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns detektiert.

Im Rahmen weiterer Workshops und Konferenzen wurden Möglichkeiten gesucht, Ausgleichs- bzw. Ersatzmaßnahmen für marine Eingriffe aufgrund von Nutzungsvorhaben (Offshore-Windenergieanlagen, Rohstoffabbau) an Land umzusetzen. In diesem Zusammenhang ist das schwedische Modell (Constructed Wetlands) zur Nährstoffreduktion in Fließgewässern mit Anbindung an die Ostsee und deren Küstengewässer zu nennen. Neben Entwürfen zu Machbarkeitsstudien und Projektideen (in Zusammenarbeit mit dem Staatlichen Amt für Landwirtschaft und Umwelt Vorpommern) diente als Forum zu „Constructed Wetlands“ beispielsweise die Konferenz „Wetlands for Clear Water“ der GRÜNEN LIGA in Greifswald am 24. März 2011, auf welcher die Frage geklärt werden sollte, wie sich in Deutschland, Polen und den anderen Ostseeanrainerstaaten das Management von Feuchtgebieten für das Erreichen des „Clear Water“-Ziels einsetzen lässt, das Teil des HELCOM-Ostsee-Aktionsplans ist (siehe auch www.wrrl-info.de).

Das IfaÖ beteiligte sich zudem maßgeblich an der Vorbereitung und Gestaltung des „Taxonomischen Workshops der aktuell in der Nord- und Ostsee auftretenden Neozoa“ am 16. Februar 2012 im Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde. Die Problematik der Neozoen, d. h. durch den Menschen eingeschleppte Tiere, beschäftigt die Forschung seit Jahrzehnten, und jährlich gibt es neue Fundmeldungen der sogenannten „alien species“ in der Nord- und Ostsee sowie den Binnengewässern. Im Rahmen von RADOST dient diese Thematik als Ergänzung zu ökologischen Untersuchungen und hat eine hohe Bedeutung im Zusammenhang mit Auswirkungen des Klimawandels auf die Meeresumwelt.

Im Zeitraum 2011/2012 wurde darüber hinaus die RADOST-interne Wikipedia-Plattform zum Fokusthema „Naturschutz und Nutzungen“ bearbeitet. Hier soll Wissen selektiert, gesammelt und gebündelt werden. Während der noch andauernden Entwicklungsphase ist die Plattform vorerst noch ausschließlich den Beteiligten beim IfaÖ zugänglich.

Naturschutzfachliche Aspekte und Nutzungen

Ein besonderer Arbeitsschwerpunkt im Berichtsjahr lag auf den naturschutzfachlichen Aspekten der Offshore-Windkraftnutzung²⁴, wie im Folgenden näher beschrieben. Einen zweiten Schwerpunkt bildete die Problematik der Gewinnung mariner Sande (siehe Anwendungsprojekt „Unterhaltung von Schifffahrtswegen und Küstenschutz: Erarbeitung von Handlungsanweisungen“, Seite 18).

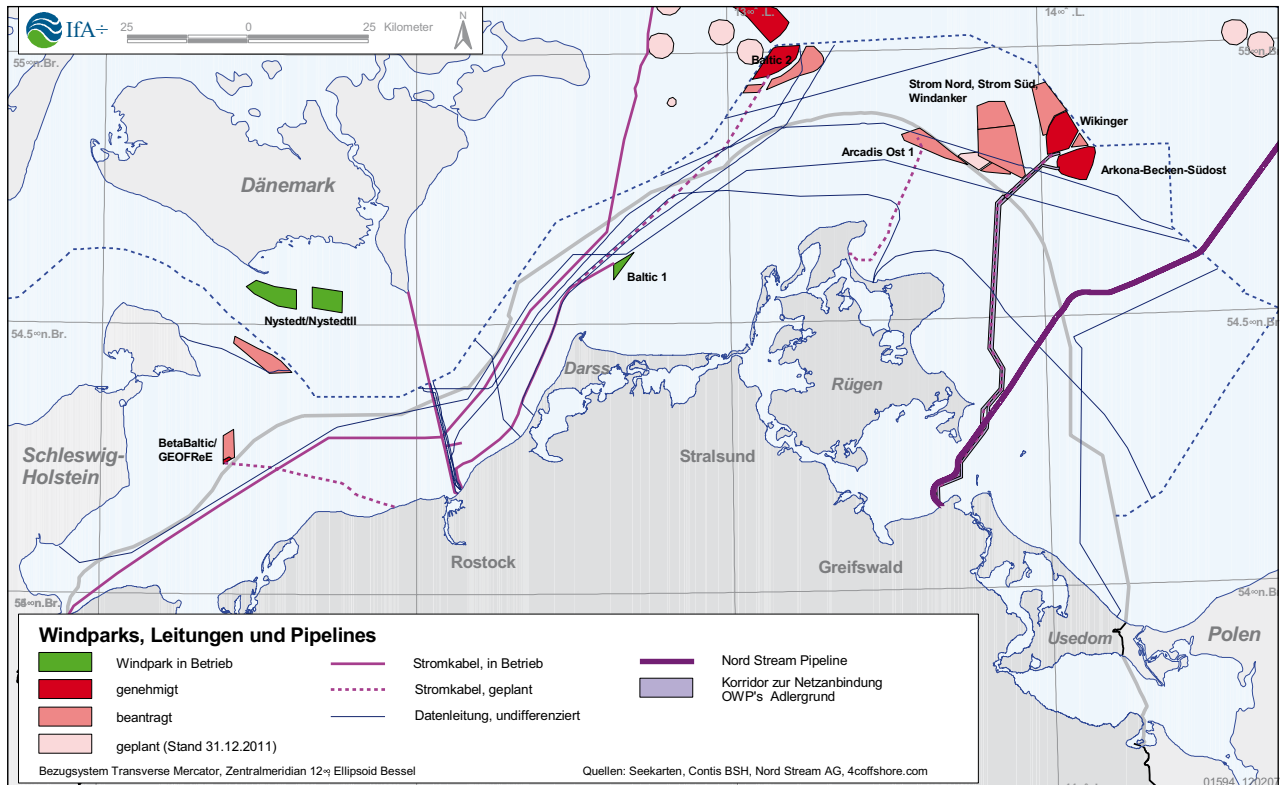
Sowohl in der deutschen Nordsee als auch Ostsee liegen zahlreiche Planungen und Genehmigungen zu Offshore-Windparkgebieten vor, die sich auf die deutsche Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) und die 12-Seemeilen-Zone (12-sm-Zone) der Küstenländer konzentrieren.²⁵ Von den bisher insgesamt 15 in der Ostsee beantragten Windparks bzw. Einzelanlagen sind zwei bereits in Betrieb, sie befinden sich in der 12-sm-Zone. Vier Windparks wurden genehmigt, davon einer in der 12-sm-Zone (Bereich Schleswig-Holstein) und drei in der AWZ. Alle weiteren Windparks befinden sich noch im Genehmigungsverfahren, davon 2 in der 12-sm-Zone und sieben in der AWZ (Abbildung 1.27).

Die im Landesraumentwicklungsprogramm 2005 in den Küstengewässern von Mecklenburg-Vorpommern ausgewiesenen zwei marinen Eignungsflächen für Windenergieanlagen sind bebaut (Baltic 1 nördlich des Darß) oder auf dem Weg der Genehmigung (Arcadis Ost 1 nördlich Rügens). Weitere Bauvorhaben in der 12-sm-Zone sind nur in neuen Eignungsräumen möglich. Dazu sind insbesondere die in den letzten Jahren gewonnenen Erkenntnisse zu natürlichen Schutzgütern zu berücksichtigen. Einige der untersuchten Aspekte seien im Folgenden exemplarisch genannt.

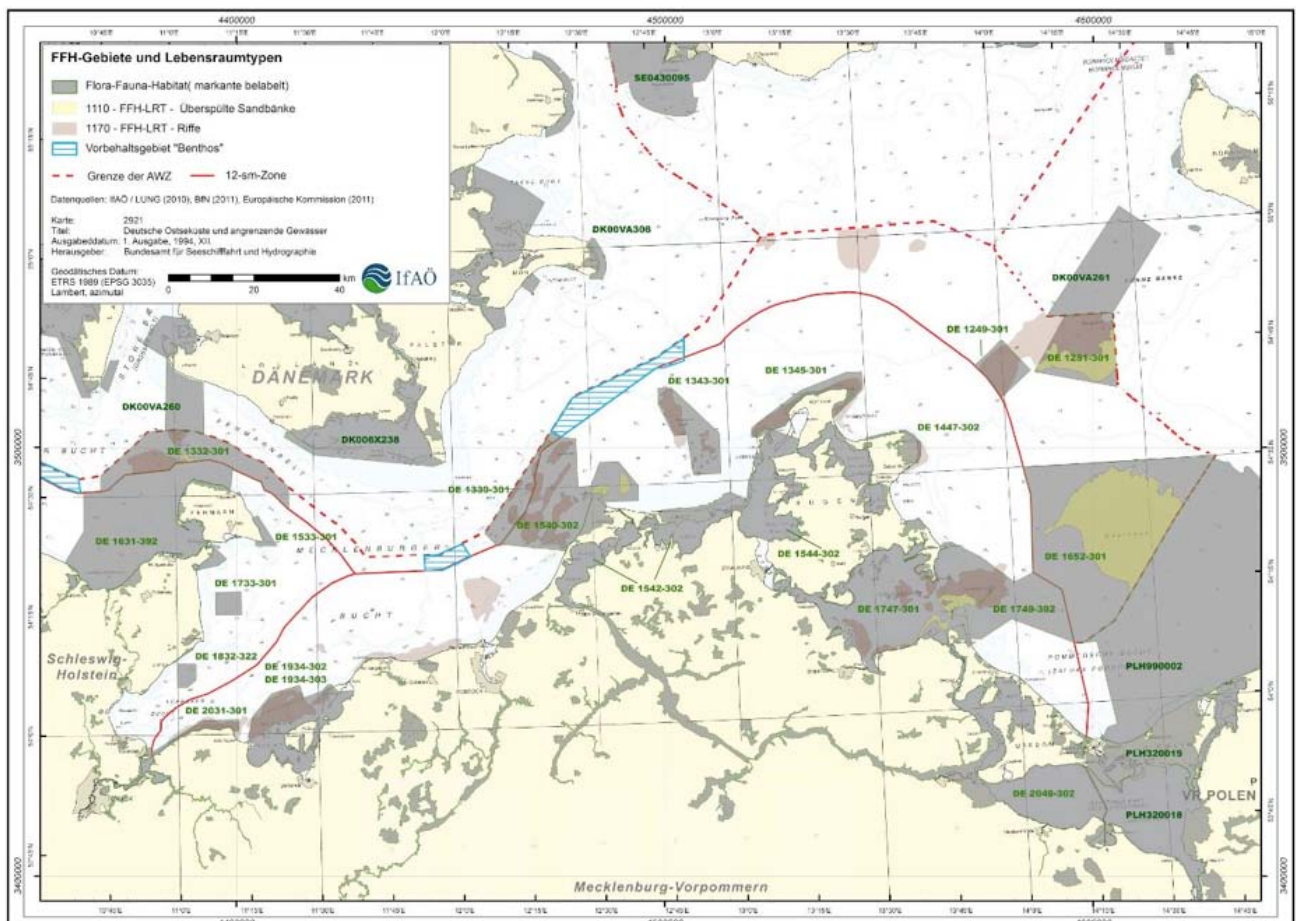
FFH-Gebiete / geschützte Lebensraumtypen:

Gemäß Anhang I der FFH-Richtlinie²⁶ sind in Nord- und Ostsee sechs der acht für den europäischen Raum definierten natürlichen Lebensraumtypen der Meeresgewässer und Gezeitenzonen zu verzeichnen. In den letzten Jahren wurden sowohl für die deutsche Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) Ostsee als auch für die marinen Gebiete von Mecklenburg-Vorpommern neue Meldungen für marine NATURA 2000-Gebiete²⁷ an die EU realisiert. Derzeit befinden sich demnach 20 FFH-Gebiete in der RADOST-Projektregion, davon 5 in der AWZ und 4 in Schleswig-Holstein (Abbildung 1.28). Außerhalb der AWZ befinden sich 9 weitere FFH-Gebiete auf dänischem, schwedischem und polnischem Gebiet; außerdem 11 SPA-Gebiete²⁸, wovon eines sich in der AWZ befindet. Außerhalb des deutschen Küstengebietes und der AWZ befinden sich noch 5 weitere SPA-Gebiete auf polnischem, schwedischem

Fokusthema 5: Naturschutz und Nutzungen



1.27 > Windparks, Kabel und Pipelines in der deutschen Ostsee



1.28 > Abbildung 2: FFH-Gebiete und ausgewählte Lebensraumtypen

26) Richtlinie 92/43/EWG, Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie.

27) Das Schutzgebietssystem Natura 2000 setzt sich aus FFH-Gebieten und Europäischen Vogelschutzgebieten zusammen.

28) Special Protection Area, Europäisches Vogelschutzgebiet.

und dänischem Gebiet. Zahlreiche Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiete befinden sich überwiegend im Küstenbereich. Eine Ausnahme bildet die Pommersche Bucht, welche sich in der deutschen AWZ befindet und sowohl internationales FFH- und SPA-Gebiet als auch nationales Naturschutzgebiet (NSG) ist.

Vögel

Die für den marinen Bereich des Küstenmeeres Mecklenburg-Vorpommerns und der angrenzenden deutschen AWZ der Ostsee ausgewiesenen EU-Vogelschutzgebiete dienen vornehmlich dem Schutz von rastenden Seevögeln. Sie wurden nach umfangreicher Analyse des Rastvogelbestandes in den Hauptrastgebieten ausgewiesen. Dieser Komplex wurde in einem aktuellen Fachgutachten zur Fortschreibung des Gutachtlichen Landschaftsprogrammes Mecklenburg-Vorpommern²⁹ nochmals aktualisiert.

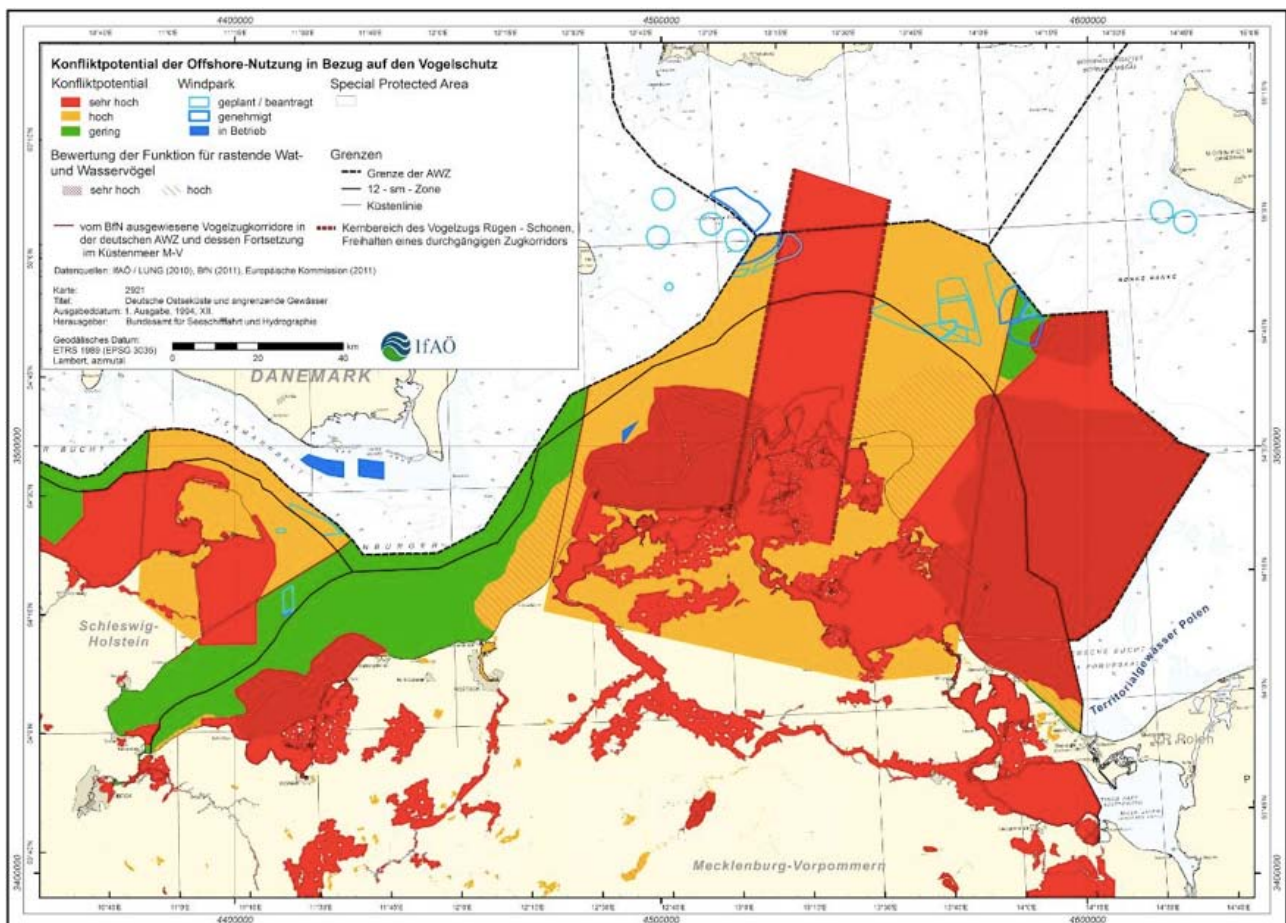
Der Komplex der Zugvögel ist räumlich schwerer zu fassen, da die Beobachtung ziehender Vögel ungleich schwieriger als die von stationären Rastvögeln ist. Hier versucht das IfaÖ mittels kamera- und radargestützter Techniken, bestehende Annahmen zum Zugeschehen auf offener See zu präzisieren.

Eine Annahme des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) geht dabei von einer Fokussierung des Kranichzuges in einem Korridor zwischen Nordrügen und Südschweden aus. Radaruntersuchungen legen nahe, dass sich ein Großteil des Zuges auf den mittleren Kernbereich konzentriert. Daher sollte dieser Bereich zwischen den genehmigten bzw. in der Planung verfestigten Windparkvorhaben Baltic 2 und Arcadis Ost 1 freigehalten werden.

Bewertet wurden nun beide Sachverhalte bezüglich der Empfindlichkeit gegenüber Offshore-Windenergieanlagen. Abbildung 1.29 zeigt beispielhaft das Ergebnis einer solchen Konfliktbewertung.

Säugetiere

Im Anhang IV der FFH-Richtlinie und in Artikel 1 der Vogelschutzrichtlinie sowie in der Bundesartenschutzverordnung geführte Arten oder Artengruppen sind bei der Gefährdung durch den Bau von Offshore-Windparks zu betrachten. Hierbei handelt es sich u. a. um Meeressäuger (z. B. Schweinswale) und ziehende Fledermäuse. Die Einschätzung der Beeinflussung beider Gruppen gestaltet sich schwierig, da sie nur mit hohem technischen Aufwand auf offener See beobachtbar sind.



1.29 > Konfliktpotential der Offshore-Windenergienutzung bezüglich der Zug- und Rastvögel

²⁹ IfaÖ, ILN & T. Heinicke (2010): Analyse und Bewertung der Landschaftspotentiale in Mecklenburg-Vorpommern. Funktion der Landschaft für rastende und überwinternde Wat- und Wasservögel. Karte und Rastgebietsprofile der Vogelrastgebiete in Mecklenburg-Vorpommern. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern.

Fokusthema 5: Naturschutz und Nutzungen



1.30 > Gewöhnlicher Schweinswal (*Phocoena phocoena*)
Quelle: Wikipedia Creative Commons, Autor: AVampireTear, 24.04.2008

Für Schweinswale besteht im Worst-case-Szenario der Tatbestand einer „Verletzung oder Tötung“ im Falle des Aufenthalts eines Schweinswals im absoluten Nahbereich des Rammens beim Bau der Offshore-Anlagen. Hierbei können die Hörorgane verletzt werden. Zudem ist die Gefahr einer Kollision mit einem Schiff, die zu Verletzungen oder Tötung führen kann, nicht auszuschließen.

In den jüngsten Studien³⁰ wurde erkannt, dass einige Fledermausarten, um in ihre Winterquartiere zu gelangen, die Ostsee queren und dabei unterwegs auch jagen und rasten (Nachweise z. B. auf der Greifswalder Oie). Damit sind sie potentiell durch Offshore-Windenergieanlagen gefährdet. Den aktuellen Studien³¹ zufolge kann eine Gefährdung der Tiere durch Kollision mit den Offshore-Windenergieanlagen, Schiffen oder Baugeräten nicht ausgeschlossen werden.

Interpretation, Folgenabschätzungen

Bis zur Errichtung eines Offshore-Vorhabens ist es ein langer Weg.³² Je nach Lage muss ein Gebiet für die Errichtung von Offshore-Windparks zunächst in der Raumordnung bzw. Landesplanung des jeweiligen Bundeslandes als Vorranggebiete ausdrücklich als Vorranggebiete festgelegt sein. Weiterhin müssen sie in einem umfassenden Verfahren behördlich (hier BSH) genehmigt werden.

Das Gesetz zur Änderung des Seeaufgabengesetz, das der Seeanlagenverordnung zugrunde liegt, und damit verbunden die Erweiterung der Zuständigkeiten anderer Behörden, hier

insbesondere des BfN, auf den marinen Bereich (gemäß aktuellem BNatSchG § 58 Abs. 1 Satz 2), haben zur Folge, dass sich die bisher landseitig naturschutzrechtlichen Bedingungen für eine Genehmigung von Offshore- Vorhaben auf den marinen Bereich ausweiten.

Um Konflikte mit dem Naturschutz im Voraus zu vermeiden, sind potentiell beeinträchtigte Biotope im marinen Bereich auszumachen. Dafür müssen in Zukunft noch einheitliche Anleitungen erstellt werden, die eine eindeutige Abgrenzung ermöglichen.

Wie auch landseitig bereits gültig, sind Eingriffe in Schutzgüter vordergründig durch die Schaffung von alternativen, gleichartigen Flächen zu kompensieren (Ersatzflächen, Ausgleichsflächen). Bauzeiten sind z. B. zugunsten der Reproduktionszeit von Meeressäugern als Vermeidungsmaßnahme in die reproduktions- und störungsfreie Zeit zu verschieben. Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen für Offshore-Vorhaben müssen in naher Zukunft jedoch noch angepasst werden, sie sind derzeit noch nicht auf den marinen Bereich anwendbar. Erst ab 1. Januar 2017 sollen diese für die AWZ gelten.

Es besteht in dem Zusammenhang die Frage, wie in der Zwischenzeit ein Ausgleich für beeinträchtigte Biotope im Rahmen der derzeitigen Genehmigungsverfahren für Offshore-Windparks erfolgen soll, wenn hierfür noch keine Regelungen festgesetzt wurden.

Erschwerend kommt hinzu, dass die Möglichkeiten für Ausgleichsmaßnahmen direkt vor Ort im Offshore-Bereich begrenzt sind. Eine Alternative böte die Verlagerung der Ausgleichsmaßnahmen in den terrestrischen Bereich, um mit geeigneten Maßnahmen (z. B. Nährstofffallen in Vorflutersystemen – Wetlands) wiederum eine Verbesserung der ökologischen Situation in den Küstengewässern zu bewirken. Diesbezüglich fehlen aber gesetzliche Regelungen, um die Ausgleichsmaßnahmen räumlich entfernt von den geplanten Offshore-Vorhaben ansetzen zu können.

30) Ahlén, I.; Baagøe, H.-J. & L. Bach (2009): Behavior of Scandinavian Bats during Migration and Foraging at Sea. *Journal of Mammalogy*: December 2009; 90/6: 1318-1323; ebenso Studien des Naturschutzbunds Deutschland (NABU).

31) Skiba, R. (2007): Die Fledermäuse im Bereich der Deutschen Nordsee unter Berücksichtigung der Gefährdungen durch Windenergieanlagen (WEA). *Nyctalus* (N.F.), Berlin; 12:199-220. Ahlén, I.; Bach, L.; Baagøe, H.J. & J. Pettersson (2007): Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Report 5571. July 2007. Ahlén et al 2009 a.a.O.

32) Vgl. den Beitrag von Freshfields Bruckhaus Deringer LLP auf der Konferenz „Offshore-Windkraft und Naturschutz – ein unlösbarer Konflikt?“, Berlin, 30.6.2011. www.ifaoe.de/uploads/media/1_Offshore-Konferenz-2011_Rahmenbedingungen.pdf



Fokusthema 6: Erneuerbare Energien

Das Fokusthema „Erneuerbare Energien“ befasst sich mit der Potenzialanalyse sowie dem Einfluss des Klimawandels auf die Potenziale der erneuerbaren Energiequellen Geothermie, Photovoltaik, Windenergie sowie Biogas. Im ersten Projektjahr wurden die Parameter ermittelt, die einen Einfluss auf die Nutzung der erneuerbaren Energien ausüben. Im zweiten Projektjahr erfolgte auf der Grundlage der bis dahin gewonnenen Erkenntnisse die genauere Analyse und Prognose der Potenziale und Perspektiven geothermischer Energienutzungen an der deutschen Ostseeküste unter dem Einfluss des Klimawandels. Im aktuellen Zeitraum stand die Betrachtung der Photovoltaik im Vordergrund.

Betrachtung der Potenziale und Perspektiven photovoltaischer Energienutzung an der deutschen Ostseeküste unter dem Einfluss des Klimawandels

Viele erneuerbaren Energien stellen nach menschlichen Maßstäben unerschöpfliche Energiequellen dar. Dennoch können von ihrem natürlichen Angebot bisher nur wenige Promille (Solarstrahlung, Wind) bis Prozente (Biomasse, Erdwärme) tatsächlich in Form von Strom oder Wärme genutzt werden. Die Potenziale der erneuerbaren Energien werden beeinflusst durch technischen Fortschritt und sich verändernde Rahmenbedingungen in Politik, Wirtschaft und Natur. Die Sonne ist eine scheinbar unendliche, verlässliche und absolut saubere Energiequelle. Ihr natürliches Potenzial, die Strahlungsenergie, kann mithilfe von Solarzellen in elektrische Energie umgewandelt werden. Genutzt werden dabei die direkt einfallenden Sonnenstrahlen (Sonnenschein) sowie auch die indirekte Sonnenstrahlung, welche durch Reflexion und Streuung in der Erdatmosphäre entsteht und die die Erdoberfläche aus allen Himmelsbereichen als diffuse Strahlung erreicht. Die Summe aus direkter und indirekter Sonnenstrahlung wird als Globalstrahlung bezeichnet.

Potenzielle Abnahme der Globalstrahlung in den Wintermonaten

Der Klimawandel kann sich auf die Globalstrahlung durch Veränderung der Klimaelemente Sonnenscheindauer und Bewölkung auswirken. Für die deutsche Ostseeküste wird laut Klimaberechnungen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts ein Rückgang der jährlichen mittleren Sonnenscheindauer um 5 bis 7 % im Vergleich zu heute (1961-1990) prognostiziert. Vor allem in den Wintermonaten ist mit bis zu 27 % weniger Sonnenstunden zu rechnen. Für die Sommermonate ergaben die Berechnungen keine merkliche Änderung. Nach dem aktuel-

Ansprechpartnerin:

Cindy Dengler

Email: C.Dengler@gicon.de

GICON – Großmann Ingenieur Consult GmbH –
Niederlassung Rostock (GICON)

len Stand der Forschung ist die Änderung des Bedeckungsgrades bis Ende des 21. Jahrhunderts im Vergleich zu heute noch unklar. Möglicherweise kann sich eine leicht zunehmende Tendenz der Bewölkung um max. 5 % in den Wintermonaten ergeben. In den Sommermonaten ist eine Abnahme von max. 13 % möglich.

