

# REPORT

## 4. RADOST JAHRESBERICHT

April 2012–Januar 2013

RADOST-Berichtsreihe  
Bericht Nr.21



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**KLIMZUG**   
Klimawandel in Regionen

# Kooperationspartner



Büro für Umwelt und Küste, Kiel  
**BFUK**



Institut für ökologische  
Wirtschaftsforschung, Berlin  
**IÖW**



Coastal Research & Management

Coastal Research & Management,  
Kiel  
**CRM**



Johann Heinrich von Thünen-  
Institut, Bundesforschungs-  
institut für Ländliche Räume, Wald  
und Fischerei, Braunschweig  
**TI**



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**



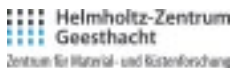
Leibniz-Institut für Gewässeröko-  
logie und Binnenfischerei, Berlin  
**IGB**



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  
Landwirtschaft und Umwelt  
Mittleres Mecklenburg

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



H.S.W. Ingenieurbüro für  
Angewandte und Umweltgeologie  
GmbH, Rostock  
**HSW**



Technische Universität  
Hamburg-Harburg,  
Institut für Wasserbau  
**TUHH**



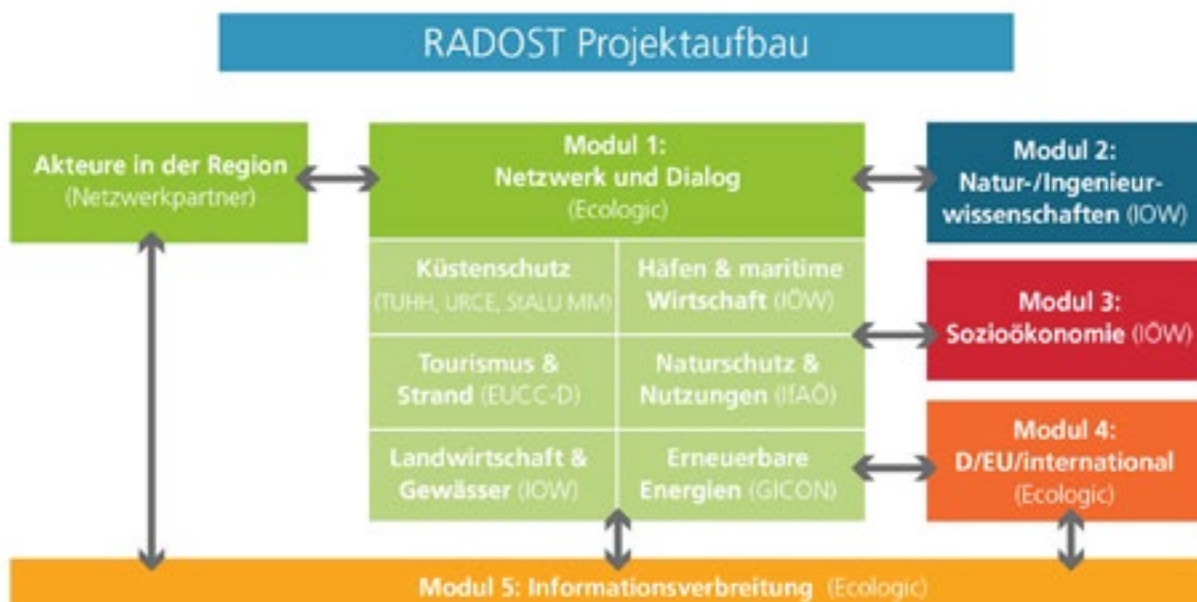
Institut für Angewandte Öko-  
systemforschung, Neu Brodersdorf  
**IfAO**



Universität Rostock,  
Fachgebiet Küstenwasserbau  
**URCE**

# Projektaufbau RADOST

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.