Anpassung der Photovoltaik-Technologien an veränderte Umweltverhältnisse

Vom riesigen Energieangebot der Sonne können aufgrund technischer, struktureller und ökologischer Grenzen nur wenige Promille für den Menschen nutzbar gemacht werden. Der Anteil des natürlichen Potenzials der Strahlungsenergie, der unter Berücksichtigung dieser Kriterien übrig bleibt, wird als das technische Potenzial bezeichnet. Auch unter Nutzung der aktuell besten am Markt verfügbaren Technik unterliegt die photovoltaische Energieerzeugung den Grenzen erreichbarer Wirkungsgrade und Anlagengrößen. Auf das technische Entwicklungspotenzial von Photovoltaik-Anlagen kann der Klimawandel kaum Einfluss nehmen, da z. B. der erreichbare Wirkungsgrad der Anlagen u.a. von den Eigenschaften der verwendeten Materialien (z. B. Silizium) abhängt. Jedoch können durch den Einfluss des Klimawandels technische Anpassungen der Technologien an die veränderten Umweltverhältnisse ausgelöst werden.

Anpassung der genehmigungsrechtlichen Standortpriorisierung für Photovoltaik

Photovoltaik ist eine sehr flächenintensive Technik zur Stromproduktion. Um Natur- und Landschaftspotenziale zu schonen, werden genehmigungsrechtlich Standortprioritäten für Photovoltaik-Anlagen festgelegt. Genehmigungsfähige Standorte sind z. B. Dächer und Fassaden von Gebäuden, Siedlungsbrachen und versiegelte Flächen.

Neben dem Naturschutz soll auch die Konkurrenz zu anderen Flächennutzungen geregelt werden. So ist die Errichtung von Photovoltaik-Anlagen auf landwirtschaftlich wertvol-

len Flächen nicht genehmigungsfähig. Als Folge des Klimawandels könnte es aber zur Herabsetzung erreichbarer Ertragswerte landwirtschaftlich genutzter Flächen kommen, auf denen dann die Errichtung von Photovoltaik-Anlagen in Frage käme.

Einfluss des Klimawandels auf die Anlageneffizienz und Wirtschaftlichkeit

Ablagerungen von Schnee oder Staub, aber auch hohe Temperaturen wirken sich negativ auf die Anlageneffizienz und damit auf den Stromertrag aus. Durch den Anstieg der durchschnittlichen Jahrestemperaturen wird in den Wintermonaten voraussichtlich weniger Schnee fallen, der die Solarmodule abdecken könnte. In den Sommermonaten könnte es jedoch durch vermehrte Dürreperioden zu einer verstärkten Staubentwicklung kommen. Zudem werden sich die erhöhten Lufttemperaturen nachteilig auf die Effizienz von Photovoltaik-Anlagen auswirken. Weiterhin können zusätzliche Kosten im Schadensfall durch vermehrte Extremwetterereignisse zu einer Verringerung der Wirtschaftlichkeit von Photovoltaik-Anlagen führen.

Fazit

Zusammengefasst wird der Klimawandel keine gravierenden Auswirkungen auf die photovoltaische Energieerzeugung haben. Bis auf die Erwärmung der Lufttemperaturen sind prognostizierte Änderungen der Klimaparameter mit Einfluss auf die photovoltaische Energieerzeugung minimal und noch sehr unsicher. Mögliche Veränderungen der technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Randbedingungen durch den Einfluss des Klimawandels bleiben in einem handhabbaren Rahmen.



Ansprechpartnerin:

Dr. Claudia Heidecke

Email: claudia.heidecke@vti.bund.de

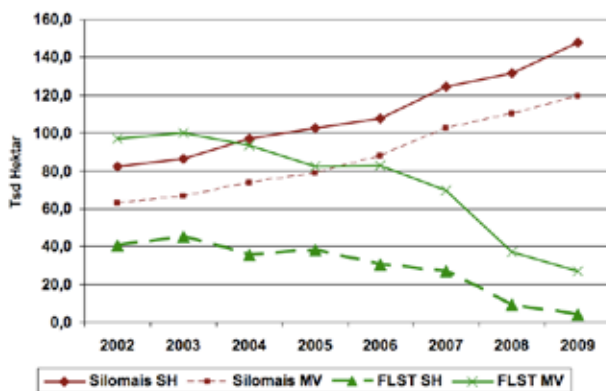
Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI)

Analyse und Prognose der Entwicklung der Bioenergie

Für das Fokusthema erneuerbare Energien wurden erste Analysen über die Entwicklung von nachwachsenden Rohstoffen, insbesondere von Energiemais, für den Ostseeraum durchgeführt.

Vor allem durch die Verabschiedung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes wurde der Anbau von Energiemais in den letzten Jahren gefördert; die Entwicklung des Energiemaisanbaus der letzten zehn Jahre ist die Hauptdatenquelle, die zur Abschätzung der zukünftigen Anbaumengen zur Verfügung steht. In Abbildung 1.31 sind die Anbaumengen von Energiemais und die stillgelegte Fläche der Jahre 2002 bis 2009 in Schleswig-Holstein und Mecklenburg Vorpommern abgebildet. Durch den Anbau von Energiemais wurden neben anderen Flächenänderungen auch Flächen unter Kultur genommen, die zuvor nicht bewirtschaftet wurden. Ein Teil der stillgelegten Fläche wird jedoch auch mit anderen Kulturen wie Getreide bewirtschaftet. Die zu erwartende zukünftige Entwicklung des Anbaus von Energiemais und der Ausbau von Biogas werden im Rahmen dieses Arbeitspaketes weiter untersucht.

Ob der vermehrte Anbau von Energiemais zu verstärkten Monokulturen im Ostseeraum führt, wird mit Hilfe eines Gini-Koeffizienten analysiert, ein statistisches Maß zur Bestimmung von Ungleichheiten, welches häufig in der Wohlfahrtsökonomie zur Bestimmung von Einkommensunterschieden verwendet wird. Der errechnete Koeffizient macht deutlich, dass die Wirkung von Energiemais regional unterschiedlich betrachtet werden muss (siehe auch Anwendungsprojekt „Entwicklung angepasster Pflanzensorten“, Seite 31). In den nächsten Monaten werden im Rahmen des Arbeitspaketes die Entwicklung des Maisanbaus bis zur Zieljahr 2020 untersucht und die Auswirkungen unter anderem auf die Gewässerqualität analysiert.



1.31 > Entwicklung des Maisanbaus und der Flächenstilllegung in Schleswig-Holstein (SH) und Mecklenburg Vorpommern (MV) zwischen 2002 und 2009 (Quelle: Destatis 2007, Heidecke et al. 2011³³)

Anwendungsprojekt: Küstenschutz und Geothermie

Ansprechpartner:

Björn Oldorf

Email: HSW.Ingbuero@t-online.de

H.S.W. Ingenieurbüro, Rostock

Begleitend zu den Fokusthemen „Küstenschutz“ und „Erneuerbare Energien“ wird im Rahmen von RADOST ein Anwendungsprojekt durchgeführt, das die technischen Möglichkeiten zur Gewinnung von Wärme oder Kälte aus dem Küstenbereich bei Küstenschutzplanungen (Errichtung von Dünen, Deichen, Wellenbrechern, Buhnen etc.) berücksichtigt. Darin soll aufgezeigt werden, wie die thermische Nutzung von „Strandwasser“ (einem Gemisch aus Grund- und Meereswasser) oder Meereswasser bereits planerisch bei Küstenschutzmaßnahmen integriert werden kann.

Die erforderlichen Grundlagendaten für eine Beurteilung des Potentials der thermischen Nutzung des Untergrundes im Küstenbereich bzw. des Meerwassers sollen durch eine eigens dafür von der H.S.W. GmbH eingerichtete Messstrecke bestehend aus 5 Messstellen (Abb. 1.32) über einen Zeitraum von ca. 20 Monaten ermittelt werden. Der Einbau der Messstellen (Mst.) erfolgte im April bis Mai 2011, das Auslesen der gewonnenen Messdaten erfolgt seitdem quartalsweise bzw. halbjährig.

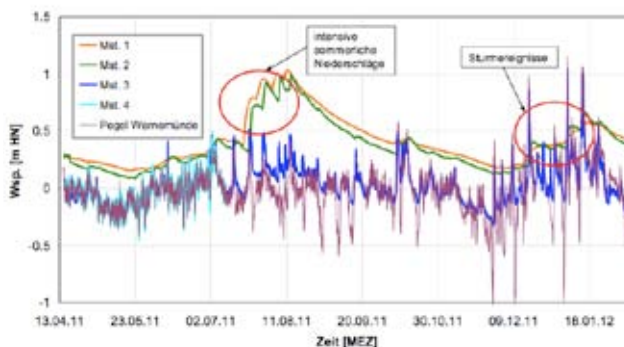


1.32 > Messstellenerrichtung; links oben Errichtung der Mst. 5, links unten Detail der Mst. 4, rechts oben Errichtung Mst. 3, rechts unten eingebaute Mst. 3

Fokusthema 6: Erneuerbare Energien

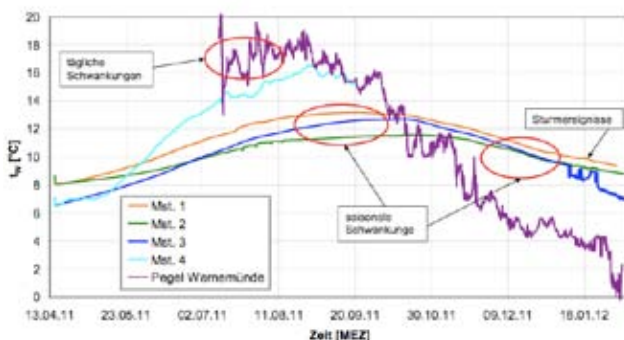
In den folgenden Abbildungen sind die bisher gemessenen Werte für die Wassertemperatur sowie den Wasserstand dargestellt. Zum Vergleich sind Messdaten des Ostseewassers mit aufgetragen, die am Pegel Warnemünde registriert wurden (Daten des StALU MM).

In Abb. 1.33 ist ersichtlich, dass die Wasserstände in der see-seitigen Mst. 4 und der ersten landseitigen Mst. 3 vor allem durch die Schwankungen des Meeresspiegels beeinflusst sind und diesen mit leicht verringerter Amplitude nachbilden. Die landseitigen Mst. 1 und 2 zeigen sowohl eine hydraulische Beeinflussung durch die Ostsee als auch durch das zuströmende Grundwasser aus dem Inland. So haben sich die Starkregenereignisse des vergangenen Sommers deutlich auf den Grundwasserstand ausgewirkt und diesen Ende Juli bis Mitte August 2011 im Mittel um über 0,5 m erhöht.



1.33 > Ganglinien des Wasserspiegels

Die gemessenen Grundwasser- bzw. Untergrundtemperaturen sind in Abb. 1.34 dargestellt. Erwartungsgemäß schwankt die Temperatur im Jahresgang. Der Pegel Warnemünde zeigt die größten Amplituden (Temperaturmessung in ca. 3-5 m Wassertiefe). Mst. 4 zeigt als relativ oberflächennah installierte Messstelle noch eine starke Beeinflussung durch die äußeren Umwelteinflüsse (u. a. Sonnenstrahlung, Lufttemperatur), die in den landseitig errichteten Mst. 1 - 3 deutlich abgeschwächt ist.



1.34 > Ganglinien der Grundwasser- bzw. Untergrundtemperatur

Für die Planung von Geothermieanlagen im Bereich von Küstenschutzbauwerken lassen sich aus den bisherigen Untersuchungen u. a. folgende vorläufige Schlussfolgerungen ableiten:

- Bei der Planung oberflächennaher geothermischer Quellsysteme wie Horizontalbrunnen oder Erdreichkollektoren im Strand- bzw. Dünenbereich ist die mögliche Schwankungsbreite des Grundwasser- bzw. „Strandwasserspiegels“ zu beachten (vgl. auch Abb. 1.33 Ganglinien Mst. 1 und Mst. 2), um einen Leistungsverlust oder einen Ausfall durch zeitweiliges „Trockenfallen“ zu vermeiden.
- Eine direkte thermische Nutzung von „Strandwasser“ mittels Brunnen zur passiven Kühlung und wärmepumpen-gestützten Beheizung von Gebäuden lässt sich aufgrund der großen gewinnbaren Wassermengen unter Berücksichtigung des nachgewiesenen günstigen saisonalen Temperaturverlaufes voraussichtlich mit hoher Effizienz realisieren (vgl. auch Abb. 1.34 Ganglinien Mst. 3).
- Die direkte thermische Nutzung von Meerwasser mittels Brunnen zur passiven Gebäudekühlung ist ggf. nur mit Einschränkungen möglich, da die am strandnahen Meeresgrund gemessenen Wassertemperaturen im Sommer ein vergleichsweise hohes Niveau erreichen (vgl. auch Abb. 1.34 Ganglinien Mst. 4 und Pegel Warnemünde).
- Für die saisonal wechselnde Nutzung der oberflächennahen Geothermie zum Heizen und Kühlen mittels geschlossener Wärmeübertrager wie z. B. Erdreichkollektoren wurden im Tiefenbereich von ca. 2,5 bis 4,5 m unter Geländeoberfläche günstige Temperaturverhältnisse nachgewiesen (vgl. auch Abb. 1.34, Ganglinien Mst. 1 bis Mst. 3).

Modul 2
Natur- und
ingenieurwissenschaftliche
Forschung

Die natur- und ingenieurwissenschaftliche Forschung in Modul 2 liefert die Grundlagen für anwendungsbezogene Fragestellungen. Sie umfasst die Bereiche (I) Klimadatenmanagement, (II) Wasserstände, Seegang, Strömungen und Sedimenttransporte, (III) Gewässerqualität und Klimawandel sowie (IV) Ökologie und biologische Vielfalt.

Informationen über klimatische Veränderungen in der Projektregion werden vom Helmholtz-Zentrum Geesthacht durch den Norddeutschen Klimaatlas sowie durch gesonderte Veröffentlichungen bereitgestellt.

Mögliche durch den Klimawandel hervorgerufene Veränderungen in **Seegang und Strömungsverhalten** der Ostsee und deren Küstenbereichen werden mit Hilfe unterschiedlicher Modelle untersucht. **Großräumige Seegangsveränderungen** werden mit dem numerischen Seegangsmodell WAM erforscht. Mit entsprechenden Berechnungen am Deutschen Klimarechenzentrum wurde insbesondere ermittelt, wie sich Änderungen in der vorherrschenden Windrichtung, bei Zugbahnen von Tiefdruckgebieten sowie im Grad der Eisbedeckung auf die Seegangsstatistik auswirken.

Die Untersuchungen zu den klimawandelinduzierten **großräumigen Strömungsveränderungen** wurden in diesem Berichtszeitraum zum Abschluss gebracht. Mittels des Strömungsregionalmodells GETM stehen neben Daten hydrographischer Änderungen (siehe 2. RADOST-Jahresbericht) abschließend auch Ergebnisse für Strömungsgeschwindigkeiten und -richtung zur Verfügung. Die Modellierung von **Strömung und Seegang in kleinräumigen Küstenbereichen** schließt sich an.

Um die Entwicklung der **Gewässerqualität der äußeren und inneren Küstengewässer** unter verschiedenen Bedingungen zu untersuchen, wird das die Einzugsgebiete betrachtende Nährstoffemissionsmodell MONERIS mit dem biogeochemischen Ostseemodell ERGOM gekoppelt. Im Berichtszeitraum wurden bei beiden Modellkomponenten verschiedene Verbesserungen durchgeführt. Die Nährstofffrachten aus den Teileinzugsgebieten liegen in monatlicher Auflösung vor. Die räumliche Auflösung von ERGOM wurde auf eine Seemeile erhöht. Die erhöhte räumliche Auflösung der Daten für die Küstengewässer und die Berücksichtigung der Variabilität der Nährstoffflüsse im Jahreslauf werden in Zukunft genauere Aussagen über die zukünftige Entwicklung der Gewässerqualität ermöglichen.

Ansprechpartner/in:

Dr. habil. Gerald Schernewski

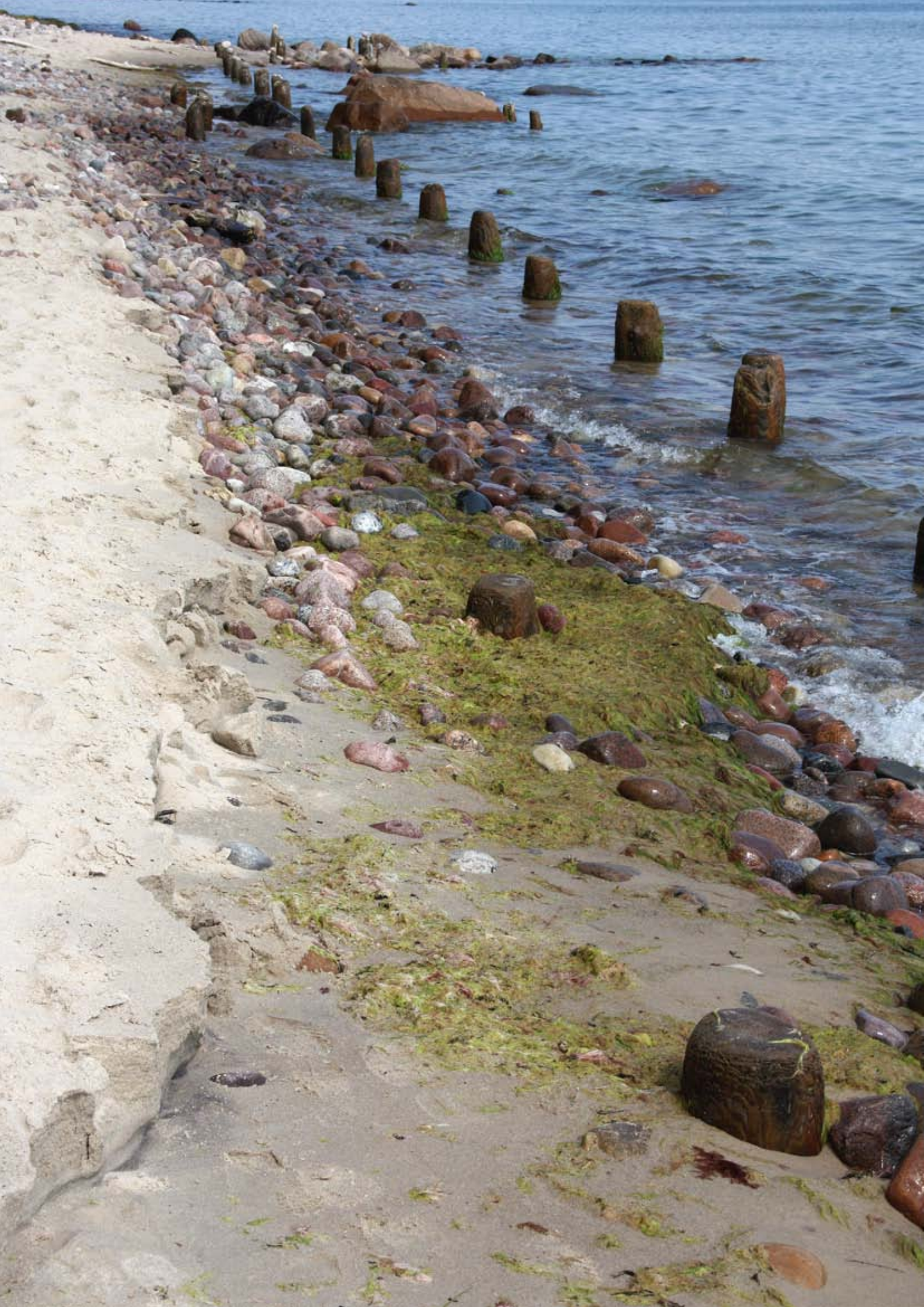
Email: gerald.schernewski@io-warnemuende.de

Dr. Inga Krämer

Email: inga.kraemer@io-warnemuende.de

Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW)

Um die **ökologischen Auswirkungen des Klimawandels** zu untersuchen, werden am IfAÖ mittels multivariater Statistik die möglichen Einflüsse physikalisch-hydrographischer Veränderungen auf das Makrobenthos erforscht. Veränderungen der benthischen Artenzusammensetzung und -verteilung können wiederum Konsequenzen für andere Artengruppen haben. Dementsprechend werden auch die klimabedingten Auswirkungen auf Seevögel im deutschen Ostseeraum untersucht.



I - Klimadatenbedarf und -analyse (Klimadatenmanagement)

In diesem Arbeitspaket werden Informationen über klimatische Veränderungen in der Projektregion fortlaufend gebündelt, aufbereitet und bereitgestellt. Zudem werden Projektpartner über methodische Aspekte der Datenverwendung im Hinblick auf Möglichkeiten und Grenzen von Klimaszenarien informiert.

Zu Projektbeginn wurde deutlich, dass die im Projekt geplanten Klimafolgenszenarien aufgrund des sehr hohen Rechenzeitbedarfs unmöglich mit allen vom Weltklimarat IPCC vorgeschlagenen Treibhausgasszenarien umgesetzt werden können. Deshalb wurde die einheitliche Verwendung von zwei Klimaszenarien vereinbart, die mit dem Regionalmodell COSMO_CLM durchgeführt wurden (siehe Kasten). COSMO_CLM ist das gemeinschaftliche regionale Klimarechenmodell von über 30 internationalen Forschungseinrichtungen. Mit der einheitlichen Verwendung dieser beiden regionalen Klimaszenarien wird projektintern Konsistenz hinsichtlich der physikalischen Basis gewährleistet. Für diese Auswahl sprach zudem das Modellgebiet dieser Klimarechnungen, welches die gesamte Ostsee abdeckt. Dies ist beispielsweise für die Seegangmodellierung innerhalb von RADOST unerlässlich.

Die Fokussierung der Modellierungen auf nur zwei von insgesamt über 40 plausiblen Emissionsszenarien führt jedoch dazu, dass auch die im Projekt durchgeführten Klimafolgenszenarien nur einen Ausschnitt künftig möglicher Entwicklungen aufzeigen können. Ein wesentliches Instrument des

Den in RADOST verwendeten Modellierungen liegen zwei ausgewählte Szenarien des IPCC* zum globalen Ausstoß von Treibhausgasen zugrunde:

Das Szenario **A1B** beschreibt eine Entwicklung von Treibhausgasen auf mittlerem Niveau vor dem Hintergrund eines starken Wirtschaftswachstums, einer mäßigen (zur Mitte des 21. Jahrhunderts kulminierenden) Bevölkerungsentwicklung, rascher Einführung neuer und effizienterer Technologien und einer ausgewogenen Nutzung aller Energiequellen.

Das Szenario **B1** beschreibt ein geringeres Emissionsniveau von Treibhausgasen vor dem Hintergrund eines im Vergleich zu A1B geringeren Wirtschaftswachstums und eines rascheren Strukturwandels hin zu nachhaltigem, ressourcenschonendem Wirtschaften.

*IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2000) IPCC Special Report Emissions Scenarios (SRES).

Klimadatenmanagements bildet daher der vom Norddeutschen Klimabüro im Internet zur Verfügung gestellte Norddeutsche KlimaAtlas³⁴. Dort wird jeweils neben den einzelnen Ergebnis-

Ansprechpartnerin:

Dr. Insa Meinke

Email: Insa.Meinke@hzg.de

Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG)

sen der beiden im Projekt ausgewählten Klimaprojektionen immer die gesamte Spannweite möglicher zukünftiger Änderungen angegeben. Diese Spannbreiten basieren auf einem derzeitigen Ensemble von 12 regionalen Klimaszenarien. Auf diese Weise können Anpassungsstrategien, die im Rahmen von RADOST auf Basis der oben genannten Klimarechnungen entwickelt werden, immer im Kontext der aktuell bekannten Spannbreiten evaluiert werden.

Das Informationsangebot des Norddeutschen KlimaAtlas wird fortlaufend erweitert, aktualisiert und dem Nutzerfeedback entsprechend verbessert. Inzwischen wurde das Konzept des KlimaAtlas internationalisiert, so dass es leicht auf andere Ostseeregionen und andere Sprachen übertragbar ist. Dieses wurde mit dem polnischen KlimaAtlas für die Odermündung umgesetzt³⁵.

Wie die im Rahmen von RADOST im Jahre 2011 durchgeführte Befragung politischer Entscheidungsträger zur Wahrnehmung und Anpassung an den Klimawandel gezeigt hat, besteht ein großer Bedarf an wissenschaftlich fundierten und verständlich aufbereiteten Informationen zum Klimawandel an der Ostseeküste. Deshalb wurde eine verständliche Zusammenfassung des aktuellen Forschungsstandes zum Thema Ostseeküste im Klimawandel in Form eines öffentlichkeitswirksamen 60 Seiten umfassenden Handbuchs erarbeitet. Dieses kann kostenfrei beim Norddeutschen Klimabüro sowie auf der RADOST-Website³⁶ bestellt und heruntergeladen werden.



2.1 > Das Handbuch ist über die RADOST-Website verfügbar

34) www.norddeutscher-klimaAtlas.de

35) www.ujscieodry-atlasklimatu.pl

36) www.klimzug-radost.de/publikationen/ostseekueste-im-klimawandel



Großräumige Seegangsveränderungen

Die Entwicklung des Seegangs trägt maßgeblich zum Gefährdungspotential bei, das für Küstenregionen von extremen Hochwasserständen ausgeht. Neben lokalen Faktoren wird der küstennahe Seegang durch das großräumige Seegangsklima in der Ostsee bestimmt. Ziel des Arbeitspakets „Großräumige Seegangsveränderungen“ ist deshalb die Abschätzung möglicher Änderungen des großräumigen Seegangsklimas infolge des globalen Klimawandels, um aus darauf aufbauenden RADOST-Modellierungen Aussagen für Änderungen im küstennahen Bereich abzuleiten.

Für die Arbeiten wurde das numerische Seegangsmodell WAM eingesetzt. Der atmosphärische Antrieb (bodennahe marine Windfelder) stammt aus regionalisierten Klimaszenarienrechnungen. In diesen wurde das Regionalmodell COSMO-CLM von globalen Klimaszenarienrechnungen des gekoppelten ECHAM5/MPIOM für verschiedene Emissionsszenarien über den Zeitraum 1960-2100 angetrieben. Wie bereits im vorangegangenen Jahresbericht dargestellt, muss den Berechnungen zufolge über der Ostsee mit einer geringfügigen Zunahme der mittleren Windgeschwindigkeiten von weniger als 3% bis Mitte des Jahrhunderts und von bis zu 5% bis Ende des Jahrhunderts gerechnet werden. Im Bereich der extremen Windgeschwindigkeiten ist bis zum Ende des Jahrhunderts mit einer Zunahme von weniger als 5% im Vergleich zu heute zu rechnen.

Erste Auswertungen der Seegangssimulationen zeigen dementsprechend eine leichte Tendenz zur Zunahme der extremen Wellenhöhen (gemessen in Form des jährlichen 99%-Perzentils

Ansprechpartner/in:

Dr. Ralf Weisse

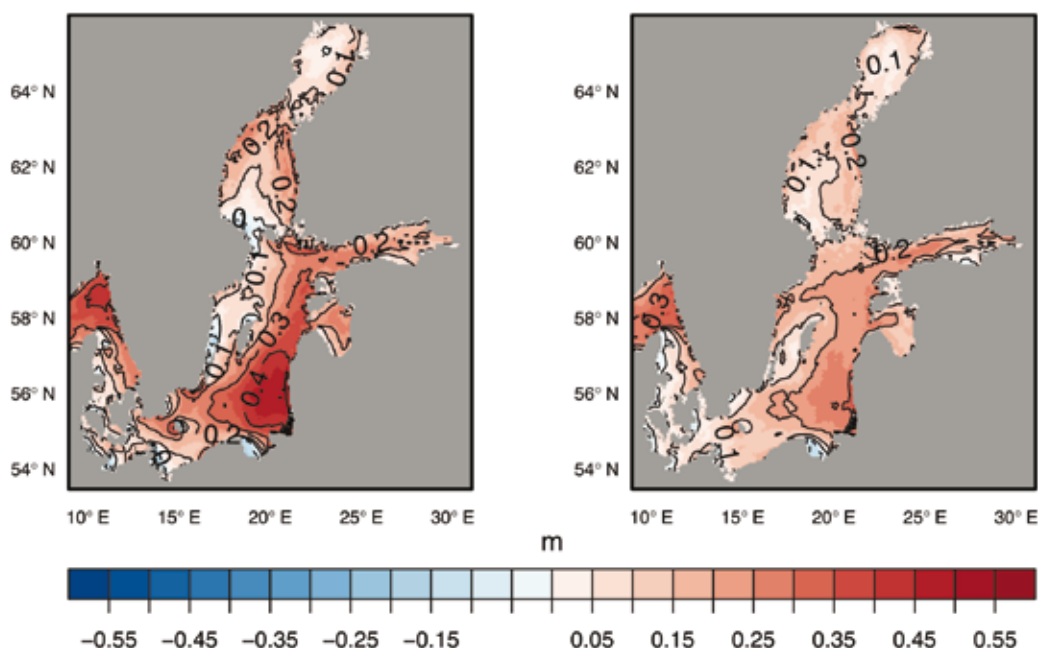
Email: ralf.weisse@hzg.de

Dr. Birgit Hünicke

E-mail: birgit.huenicke@hzg.de

der signifikanten Wellenhöhe) für den gesamten Ostseeraum (Abbildung 2.2). Die größten Änderungen finden sich dabei in der ersten mit Emissionsszenario A1B durchgeführten Simulation. Verglichen mit dem Referenzzeitraum 1961-1990 betragen die Änderungen bis Ende des Jahrhunderts (2071-2100) bis zu etwa 0,5 m, wobei die größten Änderungen regional im Bereich der südlichen Ostsee zu finden sind. In den Simulationen mit Emissionsszenario B1 ergeben sich generell etwas geringere Änderungen. Hier betragen die maximalen etwa 0,3 m, regional liegen diese ebenfalls im Bereich der südlichen Ostseeküste.

In allen Simulationen zeigt sich bisher, wenn auch unterschiedlich stark, eine Abnahme des 99%-Perzentils der Wellenhöhe jeweils an den Ostseiten mehrerer Küstenabschnitte (z. B. Lübecker Bucht, Pommersche Bucht, Danziger Bucht) und den Inseln (z. B. Bornholm). Diese Abnahme könnte in Zusammenhang mit einer Zunahme der Häufigkeit westlicher Windrichtungen bei hohen Windgeschwindigkeiten stehen. Zur genaueren Abschätzung der Änderungen und zur Bestimmung der Unsicherheiten werden noch weitere Analysen sowie die Auswertung weiterer Seegangssimulationen durchgeführt. Eine abschließende Bewertung soll im nächsten Jahresbericht erfolgen.



2.2 > Simulationen zur Änderung der Wellenhöhen in der Ostsee nach dem Szenario A1B (links) und B1 (rechts)

Ansprechpartner:

Dr. Ulf Gräwe

Email: Ulf.Graewe@io-warnemuende.de

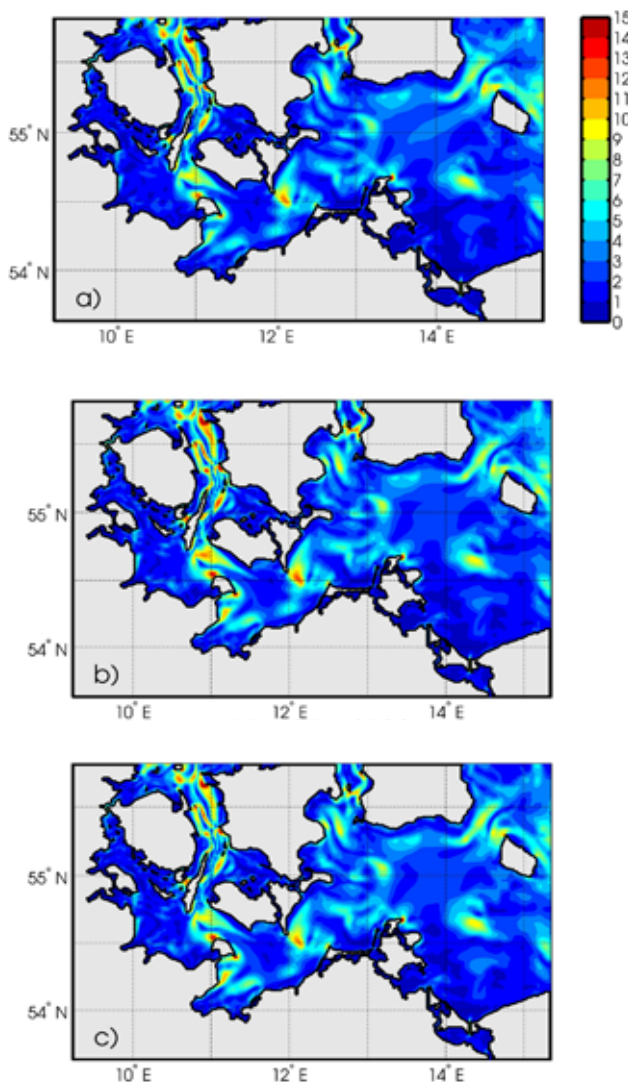
Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW)

Großräumige Strömungsveränderungen

Die Untersuchungen mit dem Strömungsregionalmodell GETM zu den großräumigen Strömungsveränderungen konnten im Berichtszeitraum zum Abschluss gebracht werden. Es existieren je zwei Realisierungen der drei verschiedenen Klimadatensätze. Ein Klimadatensatz umfasst den Zeitraum von 1960-2000 als Simulationslauf für das 20. Jahrhundert (C20). Die beiden anderen Klimadatensätze verwenden die Klimaszenarien A1B und B1 und umfassen jeweils den Zeitraum von 2001-2100. Die Klimaszenarien basieren auf den atmosphärischen Antrieben der CLM-Simulationsläufe. Die Ergebnisse zu Veränderungen

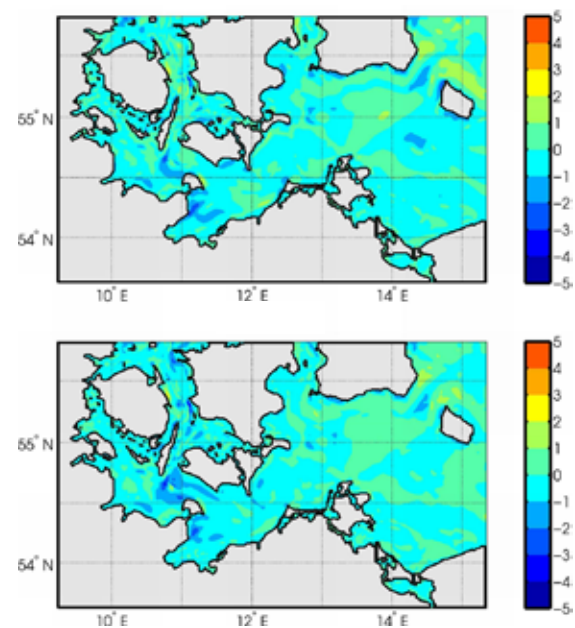
von Temperatur und Salzgehalt in der westlichen Ostsee mit den Klimaszenarien wurden im 2. Jahresbericht dargestellt und näher erläutert.

Für die Ermittlung der Strömungsveränderungen der südwestlichen Ostsee werden jeweils die Mittel des Zeitraumes von 1971-2000 im C20-Szenario mit denen des Zeitraumes von 2071-2100 der Szenarien B1 und A1B verglichen. In Abbildung 2.3 sind die jeweils mittleren Strömungsverhältnisse aufgezeigt. Die jeweiligen Differenzen der mittleren Geschwindigkeiten zwischen den Klimaszenarien A1B und B1 und dem Szenario C20 zeigt Abbildung 2.4.



2.3 > Mittlere Strömungsgeschwindigkeiten in cm/s in den Szenarien a) C20: 1971-2000, b) B1: 2071-2100 und c) A1B: 2071-2100.

Im Arkonabecken ist in beiden Szenarien mit einer leichten Verminderung der Strömungsgeschwindigkeiten von bis zu 2 cm/s, nördlich von Bornholm von bis zu 3 cm/s zu rechnen. Sowohl westlich als auch südlich von Fehmarn zeigen beide Szenarien eine Zunahme der Geschwindigkeiten von bis zu 2 cm/s. Ansonsten liegen die Differenzen unterhalb von 1 cm/s. Aufgrund der hohen natürlichen Variabilität in den Strömungsbedingungen in der westlichen Ostsee sind die projizierten Veränderungen als nicht signifikant einzustufen. Somit ist – basierend auf den durchgeführten Simulationen – mit keinen maßgeblichen Strömungsveränderungen durch den Klimawandel zu rechnen.



2.4 > Differenz der mittleren Strömungsgeschwindigkeiten in cm/s der Szenarien C20 – A1B (oben) und C20 – B1 (unten).

Strömung und Seegang in kleinräumigen Küstenbereichen

Untersuchungen von Veränderungen der hydrodynamischen Größen für mittlere Verhältnisse sowie extreme Einzelereignisse

Veränderung des Seegangs für mittlere Verhältnisse

Auf Grundlage der mit einem statistischen Modell berechneten Zeitreihen der Seegangparameter wurden für die Standorte Warnemünde, Travemünde und Westermarkelsdorf die Veränderungen von Wellenhöhen und Wellenanlafrichtungen für mittlere Verhältnisse abschließend bewertet. In die Auswertungen gehen die IPCC-Emissionsszenarien A1B sowie B1 gleichwertig ein und die Änderungen der Seegangparameter werden nachfolgend in Form von Spannbreiten dargestellt.

In der Studie wurden zwei von sechs IPCC-„Markerszenarien“ (minimale Menge von Szenarien zur Beschreibung des Spektrums der möglichen Entwicklungen der zukünftigen Gesellschaft)³⁷ des regionalen Klimamodells CLM benutzt. Die Spannweite der möglichen Veränderungen kann daher auch größer sein.

Da die Veränderung der Seegangsbedingungen direkt von den Veränderungen der Windgeschwindigkeit und vor allem auch der Windrichtung abhängig ist, wurden zusätzlich die Veränderungen der Windbedingungen für mittlere Verhältnisse an den ausgewählten Stationen ermittelt.

Es wurde herausgefunden, dass die mittlere Windgeschwindigkeit im Vergleich zur Vergangenheit (1971-2000) an allen betrachteten Stationen um 2 bis 5 % zum Ende des 21. Jahrhunderts zunimmt. Weiterhin kommt es generell zu einem häufigeren Auftreten von Wind aus westlichen Richtungen.

Als Folge dieser Veränderungen im Wind wurden ebenfalls Auswirkungen auf die Seegangsverhältnisse festgestellt, die je nach Orientierung des betrachteten Küstenabschnittes zur Hauptwindrichtung, unterschiedlich sind.

So wurde an **westwindexponierten** Stationen ein Anstieg der mittleren Wellenhöhen um bis 5% für Warnemünde und bis zu 8% im Falle von Westermarkelsdorf zum Ende des 21. Jahrhunderts festgestellt. Die mittleren Wellenanlafrichtungen verändern um bis zu 8° (Warnemünde) bzw. 6° (Westermarkelsdorf, Fehmarn) in westliche Richtung.

Ansprechpartner:

Christian Schlamkow

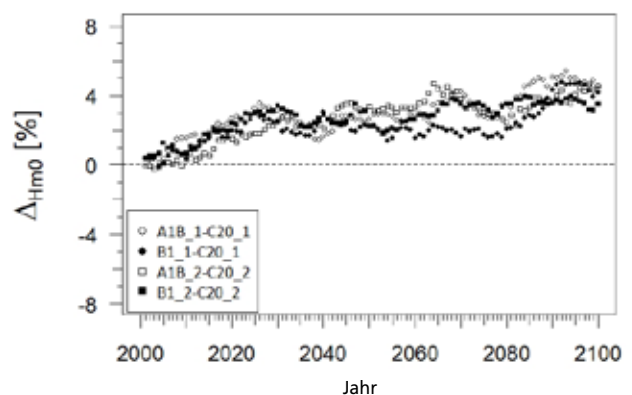
Email: christian.schlamkow@uni-rostock.de

Norman Dreier

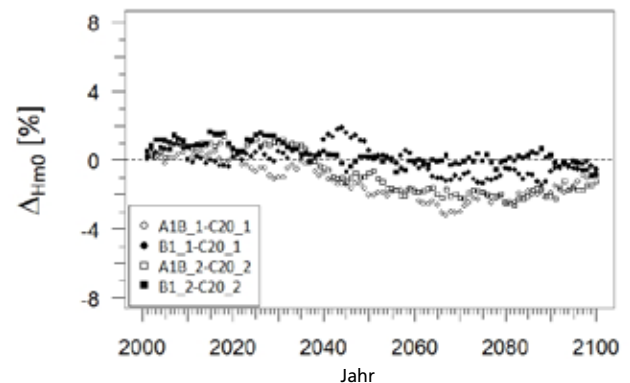
Email: norman.dreier@uni-rostock.de

Universität Rostock, Fachgebiet Küstenwasserbau, (URCE)

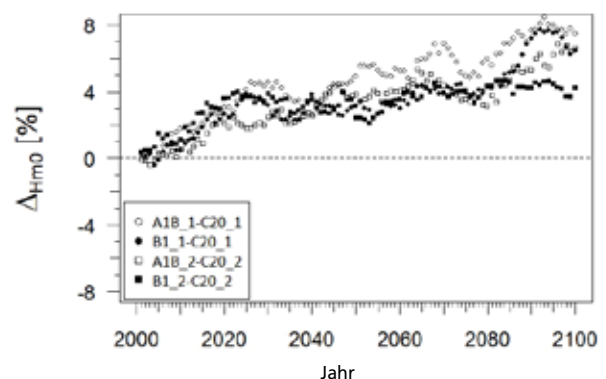
a) Warnemünde



b) Travemünde



c) Fehmarn



2.5 > Änderung der Mittelwerte der Wellenhöhen der Szenarielläufe A1B und B1 für Zeitabschnitte von 30 Jahren im Vergleich zum Referenzlauf C20 (1971-2000) an der Station (a) Warnemünde, (b) Travemünde, (c) Westermarkelsdorf

³⁷) Meinke, I., Weiße, R., von Storch, H., 2011: „Regionale Klimaszenarien in der Praxis“, Norddeutsches Klimabüro, Institut für Küstenforschung, Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Geesthacht.

An den **ostwindexponierten** Stationen (Travemünde) wurde erwartungsgemäß eine entgegengesetzte Entwicklung der zukünftigen Seegangbedingungen festgestellt. Die mittlere Wellenhöhe nimmt somit bis zum Ende des 21. Jahrhunderts um bis zu 3% ab und die mittlere Wellenanlaufrichtung verändert sich um bis zu 6° zu mehr östlichen Richtungen.

Die dargestellten Änderungen der Seegangparameter für mittlere Verhältnisse sind für Küstenprozesse die von mittleren Verhältnissen abhängig sind wie z. B. dem küstenparallelen Sedimenttransport sehr bedeutsam (siehe hierzu den folgenden Abschnitt „Sedimenttransport und Morphologie“).

Veränderung des Seegangs für extreme Einzelereignisse

Die Beurteilung der Veränderung von hohen bzw. extremen Wellenhöhen erfolgte auf Grundlage von Verfahren der Extremwertstatistik. Die für die Auswertung benötigten Zeitreihen der Seegangparameter wurden jedoch im Unterschied zu den vorher beschriebenen Untersuchungen in einem kombinierter Ansatz erzeugt, welcher statistische Verfahren sowie numerische Simulationen zur Berechnung der Seegangparameter verwendet. Für die anschließende extremwertstatistische Auswertung wurden Jahresmaximalwerte der berechneten signifikanten Wellenhöhen verwendet.

Als „extreme Wellenhöhe“ wird in dieser Untersuchung eine anhand von extremwertstatistischen Methoden berechnete Wellenhöhe bezeichnet, die mit einem statistischen Wiederkehrintervall von 200 Jahren auftritt.

Die Spannweite der Veränderung der extremen Wellenhöhen ist für die betrachteten Stationen unterschiedlich und kann je nach verwendetem Klimaszenario und Vergleichszeitraum bis zu -15% oder auch +15% betragen.

Weiterhin resultiert nicht für alle Stationen ein eindeutiges Signal/Muster für die Veränderung. Am deutlichsten ist die Veränderung für die Station Warnemünde wo drei von vier Zeitreihen einen schwachen positiven Trend für eine Zunahme der Extrema zeigen. Für die anderen Stationen zeigen jeweils nur zwei von vier Zeitreihen eine eindeutige Zunahme in den Extrema.

Die zukünftige Veränderung extremer Wellenhöhen kann aufgrund der großen Spannweite als auch dem nicht eindeutigen Trendverhalten für die Veränderung noch nicht abschließend beurteilt werden. Hierzu werden weitere statistische Kenngrößen der Wellenhöhenverteilung in die statistische Auswertung einbezogen.



Ansprechpartner:

Christian Schlamkow

Email: christian.schlamkow@uni-rostock.de

Norman Dreier

Email: norman.dreier@uni-rostock.de

Universität Rostock, Fachgebiet Küstenwasserbau, (URCE)

Sedimenttransport und Morphologie

Auswirkungen der hydrodynamischen Veränderungen auf den küstenparallelen Sedimenttransport

Die zukünftigen Veränderungen des Seegangs für mittlere Verhältnisse haben direkte Auswirkungen auf weitere Küstenprozesse wie z. B. den küstenparallelen Sedimenttransport, da dieser wesentlich vom Energieeintrag der Wellen auf die Küste bestimmt wird.

Für die Stationen Warnemünde, Travemünde und Westermarkelsdorf wurden an den in Abbildung 2.6 dargestellten Lokationen die zukünftigen Veränderungen Sedimenttransportkapazität analysiert und bewertet.

An der Station Warnemünde wurde ein eindeutiger Trend für eine Zunahme der Sedimenttransportkapazität um bis zu 40 % zum Ende des 21. Jahrhunderts festgestellt, die den nach Osten gerichteten Sedimenttransport intensivieren würden.

Die Station Travemünde zeigt dementsgegen einen eindeutigen Trend für eine Abnahme der Sedimenttransportkapazität um bis zu 15% zum Ende des 21. Jahrhunderts, in Folge dessen es zu einer Reduzierung des Sedimenttransports in Richtung Nordwest kommen kann.

Die Veränderung des Sedimenttransports an der Station Westermarkelsdorf wurde getrennt für den nordwestlichen und südwestlichen Teil der Insel Fehmarn untersucht. Im nordwestlichen bzw. südwestlichen Teil kann es zu einer Steigerung der Sedimenttransportkapazität um bis zu 45% bzw. 15% zum Ende des 21. Jahrhunderts kommen, sodass insbesondere eine Verstärkung des Sedimenttransports nach Nordost aber auch nach Südwest möglich ist.



2.6 > Lokationen (markiert mit rotem Punkt) für die Berechnung der Sedimenttransportkapazität an der Station (a) Warnemünde, (b) Travemünde, (c) Westermarkelsdorf.



Ansprechpartnerin:

Dr. Ulrike Hirt

Email: hirt@igb-berlin.de

Judith Mahnkopf

Email: j.mahnkopf@igb-berlin.de

Leibniz-Institut

für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin (IGB)

Ein Schwerpunkt der naturwissenschaftlichen Forschung in RADOST liegt auf der Fragestellung, wie sich der Klimawandel auf die Gewässerqualität in den Flusseinzugsgebieten, den Küstengewässern und der deutschen Ostsee auswirkt. Die Gewässerqualität wird entscheidend beeinflusst durch die Landwirtschaft, die für einen Großteil der hohen Nährstofffrachten verantwortlich ist. Daher ist es nicht nur erforderlich, die unterschiedlichen Bestandteile des Gewässersystems – von den Flusseinzugsgebieten bis zur Ostsee – im Zusammenhang zu betrachten, sondern auch mögliche Veränderungen der Nährstoffeinträge zu berücksichtigen, die durch Landnutzungsänderungen aufgrund der Agrarmarktentwicklung und politischer Vorgaben bedingt sein können. Zu diesem Zweck wurde in RADOST durch Kopplung entsprechender Modelle ein leistungsfähiger Modellverbund geschaffen.

Die ersten Ergebnisse der Simulationsstudien haben gezeigt, dass es in naher Zukunft (bis 2020) nur sehr geringe bis keine Auswirkungen des Klimawandels auf die Gewässerqualität der Küstengewässer und der Ostsee geben wird. Einen wesentlich größeren Einfluss werden in diesem Zeitraum jedoch Landnutzungsänderungen und Veränderungen der Nährstoffeinträge durch politische Reduktionsstrategien wie dem Baltic Sea Action Plan (BSAP) und der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) haben.

Da es bisher an konsistenten und realistischen Grenzwerten für den guten Zustand von Flüssen, Küstengewässern und Ostsee fehlt, sollen diese zunächst im Hinblick auf die Reduktionsstrategie des BSAP abgeleitet sowie mit den Vorgaben aus der WRRL verglichen werden. Daher werden mit dem Nährstoffemissionsmodell MONERIS mögliche Gewässerqualitätsziele für Flüsse und mit dem biogeochemischen Modell ERGOM entsprechende Ziele für die deutschen Küstengewässer ermittelt.

Gewässerqualität in Flüssen

Im Mittelpunkt des Arbeitspakets steht die Erstellung räumlich und methodisch konsistenter Datensätze zu Nährstofffrachten der Ostseezuflüsse in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Die Daten werden auf Monatsbasis berechnet. Um die vom Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) ermittelten Nährstoffbilanzüberschüsse in das Nährstoffhaushaltsmodell MONERIS zu überführen, wurde eine Schnittstelle von den vom vTI verwendeten Agrarsektormodellen RAUMIS und CAPRI geschaffen.

Berechnungen für die Vergangenheit

Die bisher vorliegenden Berechnungen des Nährstoffeintrags von 1875-1944 mit dem Model MONERIS für das Einzugsgebiet der Oder³⁸ wurden auf die Ostsee-einzugsgebiete übertragen. Hierbei konnten auf Grundlage der historischen Jahrbücher von 1880 bis 1940 die meisten der relevanten Eingangsdaten für MONERIS für diesen Zeitraum erarbeitet werden. Weitere Daten beruhen auf Internetrecherchen, Anfragen bei Experten zu historischen Bedingungen oder Datenrecherchen bei Behörden. Derzeit wird der C-Faktor zur Berechnung der Erosion anhand der damaligen Fruchtarten für die Modellierung angepasst.

Ein Mehraufwand ergibt sich aus der Tatsache, dass nicht nur die standardmäßig aufzubereitenden Eingangsdaten wie Abfluss, Landnutzung oder Deposition benötigt werden. Vielmehr ist darüber hinaus auch die Prüfung aller Modellkonstanten und Eingangsparametern notwendig um zu ermitteln, ob diese für den historischen Zeitraum angepasst sind. So werden etwa für die Grundwasseraufenthaltszeiten Nährstoffbilanzen der letzten Dekaden verwendet, die auf Länderebene standardmäßig vorliegen und für den historischen Zeitraum separat aufbereitet werden müssen. Konstanten wie einwohnerspezifische Nährstoffabgaben müssen angepasst werden, was mit einer zum Teil umfangreichen Literaturrecherche verbunden ist.

38) Gadegast, Mathias, Hirt, Ulrike, Opitz, Dieter & Venohr, Markus (2011): Modelling changes in nitrogen emissions into the Oder River System 1875–1944. In: Regional Environmental Change: 1-10.

Berechnungen für die Gegenwart

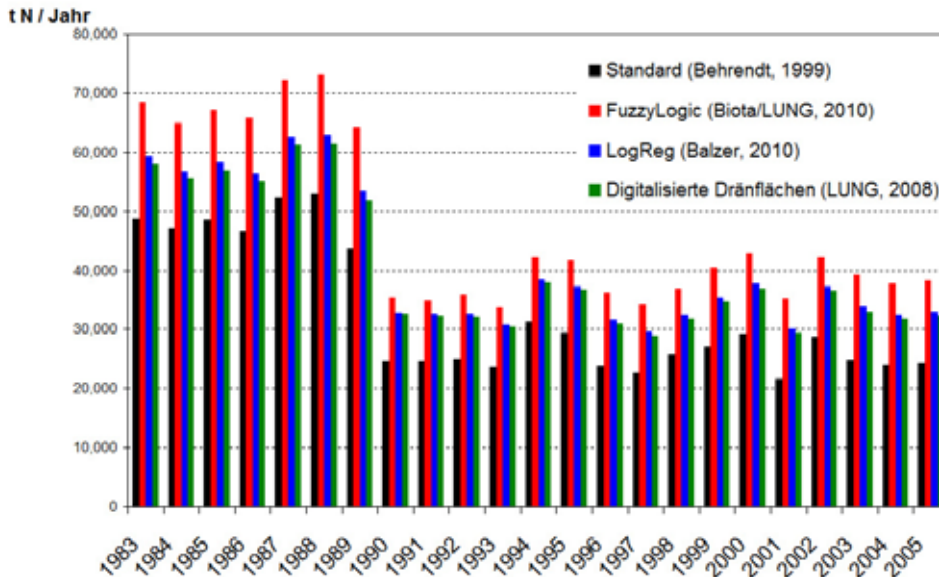
Die im letzten Berichtsjahr vorliegenden Ergebnisse zu den Einträgen in die Oberflächengewässer und Frachten in die Ostsee für den Zeitraum 1983-2005 wurden hinsichtlich von Inkonsistenzen der monatlichen Auflösung als auch der Eingangsdaten zur Lage von Dränflächen nochmals aktualisiert. So wurde die monatliche Berechnung der Frachten durch methodische Aktualisierungen verbessert, wodurch konsistentere und plausiblere Ergebnisse erreicht werden konnten. Zudem liegen für Schleswig-Holstein seit Januar 2012 neue Daten zur Lage von Dränflächen vor. Diese wurden in das Modell MONERIS integriert, da bisher nur eine grobe Abschätzung dieser Eingangsgröße vorlag.

Da dieser Eingangsdatensatz für die Einzugsgebiete der deutschen Ostseeküste aufgrund der hohen Dränflächenanteile erhebliche Relevanz hat, wurden die Berechnungen noch einmal mit diesen Daten durchgeführt und die Daten ausgewertet. Dies hat den Vorteil, dass die Ländervertreter mit den auf Basis ihrer (Dränflächen-)Daten gewonnenen Modellergebnissen besser weiterarbeiten können.

Die Ergebnisse zu den Frachten weisen eine bessere Übereinstimmung mit den aus den gemessenen Abfluss- und Gütedaten ermittelten Frachten auf. Die Frachten werden mit den neuen Daten zu Dränflächen nicht mehr deutlich unterschätzt, sondern etwas überschätzt. Aufbauend auf den Ergebnissen für den Zeitraum 1983-2005 wurde der Einfluss der Daten zur Lage von Dränageflächen auf die Modellierung des Nährstoffeintrags in die Oberflächengewässer ausgewertet. Zudem wurden bei der Modellierung unterschiedliche Eingangsdatensätze zur Lage von Dränageflächen in Mecklenburg-Vorpommern verwendet. Einen Vergleich der Auswirkungen unterschiedlicher Eingangsdatensätze auf die berechneten Stickstoffemissionen im deutschen Ostsee-Einzugsgebiet zeigt Abbildung 2.7.

Berechnungen für die Zukunft

Die aufbereiteten Klimadaten wurden in das Modell integriert. Da es sich um erhebliche Zeitreihen handelt (monatliche Daten von 1990-2100), mussten Strukturen zur Vorhaltung dieser Daten entwickelt werden, die mittlerweile ins Modell integriert sind. Ergebnisse werden in Kürze erwartet.