## 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



**Ullrich Buchta**

Referatsleiter Energieeffizienz, Klimaschutz im Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern



**Dr. Ulrich Hausner**

Abteilungsleiter 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 Sozio-ökonomische 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

# REPORT






## 4. RADOST JAHRESBERICHT

April 2012–Januar 2013

RADOST-Berichtsreihe

Bericht Nr: 21

### Inhalt

RADOST Kooperationspartner	II
Projektaufbau RADOST	III
RADOST Projektbeirat	IV
Übersicht der RADOST-Arbeitspakete	V
RADOST Fokusthemen und Fokusgebiete	VII
Vorwort	3
 <b>Modul 1: Netzwerkbildung und Dialog zur Entwicklung von Anpassungsstrategien</b>	4
Fokusthema 1: Küstenschutz	13
Fokusthema 2: Tourismus und Strandmanagement	25
Fokusthema 3: Gewässermanagement und Landwirtschaft	29
Fokusthema 4: Häfen und maritime Wirtschaft	37
Fokusthema 5: Naturschutz und Nutzungen	43
Fokusthema 6: Erneuerbare Energien	49
 <b>Modul 2: Natur- und ingenieurwissenschaftliche Forschung</b>	54
I – Klimadatenbedarf und Analyse (Klimadatenmanagement)	57
II – Wasserstände, Seegang, Strömungen und Sedimenttransporte	59
III – Fluss-Küste-Meer: Gewässerqualität und Klimawandel	63
IV – Ökologie und biologische Vielfalt	67
 <b>Modul 3: Sozio-ökonomische Analyse</b>	72
 <b>Modul 4: Nationaler und europäischer Politikrahmen / nationaler und internationaler Austausch</b>	78
 <b>Modul 5: Kommunikation und Verbreitung der Ergebnisse</b>	82







## Vorwort

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

der Klimawandel ist eine der großen Transformationsherausforderungen unserer Gesellschaft. Forschung generell und Klimaforschung im Speziellen muss deshalb der Gesellschaft zu Gute kommen, sie muss anwendbar sein.

Auch im vierten Jahr des RADOST-Projektes haben die daran beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von Forschungseinrichtungen, staatlichen Ämtern, Ingenieurbüros und anderen Partnerinstitutionen ihre Forschungsergebnisse in praxisnaher Form den Küstenakteuren zugänglich gemacht. So war RADOST im Herbst 2012 auf einer zweiwöchigen Klimaanpassungstour in Städten und Gemeinden an der deutschen Ostseeküste unterwegs. In Workshops und Gesprächsrunden fragten wir nach den Erfahrungen der Menschen mit den Auswirkungen des Klimawandels und diskutierten in interaktiven Formaten unsere Projekterkenntnisse aus Sicht der natur-, sozial-, geistes-, politik-, ingenieur- und wirtschaftswissenschaftlichen Forschung.

Nach wie vor liegt das Hauptaugenmerk des RADOST-Projektes auf der Anwendbarkeit der Forschungsergebnisse und dem Transfer guter Praxis. Neben der Veröffentlichung der Forschungsergebnisse in fachwissenschaftlichen Publikationen ist es uns daher ein besonderes Anliegen, Inhalte der RADOST-Forschung auch in Formaten zur Verfügung zu stellen, die sich an eine breitere Öffentlichkeit richten. Unter [www.klimzug-radost.de/publikationen](http://www.klimzug-radost.de/publikationen) sind Sie eingeladen, in der RADOST-Berichtsreihe und anderen Veröffentlichungen zu stöbern und nachzulesen.

In diesem Sinne hoffe ich, dass auch der diesjährige Jahresbericht Ihnen eine Anregung in Ihrem Arbeitsumfeld in der Politik oder Verwaltung, Wissenschaft, Wirtschaft oder Zivilgesellschaft sein wird.