2.7 > Stickstoffemissionen im deutschen Ostsee-Einzugsgebiet in Abhängigkeit von der Verwendung unterschiedlicher Datensätze zur Lage von Dränflächen in Mecklenburg-Vorpommern

Ansprechpartner:

Dr. Thomas Neumann

Email: thomas.neumann@io-warnemuende.de

Dr. René Friedland

Email: rene.friedland@io-warnemuende.de

Dr. Inga Krämer

Email: inga.kraemer@io-warnemuende.de

Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW)

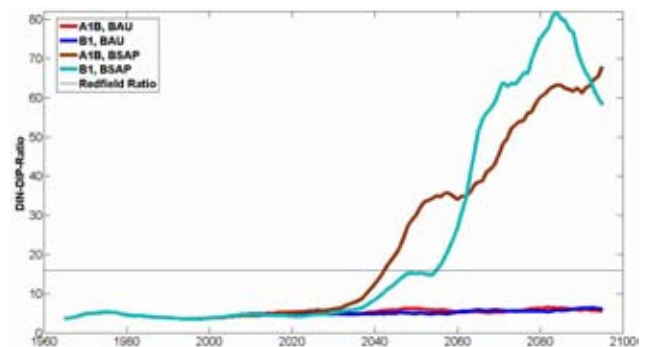
Gewässerqualität in äußeren Küstengewässern und Ostsee

In den Arbeiten der ersten beiden Projektjahre wurden mit dem biogeochemischen Modell ERGOM für verschiedene Klimaszenarien die Auswirkungen des Klimawandels auf die gesamte Ostsee bis 2100 simuliert. In den Emissionsszenarien A1B und B1 ergeben sich für die Ostsee bis zum Ende des 21. Jahrhunderts Erhöhungen der Durchschnittstemperatur von etwa 2°C (B1) bzw. 3°C (A1B) verglichen mit dem Referenzzeitraum 1960-2000. In Folge der Erwärmung ist mit einem deutlichen Rückgang der Eisbildung, des Salzgehalts von etwa 1,5 PSU sowie einer Ausbreitung der anoxischen Gebiete aufgrund der reduzierten Löslichkeit von Sauerstoff zu rechnen.³⁹

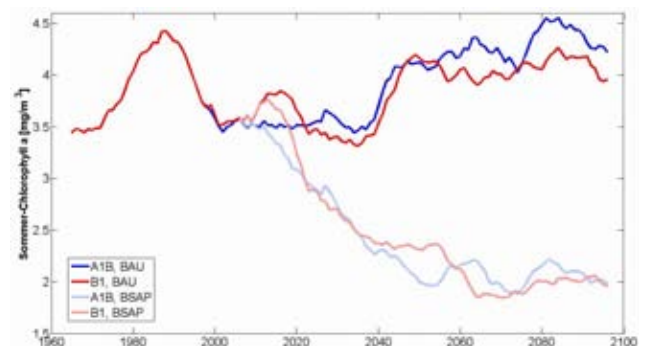
PSU (Practical Salinity Units) –

dimensionslose Einheit für Salinität, die sich auf die elektrische Leitfähigkeit von Salzlösungen bezieht.

In zwei weiteren Szenarien wurden verschiedene Entwicklungen der Nährstoffeinträge in die Ostsee zu Grunde gelegt. Verglichen wurde ein Szenario, bei dem die Nährstoffeinträge für das gesamte 21. Jahrhundert konstant auf dem Niveau der 1990er Jahre bleibt, mit einem Szenario, in dem die Nährstoffreduktion gemäß des BSAP umgesetzt wurde. Dabei zeigte sich, dass politische Entscheidungen zur Nährstoffreduktion für das Ökosystem der Ostsee wichtiger als der Klimawandel sind. So kommt es bei den Simulationen mit Umsetzung des BSAP zu einem Systemwechsel von einer Stickstoff- zu einer Phosphorlimitierung. In den BSAP-Simulationen steigt das N:P-Verhältnis über das Redfield-Verhältnis, das die Grenze zwischen einem Stickstoff- und einem Phosphorlimitierten Ökosystem darstellt (Abbildung 2.8). Dies führt im Sommer zu einem deutlichen Rückgang der sogenannten Blaualgenblüten sowie Chlorophyll-a-Dichten (Abbildung 2.9) und einer Verringerung der anoxischen Gebiete.⁴⁰



2.8 > Entwicklung des Verhältnisses von gelöstem, anorganischem Stickstoff zu Phosphor in der Ostsee in den verschiedenen Klima- (A1B & B1) und Nährstoffeintrags-szenarien (BAU – Business as usual, die Einträge bleiben konstant auf dem Niveau der 1990er & BSAP – Eintragsreduktion entsprechend dem Baltic Sea Action Plan).



2.9 > Entwicklung der Chl-a-Werte im Sommer (Szenarien wie in Abbildung 92).

39) Neumann, T. (2010): Climate-change effects on the Baltic Sea ecosystem: A model study. Journal of Marine Systems 81 (3):213-224.

40) Friedland, R, T. Neumann & G. Schernewski (in revision): Climate Change and the Baltic Sea Action Plan: Model simulations on the future of the western Baltic Sea.

Gewässerqualität in inneren Küstengewässern

Im letzten Jahr erfolgte eine Verbesserung der Modellauflösung für die südwestliche Ostsee. Die horizontale Auflösung des Modells, die vorher drei Seemeilen betrug, wurde auf eine Seemeile gesenkt. Dies ermöglicht nun eine genauere Darstellung der Küstenlinien und Küstengewässer und eine hochaufgelöste Kopplung mit dem Nährstoffemissionsmodell MONERIS. Die Nährstoffeinträge können nun im Detail an den Mündungen vieler einzelner Einzugsgebiete in die Küstengewässer der Ostsee berechnet werden. Damit wird es möglich, die Ökosystemdynamik im küstennahen Bereich deutlich besser wiederzugeben.

In Abbildung 2.10 werden die Verbesserungen der Modellauflösung ersichtlich: Die genauere Darstellung der Dänischen Straßen und Inseln ermöglicht eine realistischere Simulation des großräumigen Strömungsverhaltens. Verschiedene Küstengewässer und gleichzeitig RADOST-Fokusgebiete, beispielsweise die Kieler Bucht, die Lübecker Bucht und das Stettiner Haff, werden nun überhaupt erst detailliert genug aufgelöst, um in den anstehenden Arbeiten konsistente Gewässerqualitätsziele der inneren Küstengewässer bestimmen zu können.

Aufbauend auf den MONERIS-Nährstofffrachtdaten in monatlicher Auflösung wurde der Referenzlauf für den Zeitraum 1983 - 2005 fertiggestellt. Aktuell werden nun die Simulationsergebnisse analysiert und mit Messwerten verglichen, die von den Landesämtern Schleswig-Holstein und Mecklenburg-

Ansprechpartner/in:

Dr. habil. Gerald Schernewski
Email: gerald.schernewski@io-warnemuende.de

Dr. Inga Krämer
Email: inga.kraemer@io-warnemuende.de

Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW)

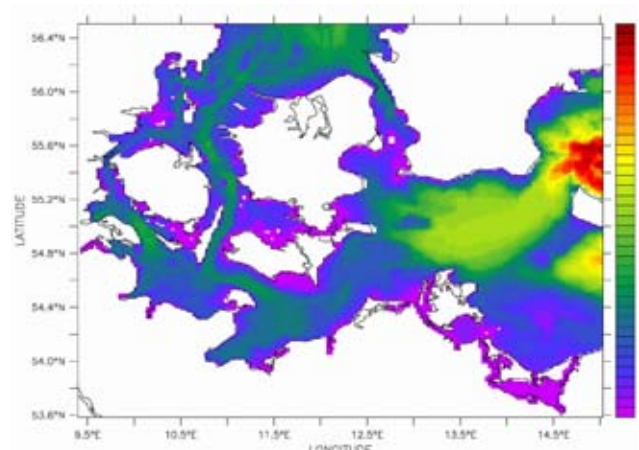
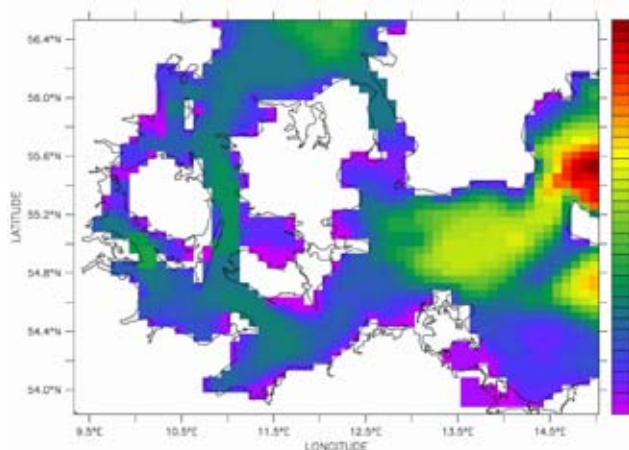
Dr. Ulrike Hirt
Email: hirt@igb-berlin.de

Judith Mahnkopf
Email: j.mahnkopf@igb-berlin.de

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin (IGB)

Vorpommern für die B3-/B4-Gewässer (Einordnung gemäß WRRL) bereitgestellt werden.

Nach Abschluss der Analysen, Validation des Modelles am Referenzlauf und Übergabe der aus den historischen und zukünftigen Zeitreihen resultierenden Fracht- und Konzentrationsdaten an den Flussmündungen (siehe den Abschnitt „Gewässerqualität in Flüssen“, Seite 63 f.) können die geplanten Simulationen durchgeführt werden, um die Unterschiede der Phytoplankton-Konzentration und Hydrochemie zwischen vergangenen und potentiell zukünftigen Nährstoffsituationen zu bestimmen. Entsprechende Simulationen zur Ermittlung der Zielzustände in Küstengewässern erfolgen ebenfalls im Anschluss an die Modellvalidation.



2.10 > Verbesserung der horizontalen Auflösung für das biogeochemische Modell ERGOM im Bereich der südwestlichen Ostsee. Links: Die horizontale Auflösung beträgt im ursprünglichen Modell drei Seemeilen. Rechts: Die neue Auflösung beträgt eine Seemeile.

Stofffluss-Interaktionen zwischen Fluss-Küste-Meer

Quantitative Daten zu den Nährstoffflüssen zwischen Ostsee und den Küstengewässern der Fokusgebiete

Neben den Untersuchungen zu den Nährstoffeinträgen in die Oberflächengewässer wird in diesem Arbeitspaket besonderer Wert auf die Modellierung der Frachten gelegt, unter besonderer Berücksichtigung der zahlreichen kleineren Ostseezuflüsse. Im Vergleich zu den Modellierungen von größeren Flusssystemen wie der Oder ist hier die räumliche Verteilung der Frachten in die Ostsee von besonderer Bedeutung. Da eine Kopplung mit dem Ökosystemmodell ERGOM eine ausreichende räumliche und zeitliche Auflösung vorsieht, müssen diese Übergangsbereiche besondere Beachtung finden (siehe Abbildung 2.11).



2.11 > Teileinzugsgebiete entlang der deutschen Küste mit Ausstrom in die Ostsee, die der Nährstofffrachtberechnung in MONERIS zu Grunde liegen. Die erhöhte horizontale Auflösung in ERGOM berücksichtigt die unterschiedlichen Frachtbeiträge entlang der Küste. (Quelle: IGB)

Somit wurden für die Übertrittsstellen in die Ostsee insgesamt 78 Punkte ausgewiesen, für die Frachten an das Modell ERGOM übergeben werden. Dabei wurden die Frachten aggregiert für die Einzugsgebiete der Warnow, Peene, Uecker, Zarow, Schwentine, Stepenitz und Trave. Die restlichen Gebiete wurden über die übrigen 71 Punkte als diffus in die Ostsee eingetragene Frachten gewertet. Diese können dann räumlich differenziert als Punkt bzw. diffus zu wertende Frachten vom Modell ERGOM integriert werden.

Ansprechpartnerin:

Dr. Ulrike Hirt

Email: hirt@igb-berlin.de

Judith Mahnkopf

Email: j.mahnkopf@igb-berlin.de

Leibniz-Institut

für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin (IGB)

Weiterhin war die zeitliche Auflösung in Monatsschritten eine wesentliche Aufgabe für das Untersuchungsgebiet. Da eine monatliche Disaggregation bisher nur für große Flusssysteme durchgeführt wurde, musste die Validierung für die zahlreichen Einzuzuflüsse vorgenommen werden. Zudem wurde die monatliche Berechnung der Frachten durch methodische Aktualisierungen verbessert, um den detailreichen Modell-ergebnissen gerecht zu werden.

Wirkungsanalysen unterschiedlicher Maßnahmen zur Reduzierung des Nährstoffeintrags aus der Landwirtschaft

Teil der Wirkungsanalysen, die für zahlreiche Maßnahmen zur Reduzierung des Nährstoffeintrags durchgeführt wurden, ist die Berechnung der Wirksamkeit der Maßnahme „Retentionsbecken“ in MONERIS. Allerdings liegen derzeit noch keine Ergebnisse des Pilotprojekts Retentionsbecken in der Beke vor, dessen Bau im Laufe des Jahres 2012 realisiert werden wird (vgl. Fokusthema 3: Gewässermanagement und Landwirtschaft, Seite 27). Vorläufig wurde deswegen auf bereits vorhandene

Ergebnisse zur Retentionsleistung von drei Retentionsbecken in Brandenburg zurückgegriffen, die vom Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) in Müncheberg betreut werden. Die bis jetzt durchgeführten Simulationen kamen zu dem Ergebnis, dass nur bei flächendeckender Anwendung der Maßnahme Retentionsbecken die Reduktionsziele des Baltic Sea Action Plan von 28 % für Stickstoff erreicht werden können. Weiterhin wurde die Einhaltung einer Stickstoffbilanz nach Düngeverordnung (2009) von 60 kg pro Hektar und Jahr (ohne Berücksichtigung der Stickstoffdeposition) geprüft. Aufgrund der vom vTI auf einem ähnlichen Niveau berechneten Stickstoffbilanzen für die Einzugsgebiete der Ostsee ist hier keine weitere Reduktion möglich.



Mögliche klimabedingte Änderungen des Makrozoobenthos

Die Auswirkungen möglicher klimatischer Änderungen auf Makrophyten und Makrozoobenthos bilden eine wesentliche Fragestellung der ökologischen Untersuchungen in RADOST. Benthische Lebewesen sind von großer Bedeutung für die Nahrungskette und sind durch ihre im Vergleich zu Fischen geringe Mobilität einfacher zu beproben und vor allem räumlich zuzuordnen. Aus diesem Grund dienen sensible Arten dieses Lebensbereiches als Bioindikatoren und werden im Rahmen von Monitoring-Aufgaben genutzt. Die „Sensibilität“ dieser Arten bezieht sich auf das Vorkommen in Abhängigkeit von Umweltfaktoren.

Um Aussagen zu der skizzierten Fragestellung zu gewinnen, wird versucht, Proben des Makrozoobenthos und Erhebungen zu Makrophytenbeständen sowie deren Lebensumfeld mit den verfügbaren Klimaprojektionen einzelner Szenarien der Ostsee zu verbinden. Im Folgenden wird zunächst der Experimentaldatensatz Makrozoobenthos 1993-2010 des IfAÖ beschrieben und auf statistische Analysen des Datensatzes hinsichtlich unterschiedlicher Umweltparameter eingegangen (Teil A). Im Anschluss daran wird beschrieben, wie diese Daten mit der Modellierung von Umweltbedingungen unter Klimawandelszenarien in Beziehung gesetzt wurden und welche Folgerungen hinsichtlich der Veränderung von Lebensgemeinschaften des Makrozoobenthos gezogen werden können (Teil B).

A. Experimentaldatensatz und statistische Auswertung

Allgemeine Beschreibung

Das IfAÖ verfügt über einen Datensatz von mehr als 16.000 Beprobungen des Infauna-Makrozoobenthos, die in den vergangenen 18 Jahren (1993-2010) im Bereich der deutschen Ostseeküste erhoben wurden. An etwa 3500 Stationen konnten dabei insgesamt 612 verschiedene Taxa registriert werden. Die räumliche Ausdehnung umfasst den Bereich der deutschen Ostsee vom Fehmarnbelt bis zum Adlergrund und der Pommerschen Bucht. Neben Präsenz, Abundanz und Biomasse wurden parallel Daten über Zustand und Beschaffenheit des Sediments, sowie diverse hydrologische Parameter erfasst.

Ansprechpartner:

Alexander Weidauer

Email: weidauer@ifaoe.de

Institut für Angewandte Ökosystemforschung,
Neu-Broderstorf (IfAÖ)

Benthos – Gesamtheit aller Lebewesen der Bodenzone eines Gewässers (des Benthals)

Makrophyten – mit bloßem Auge sichtbare Wasserpflanzen

Makrozoobenthos – mit bloßem Auge sichtbare (größer als 1 mm werdende) tierische Organismen des Gewässerbodens

Taxa (Einzahl Taxon) – Gruppen von Lebewesen entsprechend der biologischen Systematik, z. B. Gattungen und Arten

Abundanz – Anzahl der Individuen einer Art, bezogen auf ihr Siedlungsgebiet

Die Entnahme der Proben erfolgte nach dem Standarduntersuchungskonzept (StUK 3) des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) (siehe Abbildung 2.12).



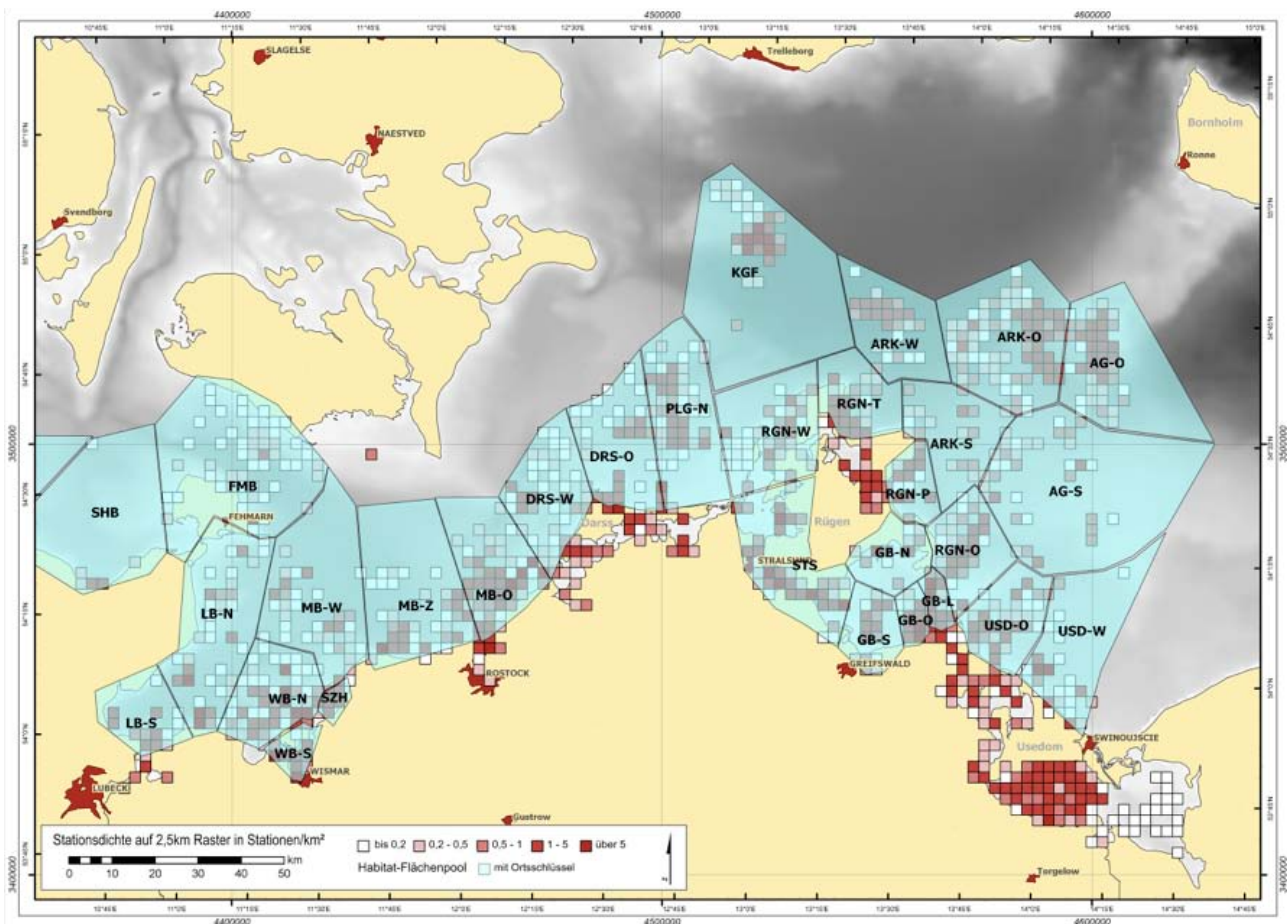
2.12 > Methodik der Infauna-Untersuchungen: Öffnen des van-Veen-Greifers zur Entnahme der Sedimentprobe (links oben). Mit Oberflächensediment gefülltes Stechrohr (links unten). Überführen der Bodenprobe aus dem van-Veen-Greifer in die Wanne des Siebtisches. Überführen der Bodenprobe aus dem van-Veen-Greifer in die Wanne des Siebtisches (Mitte oben). Aufschwimmen des Sedimentes und Überführung auf das Sieb durch Spülen (Mitte unten). Siebrückstand einer feinsandigen Bodenprobe während des Spülvorganges (rechts oben). Taxonomische Untersuchung einer Infauna-Probe im Labor des IfAÖ (rechts unten).

Modul 2: Natur- und ingenieurwissenschaftliche Forschung

Dieser Experimentaldatensatz erlaubt statistische Auswertungen zu vorgefundenen Besiedlungsmustern hinsichtlich zugrunde liegender Umweltvariablen. Bei der Analyse fanden nur Arten mit mindestens 36 Funden im Zeitraum von 1993 bis 2010 Berücksichtigung, in dem das Intervall mit der größten zeitlich homogenen Datendichte liegt. Der verbleibende Artenpool umfasst 132 bestimmbare Arten.

Regional gesehen differenziert sich das Bild der zeitlich verfügbaren Proben noch einmal. So sind an der Küste Schleswig-Holsteins Daten von 1993 - 2002 verfügbar, im Bereich des Adlergrundes und der Oderbank sowie der Arkonasee-Süd und West jedoch nur Daten von 2002 - 2010 vorhanden.

Abbildung 2.13 zeigt die Probenichte der Stationen auf einem 2,5 mal 2,5 km-Datenraster nach Habitat-Flächenpools. Ein Großteil der erfassten Proben liegt im Vorfeld der Mecklenburg-Vorpommerschen Küste und vor Fehmarn. Entlang der Küste Schleswig-Holsteins bis zum Fehmarnbelt liegen nur wenige Daten in den tieferen und küstenfernen Standorten vor. Daten aus dem Küstenbereich Schleswig-Holsteins können zu einem späteren Zeitpunkt aus anderen Datenquellen – wie etwa der Meeresumwelt-Datenbank des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie und des Umweltbundesamtes – erschlossen werden.



AG	Adlergrund	FLF	Flensburger Förde	LB	Lübecker Bucht	RGN	Rügen	STS	Strelasund
ARC	Arkonasee	GB	Greifswalder Bodden	ODB	Oderbank	SHZ	Salzhaff	USD	Usedom
DRS	Darss	KGF	Kriegers Flak	PB	Pommersche Bucht	SHB	Schleswig-Holsteiner Bucht	WB	Wismarbucht
FMB	Fehmarnbelt	KLF	Kieler Förde	PLG	Plantagenetgrund				

Zusatzinformation: NAME-[N|O|S|W] → N – Nord, O – Ost, S – Süd, W – West

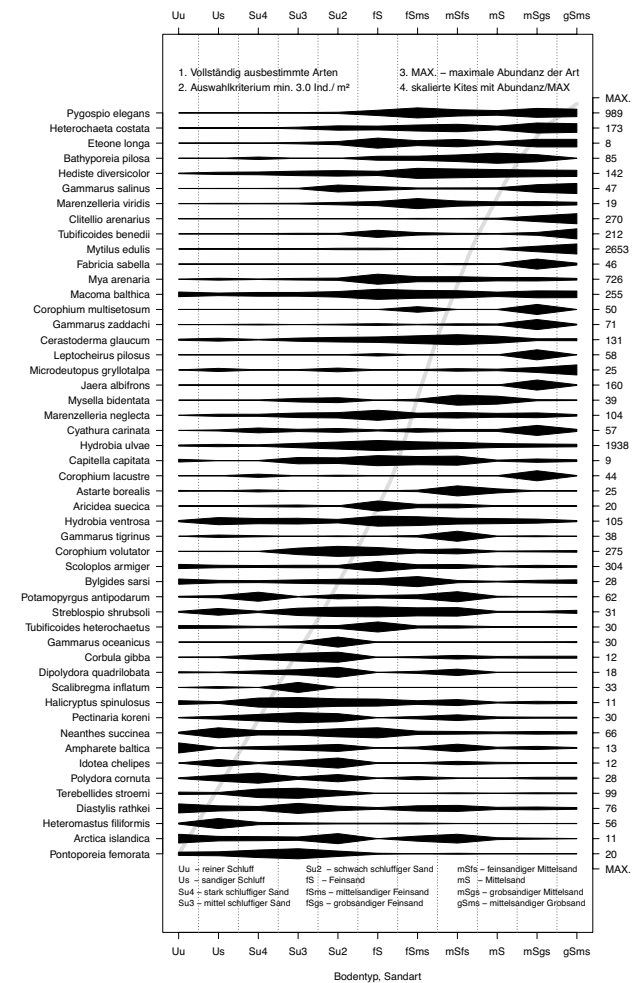
IV - Ökologie und biologische Vielfalt

Artenliste und Auswertung hinsichtlich Umweltbedingungen

Im Gesamtdatensatz wurden die Präsenzen der Arten für die weitere Analyse zusammengestellt. Insgesamt wurden 143 Arten in den einzelnen Proben vorgefunden. Das Spektrum verteilt sich auf die Tierstämme Ringelwürmer (Anneliden) mit 66 Arten, Arthropoden (Gliederfüßer) mit 38 Arten, Mollusken mit 32 Arten und weiteren 5 Arten (aus 4 Stämmen). Für die Modellerstellung waren die Parameter Habitatpräferenz und Sensitivität gegenüber abiotischen Einflüssen von besonderem Interesse. Dabei werden verschiedene statistische Verfahren zur Strukturanalyse genutzt. Die univariate Statistik skizziert dabei die mittlere Verteilung der Spezies über abiotischen Parametern wie Salinität, Temperatur, Sauerstoffgehalt und Sedimentparametern wie Schluffanteil, Korngrößenmedian sowie organischen Gehalt des Sediments.

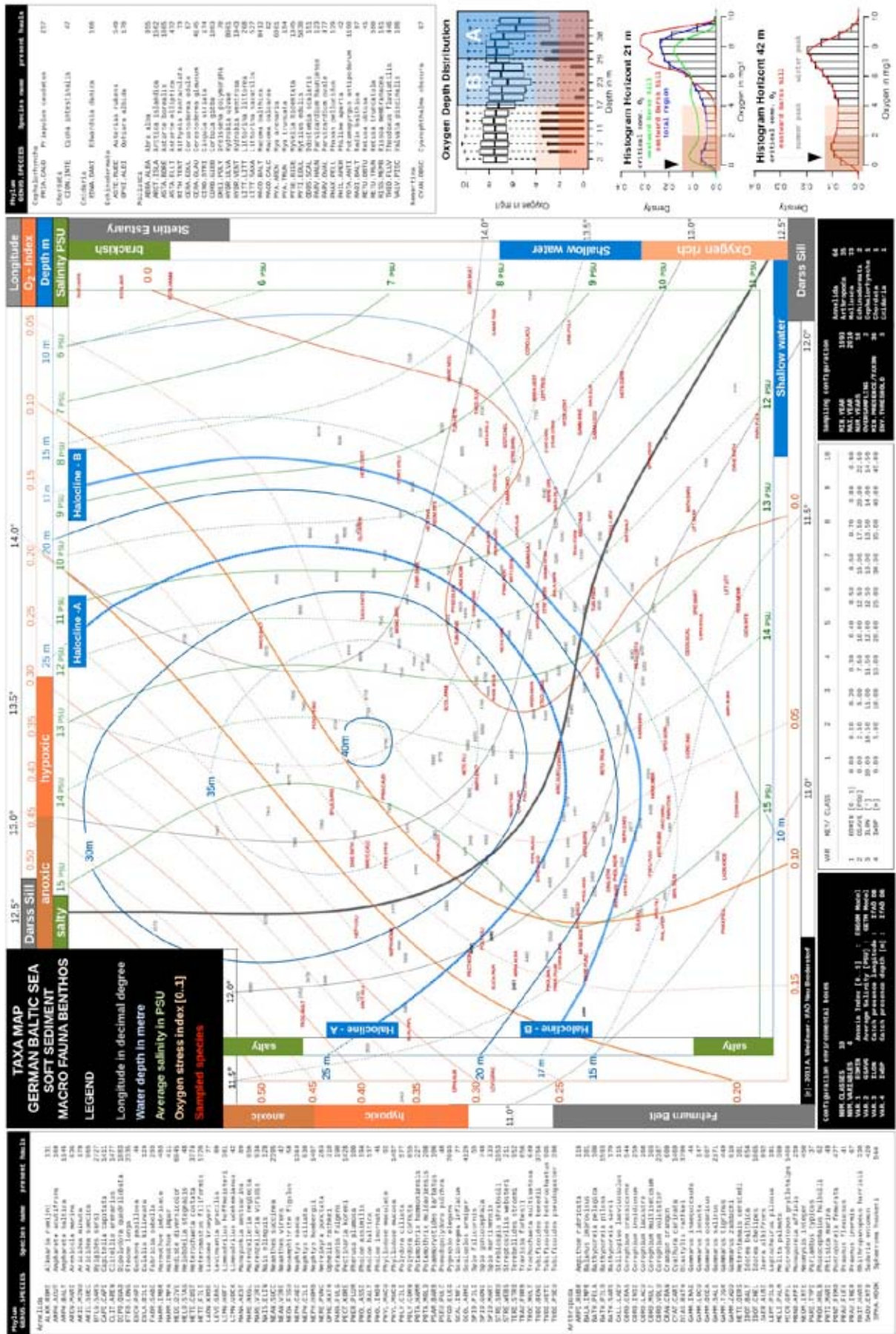
Der Besetzungsgrad des gesamten Artenspektrums über einem Umweltfaktor, wie z. B. der Sedimentausstattung, wird durch sogenannte **Kite-Diagramme** veranschaulicht und in einer Tabelle dokumentiert. Diese Informationen sind wichtig, um die mittlere ökologische Artenausstattung gegenüber dem dargestellten abiotischen Aspekt zu definieren und Abweichungen von diesem Zustand hinsichtlich klimainduzierter Mileuentwicklungen zu interpretieren. Die Darstellung liefert gleichzeitig Grundlageninformationen zum Konfliktpotential bestimmter Nutzungsformen (z. B. zur Sandgewinnung). So lassen sich naturschutzfachliche Aspekte aus den dargestellten Artenspektren gewinnen und Perspektiven zur Konfliktvermeidung wie Bewirtschaftungsmethoden oder z.B. Managementpläne entwickeln. Abbildung 2.14 zeigt die Verteilung der Abundanz ausgewählter Ostseearten (Abundanz > 3 Individuen / m²) gegenüber den Sedimenteigenschaften.

Eine Gesamtübersicht zur Artenverteilung über mehrere Umweltfaktoren und dem Einfluss dieser Größen auf Abundanz und Biomasse lässt sich durch multivariate Verfahren gewinnen. Zur Darstellung können sogenannte **MDS-Plots**⁴¹ in Verbindung mit Isoliniendarstellungen der zugrunde liegenden abiotischen Faktoren verwendet werden. Es lassen sich daraus Informationen über den Grad der Toleranz bzw. Sensitivität dieser Arten gegenüber den entsprechenden Umweltfaktoren ableiten. In einem ersten Schritt wurde die Verteilung des Artenensembles zum einen unter sedimentologischen und zum anderen unter hydrologischen Fragestellungen analysiert. Dazu werden die Makrozoobenthos-Proben Umweltparametern zugeordnet, die wiederum in eine feste Anzahl von Klassen unterteilt werden. Die Zugehörigkeit der Proben zu mehreren dieser Klassen wird als Umweltort definiert und wird über diesen zusammengefasst (Pooling) (Abbildung 2.15).



2.14 > Abundanz ausgewählter Ostseearten des Makrozoobenthos (Individuen pro m²) in Abhängigkeit von der vorherrschenden Korngröße des Sediments (von fein zu grob)

41) MDS - Multidimensionale Skalierung (Ähnlichkeitsstrukturanalyse)



2.15 > Zuordnung von Makrozoobenthos zu Umweltparametern (hier Salinität)

B. Verknüpfung des Datensatzes mit Klimaprojektionen

Für die weitere Analyse der Artenausstattung wurden Werte unterschiedlicher Modellszenarien dem benthischen Probenensemble zugeordnet. Dabei wird das Strömungsregionalmodell GETM des IOW zur Darstellung und Analyse der hydrologischen Parameter Temperatur, Salzgehalt und der Gewässerdynamik genutzt, während das Strömungsmodell MOM mit dem biogeochemischen Modul ERGOM Werte zum gelösten Sauerstoff liefert.

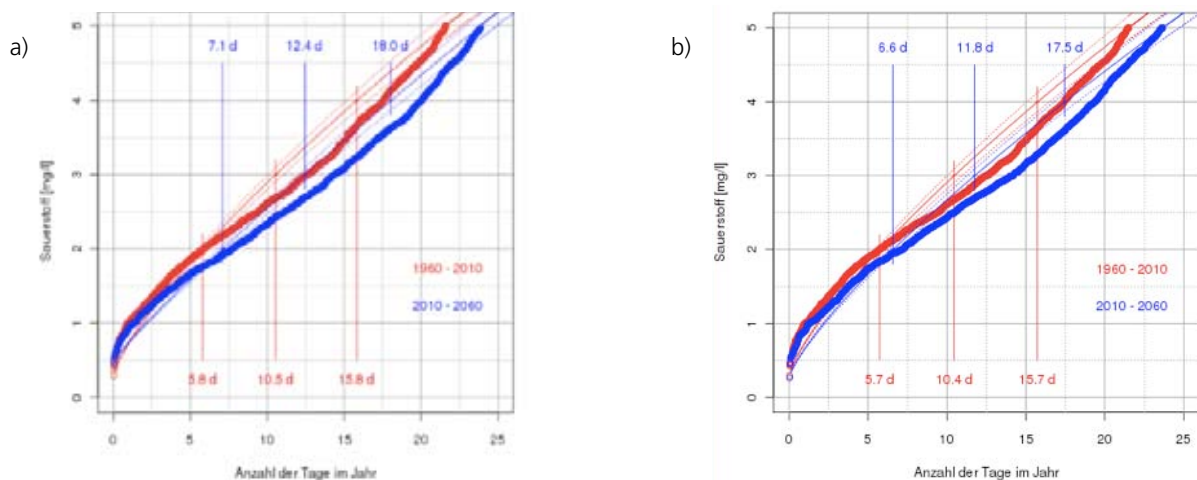
Die den Modellrechnungen zugrunde liegenden Klimaszenarien sind A1B und B1 für den Zeitraum 2000-2100 sowie das Kontrollscenario C20 mit Daten für den Zeitraum 1960-2000 (vgl. „Klimadatenbedarf und -analyse“, Seite 55).

Für die Zusammenstellung von abiotischen und biotischen Datensätzen wurde das Szenario C20 (Referenzszenario aus der Vergangenheit) für die Jahre 1993-2000 und das Szenario A1B für die Jahre 2000-2010 am Gewässergrund genutzt. Die Zuordnung von hydrologischen Modelldaten und Probenaten des Makrozoobenthos ermöglicht die Darstellung von artenspezifischen Mustern über einzelne Umweltfaktoren. Für bestimmte Arten wird versucht, eine Zuordnung von bestimmten extremen Umweltereignissen und ökologischen Reaktionsmustern zu finden (ökologische Systemantwort). Strukturanalysen der Lebensgemeinschaften des Makrozoobenthos innerhalb einzelner abiotischer Bereiche ermöglichen eine Bewertung klimainduzierter Milieuentwicklungen. Aus diesen Bewertungen lassen sich flächendeckende Aussagen zur Artenausstattung und zu abgeleiteten Größen wie Diversität, Sensitivität etc. abschätzen.

Im Rahmen der Analyse sind Extremwertstatistiken für **Temperaturstress** und **Sauerstoffmangelereignisse** der bodennahen Wasserschicht wichtig. Diese Größen werden in Form von Langzeitstatistiken aus den Modelldaten gewonnen.

Sinkt der Sauerstoffgehalt über einen längeren Zeitraum unter 2-3 mg/l, kann es zu einem lokal begrenzten Massensterben in bestimmten stark geschichteten Arealen der deutschen Ostsee kommen. Dieses Phänomen ist deshalb interessant, weil sich im Zuge des Klimawandels und der damit stattfindenden **Temperaturerhöhung** bzw. den vorhergesagten extremeren Wetterlagen in den Sommermonaten eine **stabilere und längere Schichtung** des Wasserkörpers einstellt. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit von **Hypoxien (Sauerstoffmangel)** bzw. **Anoxien (Fehlen von Sauerstoff)**. Andererseits liefern die Klimaprojektionen der hydrologischen Modellläufe Hinweise auf eine **Abnahme des Salzgehaltes**, welche diesem Trend entgegen wirkt. Da beide Prozesse zeitlich und regional unter einem starken Salzgradienten ablaufen, ergibt sich ein stark differenziertes Bild.

Extremwertstatistiken liefern Aussagen zur Eintrittswahrscheinlichkeit und Schwere eines Stressereignisses. Im Berichtsjahr wurden Extremwertstatistiken für Sauerstoffminima der tieferen Standorte und Temperaturmaxima der flacheren Standorte methodisch erschlossen. Eine Auswertung der Ergebnisse erfolgt in Zusammenarbeit mit dem LLUR. Ziel dieser Arbeiten wird es sein, die Entwicklung des Stresspotenzials im Rahmen der Klimaprojektionen für Makrophyten zu ermitteln. In einem weiteren Schritt werden die Auftretswahrscheinlichkeiten für Extremereignisse für den Kontrollzeitraum wie auch in den Klimaprojektionen in Karten der gefährdeten Standorte übertragen und für weitere Analysen genutzt. Punktuell können schon jetzt Szenarien-basierte Abschätzungen zur zukünftigen Entwicklung von Sauerstoffmangelereignissen getroffen werden. Dabei zeigt sich, dass an bereits betroffenen Orten, wie z. B. der Lübecker Bucht, mit einer Zunahme des Auftretens von 1-3 Tagen im Jahr zu rechnen ist (Abbildung 2.16). Auf Grund der Aussübung wird der Gefährdungsgrad insgesamt jedoch zurückgehen. Umfang und Dauer können aber erst durch die oben genannten Gefährdungskarten ermittelt werden.



2.16 > a) und b): Klimaprojektion Sauerstoffmangelereignisse in der Lübecker Bucht für die Szenarien C20/A1B (a.) und C20/B1 (b.) – Zeitraum 1960-2010 (rot) und 2010-2060 blau).

Analyse Modellgrößen und Klimaprojektion

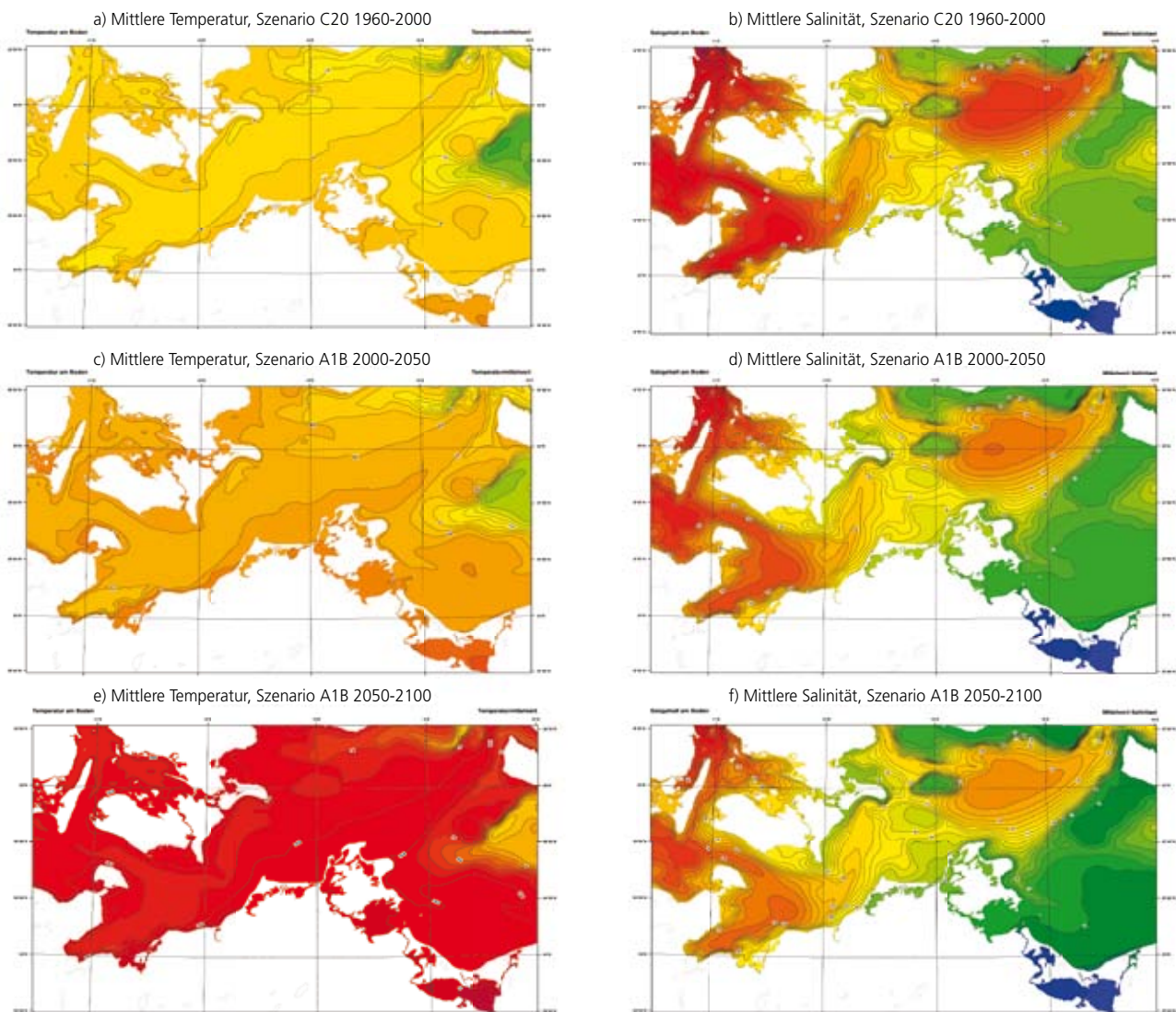
Für die ökologische Folgenabschätzung zu Makrozoobenthos und Makrophyten ist die Entwicklung der abiotischen, hydrologischen Bedingungen am Gewässergrund (Benthal) von entscheidender Bedeutung. Von besonderem Interesse sind hier die Größen „mittlere Temperatur“, „Salzgehalt“ und „Sauerstoffverfügbarkeit“. Aus den Modelldaten lassen sich folgende mittlere Entwicklungen von Umweltfaktoren für das Benthal ableiten (Abbildung 2.17):

1. Die Wassertemperatur nimmt für den Zeitraum von 2000 bis 2050 (Szenario A1B) zum Vergleichszeitraum 1960-2000 (Szenario C20) im Mittel um 0,5-1 °C, und für den Zeitraum 2050-2100 um 2-3 °C zu. Für das B1-Szenario (nicht abgebildet) verläuft die Entwicklung etwas moderater mit 0,2-0,5 °C (2000-2050) bzw. 1-2 °C (2050-2100). Die gesamte Bodenschicht ist von dieser

Dynamik betroffen, wobei im Mittel die Veränderungen in den tiefer gelegenen Bereichen etwas größer sind.

2. Der Salzgehalt nimmt für den Zeitraum von 2000 bis 2050 (Szenario A1B) zum Vergleichszeitraum 1960-2000 (Szenario C20) im Mittel um 0,4-1,6 PSU⁴² und für den Zeitraum 2050-2100 um 1,6-3 PSU ab. Für das B1-Szenario verläuft die Entwicklung etwas moderater mit 0,2-0,6 PSU (2000-2050) und bzw. 1,4-2,4 PSU (2050-2100). Die größten Änderungen treten in stark geschichteten Bereichen auf, und die Schichtungsstabilität nimmt ab.

Motor dieser Entwicklungen ist die zunehmende Niederschlagsmenge im Einzugsgebiet der Ostsee und der damit verbundene größere Abfluss. Saisonal differenziert sich das Bild noch einmal. So treten die stärksten Aussüßungsprozesse im Frühjahr und die stärksten Erwärmungsprozesse im Spät-



2.17 > Langzeitmittel Temperatur und Salzgehalt am Gewässerboden für die Szenarien C20 1960-2000 A1B 2000-2050 und A1B 2050-2100

IV - Ökologie und biologische Vielfalt

sommer auf. Die Entwicklung von Abflussmenge, Salzgehalt und Temperatur wiederum haben Einfluss auf die Schichtungsstabilität und damit indirekt auf die Verweildauer des Wasserkörpers und den Sauerstoffgehalt. Hypoxische und anoxische Ereignisse treten immer dann auf, wenn die Verweildauer im geschichteten Wasserkörper groß und die Austauschrate mit durchlüfteten Wasserschichten gering ist. Um den Wasseraustausch und das Alter sowie die Entwicklungen zur Halokline⁴³ hinsichtlich der Klimaprojektionen abschätzen zu können, werden momentan Berechnungen zur saisonalen Lage und Stabilität der Schichtung angestellt.

Ökologische Interpretation und Ausblick Fokusgebiet Pommersche Bucht

Wie anhand der Abbildung 2.17 zu erkennen ist, ist unter dem Szenario A1B, welches mit einem Temperaturanstieg von 2,4-6,4 °C verbunden ist, insbesondere in den Beckenregionen östlich der Darßer Schwelle sowie der Pommerschen Bucht eine deutliche Verringerung der mittleren Salinität im bodennahen Wasserkörper zu erwarten. Darüber hinaus ist im Bereich der Sassnitzrinne bzw. der Pommerschen Bucht mit einer schwächeren Ausprägung des entlang der Nord-Süd-Achse vorherrschenden Salzgehaltsgradienten zu rechnen. Hydrographisch fungiert dieses Gebiet als Übergangszone zwischen dem Oderästuar und dem Arkona- und Bornholmbecken, weshalb die dort siedelnden Makrofauna-Gemeinschaften sowohl durch Flusseinträge als auch durch den Sauerstoffhaushalt der tiefer gelegenen Becken beeinflusst werden⁴⁴. Aus dem Arkonabecken über die Sassnitzrinne in die Pommersche Bucht vordringendes salzreiches Wasser verteilt sich aufgrund seiner höheren Dichte hauptsächlich entlang der tieferen Gebiete der Pommerschen Bucht. Es unterschichtet das aus den Flüssen eingetragene Süßwasser. Aufgrund der Durchmischung durch windinduzierte Strömungen entsteht der von Nord nach Süd abnehmende Salzgehaltsgradient⁴⁵. Außergewöhnliche meteorologische Situationen können hier jedoch auch zu mehr oder weniger stabilen Schichtungen führen, die infolge von Zehrungsprozessen ausgeprägte Sauerstoffmangelereignisse in der Bodenschicht verursachen⁴⁶. Diese bewirkten in der Vergangenheit Defaunationsereignisse von teils erheblichem Ausmaß⁴⁷.

Euryhaline Art – Art mit großem Toleranzbereich in Bezug auf den Salzgehalt des Wassers

Zönose – Gemeinschaft von Organismen verschiedener Arten in einem abgrenzbaren Lebensraum

Neozoen – Tierarten, die vom Menschen in Gegenden außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes verbracht wurden und sich dort fest etabliert haben

Stenöke Art – Art mit geringem Toleranzbereich in Bezug auf einen oder mehrere Umweltfaktoren

Die benthische Fauna des betrachteten Gebietes setzt sich vorwiegend aus marin-euryhalinen Arten zusammen. Der vergleichsweise niedrige durchschnittliche Salzgehalt bewirkt allerdings eine insgesamt geringe Artenvielfalt. Regional unterscheidet sich die Besiedlungsstruktur dabei in Abhängigkeit weiterer Umweltparameter wie dem Nährstoffgehalt oder der Sedimentdynamik. In den Bereichen bis zur 20-m-Tiefenlinie kommt eine besondere ökologische Bedeutung den hier siedelnden Schnecken- und Muschelarten zu, die u. a. die Nahrungsgrundlage zahlreicher Seevogelarten darstellen. Die Auswirkungen einer Verringerung der Salinität des bodennahen Wasserkörpers auf das Makrozoobenthos sind physiologisch determiniert und daher artspezifisch zu betrachten. Insbesondere für marin-euryhaline Muschelarten ist jedoch mit einer Verringerung der Gesamtbiomasse zu rechnen. Die Makrozoobenthos-Zönosen der Pommerschen Bucht sind durch Eutrophierung infolge der Flusseinträge und eingewanderte Neozoen bereits deutlich überprägt. Am wenigsten hiervon betroffen sind bislang Lebensgemeinschaften, die unterhalb der 20-m-Tiefenlinie anzutreffen sind. In diesem Gebiet treten vermehrt marin-stenohaline Benthos-Arten wie die Islandmuschel *Arctica islandica* und verschiedene Krebsarten auf. Die Abnahme der mittleren Salinität würde mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Verringerung der Abundanzen bzw. Biomassen solcher stenöker Arten verursachen.

44) Kube, J., F. Gosselck, M. Powilleit & J. Warzocha (1998): „Long-term changes in the benthic communities of the Pomeranian Bay (Southern Baltic Sea).“ Helgoland Marine Research 51(4): 399-416.

45) Glockzin (2006): Die Abhängigkeit der benthischen Besiedlung ausgewählter Bereiche der Pommernbucht von ausgewählten Umweltfaktoren. FG Ökologie & Umweltschutz. Zittau/ Görlitz, Hochschule Zittau/Görlitz (FH). Diplom-Ingenieur(FH): 143.

46) Z. B. Nausch, G., R. Feistel, L. Umlauf, V. Mohrholz & H. Siegel (2011): Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 2010. Meereswissenschaftliche Berichte. No. 84. Leibniz-Institut für Ostseeforschung, Warnemünde.

47) Powilleit, M. & J. Kube (1999): "Effects of severe oxygen depletion on macrobenthos in the Pomeranian Bay (southern Baltic Sea): a case study in a shallow, sublittoral habitat characterised by low species richness." Journal of Sea Research 42(3): 221-234.

Mögliche klimabedingte Wirkungen auf Seevögel

Mit weltweit rund 10.000 Arten besiedeln Vögel das breiteste Spektrum an Lebensräumen. Durch kaum eine andere Tiergruppe bekommen wir daher ein so umfassendes Bild vom Zustand unserer Umwelt. Zu den möglichen Auswirkungen des globalen Klimawandels auf Seevögel zählen räumliche und zeitliche Verschiebungen von Nahrungsgrundlagen relativ zu den Brutarealen sowie Änderungen von Strömungs- und Windverhältnissen. Fischfressende Seevögel hängen oft von ganz spezifischen Beutefischen einer bestimmten Größenklasse ab. Ändert sich das marine Milieu im Zuge des globalen Klimawandels, können sich sensitive „Räuber-Beute-Beziehungen“ ändern, wodurch Brut- und Überwinterungsbestände von Seevögeln nachhaltig beeinflusst werden.

Der Ausbau der Offshore-Windenergienutzung ist eine Strategie, dem globalen Klimawandel zu begegnen. Allerdings steht diese Nutzungsform im potentiellen Konflikt zu den Lebensraumsprüchen von Seevögeln, denn in Kombination mit Schifffahrt und Fischerei würden in bestimmten Gebieten störungsfreie Überwinterungsgebiete immer seltener werden.

Von allen Entenvögeln hat die Eisente (*Clangula hyemalis*, Abbildung 2.18) das nördlichste Brutareal und brütet meist an binnenländischen und küstennahen Süßgewässern der Tundra. Außerhalb der Brutsaison ernährt sie sich vorwiegend von Muscheln und Fischlaich im Meer. Der bevorzugte Tauchbereich der Eisente liegt dabei in Wassertiefen bis 20 Meter. Die Nahrungsverfügbarkeit hängt zudem von der Beschaffenheit des Meeresbodens und letztlich von der winterlichen Eislage ab.

Mit etwa 300.000 Individuen (fast 7 % der biogeographischen Population) zählt die deutsche Ostsee zu den wichtigen Überwinterungsgebieten der Eisente. Es ist zu erwarten, dass im Zuge der Klimaerwärmung der Eisbedeckungsgrad in der Ostsee abnimmt. Dadurch würden potentielle Nahrungsgründe im nördlichen Bereich der Ostsee für Eisenten verfügbar. Mithilfe von Klimaszenarien unter Einbeziehung der Modelle

Ansprechpartner:

Dr. Timothy Coppack
Email: coppack@ifaoe.de

Institut für Angewandte Ökosystemforschung,
Neu Broderstorf (IfAO)



2.18 > Eisierpel *Clangula hyemalis*

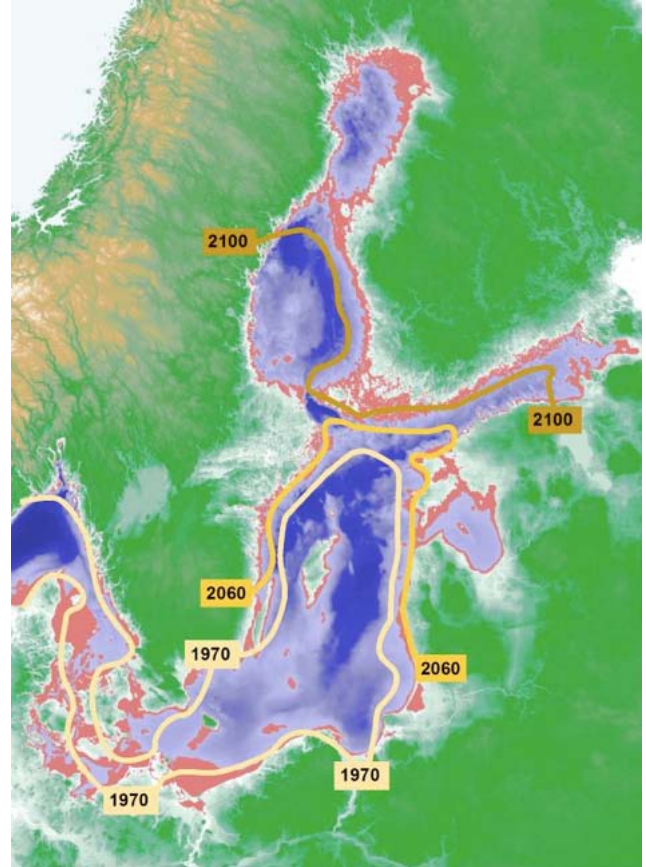
GETM und MOM/ERGOM wurde abgeschätzt, wie sich die potenzielle Winterverbreitung der Eisente in Abhängigkeit von der Eisbedeckung, der Wassertiefe und der Beschaffenheit des Meeresgrundes im Laufe des Jahrhunderts ändern könnte.