Mit freundlichen Grüßen,



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

Berlin, im Juni 2013



Modul 1

Netzwerkbildung und Dialog  
zur Entwicklung von  
Anpassungsstrategien



## Ansprechpartnerin:

Dr. Grit Martinez

E-Mail: [grit.martinez@ecologic.eu](mailto:grit.martinez@ecologic.eu)

Ecologic Institut, Berlin

Forschungsinhalte und -ergebnisse des Projektes RADOST zu Klimawandel und Klimaanpassung werden seit Projektbeginn kontinuierlich an Fachexperten<sup>1</sup>, Entscheidungsträger aus Politik und Verwaltung, Wirtschaftsunternehmen, Nichtregierungsorganisationen und die allgemeine Öffentlichkeit kommuniziert. Im Vordergrund des gegenseitigen Austauschs stehen die Informationsbedürfnisse der Akteure und die Implikationen der wissenschaftlichen Ergebnisse für die Praxis. Zu diesem Zweck wurde ein die Akteursgruppen übergreifendes offenes und lernendes Netzwerk entlang der sechs RADOST-Fokusthemen aufgebaut und beständig erweitert, das gegenwärtig rund 150 Partner umfasst.

Die Einbindung von Netzwerkpartnern erstreckt sich vom punktuellen Informationsaustausch bis zur regelmäßigen Beteiligung an Veranstaltungen und Arbeitstreffen sowie der Mitwirkung in Anwendungsprojekten. Bei themenübergreifenden Veranstaltungen können Akteure aus unterschiedlichen Bereichen konkurrierende Interessen diskutieren und mit dem gemeinsamen Ziel der Anpassung an den Klimawandel Synergiemöglichkeiten erarbeiten.

Um Projektinformationen und Forschungsergebnisse an einen weiteren Kreis von Akteuren zu verbreiten, kooperiert RADOST auch mit Einrichtungen auf überregionaler Ebene und präsentiert sich auf unterschiedlichen Plattformen (vgl. auch Tabelle 2, Seite 11). Besonders hervorzuheben ist hier die Kooperation mit dem **Climate Service Center (CSC)** ([www.climate-service-center.de](http://www.climate-service-center.de)), das es sich zur Aufgabe gemacht hat, das Wissen aus der Klimaforschung praxisorientiert aufzubereiten und Entscheidungsträgern in Politik, Verwaltung und Wirtschaft sowie einer breiten Öffentlichkeit zu vermitteln. Die Webplattform „**Klimanavigator**“ ([www.klimanavigator.net](http://www.klimanavigator.net)) des CSC vermittelt einen Überblick über die klimarelevante Forschung sowie über Klimawandel und Klimaanpassungsinitiativen in Deutschland. RADOST unterstützt die Aktivitäten als Portalpartner.



1.1 > Screenshot der Website [www.klimanavigator.de](http://www.klimanavigator.de)

Des Weiteren steht RADOST in regelmäßigem Austausch mit den sechs weiteren Verbänden, die sich im Rahmen der Fördermaßnahme „**KLIMZUG – Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten**“ in verschiedenen Modellregionen in Deutschland mit der regionalen Anpassung an den Klimawandel befassen. Im letzten Jahr galt ein besonderes Augenmerk der Verstärkung der gebildeten regionalen Netzwerke und der Fortführung des KLIMZUG-Informationsangebots nach Beendigung der Forschungsvorhaben. Über das bestehende Online-Angebot hinaus (siehe [www.klimzug.de](http://www.klimzug.de)) wird derzeit eine KLIMZUG-Publikationsreihe zu den verschiedenen Themen der Klimaanpassung geplant (vgl. Modul 5).

<sup>1</sup> Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei allgemeinen Personenbezeichnungen jeweils die männliche Form verwendet. Sofern nicht präzisiert, ist immer auch die weibliche Form gemeint.

## RADOST-Netzwerk (Stand: März 2013)

Das RADOST-Netzwerk wird kontinuierlich gestärkt und umfasst mittlerweile rund 150 Institutionen. Neben der Intensivierung bestehender Partnerschaften konnten im letzten Jahr wieder 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 (BSH)
- 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
- Lübeck Port Authority

### Öffentliche Verwaltung

- Ministerium für Energiewende, 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 Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Technologie Schleswig-Holstein
- **Nationalparkamt Vorpommern**
- 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
- 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
- Fresemann 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
- Industrie- und Handelskammer zu Kiel \*

## Wirtschaft

- Industrie- und Handelskammer zu Rostock
- Ingenieurbüro Mohn Kiel/Husum
- Invest in Mecklenburg-Vorpommern 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
- **VMO – Verband Mecklenburgischer Ostseebäder e.V.**
- 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
- Bildungszentrum für Natur, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
- Deutscher Wetterdienst
- **Deutsches Meeresmuseum**
- 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

- 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 vierten Projektjahres neu als Partner dem RADOST-Netzwerk beigetreten.