Die Modellierung bis zum Jahr 2100 ergab eine Abnahme der Eisdicke um durchschnittlich 17,5 cm, was mit einem drastischen Rückzug der geschlossenen Eisdecke einhergeht. Somit blieben infolge des Klimawandels potenzielle Nahrungsgründe (Bereiche mit Wassertiefen bis 20 m) zunehmend eisfrei, so dass sich die Überwinterungsgebiete der Eisente entsprechend verlagern könnten. Gemessen an dem heute zur Verfügung stehenden Überwinterungsgebiet wäre aber der Lebensraumgewinn durch den Rückgang des Eises hauptsächlich in der südwestlichen Ostsee zu erwarten. Im Norden fallen vergleichsweise wenige Bereiche mit geeigneter Wassertiefe frei. Selbst nach 90 Jahren der Erderwärmung wird die Schärenküste vor Finnland im Monat März voraussichtlich vereist bleiben (siehe Abbildung 2.19).

Dieses Szenario unterstreicht die langfristige Bedeutung der südwestlichen Ostsee als Kernzone des Überwinterungs-

IV - Ökologie und biologische Vielfalt

gebiets von Eisenten. Neben Veränderungen der Eisbedeckung müssen in weiteren Analysen großflächige Veränderungen in der Muschel-Biomasse und die Intensivierung der Meeresnutzung (Fischerei, Windkraft, Kiesabbau) berücksichtigt werden. Flachgründe in Bereichen unter 20 Meter Wassertiefe werden zunehmend im Brennpunkt von Nutzungskonflikten stehen. Die Muschelnahrung von Tauchenten findet sich hauptsächlich auf harten Meeresböden. Küstennahe Hartsubstrate mit geringen Weichbodenanteilen häufen sich vor allem in der südwestlichen Ostsee, wo Eisenten ihre Hauptnahrungsgründe haben. Zusammen mit der begünstigten winterlichen Eissituation und vorherrschenden Wassertiefe von unter 20 Metern bleibt die westliche Ostsee auch in Zukunft im Fokus des Vogelschutzes.



2.19 > Modellierter Rückzug der Eiskante in der Ostsee für die Jahre 2060 und 2100 ausgehend von den Verhältnissen um 1970. Dargestellt sind modellierte Eisprofile für den Monat März. Rote Bereiche geben Gebiete mit Wassertiefen bis 20 Meter an, die das für Eisenten potenziell zur Verfügung stehenden Nahrungsareal reflektieren.

Modul 3:

Sozio-ökonomische Analyse

Im Modul Sozio-ökonomische Analyse wurde die im ersten Projektjahr begonnene Akteursanalyse weitgehend fertiggestellt. Bereits im vergangenen Berichtszeitraum abgeschlossen wurde eine regionalwirtschaftliche Analyse.⁴⁸ Die im vergangenen Jahr begonnene Erarbeitung sektoraler und gesamtwirtschaftlicher Basisszenarien für den Tourismussektor wurde mit Schwerpunkt auf die Hafenwirtschaft weitergeführt. Im Rahmen der Agrarsektormodellierung wurde die Baseline zur zukünftigen Entwicklung der landwirtschaftlichen Flächennutzung aktualisiert und darauf aufbauend mit der Analyse der Einflüsse von Klimaänderungen begonnen. Zur modellhaften Abbildung der Regionalwirtschaft wurde im Berichtsjahr ein regionalisiertes Input-Output-Modell entwickelt.

Akteursanalyse

Ein wesentliches Ziel der Akteursanalyse besteht darin, die Netzwerkbildung im Projekt zu unterstützen (vgl. Modul 1). Ferner sollen aus der Akteursanalyse Informationen zur bisherigen Sensibilisierung bezüglich der Chancen und Risiken des Klimawandels sowie die Akzeptanz möglicher Anpassungsmaßnahmen erfasst werden.

In den ersten beiden Projektjahren haben das IÖW und das Ecologic Institut strukturierte Interviews mit 37 Akteuren aus relevanten staatlichen und kommunalen Institutionen sowie Unternehmen, Wirtschaftsverbänden und Nichtregierungsorganisationen aus den Bundesländern Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern durchgeführt. Gefragt wurde nach den Wahrnehmungen, Wertvorstellungen, Zielen und Präferenzen im Bezug auf die Nutzung der Küstenregion sowie auf Anpassungsoptionen an den Klimawandel.⁴⁹

Die Interviews mit den Akteuren aus Politik, Verwaltung, Unternehmen und der Zivilgesellschaft zeigen, dass die Akteure vor allem negative Folgen des Klimawandels wahrnehmen, insbesondere

- den steigenden Meeresspiegel,
- mehr Stürme,
- steigende Temperatur,
- Sommertrockenheit und
- vermehrt Starkregen.

Diese Wahrnehmung deckt sich weitgehend mit dem aktu-

Ansprechpartner:

Dr. Jesko Hirschfeld

Email: jesko.hirschfeld@ioew.de

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin (IÖW)

ellen Stand der Wissenschaft. Große Unsicherheit herrscht jedoch darüber, welche Ausmaße diese Auswirkungen auf regionaler bzw. lokaler Ebene konkret haben werden und welche Region wie vulnerabel ist.

Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel wurden bisher wenig wahrgenommen. Die meisten Akteure sind sich jedoch einig, dass die unterschiedlichen Interessen und Nutzungsansprüche in der Region (wie etwa Tourismus und Naturschutz) ein hohes Konfliktpotenzial bergen. Gleichwohl gibt es auch gute Ansätze, um Konflikte gemeinsam im Dialog zu lösen. Insgesamt wird es von allen Befragten als notwendig angesehen, bei der Entwicklung einer Klimaanpassungsstrategie für die deutsche Ostseeküste alle potenziell betroffenen Akteure einzubeziehen und Kooperationen zwischen verschiedenen Akteursgruppen anzustoßen.

48) Hirschfeld, Jesko, André Schröder, Antje Stegnitz, Christiane Winkler, Verena Kurz, Philip Maschke (2012): RADOST Regionalwirtschaftliche Analyse. In Vorbereitung zur Veröffentlichung in der RADOST-Berichtsreihe.

49) Das Konzept und die methodischen Grundlagen der Befragung sind ausführlich erläutert in: Hirschfeld, Jesko, Linda Krampe und Christiane Winkler (2012): RADOST Akteursanalyse - Teil 1: Konzept und methodische Grundlagen der Befragung und Auswertung. In Vorbereitung zur Veröffentlichung in der RADOST-Berichtsreihe. – In dieser Veröffentlichung findet sich auch der verwendete Interviewleitfaden. Die Auswertung der Interviews mit Akteuren aus Politik, Verwaltung und Zivilgesellschaft findet sich in: Knoblauch, Doris, Zoritzka Kiresiewa, Franziska Stuke und Anneke von Raggamby (2012): RADOST Akteursanalyse - Teil 2: Auswertung der Befragung von Akteuren aus Politik, Verwaltung und Zivilgesellschaft.

Sektorale und gesamtwirtschaftliche Basisszenarien

Im Rahmen dieses Arbeitspaketes wurde 2011 schwerpunktmäßig an der Erstellung sektoraler Basisszenarien für die Hafenwirtschaft gearbeitet. Hierzu wurden zunächst wichtige Determinanten des Außenhandels und des Seegüterverkehrs im Ostseeraum herausgearbeitet. Unterschieden wurde jeweils zwischen gesellschaftlichen, ökonomischen, ökologischen und politischen Einflussfaktoren. Der Einflussfaktor „Klimawandel“ wurde jeweils gesondert behandelt.

Die auf dieser Grundlage formulierten Szenarien sollen mögliche Zukunftsentwicklungen der Hafenwirtschaft an der deutschen Ostseeküste aufzeigen. Szenarien sind mögliche Zukunftsbilder – keine Prognosen mit bestimmten Eintrittswahrscheinlichkeiten. Bei der Diskussion der Szenarien kann und soll es darum gehen, zukunftsrobuste Strategien zu entwickeln, die mit verschiedenen möglichen Zukünften zurechtkommen.

Das Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) analysierte in den ersten beiden Projektjahren die Flächennutzung im Ostsee-einzugsgebiet und nahm eine erste Abschätzung ihrer Entwicklung mit Hilfe der vTI-Baseline vor. Eine aktualisierte vTI-Baseline mit dem Zieljahr 2021⁵⁰ ermöglicht nun, die Flächennutzung im Ostsee-einzugsgebiet mit Hilfe des Agrarsektormodells RAUMIS bis 2021 besser abzuschätzen, da neue Preis- und Marktentwicklungen mit einbezogen werden konnten. Die Ergebnisse aus dem RAUMIS-Modell wurden in den letzten Monaten am Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft, und Verbraucherschutz und mit Vertretern der Bundesländer diskutiert und anerkannt.

Ansprechpartner:

Dr. Jesko Hirschfeld

Email: jesko.hirschfeld@ioew.de

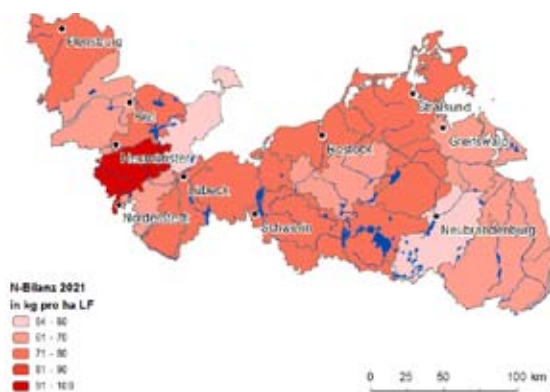
Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin (IÖW)



3.1> Die Hafenwirtschaft ist ein wichtiger Wirtschaftsfaktor an der deutschen Ostseeküste.

Agrarsektormodellierung

Anhand von Szenarien wird derzeit modellgestützt untersucht, welche Möglichkeiten die Landwirtschaft hat, sich an den Klimawandel anzupassen, und welche negativen Umwelteffekte vermieden werden können. Insbesondere im Hinblick auf den Gewässerschutz und den Eintrag von Nährstoffen in die Ostsee (siehe auch „Gewässerqualität in Flüssen“, Seite 63 f.) hat die Landwirtschaft die Möglichkeit, mit Hilfe von verschiedenen Maßnahmen die Stickstoffeinträge in die Gewässer zu reduzieren. Die Stickstoffüberschüsse sind ein Indikator für ein mögliches Belastungspotential der Gewässer. Die folgende Abbildung 3.2 zeigt die zu erwartenden Stickstoffüberschüsse im Jahr 2021.



3.2 > Stickstoffüberschüsse in kg pro ha LF im Jahr 2021 in der Ostseeregion (Quelle: RAUMIS-Berechnungen)

Die auf Basis der Modellergebnisse regional sehr unterschiedlich hohen Stickstoffüberschüsse sind auf verschiedene Ursachen zurückzuführen. Insgesamt wird der Großviehbestand deutschlandweit bis zum Jahr 2021 abgebaut, jedoch mit regional starken Konzentrationen. In Abbildung 3.3 ist die Großviehbesatzdichte im Jahr 2021 dargestellt. Aufgrund des Anfalls von Wirtschaftsdünger korreliert eine hohe Viehbesatzdichte mit hohen Stickstoffüberschüssen.

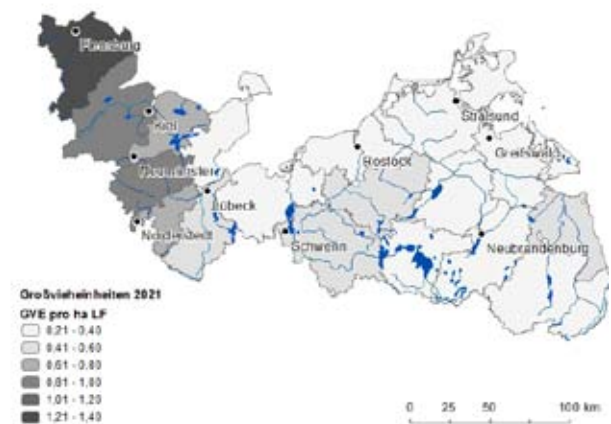
Zusätzlich wirkt aber auch der Wegfall der Milchquotenregelung deutschlandweit auf eine Ausweitung der Milchproduktion bei gleichzeitiger Reduzierung der Anzahl der Milchkühe. Dies führt zu einer regionalen Verschiebung der Milchproduktion. Abbildung 3.4 zeigt die Veränderung der Milchproduktion zwischen den Jahren 2007 und 2021. Im Norden von Schleswig-Holstein sowie in einigen Kreisen in Mecklenburg-Vorpommern

Ansprechpartnerin:

Dr. Claudia Heidecke

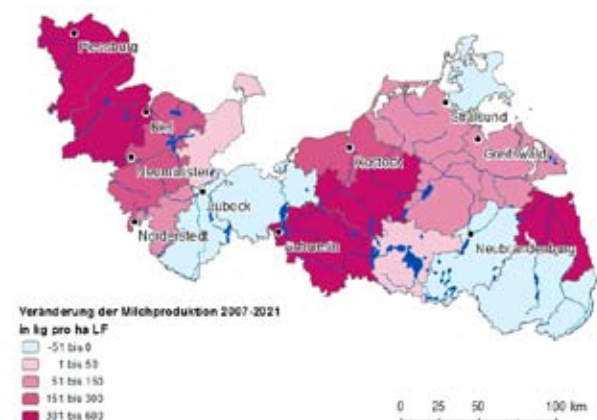
Email: claudia.heidecke@vti.bund.de

Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI)



3.3 > Viehbesatzdichte in GVE pro ha LF im Jahr 2021 in der Ostseeregion (Quelle: RAUMIS-Berechnungen)

ist mit einer Ausdehnung der Milchproduktion zu rechnen. Die nach den Modellergebnisse regionale Konzentration der Milchproduktion zusammen mit einer hohen Viehbesatzdichte lässt erwarten, dass sich die Problematik von hohen Stickstoffüberschüssen in einzelnen Regionen nicht entschärfen wird.



3.4 > Veränderung der Milchproduktion zwischen 2007 und 2021 (Quelle: RAUMIS-Berechnungen)

Für die Abschätzung der Entwicklungen aufgrund von Klimaänderungen wurden die in RADOST verwendeten CLM-Klimaszenarien A1B und B1 ausgewertet und die Ertragsänderungen mit Hilfe der vom vTI entwickelten Ertragschätzung für Winterweizen analysiert. Diese werden nun auf andere Kulturen übertragen und in das RAUMIS-Modell integriert.

Ansprechpartner:

André Schröder

Email: andre.schroeder@ioew.de

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin

Input-Output-Modellierung

Die Umsetzung und Fortführung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels führt bei Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen unmittelbar und mittelbar zu einer Nachfrage nach Waren und Dienstleistungen. Deren Herstellung führt zu Einkommen bei Unternehmen sowie privaten Arbeitskräften. Zur quantitativen Abschätzung solcher Effekte auf die Wertschöpfung und Beschäftigung entlang der deutschen Ostseeküste wird ein regionales Input-Output-Modell verwendet. Im Folgenden werden erste Modellierungsergebnisse und das weitere Vorgehen präsentiert.⁵¹



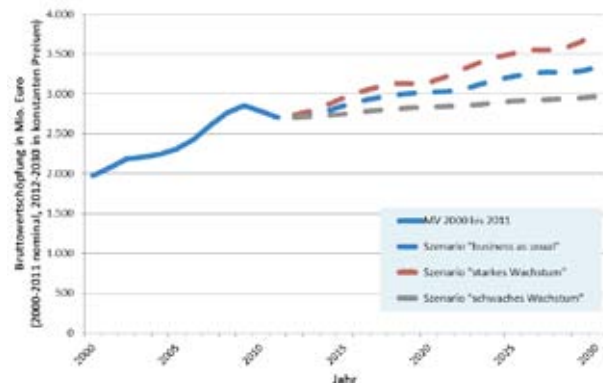
3.5 > Strandtourismus in Zingst

Regionalwirtschaftliche Effekte touristischer Nachfrage unter Berücksichtigung klimatischer Veränderungen

Ziel dieser ersten Modellanwendung war es zu zeigen, welche regionalwirtschaftlichen Wirkungen von touristischer Nachfrage im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern unter besonderer Berücksichtigung des Klimawandels ausgehen. Untersucht wurde der Zeitraum von 2000 bis 2030. Die Wirkungsanalyse beruht auf der Anzahl und den Ausgaben von Tages- und Übernachtungsgästen in Mecklenburg-Vorpommern bis 2011.⁵² Die touristische Nachfrage ab dem Jahr 2012 fließt szenariogestützt in das Input-Output-Modell ein. Die Grundlage bilden drei Szenarien zur Entwicklung der Anzahl

der Tages- und Übernachtungsgäste in Mecklenburg-Vorpommern unter besonderer Berücksichtigung des Klimawandels, die vom IÖW im Rahmen von RADOST erstellt wurden.⁵³

Erste Modellierungsergebnisse weisen auf die hohe Bedeutung des Tourismus für die wirtschaftliche Entwicklung in MV hin. Allein aus der Nachfrage der Tages- und Übernachtungsgäste in MV nach Waren und Dienstleistungen wurde in dem Bundesland in 2000 einschließlich indirekter und kapazitätsinduzierter Effekte eine Bruttowertschöpfung von knapp 2 Mrd. € generiert (siehe Abbildung 3.6). Dies entsprach einem Anteil von 7,3 % an der insgesamt in MV in 2000 generierten Bruttowertschöpfung. Ein Vergleich mit dem Jahr 2009 zeigt, dass die Bedeutung des Tourismus für das Land MV in der zurückliegenden Dekade weiter zugenommen hat. So betrug die direkte, indirekte und kapazitätsinduzierte, auf touristische Nachfrage basierende Bruttowertschöpfung im Jahr 2009 gut 2,8 Mrd. €. Damit erhöhte sich ihr Anteil an der insgesamt in MV in 2009 generierten Bruttowertschöpfung auf 9 %. In den Jahren 2010 und 2011 nahm die tourismusinduzierte Bruttowertschöpfung in der Folge rückläufiger Übernachtungszahlen erstmalig ab.



3.6 > Touristisch induzierte Bruttowertschöpfung in Mecklenburg-Vorpommern 2000 - 2030, 3 Szenarien

51) Eine detaillierte Darstellung der Methodik und weiterer Modellierungsergebnisse erfolgt in Zimmermann (2012, siehe Modul 5 – Publikationen, Seite 94.)

52) Die Grundlagen der Daten stammen aus:

Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (2012): Tourismus in Mecklenburg-Vorpommern 2011: Verfügbar unter: http://service.mvnet.de/statmw/daten_stam_berichte/e-bibointerth07/handel-tourismus-dienstleistungen-iv_/g413_/2011/daten/g413-2011-12.pdf

Harrer, B. & Scherr, S. (2002): Ausgaben der Übernachtungsgäste in Deutschland. Deutsches Wirtschaftswissenschaftliches Institut für Fremdenverkehr e.V. an der Universität München.

Harrer, B. & Scherr, S. (2010): Ausgaben der Übernachtungsgäste in Deutschland. Deutsches Wirtschaftswissenschaftliches Institut für Fremdenverkehr e.V. an der Universität München.

Maschke, J. (2005): Tagesreisen der Deutschen. Deutsches Wirtschaftswissenschaftliches Institut für Fremdenverkehr e.V. an der Universität München

Maschke, J. (2007): Tagesreisen der Deutschen. Deutsches Wirtschaftswissenschaftliches Institut für Fremdenverkehr e.V. an der Universität München.

53) Hirschfeld, J., Schröder, A., Wildgrube, T. & Winkler, C.: RADOST - Basisszenarien zur regionalwirtschaftlichen Entwicklung an der deutschen Ostseeküste bis zum Jahr 2050. In Vorbereitung zur Veröffentlichung in der RADOST Berichtsreihe.

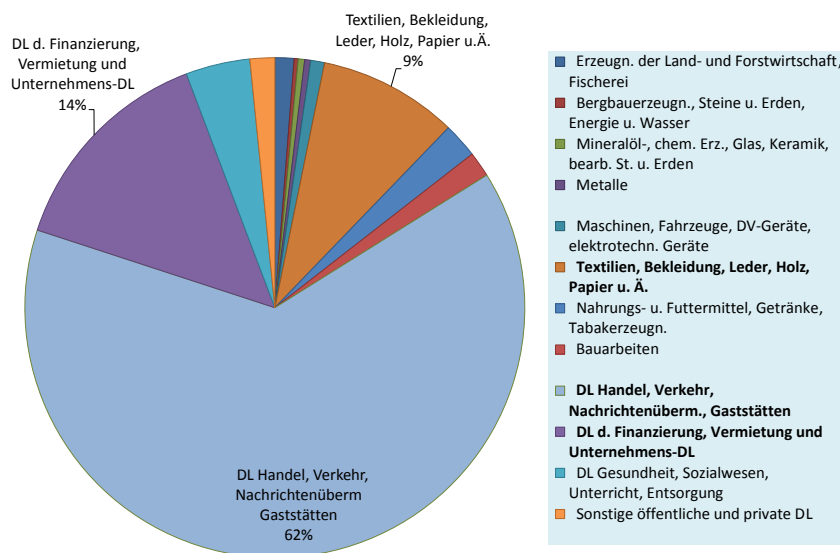
Beginnend mit dem Jahr 2012 zeichnet die szenarienbasierte Fortschreibung der tourismusinduzierten Bruttowertschöpfung über alle drei Szenarien hinweg eine positive Entwicklung der Bruttowertschöpfung. So könnte bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes im Jahr 2030 im Szenario „business as usual“, welches von einer gleichbleibenden touristischen Attraktivität MVs ausgeht, die tourismusinduzierte Bruttowertschöpfung einen Umfang von gut 3,3 Mrd. € erreichen. Nimmt, vor allem klimatisch bedingt, die touristische Attraktivität des Mittelmeerraums ab und gelingt es gleichzeitig in MV die Umweltqualität zu bewahren sowie die touristische Infrastruktur verstärkt auszubauen (Szenario „starkes Wachstum“), könnte in 2030 allein die durch den Tourismus generierte Bruttowertschöpfung rund 3,7 Mrd. € betragen. Im Falle ausbleibender Investitionen und einer sinkenden Umweltqualität (Szenario „schwaches Wachstum“) kann voraussichtlich erst im Jahr 2022 das Wertschöpfungsniveau des Jahres 2009 erreicht werden. Demnach könnte die tourismusinduzierte Bruttowertschöpfung im Jahr 2030 knapp 3 Mrd. € betragen.

Abbildung 3.7 stellt die Verteilung der im Jahr 2011 touristisch induzierten Bruttowertschöpfung in MV nach Wirtschaftsbereichen dar. Es zeigt sich, dass das Beherbergungs- und Gast-

stättengewerbe sowie Handels- und Verkehrs-Dienstleister mit einem Anteil von zusammen 62 % der tourismusinduzierten Wertschöpfung am stärksten vom Tourismus profitierten. Ebenfalls überdurchschnittlich an der tourismusbasierten Bruttowertschöpfung partizipierte der Sektor Finanz-, Wohnungs- und Unternehmensdienstleistungen (14 %) sowie der Textil- und Bekleidungs-Sektor (9 %).

Ausblick

Im weiteren Projektverlauf soll das hier vorgestellte Input-Output-Modell zur Abschätzung der regionalwirtschaftlichen Effekte der im Rahmen dieses Forschungsprojektes entwickelten Klimaanpassungsstrategien verwendet werden. Unter anderem sollen regionale Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte von Investitionen in Maßnahmen des Küstenschutzes, des Strandmanagements, des Gewässermanagements und der Landwirtschaft abgeschätzt werden, ebenso wie die regionalen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte von Investitionen in die Anpassung von Hafen-Infra- und -Suprastruktureinrichtungen und in die Anpassung und den Ausbau von Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien.



3.7 > Tourismusinduzierte Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen in Mecklenburg-Vorpommern 2011

Modul 4:

Nationaler und europäischer
Politikrahmen/nationaler
und internationaler Austausch

Modul 4: Nationaler und europäischer Politikrahmen / nationaler und internationaler Austausch

Ansprechpartnerin:

Dr. Grit Martinez

Email: grit.martinez@ecologic.eu

Ecologic Institut, Berlin

Über die Beschäftigung mit Klimaanpassung in der Projektregion hinaus werden in RADOST thematisch relevante Entwicklungen auf nationaler und internationaler Ebene kontinuierlich mit berücksichtigt. Im Berichtszeitraum wurde der Austausch mit anderen Ländern des Ostseeraums und mit Regionen an der Ostküste der USA intensiviert. Ebenso wurden Austausch und Kooperation mit den anderen KLIMZUG-Projektverbänden fortgesetzt. Politische Entwicklungen im Anpassungsbereich wurden mit Schwerpunkt auf die Ostseeregion aufbereitet.

Nationaler und europäischer Politik hintergrund

Viele für Klimaanpassung relevante politische Vorgaben und Entwicklungen sind auf europäischer und auf nationaler Ebene der EU-Mitgliedsstaaten angesiedelt. Im Rahmen von RADOST werden diese beobachtet und ausgewertet, um regionale Anpassungsstrategien und -aktivitäten in die übergeordneten Rahmenbedingungen zu integrieren sowie gegenseitiges Lernen und Kooperation mit anderen Ländern zu fördern. Fokus der Untersuchung liegt auf der politischen



4.1 > Übersicht zum Stand der nationalen Anpassungsstrategien (Grün – Strategie liegt vor; Gelb – Strategie in Entwicklung; Rot – bisher keine Entwicklung einer nationalen Anpassungsstrategie)

Rahmensetzung für Klimaanpassung in den unterschiedlichen Ostseeanrainerstaaten.

Die Ostseeanrainerstaaten befinden sich in unterschiedlichen Phasen der Vorbereitung, Entwicklung oder Umsetzung von nationalen Anpassungsstrategien. Abbildung 4.1 zeigt eine Übersicht zum Stand der nationalen Anpassungsstrategien der Ostseeanrainerstaaten innerhalb der Europäischen Union. Bis zum heutigen Zeitpunkt wurden lediglich in Dänemark, Finnland und Deutschland nationale Anpassungsstrategien vorgelegt.

Die Reihe von Factsheets (siehe auch 2. Jahresbericht) wurde um weitere Ausgaben zur Klimaanpassung in Dänemark, Schweden, Finnland sowie Polen und den baltischen Staaten erweitert. Darüber hinaus wurden die Ergebnisse aus der Analyse zur europäischen Rahmensetzung mit Schwerpunkt auf Küsten- und Meeresregionen zusammen mit den Ergebnissen der Analyse von Anpassungsstrategien in den Ostseeanrainerstaaten in einem englischsprachigen **Handbuch „Climate Change Adaptation Strategies in the Baltic Sea Region“** zusammengefasst. Das Handbuch richtet sich an lokale Akteure und möchte ihnen einen Überblick zur europäischen Rahmensetzung sowie Einblicke in andere nationale und lokale Ansätze liefern. Das Handbuch und die Factsheets sind auf der RADOST-Website abrufbar.

Austausch auf nationaler und internationaler Ebene

Der Erfahrungsaustausch und die Verbreitung positiver Anpassungsbeispiele über die Projektregion hinaus bilden seit Projektbeginn einen festen Bestandteil von RADOST. Bereits in den vorigen Berichtszeiträumen beteiligte sich RADOST an Diskussionen auf internationaler Ebene zur Klimaanpassung in Küstenregionen und begann Kooperationen mit Partnern in den USA. Mit einer Serie von Aktivitäten im Herbst 2011 und im Frühjahr 2012 intensivierte RADOST den Austausch mit Regionen an der Ostseeküste in Polen, Lettland, Litauen und Estland sowie an der Ostküste der USA und in der Chesapeake Bay.

Austausch mit Regionen an der Ostseeküste

Eine Kooperation von RADOST mit den Projekten Baltadapt (Baltic Sea Region Climate Change Adaptation Strategy) und „Circum Mare Balticum – Regionale Verfügbarkeit von Klimadaten in den Ostseeanrainerstaaten“ ermöglichte einen intensiven Austausch von Akteuren auf Workshops in Deutschland, Polen und dem Baltikum. Der Fokus lag dabei auf der Diskussion von Nutzen und Potenzial bestehender Informationsangebote zu Klimadaten aus Anwendersicht und Möglichkeiten für konzeptionelle Verbesserungen sowie die internationale Ausweitung bestehender Angebote.

Ein dreitägiger internationaler Workshop vom 15.-17. Juni 2011 in Berlin und Lübeck-Timmendorfer Strand diente dem Austausch zu bestehenden Portalen zur Kommunikation von Klimadaten in unterschiedlichen Ostseeländern und deren Nutzen und Defiziten aus Sicht regionaler Anwender. Klimawissenschaftler und potentielle Nutzer von Klimadaten aus Politik und Verwaltung diskutierten, inwieweit die existierenden Klimadaten mit den Bedürfnissen der möglichen Anwender übereinstimmen, welche Verbesserungen gemacht werden könnten und welche Vorteile von einer ausgeweiteten transnationalen Zusammenarbeit zu erwarten sind. Darauf folgte ein einwöchiger Wissenschaftlertausch in Berlin, in dessen Rahmen potenzielle Anwender von Klimadaten und deren Informationsbedürfnisse in den Ostseeanrainerstaaten Lettland, Litauen, Estland und Polen identifiziert wurden. Ein Teilergebnis dieses Austausches war das Konzept für vier Workshops zur Verfügbarkeit von Klimadaten für Anwender in den betreffenden Ländern, die vom 24.-27. Oktober 2011 in Lettland, Litauen und Polen stattfanden.

Im Mittelpunkt dieser Veranstaltungen in Stettin, Danzig, Klaipeda und Riga stand die Fragestellung, wie die Themen Klimawandel und Klimaanpassung von unterschiedlichen Interessensvertretern wahrgenommen werden. Die Hauptziel-



4.2 > Hafensicht in Danzig, Polen

gruppe waren kommunale Entscheidungsträger. Daneben wurden weitere Akteure wie Vertreter aus Ministerien, Umweltverbänden oder Planungsbüros eingeladen.

In den Diskussionen wurde deutlich, dass die Teilnehmenden dem Thema Anpassung an den Klimawandel eine hohe Bedeutung beimessen, dem Thema jedoch auf politischer Ebene bisher nur eine geringe Priorität zugeordnet wird. Zwar ist das Wissen um Klimaveränderungen und mögliche Auswirkungen des Klimawandels vorhanden, jedoch fehlt es bisher am politischen Willen, umfassende Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung zu ergreifen. Dass die Finanzierung von entscheidender Bedeutung ist, zeigte sich in den Forderungen nach mehr Unterstützung für mögliche Anpassungsmaßnahmen von Seiten der EU. Im Hinblick auf zukünftige Forschungsaktivitäten lassen sich aus den Ergebnissen der Workshops zwei wesentliche Arbeitsfelder ableiten: Einerseits gilt es, Verständnis über das Informationsbedürfnis von Entscheidungsträger und Öffentlichkeit zu erlangen und andererseits bestehendes (Klima-)Wissen in verständliche und nutzbare Informationen für Zielakteure umzuwandeln.

Während der Workshops in Polen, Litauen und Lettland wurden Interviews und Workshop-Ergebnisse filmisch festgehalten. Es wurden acht Kurzstatements und ein Kurzfilm angefertigt, die sich auf der Internetseite www.klimzug-radost.de/cmb anschauen lassen.

Austausch auf nationaler und internationaler Ebene

Austausch mit Regionen an der Ostküste der USA

Nicht nur an der Ostseeküste setzen sich Kommunen mit der Anpassung an den Klimawandel auseinander. Auch an der Ostküste der USA gibt es auf regionaler Ebene vielfältige Aktivitäten von lokalen Regierungen und Zivilgesellschaft, obwohl die Thematisierung des Klimawandels in weiten politischen Kreisen nach wie vor auf Ablehnung stößt.

Die internationalen RADOST-Aktivitäten werden in Zusammenarbeit mit der zur Duke University gehörenden Nicholas School of the Environment and Earth Sciences in North Carolina durchgeführt. Dazu trat die RADOST-Projektleiterin Dr. Grit Martinez im Februar 2012 einen ersten Gastaufenthalt an der Meeresforschungsstätte der Duke-Universität in Beaufort an. Sie wurde dort zum Adjunct Associate Professor ernannt. Den Schwerpunkt ihres Aufenthalts bildeten vergleichende Untersuchungen darüber, wie Öffentlichkeit und Entscheidungsträger an der Ostsee sowie an der Ostküste der USA auf die Herausforderungen des Klimawandels reagieren.

Warum eine Zusammenarbeit mit Gemeinden an der Ostküste der USA?

Die Chesapeake Bay wird oft als kleine Schwester der Ostsee bezeichnet. Die 12.000 km² große mit Brackwasser gefüllte Bucht ist eine der bedeutendsten Naturlandschaften in Nordamerika und hat, wie die Ostsee, einen schmalen Zugang zum offenen Meer.

Der Pamlico Sound in North Carolina ist nach der Chesapeake Bay das größte Ästuarsystem in den USA. Der Sound wird nur durch eine vorgelagerte Inselkette niedriger, sandiger Inseln, die sogenannten Outer Banks, vom Atlantik getrennt. Diese nur wenige Meter über dem Meeresspiegel liegenden Marsch- und Inselgebiete weisen ähnliche Merkmale wie die Halligen im nordfriesischen Wattenmeer und an der Nordseeküste auf. Auch besteht Ähnlichkeit zu Fischland/Darß und der Kurischen Nehrung an der Ostseeküste Litauens.

Zwischen Schleswig-Holstein und dem US-Bundesstaat Maryland haben die Ähnlichkeiten in den naturräumlich-geographischen Gegebenheiten (beide verfügen über Küsten sowohl zum offenen Meer als auch zu einem Binnenmeer) und umweltpolitischen Ansätzen bereits im Jahr 2002 zur Vereinbarung einer Umweltpartnerschaft geführt. Der Gegenstand dieser bilateralen Erklärung sind regionale Kooperationen und der Austausch von Erfahrungen und guter Praxis in Bereichen wie nachhaltige Entwicklung, nachhaltige Flächennutzung (einschließlich Küstenzonenmanagement), Nutzung erneuerbarer

Energien, Ressourcenschonung sowie ökologisches Bauen. Das RADOST-Projekt sieht sich hierbei als Partner, um die Ziele der regionalen Kooperation in Bezug auf das Thema Klimaanpassung und damit zusammenhängende Bereiche zu unterstützen.

Vor welchen Herausforderungen stehen Akteure in den USA?

Die amerikanische Regierung kann sich nur zögerlich mit dem Klimawandel auseinandersetzen. Bekanntermaßen blockieren im Senat nach wie vor die Skeptiker Klimaschutzmaßnahmen, aber auch bei der Klimaanpassung auf der Ebene der Bundesstaaten sind die Reaktionen vergleichsweise bedächtig. Das hat zum einen mit der zutiefst privatrechtlichen Prägung der amerikanischen Nation zu tun. Die Küsten in den USA sind lukratives Bauland. Lange bevor vom Klimawandel die Rede war, haben Investoren die Ostküstenlandschaft der USA in eine Eigentümshäuserlandschaft mit Meerblick verwandelt. Heute erstreckt sich eine Kulisse von malerisch gelegenen Holzhäusern entlang der Ufer der Chesapeake Bay und der Lagunenlandschaft des Pamlico Sound. Die Steuereinnahmen aus diesen privaten Besitzungen sind wichtige Einkünfte für die Küstengemeinden, die zu regionalen Verwaltungseinheiten (Countys) zusammengefasst sind. Zudem gibt es in der – historisch betrachtet – jungen amerikanischen Nation kaum Erfahrungen mit dem Schutz von Küsten, die zudem nicht den Status eines öffentlichen, gemeinsamen Gutes haben, wie das an Ost- und Nordsee der Fall ist. Wer sich in den USA mit Anpassung an den Klimawandel beschäftigt, muss häufig improvisieren. So spricht man beispielsweise nicht von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel, sondern von der Gefahrenbekämpfung bei Naturgewalten oder der Bewahrung von natürlichen Lebensräumen.



4.3 > Bebauung einer Düne in Atlantic Beach, North Carolina

RADOST-Aktivitäten in den USA

Den Auftakt gemeinsamer Aktivitäten von RADOST und US-amerikanischen Institutionen bildete die Beteiligung am ersten "Social Coast Forum" (www.csc.noaa.gov/socialcoastforum), das vom 14.-16. Februar 2012 in Charleston, South Carolina abgehalten wurde.⁵⁴ Zu der Veranstaltung, die von nun an alle zwei Jahre stattfinden soll, hatte das Zentrum für Küstenaufgaben der nationalen Regierungsorganisation NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) eingeladen. Dort trafen sich 200 Küstenplaner, Sozialwissenschaftler und Vertreter der Privatwirtschaft. Diese Plattform nutzte RADOST um mit Teilnehmern des Forums in einen Austausch zu kulturell dominierten Einstellungen und Wahrnehmungen in Küstenregionen in den USA und in der Ostseeregion zu kommen. Im Workshop „Ask the Audience: Climate Change and Cross-Cultural Coastal Zone Management: Knowledge for Action in the U.S. and Europe“ wurden mittels einer internetbasierten Software Fragen zu Küstenmentalitäten und deren Einfluss auf die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen diskutiert. Die Teilnehmer waren sich einig, dass kulturelle Prägungen das Handeln von Akteuren bestimmen und ihre Haltung in konkreten Situationen beeinflussen. Um Anpassungsmaßnahmen erfolgreich zu planen und durchzuführen, sind diese Faktoren daher notwendigerweise mit in den Blick zu nehmen.



4.4 .> Dr. Thomas E. Fish vom US-Innenministerium in Washington beteiligt sich an der Online-Umfrage auf dem Social Coast Forum in South Carolina

Am 7. März 2012 war RADOST Mitveranstalter eines Workshops in Annapolis, Maryland, der einem Austausch über Forschung und praktische Ansätze zur Anpassung und Gefahrenvorsorge in Küstenzonen diente und untersuchte, wie die öffentliche Wahrnehmung des Klimawandels die Fähigkeit der lokalen Verwaltungen beeinflussen kann, Anpassungsprozesse zu gestalten.⁵⁵ Die dabei vorgestellten Beispiele stammten von den Küstenregionen des US-Bundesstaates Maryland und

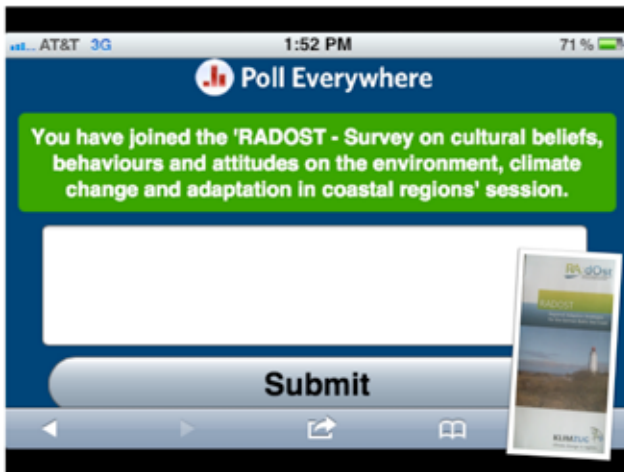
des Bundeslandes Schleswig-Holstein. Zu den 21 Teilnehmern zählten Vertreter von Universitäten sowie aus den kommunalen, regionalen und bundesstaatlichen Verwaltungsebenen Marylands und Deutschlands. Zu der Veranstaltung eingeladen hatten das Maryland Department of Natural Resources und das Center for Environmental Science (UMCES) der University of Maryland in das National Socio-Environmental Synthesis Center (SESYNC) in Annapolis.

Auch auf dieser Veranstaltung wurde das bereits genannte internetbasierte Umfragetool eingesetzt, um Sichtweisen der Beteiligten zum Klimawandel und der Rolle lokaler Verwaltungen zu ermitteln und sichtbar zu machen. Im Folgenden wurden anhand von Praxisbeispielen Möglichkeiten dargestellt, wie die Anpassungsfähigkeit lokaler Verwaltungen und der Bevölkerung in Küstenregionen verbessert werden kann. Hierzu zählten das Chesapeake-Überflutungsvorhersagesystem ebenso wie die Neuregelung des Regenwasser- und Hochwassermanagements in der Gebietseinheit Caroline County, Maryland, die von einer intensiven Kampagne zur Öffentlichkeitsarbeit begleitet wurde. Die von der NOAA geförderte Initiative „CoastSmart Communities“ hat zum Ziel, Verwaltungen auf Gemeinde- und Kreisebene mit der erforderlichen fachlichen und finanziellen Unterstützung für die Vorsorge gegen Küstengefahren auszustatten. In diesem Zusammenhang werden Instrumente entwickelt, die der Information der Öffentlichkeit über Klima- und Küstenrisiken dienen sowie die örtlichen Verwaltungen dabei unterstützen, bestehende Planungskapazitäten zu ermitteln und Prioritäten für zukünftige Anpassungsmaßnahmen zu setzen. Mittels einer webbasierten Online-Schaltung erläuterte Dr. Jacobus Hofstede aus der Abteilung Küstenschutz des schleswig-holsteinischen Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (MLUR) die Maßnahmen des Landes Schleswig-Holstein zur Anpassung an den Klimawandel an den Küsten der Ost- und Nordsee.

Als weiterer Bestandteil des Veranstaltungsprogramms wurde ein Workshop mit regionalen politischen Entscheidungsträgern und Gemeindegliedern am 4. April 2012 im Küstenort Beaufort in North Carolina organisiert. Daneben wurden Vorträge und Diskussionen für ein akademisches Fachpublikum veranstaltet, darunter am 2. März 2012 ein Gastvortrag von Dr. Grit Martinez an der Meeresforschungsstätte der Duke University in Beaufort zu kulturell dominierten Verhaltensweisen in Bezug auf Fragen des Klimawandels.

Neben weiteren internationalen Veranstaltungen sollen die Recherchen zu Anpassungsverhalten unter Vertretern von

Austausch auf nationaler und internationaler Ebene



4.5. > Online-Umfrage bei Teilnehmern der RADOST-Workshops in den USA

Politik, Verwaltung und Gesellschaft an der Ostküste der USA und im Ostseeraum fortgeführt werden und vertiefende Gespräche mit lokalen Entscheidungsträgern stattfinden. Darüber hinaus soll an konkreten Fallbeispielen in den Landkreisen Carteret County und New Hanover in North Carolina gearbeitet werden. Dabei wird das Ecologic Institut unter anderem mit einer Gruppe von Masterstudenten der Duke University/ Nicholas School of the Environment kooperieren, die ihre Masterarbeiten zu kulturellen Einstellungen und deren Auswirkungen auf die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen



4.6. > Im Gebiet des Hoop Pole Creek bei Atlantic Beach, North Carolina, konnten 15 Hektar maritimer Wald durch Landankauf unter Schutz gestellt werden.

men von regionalen politischen Entscheidungsträgern an der Ostküste der USA und in Deutschland bis zum Sommer 2013 erarbeiten werden. Zusätzlich betreut das Ecologic Institut eine Masterarbeit zur Diskursanalyse von Anpassungsmaßnahmen einer Studentin am University College London.

Weitere Stationen, die das Programm zum gegenseitigen Lernen vertiefen, sind an der Ostküste der USA im Zeitraum Herbst 2012 bis Sommer 2014 geplant. Neben regionalen Fallstudien, Austauschreisen und Gastaufenthalten ist eine Buchpublikation ein weiterer Eckpunkt dieser Vorhaben.

Weitere internationale Aktivitäten

Auch in anderen Arbeitsbereichen des RADOST-Projektes fanden internationale Aktivitäten statt, so beispielsweise im Zusammenhang mit Modul 1, Fokusthema 5 Naturschutz und Nutzungen: Vom 11. bis 13. Oktober 2011 hatte das IfAÖ bei der Offshore-Windenergie Konferenz & Ausstellung der Amerikanischen Windenergie-Assoziation (AWEA) in Baltimore, Maryland, USA, Gelegenheit, mit Repräsentanten des Department of Interior (DOI) und des Bureau of Ocean Energy Management (BOEM) über parallele Entwicklungen in Amerika zu sprechen. Die Nutzung alternativer Energieformen lassen sich in den USA gesellschaftspolitisch nur bedingt mit dem Klimawandel rechtfertigen; vielmehr greifen hier Argumente der Arbeitsplatzsicherung mit dem Ziel einer nationalen Energieunabhängigkeit.

Mit der vom 2. bis 5. Mai 2011 in Trondheim, Norwegen, stattfindenden „Conference on Wind Energy and Wildlife Impacts“ wurde erstmals ein internationales Forum angeboten, welches den gegenwärtigen Wissensstand zu den Auswirkungen der Windenergienutzung auf die Tierwelt beleuchtete. Die Fachbereiche Ornithologie und Ichthyologie des IfAÖ waren mit Vorträgen und Podiumsdiskussionen zum Thema Artenschutz und marine Nutzung vertreten und leistete damit einen Beitrag zur Internationalisierung des RADOST-Netzwerks im Bereich naturwissenschaftliche Forschung.

Modul 5: Kommunikation und Verbreitung der Ergebnisse

In den ersten beiden Projektjahren wurde durch die Etablierung verschiedener Kommunikationsinstrumente für die Außendarstellung und den Aufbau von Verbreitungswegen für Projektinformationen die Grundlage geschaffen, um die Kommunikationsarbeit im weiteren Projektverlauf erfolgreich fortzuführen. Im Berichtszeitraum lag der Schwerpunkt vor allem auf der Aufbereitung bisheriger Projektergebnisse in einem auf jeweilige Zielgruppen zugeschnittenen Format.

Website

Die deutsch- und englischsprachige RADOST-Website (www.klimzug-radost.de) erhielt im Berichtszeitraum den neuen Menüpunkt „Fakten“ (www.klimzug-radost.de/fakten). Hier werden Projektinhalte übersichtlich und allgemeinverständlich dargestellt. Neben Hintergrundinformationen zum regionalen Klimawandel, zur politischen Rahmensetzung für die Klimaanpassung sowie relevanten Projekten sollen hier kontinuierlich Forschungsergebnisse aus allen Projektbereichen eingestellt werden (vgl. Abbildung 5.1).



5.1 > Screenshot der RADOST-Website (Menüpunkt „Fakten“, Unterpunkt „Messergebnisse“, März 2012)

Newsletter

RADOST berichtet weiterhin mit einem Newsletter dreimal jährlich in deutscher und englischer Sprache über aktuelle Forschungsarbeiten und Netzwerkaktivitäten des Projektes. Der Newsletter wird per E-Mail an Abonnenten verschickt, steht als pdf-Datei zum Herunterladen auf der RADOST-Website bereit und wird bei Veranstaltungen in gedruckter Form verteilt.

RADOST berichtet darüber hinaus kontinuierlich an die Redaktionen des „Küsten Newsletter“ des EUCC-D, des KLIMZUG Newsletters, des UBA-KomPass-Newsletters und des LOICZ-Newsletter „Inprint“. Außerdem werden Projektinformationen über den internationalen Newsletter „Coastal & Marine-News“ des EUCC International verbreitet.

Ansprechpartnerin:

Karin Beese

Email: karin.beese@ecologic.eu

Ecologic Institut, Berlin

Medienarbeit

Besondere Projektfortschritte und Veranstaltungen werden regelmäßig durch Pressemitteilungen beworben. Die Mitteilungen sowie Pressefotos und ein Pressespiegel sind im umfangreichen Pressebereich der RADOST-Website (www.klimzug-radost.de/presse) verfügbar.

Während der Workshop-Reihe „Circum Mare Balticum – Regionale Verfügbarkeit von Klimadaten in den Ostseeanrainerstaaten“ (vgl. Modul 4, Seite 86) in Polen, Litauen und Lettland wurden Interviews und Workshopergebnisse filmisch dokumentiert. Aus diesem Material wurden im Anschluss acht Kurzstatements und ein Kurzfilm angefertigt (www.klimzug-radost.de/cmb). Der Kurzfilm steht zukünftig für die Verbreitung auf Informations- und Kulturveranstaltungen zur Verfügung.



5.2 > Ausschnitte aus Kurzfilm

Publikationen

Die Projektergebnisse von RADOST werden in unterschiedlichen Formaten für verschiedene Zielgruppen aufbereitet.

RADOST-Berichtsreihe

Die Veröffentlichung des ersten RADOST-Jahresberichts im Februar 2011 stellte die erste Ausgabe der RADOST-Berichtsreihe dar. Die Berichtsreihe (ISSN-Nummer 2192-3140) stellt seitdem regelmäßig Projektergebnisse aus RADOST in einem einheitlichen Design online vor. Ausgewählte Berichte werden als Printversion zur Verfügung gestellt.



Im Berichtszeitraum sind folgende Berichte im Rahmen der RADOST-Berichtsreihe erschienen:

Dengler, Cindy (2010): Umweltparameter Erneuerbarer Energien. GICON – Großmann Ingenieur Consult GmbH, Rostock. RADOST-Berichtsreihe, Bericht Nr. 2.

RADOST-Verbund (2011): 2. RADOST-Jahresbericht. Ecologic Institut (Hrsg.). RADOST-Berichtsreihe, Bericht Nr. 3.

Martinez, Grit; Bray, Dennis (2011): Befragung politischer Entscheidungsträger zur Wahrnehmung des Klimawandels und zur Anpassung an den Klimawandel an der deutschen Ostseeküste. Ecologic Institut Berlin & Helmholtz-Zentrum Geesthacht. RADOST-Berichtsreihe, Bericht Nr. 4 (Lang- und Kurzversion).

Kliucininkaitė, Lina; Ahrendt, Kai (2011): Modelling different artificial reefs in the coastline of Probstei. Institute for the Conservation of Natural Resources, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel & Büro für Umwelt und Küste. RADOST-Berichtsreihe, Bericht Nr. 5.

Ahrendt, Kai (2012): ZUKUNFTSMANAGEMENT STRAND – Ko-Nutzung von Küstenschutz, Tauchpfaden und Habitatverbesserung durch Baumaßnahmen im Vorstrandbereich. Büro für Umwelt und Küste. RADOST-Berichtsreihe, Bericht Nr. 6.

Wilken, Henrike; Meyer, Thomas (2011): Kartierung mariner Pflanzenbestände im Flachwasser der Lübecker Bucht. MARILIM Gesellschaft für Gewässeruntersuchung mbH. RADOST-Berichtsreihe, Bericht Nr. 7.

Reid, Andrew; Stuke, Franziska (2012): Climate Change Adaptation Strategies in the Baltic Sea Region. RADOST-Berichtsreihe, Bericht Nr. 10.

In Vorbereitung sind unter anderem folgende Berichte:

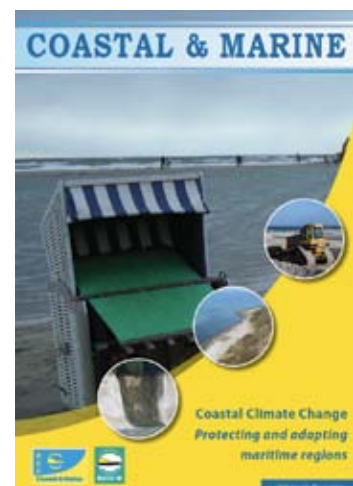
Hirschfeld, Jesko; Linda Krampe und Christiane Winkler (2012): RADOST Akteursanalyse – Teil 1: Konzept und methodische Grundlagen der Befragung und Auswertung. RADOST-Berichtsreihe, Bericht Nr. 8.

Knoblauch, Doris, Zoritz Kiresiewa, Franziska Stuke und Anneke von Raggamby (2012): RADOST Akteursanalyse – Teil 2: Auswertung der Befragung von Akteuren aus Politik, Verwaltung und Zivilgesellschaft. RADOST-Berichtsreihe, Bericht Nr. 9.

Alle Berichte sind zum Download verfügbar unter: www.klimzug-radost.de/publikationen/berichtsreihe

„Coastal & Marine“-Ausgabe zu Küstenschutz im Klimawandel

Das englischsprachige Magazin COASTAL & MARINE informiert regelmäßig über aktuelle Entwicklungen im Küsten- und Meeresmanagement. Herausgeber ist die Coastal & Marine Union (EUCC) als internationale Partnerorganisation des RADOST-Partners Küsten Union Deutschland (EUCC-D). Das erste Heft der RADOST-Ausgabenserie zu Klimaanpassung in dieser Reihe behandelt regionale Fallstudien und Aspekte des Küstenschutzes aus Deutschland, Dänemark, Litauen, Finnland und weiteren Ostseeanrainerstaaten. Weitere für 2012 und 2013 geplante Magazinausgaben werden sich klimawandelrelevanten Aspekten aus den Fokusthemen Häfen und maritime Wirtschaft, Erneuerbare Energien, Naturschutz und Gewässermanagement widmen.



Das erste Heft der RADOST-Ausgabenserie zu Klimaanpassung in dieser Reihe behandelt regionale Fallstudien und Aspekte des Küstenschutzes aus Deutschland, Dänemark, Litauen, Finnland und weiteren Ostseeanrainerstaaten. Weitere für 2012 und 2013 geplante Magazinausgaben werden sich klimawandelrelevanten Aspekten aus den Fokusthemen Häfen und maritime Wirtschaft, Erneuerbare Energien, Naturschutz und Gewässermanagement widmen.

www.eucc.net/coastalandmarine/coastalandmarine11-3.pdf

Liste von Publikationen im Rahmen von RADOST im Berichtszeitraum (inkl. Publikationen im Druck oder in Begutachtung)

Bücher und Monographien

Filies, C (2012): Klimawandel an der deutschen Ostseeküste: Reaktion und Wahrnehmung touristischer Leistungsträger und Destinationen. EUCC – Die Küsten Uni-

on Deutschland, Coastline Web 2.

Hallermeier, L. (2011): Küsten und Klimawandel in den Augen von Touristen – Eine Wahrnehmungsanalyse an der deutschen Ostseeküste. EUCC – Die Küsten Union Deutschland, Coastline Web 1.

IfAÖ (2011): Gutachten zur Ausweisung von Suchräumen für marine Eignungsgebiete für Windenergieanlagen als Grundlage für die Aktualisierung des Landesraumentwicklungsprogrammes (LEP 2005) Mecklenburg-Vorpommern, im Auftrag des Landes Mecklenburg-Vorpommern, vertreten durch das Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung.

Norddeutsches Klimabüro; Internationales BALTEX Sekretariat (2012): Ostseeküste im Klimawandel. Geesthacht.

Schernewski, G., Hofstede, J. & Neumann, T. (eds.) (2011): Global Change and Baltic Coastal Zones. Springer Dordrecht, The Netherlands. Series: Coastal Systems and Continental Margins, Vol. 1, 296 p., ISSN: 1384-6434.

Schröder, A. & Zimmermann, K. (2012): Erstellung regionaler Input-Output-Tabellen. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung.

Buchbeiträge

Dreier, N., Schlamkow, C., Fröhle, P. & Salecker, D. (2012): Future wave conditions at the German Baltic Sea Coast on the basis of wind-wave-correlations and regional climate change scenarios. In: Book of Abstracts – PIANC-COPEDEC VIII: Eighth International Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries, IIT Madras, Chennai, India, 20-24 February 2012.

Hallermeier, L., Haller, I. & Schernewski G.: Tourists' perception of coastal changes – A contribution to the assessment of regional adaptation strategies? Wiley (eingereicht, in Begutachtung 2/2012).

Filies C., Schumacher S. & Haller, I.: Climate change impacts on Baltic coastal tourism and the complexity of sectoral adaptation; Wiley (eingereicht, in Überarbeitung 3/2012).