\* Netzwerkpartner über das KlimaBündnis Kieler Bucht – KBKB

## RADOST-Veranstaltungen

Auf konkrete Zielgruppen zugeschnittene Veranstaltungen haben sich im Projekt RADOST als effektives Mittel zur Klimaanpassungskommunikation bewährt. Den Fokus der RADOST-Veranstaltungen im Jahr 2012 bildete die Veranstaltungsreihe „RADOST-Tour 2012: Ostseeküste 2100 – Auf dem Weg zu regionaler Klimaanpassung“.

### RADOST-Tour 2012

Vom 10. bis 20. September wurden zehn Fachveranstaltungen direkt in und mit Behörden, politischen Entscheidungsträgern und Vertretern der Wirtschaft sowie sechs öffentliche Abendveranstaltungen für die breite Bevölkerung mit regionalem Schwerpunkt durchgeführt.

Die auf den einzelnen Tourstationen diskutierten Inhalte bildeten den aktuellen Forschungsstand der sechs Fokusthemen des Projekts RADOST ab. Weitere Schwerpunkte lagen auf dem internationalen Austausch von Erfahrungen in der Klimafolgenanpassung und der Klimafolgenkommunikation.

Die zukünftige Entwicklung des Meeresspiegelanstiegs bildet weiterhin einen großen Unsicherheitsfaktor. Der Umgang mit dieser Unsicherheit und weitere Fragen des Küstenschutzes wurden in Rostock und Husum bei den jeweils zuständigen Fachbehörden, dem Staatlichen Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg (StALU MM) und dem Landesbetrieb Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN) erörtert. Bei der öffentlichen Abendveranstaltung in Rostock standen neben dem Küsten- auch der Hochwasserschutz und städtebauliche Planungen im Vordergrund (vgl. Fokusthema 1).

Im Bereich *Tourismus und Strandmanagement* bildete die Tagesveranstaltung in Kühlungsborn gleichzeitig das Auftakttreffen für eine längerfristige Kooperation mit dem Verband Mecklenburgischer Ostseebäder (VMO). Hotelbetreiber, Touristenverbände und Gemeindevertreter diskutierten mit RADOST-Wissenschaftlern, ob das Klima und der Tourismus in Zukunft „Freund oder Feind“ sein werden. Wie sich diese Frage entscheidet, hängt nicht zuletzt von einer aktiven Strategieentwicklung der Tourismuswirtschaft ab (vgl. Fokusthema 2).



1.2 > Ein Vertreter der Tourismusbranche verliest eine imaginäre Urlaubspostkarte aus dem Jahr 2050.

Die *Gewässerqualität* der Ostsee wurde in Güstrow und Flintbek auf Symposien im Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) und im Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR) diskutiert. Dabei wurde erneut betont, dass die zukünftige Gewässerqualität der Ostsee vor allem von der Entwicklung der Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft abhängt und der Klimawandel demgegenüber eine untergeordnete Rolle spielt (vgl. Fokusthema 3).

In der Hafenstadt Lübeck wurde intensiv mit Vertretern aus der Hafenwirtschaft über *Anpassungsbedarf und -kapazitäten in den deutschen Ostsee-Häfen* diskutiert. Nach vorherrschender Ansicht sind die Auswirkungen des Klimawandels auch hier weniger bedeutend als andere Einflussgrößen wie die Klimaschutz- und sonstige Umweltgesetzgebung oder die allgemeine wirtschaftliche Entwicklung. Die Hafententwicklung bildete auch bei der öffentlichen Abendveranstaltung in Lübeck einen Schwerpunkt. Außerdem wurde dort aufgezeigt, wie Klimaanpassungsmaßnahmen in die Stadtplanung integriert werden können (vgl. Fokusthema 4).

Eine öffentliche Abendstation im Ozeaneum Stralsund widmete sich den Auswirkungen des Klimawandels auf Fische, Vögel und Kleinstlebewesen. Die Zusammensetzung der *Pflanzen- und Tierwelt* in 100 Jahren hängt von komplexen und klimasensiblen Zusammenhängen ab und ist entsprechend ungewiss. Dass wir in Zukunft auch neue Arten in der Ostsee erleben können, andere dagegen durch den Klimawandel in ihrer Verbreitung eingeschränkt werden, ist jedoch bereits abzusehen. Wie Ökosysteme schon heute durch die Offshore-Windenergie beeinflusst werden, wurde bei einer Fachveranstaltung am gleichen Ort ausführlich erörtert (vgl. Fokusthema 5).



1.3 > Podiumsdiskussion bei der Abendveranstaltung in Lübeck



Dass die *Nutzung erneuerbarer Energien* nicht nur dem Klimaschutz dient, sondern auch ihrerseits vom Klimawandel beeinflusst werden kann, wurde auf einer Veranstaltung im Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern in Schwerin ausführlich erörtert. Daneben wurden hier auch die Umweltauswirkungen eines weiteren Ausbaus, insbesondere der Energieerzeugung aus Biomasse, betrachtet (vgl. Fokusthema 6).

RADOST betreibt einen intensiven *internationalen Austausch* mit geographisch ähnlichen Partnerregionen weltweit, um ein gegenseitiges Lernen aus den jeweiligen Erfahrungen zu fördern. Die Gemeinde Timmendorfer Strand, wo in einem umfangreichen Dialog mit der Bevölkerung ein Küstenschutzprojekt erarbeitet und umgesetzt wurde, lud deshalb bei einer Tourstation einen Experten von der Chesapeake Bay an der Ostküste der USA per Videokonferenzschaltung ein. Ein breiterer internationaler Bogen wurde auf der Abendstation in Greifswald gespannt, bei der Beispiele zur Klimaanpassung aus Schweden, Polen und den USA vorgestellt wurden (vgl. Modul 4).

*Dialog und Kommunikation* als Schlüsselemente für erfolgreiche Anpassung standen auch im Mittelpunkt der Tagesstation im Climate Service Center (CSC) in Hamburg.

In Zingst hatten Bürgermeister Andreas Kuhn, Gemeindeglieder und Touristen Gelegenheit, RADOST-Experten zur Anpassung in den Bereichen Küstenschutz, Tourismus, Naturschutz und Erneuerbare Energien ins Kreuzverhör zu nehmen. Dabei wurden Konflikte zwischen den unterschiedlichen Nutzungsansprüchen thematisiert, es zeigte sich jedoch, dass sich durch kontinuierlichen Austausch und Zusammenarbeit im Anpassungsbereich nicht nur Konflikte begrenzen, sondern auch Synergien erzeugen lassen.

Chancen des Klimawandels standen auch im Vordergrund der Abendveranstaltung in Kiel. Hier wurden im RADOST-Projekt konzipierte praktische Anpassungsmöglichkeiten vorgestellt, wie die Konstruktion künstlicher Riffe und die Kultivierung von Muscheln. Die Teilnehmenden wurden eingangs selbst zu ihrer Wahrnehmung des Klimawandels befragt: Über 40 Prozent erwarten, dass der Klimawandel für die Region Kieler Bucht auch positive Auswirkungen haben könnte.

Die Tour und die Ergebnisse der einzelnen Tourstationen werden ausführlich auf der RADOST-Website dargestellt und wurden im Rahmen der RADOST-Berichtsreihe zusammengefasst veröffentlicht: [http://klimzug-radost.de/RADOST\\_Tour\\_2012](http://klimzug-radost.de/RADOST_Tour_2012).

**Tabelle 1: Veranstaltungen im Rahmen der RADOST-Tour 2012**

Termin / Ort	Veranstaltung
10. 9. 2012 Rathaus Greifswald	Öffentliche Abendstation: „Die Ostseeregion passt sich an – Internationale Beispiele zur Anpassung an den Klimawandel“
11. 9. 2012 StALU MM Rostock	Tagesstation: „Küstenschutz, Gewässermanagement und Landwirtschaft in Zeiten des Klimawandels“ beim Staatlichen Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg (StALU MM)
11. 9. 2012 Ozeaneum Stralsund	Tagesstation: „Quo vadis mare balticum – Wieviel Windkraft verträgt das Binnenmeer Ostsee?“ mit Vertretern von Behörden und Verbänden zu ökologischen Auswirkungen der Offshore-Windenergie
11. 9. 2012 Ozeaneum Stralsund	Öffentliche Abendstation: „Meer im klimawandel“ zu Auswirkungen des Klimawandels auf die Meeresökologie
12. 9. 2012 Hotel Seestern Kühlungsborn	Tagesstation: „2050: Wasser, Wärme, Wellenbrecher“ mit Mitgliedern eines Tourismusverbandes (VMO) zu Bedarfsermittlung und Umsetzungsideen von Klimaanpassung
12. 9. 2012 Kurhaus Zingst	Öffentliche Abendstation: „Wir passen uns an! Chancen und Risiken des Klimawandels in der Region Fischland-Darß-Zingst“
13. 9. 2012 LUNG Güstrow	Informations- und Diskussionsveranstaltung „Wiesen und Wälder in der Ostsee – Wandel, Wertschöpfung und Bildung“
13. 9. 2012 LKN Husum	Tagesstation: „Klimawandel und Küstenschutz an der Ostseeküste Schleswig-Holsteins“ mit Vertretern des Landesbetriebs Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN)
14. 9. 2012 Energieministerium Schwerin	Tagesstation: „Regionale Entwicklungsperspektiven der erneuerbaren Energien im Klimawandel“ im Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern
14. 9. 2012 Rathaus Rostock	Öffentliche Abendstation: „Küsten- und Hochwasserschutz in Zeiten des Klimawandels“
17. 9. 2012 Rathaus Lübeck	Tagesstation: „Chancen und Risiken des Klimawandels sowie Anpassungsbedarfe und -kapazitäten in den deutschen Ostsee-Häfen“ mit Vertretern der Hafengewirtschaft
17. 9. 2012 Rathaus Lübeck	Öffentliche Abendstation: „Klimawandel an der Küste – Herausforderungen für die Hafenstadt Lübeck“
18. 9. 2012 CSC Hamburg	Tagesstation: „Klimaanpassung im Dialog zwischen Wissenschaft, Politik und Praxis“ mit Vertretern des Climate Service Center (CSC)
19. 9. 2012 Rathaus Timmendorfer Strand	Tagesstation: „Kommunale Erfahrungen zur Anpassung an den Klimawandel – eine transatlantische Perspektive“ mit der Gemeinde Timmendorfer Strand und Gemeinden an der Ostküste der USA
20. 9. 2012 LLUR Flintbek	Tagesstation: „Meeresschutzstrategien und Nährstoffmanagement vor dem Hintergrund des Klimawandels“ am Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR)
20. 9. 2012 GEOMAR Kiel	Öffentliche Abendstation: „Klimawandel als Chance – Anpassungsbeispiele aus der Kieler Bucht“

## Forschung vor Anker

2012 luden das Institut für Küstenforschung des Helmholtz-Zentrums Geesthacht (HZG) und RADOST erneut interessierte Gäste zu „Open Ship“-Nachmittagen auf die Ludwig Prandtl ein. Vom 2. bis 6. Juli konnte das institutseigene Forschungsschiff in den Häfen von Neustadt, Travemünde, Lübeck und Kühlungsborn besichtigt werden. HZG-Küsten- und Klimaforscher präsentierten an Bord ihre Arbeit und standen den Besuchern Rede und Antwort. RADOST-Vertreter präsentierten aktuelle Informationen zum Projekt. An drei öffentlichen Abendveranstaltungen referierten HZG-Wissenschaftler über die Ostsee, das Klima und deren Wandel.



1.4 > RADOST bei „Forschung vor Anker“

## Regionalkonferenz Klimaanpassung Küstenregion

Am 8. und 9. November 2012 fand in Bremerhaven die 2. Regionalkonferenz „Klimaanpassung Küstenregion“ des Bundes und der norddeutschen Küstenländer statt. Zusammen mit den anderen KLIMZUG-Projekten der Region – nordwest 2050 und KLIMZUG-NORD – war RADOST aktiv in die Vorbereitung eingebunden und gestaltete zwei Workshops auf der Konferenz mit.

Auf dem Workshop „Regionalplanung: Den Instrumentenkasten an den Klimawandel anpassen“ unter Federführung des Landes Mecklenburg-Vorpommern repräsentierte Professor Peter Fröhle (TUHH) für das RADOST-Projekt die fachplanerische Sicht des Küstenschutzes. Er ergänzte damit die stärker raumplanerisch ausgerichteten Beiträge aus den Projekten KLIFF-IMPLAN (Niedersachsen) und BalticClimate (Regionaler Planungsverband Westmecklenburg). In einem Praxisblock hatten die Teilnehmenden zudem Gelegenheit,

das in dem internationalen Projekt BalticClimate entwickelte elektronische Toolkit (<http://toolkit.balticclimate.org>) zu erproben, das einen Handlungsleitfaden für Entscheider aus Politik, Wirtschaft und Planung bietet und gleichermaßen Klimaschutz und Anpassung umfasst.

Auf dem Workshop „Kommunikation und Vernetzung“ unter Federführung des Landes Schleswig-Holstein wurden eine Reihe erfolgreicher Beispiele für die Beteiligung unterschiedlicher Akteure an Aktivitäten im Anpassungsbereich vorgestellt. Den Schwerpunkt bildeten Prozesse der Einbindung von Bürgern in die Entwicklung kommunaler Anpassungsstrategien. Im Einzelnen vorgestellt wurden das Modellvorhaben der Stadt Syke (Niedersachsen) unter dem Forschungsfeld „Urbane Strategien zum Klimawandel“ („KlimaExWoSt“), die Erarbeitung einer Anpassungsplanung der Stadt Kalundborg (Dänemark) im Rahmen des internationalen Projektes BaltCICA sowie das vom Umweltbundesamt geförderte Pilotprojekt einer regionalen Kooperationsbörse zur Klimaanpassung 2012 in Bremerhaven. Einen breiten Raum nahm der Erfahrungsaustausch unter den Anwesenden in Form eines „World-Café“ ein.

Mit über 300 Teilnehmenden erreichte die Konferenz ein breites Publikum von Vertretern aus Bundesbehörden, Landesministerien, Regional- und Kommunalverwaltung, Wissenschaft, Unternehmen und weiteren Bereichen. Eine ausführliche Dokumentation ist über die RADOST-Website verfügbar.<sup>2</sup>



1.5 > Erarbeitung von Gruppenergebnissen auf dem Workshop „Kommunikation und Vernetzung“

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

Termin / Ort	Veranstaltung	Zielsetzung
12.–13.3.2012 Dresden	6. KLIMZUG-Workshop „Kommunikation, Bildung und Transfer“	Austausch der Projektverbände zum Thema „Berufliche Aus- und Weiterbildung als Instrument des Transfers“
25.–26.4.2012 Müncheberg	Workshop „Partizipationsforschung und Partizipationsverfahren in der sozialwissenschaftlichen Klimafolgenforschung“	Aus Perspektive einer kritischen Sozialwissenschaft die Praxis und Methodik von Partizipationsverfahren zu hinterfragen sowie aktuelle Entwicklungen von Beteiligungsverfahren zu diskutieren
2.–3.5.2012 Warnemünde	Baltadapt Workshop „Climate Change and Tourism – Responding to Baltic Sea Wide Challenges“	Informations- und Erfahrungsaustausch zur Stakeholderarbeit
14.5.2012 Bonn	Preisverleihung zum ausgewählten Ort im „Land der Ideen“	Feierstunde der KLIMZUG-Verbände
14.9.2012 Berlin	7. KLIMZUG-Workshop „Kommunikation, Bildung und Transfer“	Austausch der Projektverbände mit den Schwerpunkten „Die Perspektive der Lernenden“ und „Lebenslanges Lernen“
16.11.2012 Hamburg	KLIMZUG-Koordinatorentreffen	Abstimmung zur Umsetzung der KLIMZUG-Publikationsreihe
9.–10.11.2012 Bremerhaven	2. Regionalkonferenz „Klimaanpassung Küstenregion“ des Bundes und der norddeutschen Küstenländer	Vermittlung aktueller Information zu Klimawandel, Anpassungspraxis und Fördermöglichkeiten an einen breiten Adressatenkreis mit Schwerpunkt auf Kommunen Erfahrungsaustausch und Wissenschaft-Praxis-Dialog in Workshopformaten
22.11.2012 Frankfurt/Main	3. Portalpartnerversammlung „Klimanavigator“	Austausch mit Portalpartnern zu aktuellem Stand und zukünftigen Entwicklungen des Klimanavigators; Aufnahmen neuer Portalpartner
10.12.2012 Bonn	KLIMZUG-Feedbacktreffen	Austausch von Erfahrungen mit der Fördermaßnahme KLIMZUG und Schlussfolgerungen für die künftige Forschungsförderung
11.12.2012 Köln	KLIMZUG-Workshop „Transfer“	Austausch zu den Themen Abschlusskonferenz, Transfermöglichkeiten und Ausgestaltung geplanter KLIMZUG-Produkte







## Ansprechpartner/in:

Prof. Dr. Peter Fröhle

E-Mail: froehle@tuhh.de

Technische Universität Hamburg-Harburg, Institut für Wasserbau

Rieke Müncheberg

E-Mail: Rieke.Muencheberg@stalumm.mv-regierung.de

Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt

Mittleres Mecklenburg (StALU MM)

Im Fokusthema Küstenschutz wurden die in den vergangenen Berichtszeiträumen begonnenen Arbeiten zu Strategien und Optionen der Küstenschutzplanung weiter vertieft und mit Experten diskutiert. Neu in Angriff genommen wurden die Fallstudien in den Fokusgebieten der schleswig-holsteinischen und mecklenburgisch-vorpommerschen Ostseeküste, die in das Anwendungsprojekt „Vorarbeiten für eine Fachplanung zum Schutz sandiger Küsten“ einfließen. In einem weiteren Anwendungsprojekt werden Empfehlungen für die zukünftige Hochwasserschutzplanung der Stadt Rostock gegeben.

Das bestehende Netzwerk im Bereich Küstenschutz wurde im Berichtszeitraum weiter ausgebaut und intensiv in den wissenschaftlichen Dialog eingebunden. Eine entscheidende Rolle spielten dabei die im Folgenden näher beschriebenen Veranstaltungen.

## Aktivitäten im Rahmen der RADOST-Tour

Im Rahmen der RADOST-Tour 2012 wurden beim Staatlichen Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg (StALU MM) in Rostock sowie beim Landesbetrieb Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN) in Husum mit einem ausgewählten Fachpublikum Workshops zu den Konsequenzen des Klimawandels für Küstenschutzplanungen durchgeführt.

Bei einer öffentlichen Abendveranstaltung im Rostocker Rathausfoyer wurden interessierte Bürgerinnen und Bürger über die fachlichen RADOST-Themen in Verbindung mit regionalen Aspekten – hier vor allem zum Thema Küstenschutz in Mecklenburg-Vorpommern – informiert. Zum großen Erfolg der Veranstaltung trug maßgeblich bei, dass sie als Auftaktveranstaltung öffentlichkeitswirksam in die Klimaaktionswoche der Hansestadt Rostock 2012 eingebettet wurde.