Mossbauer, M., Dahlke, S., Friedland, R., Schernewski, G. (in revision): Consequences of Climate Change and environmental policy for seaweed accumulations along the German Baltic coastline.

Neumann, T. & R. Friedland (2011): Climate Change impacts on the Baltic Sea. In: Schernewski, G., Hofstede, J. & Neumann, T. (eds.) Global Change and Baltic Coastal Zones. Springer Dordrecht, The Netherlands. Series: Coastal Systems and Continental Margins, Vol. 1, 23-32, ISSN: 1384-6434.

Schernewski G., T. Neumann, S. Maack & M. Venohr (2011): Gewässereutrophierung – vom globalen Problem zum regionalen Lösungsansatz. In: Fränzle, Müller & Schröder (Hrsg.) Handbuch der Umweltwissenschaften – Grundlagen und Anwendung der Ökosystemforschung,

Wiley-VCH Verlag 20. Erg. Lfg. 3/11, 1-20.

Schernewski G., T. Neumann & H. Behrendt (2011): Sources, dynamics and management of phosphorus in a southern Baltic estuary. In: Harff, J., Björck, S., Hoth, P. (Eds.): The Baltic Sea Basin as a natural Laboratory. Springer. Series Central and Eastern European Development Studies (CEEDES). 373-388.

Zeitschriftenbeiträge

Baumann, S. & G. Schernewski (accepted): Occurrence and public perception of jellyfish along the German Baltic Coastline. *Journal of Coastal Conservation*.

Daniels, Dr. G. v., Uibleisen, Dr. M. (2011): Offshore-Windkraft und Naturschutz – Anforderungen an Offshore-Windparks in der deutschen AWZ, Freshfields Bruckhaus Deringer, Zeitschrift für Neues Energierecht 2011, Heft 6, S. 602-608.

Dengler, C. (2011): RADOST – Regionale Anpassungsstrategien für die deutsche Ostseeküste – Informationen über das Fokusthema Erneuerbare Energien und das Anwendungsprojekt Küstenschutz & Geothermie. GICON-cret Ausgabe II/2011.

Dreier, N., Schlamkow, C. & Fröhle, P. (2011): Assessment of Future Wave Climate on basis of Wind-Waves-Correlations and Climate Change Scenarios. In: K. Furmanczyk, A. Giza and P. Terefenko (eds.): Proceedings of the 11th International Coastal Symposium, 09-14 May 2011 Szczecin, Poland. *Journal of Coastal Research, Special Issue 64*, Coastal Education and Research Foundation (CERF), University of Szczecin, Institute of Marine and Coastal Sciences (IMCS), ISSN 0749-0208.

Friedland, R, T. Neumann & G. Schernewski (in revision): Climate Change and the Baltic Sea Action Plan: Model simulations on the future of the western Baltic Sea.

Gadegast, Mathias, Hirt, Ulrike, Opitz, Dieter & Venohr, Markus (2011): Modelling changes in nitrogen emissions into the Oder River System 1875–1944. In: REGIONAL ENVIRONMENTAL CHANGE: 1-10.

Hirt, Ulrike, Wetzig, Annett, Amatya, M. Devandra & Martranga, Marisa (2011): Impact of seasonality on artificial drainage discharge under temperate climate conditions. *International Review of Hydrobiology* 96(5): 561-577.

Klamm A.-M. & Schernewski, G., (2011): Mussel farming in the southern Baltic Sea – a feasible option? *Coastal and Marine*, 20,2, 19.

Krämer, I., (2011): Changes in river basins drive the seas: Regional land-use changes and water quality. *Coastal and Marine*, 20,2, 18.

Krämer, I., J. Hürdler, J. Hirschfeld, M. Venohr & G. Schernewski (2011): Nutrient fluxes from land to sea: consequences of future scenarios on the Oder river basin – lagoon – coastal sea system. *International Review of Hydrobiology* 96: 520-540.

Modul 5: Kommunikation und Verbreitung der Ergebnisse

- Kulemeyer C, Schulz A, Weidauer A, Röhrbein V, Schleicher S, Foy T, Grenzdörffer G & Coppack T (2011): Georeferenzierte Digitalfotografie zur objektiven und reproduzierbaren Quantifizierung von Rastvögeln auf See. *Vogelwarte* 49: 105-110.
- Mossbauer, M. (2011): Challenges for coastline management: Stranded seaweed – more than a nuisance? *Coastal and Marine* 20,2, 21.
- Mossbauer, M., Haller, I., Dahlke, S. & Schernewski, G. (2012): Management of stranded eelgrass and macroalgae along the German Baltic coastline, *Ocean & Coastal Management* 57: 1-9.
- Schumacher, S., Stybel, N. & Haller, I.: „Coastal climate change and tourism – A project-based approach to work with regional stakeholders and discuss sector-relevant climate impacts and adaptive strategies“, AMK Schriftenreihe (im Druck 2/2012).
- Schernewski, G., N. Stybel & T. Neumann (accepted): Managing Eutrophication: Cost-effectiveness of Zebra mussel farming in the Oder (Szczecin) Lagoon. *Ecology and Society*.
- Schernewski, G., T. Neumann, D. Opitz & M. Venohr (in revision): Long-term eutrophication history and functional changes in a large Baltic river basin - estuarine system.
- Schernewski, G., (2011): Coastal seas in a changing world. *Coastal and Marine*, 20,2, 17.
- Schernewski, G., (2011): Changes in river basins drive the seas: Climate change or nutrient load reductions? *Coastal and Marine*, 20,2, 18.
- Schernewski, G., (2011): Challenges and options for water quality: new management strategies. *Coastal and Marine*, 20,2, 19.
- Stybel, N., Schernewski, G., Arent, M., Musielak, S., Zawadzki, D. (2011): The Szczecin Lagoon. *Coastal and Marine*, 20,2, 25.
- Tiepolt, L., Janßen, H. (2012): Implementing sustainable coastal protection in Mecklenburg-Vorpommern. *Coastal and Marine*, 20 No. 3, 5.
- Voss, M., J. Dippner, C. Humborg, J. Hürdler, F. Korth, T. Neumann, G. Schernewski & M. Venohr (2011): History and scenarios of future development of Baltic Sea eutrophication. *Estuarine, Coastal & Shelf Science*. Doi:10.1016/j.ecss.2010.12.037.

Studentische Abschlussarbeiten

- Filies, Christian (2012): Klimawandel an der deutschen Ostseeküste: Reaktion und Wahrnehmung touristischer Leistungsträger und Destinationen (veröffentlicht als Coastline Web 2).
- Hallermeier, Larissa (2011): Küsten und Klimawandel in den Augen von Touristen – Eine Wahrnehmungsanalyse an der deutschen Ostseeküste (veröffentlicht als Coastline Web 1).
- Kliucininkaite, Lina (2011): „Modellierung der hydrographischen Bedingungen für mögliche Standorte für Unterwasserriffe in der Kieler Bucht“ (veröffentlicht als RADOST-Bericht Nr. 5).
- Kühnle, Svenja (2011): „Die Treibselproblematik an der Ostküste Schleswig-Holsteins“.
- Paschko, Lena (2011): „Die Auswirkungen des Klimawandels auf Strände in der mittleren Kieler Bucht“.
- Reith, Fabian (2011): „Potenzielle Schäden von Stürmen und Hochwasserereignissen in der Kieler Bucht – Dargestellt am Beispiel der Gemeinde Strande“.
- Zimmermann, K. (2012): Regional Dynamic Input-Output Analysis of Tourism Demand in Mecklenburg-Vorpommern.

Vorträge und Veranstaltungen

Im Rahmen der zahlreichen RADOST-Veranstaltungen und Vernetzungstreffen (vgl. Modul 1) präsentieren Vertreter des RADOST-Verbundes regelmäßig aktuelle Erkenntnisse und Projektergebnisse zu Klimawandel und -anpassung. Weiterhin wurden Inhalte des RADOST-Projekts durch verschiedene Projektpartner auf externen Veranstaltungen im nationalen und internationalen Rahmen vorgestellt. Tabelle 4 enthält eine Übersicht dieser Beiträge.

Tabelle 4: Beiträge von RADOST-Partnern bei externen Veranstaltungen

Termin / Ort	Veranstaltung	RADOST-Beitrag
4. April 2011 Kiel	Enquete-Kommission "Norddeutsche Kooperation" des Landtages in SH	HZG: Vortrag „Welche klimapolitischen Kooperationswege sollen besprochen werden? – Regionaler Klimaschutz in Norddeutschland“
5. April 2011 Kiel	Treffen zum Thema Nährstoffbilanzierung am MLUR	vTI: Vortrag "Das Regionalisierte Agrar- und Umweltinformationssystem RAUMIS und Möglichkeiten zur Abbildung von Nährstoffbilanzen in SH und MV"
13.-14. April 2011 Genf, Schweiz	WRCP-JCOMM Workshop on Coordinated Global Wave Climate Projections	HZG: Vortrag "Regional wave climate simulations at the Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Institute for Coastal Research"

Termin / Ort	Veranstaltung	RADOST-Beitrag
26. April 2011 Yantai, China	Yantai Institute for Coastal Zone Research	IÖW: Vortrag "Socio-economic analysis for integrated water management – Experiences from river basin and coastal zone management projects in Germany and China"
2.-5. Mai 2011 Trondheim, Norwegen	Conference on Wind Energy and Wildlife Impacts	IfaÖ: Vorträge und Beteiligung an Podiumsdiskussion
6.-8. Mai 2011 Stettin, Polen	ARTWEI 3rd project meeting	EUCC-D/IOW: "Mussel cultivation for water quality improvement and socio-economic aspects"
9.-14. Mai 2011 Szczecin, Polen	„11. International Coastal Symposium (ICS 2011)“ im Rahmen des „Szczecin Climate Seminar“	HZG: Vortrag "Regional climate knowledge for society": Posterbeitrag zu beobachteten Meeresspiegeländerungen in der Ostsee. URCE: Vortrag zur zukünftigen Entwicklung des lokalen Seegangs an der Ostseeküste
11. Mai 2011 Bergen, Norwegen	2. International BaltCICA Conference	IOW/EUCC-D: "One Spot, three Processes – Climate Change Adaptation in Mecklenburg-Vorpommern"
24. Mai 2011 Güstrow	16. Gewässersymposium, LUNG	IOW: „Reduzierung der Nährstofffrachten: Ziele, Maßnahmen und Perspektiven“
26. Mai 2011 Warnemünde	Interdisziplinäres Forschungsseminar zum marinen und terrestrischem Ökosystemschutz, Universität Rostock	EUCC-D: „Interne Maßnahmen zur Wasserqualitätsverbesserung im Stettiner Haff“
29. Mai 2011 Kiel	„TAK“ – Tag am Kai	CRM: Poster und Vorträge mit Schwerpunkt auf Auswirkungen des Klimawandels auf Fischerei und Aquakultur
31. Mai 2011 Koblenz	DWA Fachgespräch "Eutrophierung potamaler Fließgewässer" an der Bundesanstalt für Gewässerkunde	IOW: „Auswirkungen der Eutrophierung großer Flüsse auf Küstengewässer“
3.-7. Juli 2011 Arendal, Norwegen	2nd International Symposium on Integrated Coastal Zone Management	IÖW: Vortrag "Linking Economic and Ecological Models for an Integrated Assessment of Water Management in the Oder Estuary Coastal Region"
8. Juli 2011 Amsterdam	People and the Sea VI	IOW: Vortrag "Walking the long path of sustainability – successes and failures in natural litter management"
12. Juli 2011 Kiel	Workshop "Bivalve Aquaculture in the Baltic Sea – Environment, Climate Change, Modeling"	IOW: Vortrag "Mussel cultivation in German coastal waters – Perspectives"
22.-26. August 2011 St. Petersburg/ Russland	8th Baltic Sea Science Conference (BSSC 2011)	HZG: Organisation und Leitung einer Konferenzsitzung zu Meeresspiegeländerungen in der Ostsee inklusive Posterbeitrag Ecologic: Vortrag "Perception of regional political decision makers concerning climate change and adaptation to a changing climate at the German Baltic Sea Coast"
29. August 2011 Warnemünde	Workshop „Qualitätsziele für die Küstengewässer der Ostsee“	IOW/IGB: Vortrag „Modellsimulationen zum Thema Wasserqualität.“
29. August - 11. September 2011 Rostock	Sommerakademie "Nachhaltige Entwicklung an der Ostseeküste" der Universität Rostock	IOW: wöchentliche Vorlesung „Integriertes Küstenzonenmanagement und Klimawandel“
30. August - 3. September 2011 Barcelona, Spain	European Congress, European Regional Science Association (ERSA)	IÖW: Vortrag "Linking Regional Economic and Ecological Models for an Integrated Coastal Zone Management – the Oder Estuary Case"
31. August 2011 Warnemünde	Summer school: Nachhaltige Entwicklung an der Ostseeküste	IOW: Vortrag „Strandmanagement in Warnemünde“
6. September 2011 Kiel	„Jugendworkshop Klima und Küste“ zum Rahmenplan Kieler Förde	LLUR: Poster: „Steine für den Blasentang“, Darstellung RADOST-Anwendungsprojekt des LLUR
23. September 2011 Hamburg	Summer School on Sustainability, River Basin Management and Climate Change, Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Hamburg	IOW/EUCC-D: "Vectors of Change. Baltic University Programme"
3. Oktober 2011 Potsdam	Jahrestagung Deutsche Ornithologen-Gesellschaft	IfaÖ: Vortrag zum Kollisionsrisiko von Zugvögeln mit Windkraftanlagen
14. Oktober 2011 Welzow	GICON-Veranstaltung zum Fachbereich Umweltmanagement/ Erneuerbare Energien	GICON: Vorstellung der Inhalte von RADOST, dem Fokusthema Erneuerbare Energien und dem Anwendungsprojekt Küstenschutz & Geothermie

Modul 5: Kommunikation und Verbreitung der Ergebnisse

Termin / Ort	Veranstaltung	RADOST-Beitrag
16. Oktober 2011 Rostock	Master-Studiengang Umweltschutz, Fernstudienzentrum der Universität Rostock	IOW: „Klimawandel an der Ostseeküste: Risiken, Konsequenzen & Chancen“
20. Oktober 2011 Rostock	WVU-Interdisziplinäre Ringvorlesung	IOW: „Klimawandel und Küsten. MEER ODER WENIGER – Schutz und nachhaltige Nutzung einer globalen Ressource“
24.-25. Oktober 2011 Braunschweig	2. CoastDoc Seminar an der TU Braunschweig	URCE: Vorstellung von RADOST für Fachkollegen im Rahmen eines Vortrags zur zukünftigen Entwicklung des lokalen Seegangs an der Ostseeküste
3. November 2011 Malkocin, Polen	4th International Workshop CoPaF ‚Coastline Changes of the Southern Baltic Sea. Past and Future Projection‘	HZG: Vortrag zu zukünftig zu erwartenden Meeresspiegeländerungen bis 2100
4.-5. November 2011 Warnemünde	BaltCICA Meeting – Climate Change adaptation around the Baltic Sea	IOW: Vortrag „Adaptation to Climate Change: The German Baltic coast“
17. November 2011 Swinoujscie, Polen	11. German-Polish Coastal Research Symposium	HZG: Vortrag „What do we know about decadal sea level change in the Baltic?“
17. November 2011 Hamburg	Senioren Universität Hamburg	EUCC-D: Vortrag „Klimagewinner Ostseeküste – Perspektiven für den Tourismus in Zeiten des Klimawandels“
21. November 2011 Rostock	Universität Rostock, Department Maritime Systeme	IOW: „Regionale Anpassungsstrategien für die deutsche Ostseeküste“
21.-23. November 2011 Victoria, Kanada	Regional Climate Workshop: Meeting Stakeholders Needs for Practical Climate Information, University of Victoria/Pacific Climate Impacts Consortium	Ecologic: Vortrag „Regional stakeholders needs for practical climate information. Experiences from the RADOST project“
30. November 2011 Rostock	University of Rostock – Regional Marine Ecosystems	IOW: „Mussel farming in Baltic coastal waters: A new option?“
12.-13. Dezember 2011 Riga, Estland	BaltClim Kick-off meeting	IÖW: Vortrag „Stakeholder processes to identify and discuss adaptation challenges and options“
16.-17. Januar 2012 Hamburg	Jahrestagung des Climate Service Centers (CSC)	HZG: Messestand zu RADOST und Klimawandel an der deutschen Ostseeküste“
18. Januar 2012 Helsinki, Finnland	Climate Change Adaptation in Practice – 3rd International BaltCICA Conference, Geological Survey of Finland	IOW/EUCC-D: „Southern Beaches – Adaptation for a Baltic Sea bathing destination“
19. Januar 2012 Szczecin, Polen	Szczecin Climate Seminar	HZG: Vortrag „Marine Climate and Climate Change“
28. Januar 2012 Potsdam	BMU Twinning Experten-Treffen zu Klima und Ostseepolitik – Deutsche Ostseeratspräsidentschaft	Ecologic: Vortrag „Klimaanpassung an der deutschen Ostseeküste und im Ostseeraum“
15. Februar 2012 Charleston, South Carolina, USA	NOAA's Social Coast Forum 2012	Ecologic: Vortrag „The dissemination of climate science knowledge and its role in adaptation strategies“
20.-24. Februar 2012 IIT Madras, Chennai, Indien	Eighth International Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries (PIANC-COPEDEC VIII)	URCE: Vortrag zur zukünftigen Entwicklung des lokalen Seegangs an der Ostseeküste
21. Februar 2012 Kiel	Vortragsreihe der Faunistisch-Ökologischen Arbeitsgemeinschaft (FÖA) der CAU zu Kiel	Vortrag über das RADOST-Anwendungsprojekt des LLUR „Potentielle Auswirkungen des Klimawandels auf die Flachwasserlebensgemeinschaften in der Ostsee“
14.-15. März 2012 De Bilt, Niederlande	Workshop on regional sea level change	HZG: Vorträge „Regional sea level changes in the Baltic Sea“, „Projections of future changes in wind, wave and storm surge climate“
15.-16. März 2012 Halle	6. Hallescher Input-Output-Workshop	IÖW: Vortrag „Regionalwirtschaftliche Effekte der Entwicklung touristischer Nachfrage in Mecklenburg-Vorpommern für den Zeitraum 2000 bis 2030“
20. März 2012 Güstrow	„Großwärmepumpen-Seminar“ des Wärmepumpenherstellers Güstrower Wärmepumpen GmbH	GICON: Vortrag „Oberflächennahe Geothermie“ mit Hinweis auf das laufende RADOST-Forschungsprojekt und das Thema „thermische Nutzung von Ostseewasser“
26-29. März 2012 London, UK	Konferenz „Planet under Pressure“	IGB: Vorstellung von Modellierungsergebnissen zu Nährstoff-Flussfrachten der Gegenwart und den Effekten möglicher Maßnahmen

RADOST Projektbeirat

Im Anschluss an die RADOST-Jahreskonferenz in Schwerin wurde am 25.3.2010 der Beirat des Projektes offiziell eingesetzt. Er wird von nun an den Fortgang des Projektes begleiten, die Verankerung von RADOST in der regionalen Politik, Verwaltung und Wirtschaft unterstützen sowie die Anbindung an relevante nationale und internationale Entwicklungen sicherstellen. Im Einzelnen hat der Beirat die folgenden Mitglieder:



Prof. Dr. Donald F. Boesch

Präsident des University of Maryland Center for Environmental Science (UMCES) und Mitglied des National Academies Committee on America's Climate Choices, USA



Dr. Johannes Oelerich

Direktor Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN)



Dr. Achim Daschkeit

Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass) beim Umweltbundesamt



Dr. Beatrix Romberg

Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung
Mecklenburg-Vorpommern



Dr. Ulrich Hausner

Abschleusleiter Clusterentwicklung und Ausgründungsförderung bei der Wirtschaftsförderung und Technologietransfer Schleswig-Holstein GmbH (WTSH)



Dr. Gerald Schernewski

Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW), RADOST-Modulkordinator Natur- und ingenieurwissenschaftliche Forschung



Dr. Jesko Hirschfeld

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), RADOST-Modulkordinator Sozioökonomische Forschung



Michael Sturm

Geschäftsführer Invest in Mecklenburg-Vorpommern GmbH



Hans-Joachim Meier

Leiter Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg (StALU MM)



Wolfgang Vogel

Direktor Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR)



Dr. Grit Martinez

Ecologic Institut, RADOST-Projektleiterin und Adjunct Associate Professor an der Duke University, North Carolina, USA

Übersicht der RADOST-Arbeitspakete

Modul 1: **Netzwerkbildung und Dialog zur Entwicklung von Anpassungsstrategien**

Netzwerkaufbau und Veranstaltungsorganisation

- Arbeitspaket 1.1.1: Koordination und wissenschaftliche Begleitung des Netzwerk- und Dialogprozesses
- Arbeitspaket 1.1.2: Workshopreihen
- Arbeitspaket 1.1.3: Konferenzen

Fokusthema 1: Küstenschutz

- Arbeitspaket 1.2.1: Strategien und Optionen der Küstenschutzplanung für die deutsche Ostseeküste
- Arbeitspaket 1.2.2: Monitoring der Umweltbedingungen im Küstenvorfeld
- Arbeitspaket 1.2.3: Bearbeitung von Fallstudien in den Fokusgebieten
- Anwendungsprojekt 1: Vorarbeiten für einen Fachplan Schutz sandiger Küsten 2050
- Anwendungsprojekt 2: Beratung der Hansestadt Rostock: Trinkwasserversorgung und Hochwasserschutz im sich ändernden Klima
- Anwendungsprojekt 3: Innovative Technologien für den Küstenschutz: Einsatz von Geokunststoffen
- Anwendungsprojekt 4: Unterhaltung von Schifffahrtswegen und Küstenschutz: Nutzung von Synergien
- Anwendungsprojekt 5: Innovative Verfahren zur Klimaanpassung im Küstenschutz – Fokusgebiet Kieler Förde

Fokusthema 2: Tourismus und Strandmanagement

- Arbeitspaket 1.3.1: Klimafolgenanalyse
- Arbeitspaket 1.3.2: Untersuchung der Wahrnehmung von Küstengewässern
- Arbeitspaket 1.3.3: Strandmanagement und räumliche Dynamik
- Arbeitspaket 1.3.4: Anpassungsstrategien
- Anwendungsprojekt 6: Infopavillon Schönberger Strand
- Anwendungsprojekt 7: Tourismus im Klimawandel – Regionale Anpassungsstrategien
- Anwendungsprojekt 8: Standortplanung im Klimawandel
- Anwendungsprojekt 9: Klimabündnis Kieler Bucht

Fokusthema 3: Gewässermanagement und Landwirtschaft

- Arbeitspaket 1.4.1: Interaktionsmodell Klima-/regionaler Wandel und Gewässerqualität
- Arbeitspaket 1.4.2: Konsequenzen des Klimawandels und Anpassungsmaßnahmen für Küstengewässer
- Arbeitspaket 1.4.3: Referenzwerte und guter Zustand der Gewässer in Gegenwart und Zukunft
- Arbeitspaket 1.4.4: Anpassungsempfehlungen bezüglich Nährstoffmanagement im Einzugsgebiet
- Arbeitspaket 1.4.5: Implikationen des Klimawandels für die ökonomischen Analysen unter der Wasserrahmenrichtlinie
- Anwendungsprojekt 10: Entwicklung angepasster Pflanzensorten
- Anwendungsprojekt 11: Qualitätskomponenten zur Wasserrahmenrichtlinie: Bestandsunterstützung Seegras und Blasentang
- Anwendungsprojekt 12: Zukunftsstrategien für die Aquakultur – Fokusgebiet Kieler Förde
- Anwendungsprojekt 13: Steuerung von Nährstoffeinträgen durch Retentionsbecken

Fokusthema 4: Häfen und maritime Wirtschaft

- Arbeitspaket 1.5: Koordination der Erarbeitung von Anpassungskonzepten für Häfen und Infrastruktur
- Anwendungsprojekt 14: Anpassungsstrategie Seehafen Lübeck
- Anwendungsprojekt 15: Integration von Umweltdaten der Ostsee in die routenspezifische Optimierung von Schiffsentwürfen

Fokusthema 5: Naturschutz und Nutzungen

- Arbeitspaket 1.6.1: Runde Tische/lokales Netzwerk: Adlergrund/Lubmin
- Arbeitspaket 1.6.2: Ökologische Untersuchungen
- Arbeitspaket 1.6.3: Naturschutzfachliche Aspekte und Nutzungen
- Arbeitspaket 1.6.4: Interpretation, Folgenabschätzungen

Fokusthema 6: Erneuerbare Energien

- Arbeitspaket 1.7.1: Ermittlung relevanter Umweltparameter in Abhängigkeit der Erneuerbaren Energien und durch den Klimawandel hervorgerufene Entwicklungen

Arbeitspaket 1.7.2: Matrixerstellung Parameter / Erneuerbare Energieform
Arbeitspaket 1.7.3: Analyse und Prognose der Entwicklung von Geothermie, Photovoltaik, Windenergie und Biogas
Arbeitspaket 1.7.4: Ableitung von Empfehlungen
Anwendungsprojekt 16: Küstenschutz und Geothermie

Modul 2: Natur- und ingenieurwissenschaftliche Forschung

Teilmodul 2.1: Klimadatenbedarf und Analyse (Klimadatenmanagement)

Teilmodul 2.2: Wasserstände, Seegang, Strömungen und Sedimenttransporte

Arbeitspaket 2.2.1: Großräumige Seegangsveränderungen
Arbeitspaket 2.2.2: Großräumige Strömungsveränderungen
Arbeitspaket 2.2.3: Strömung und Seegang in kleinräumigen Küstenbereichen
Arbeitspaket 2.2.4: Sedimenttransport und Morphologie

Teilmodul 2.3: Fluss-Küste-Meer: Gewässerqualität und Klimawandel

Arbeitspaket 2.3.1: Gewässerqualität in Flüssen
Arbeitspaket 2.3.2: Gewässerqualität in äußeren Küstengewässern und Ostsee
Arbeitspaket 2.3.3: Gewässerqualität in inneren Küstengewässern
Arbeitspaket 2.3.4: Stofffluss-Interaktionen zwischen Fluss-Küste-Meer
Arbeitspaket 2.3.5: Hydrodynamische und ökologische Modellierungen mit MAEWEST

Teilmodul 2.4: Ökologie und biologische Vielfalt

Arbeitspaket 2.4.1: Mögliche klimabedingte Änderungen von Makrophyten und Makrozoobenthos
Arbeitspaket 2.4.2: Mögliche klimabedingte Wirkungen auf Seevögel
Arbeitspaket 2.4.3: Klimainduzierte ökosystemare Interaktionen

Modul 3: Sozio-ökonomische Analyse

Arbeitspaket 3.1: Regionalwirtschaftliche Analyse
Arbeitspaket 3.2: Akteursanalyse
Arbeitspaket 3.3: Sektorale und gesamtwirtschaftliche Basisszenarien
Arbeitspaket 3.4: Agrarsektormodellierung
Arbeitspaket 3.5: Input-Output-Modellierung
Arbeitspaket 3.6: Erweiterte Kosten-Nutzen-Analyse

Modul 4: Nationaler und europäischer Politikrahmen / nationaler und internationaler Austausch

Arbeitspaket 4.1: Nationaler und europäischer Politik hintergrund
Arbeitspaket 4.2: Bestandsaufnahme und Auswertung regionaler Anpassungsprojekte und -maßnahmen in Deutschland und Europa
Arbeitspaket 4.3: Austausch auf nationaler und internationaler Ebene

Modul 5: Kommunikation und Verbreitung der Ergebnisse

Arbeitspaket 5.1: Website und Newsletter
Arbeitspaket 5.2: Publikationen
Arbeitspaket 5.3: Vorträge
Arbeitspaket 5.4: Medienarbeit
Arbeitspaket 5.5: Geografisches Informationssystem



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung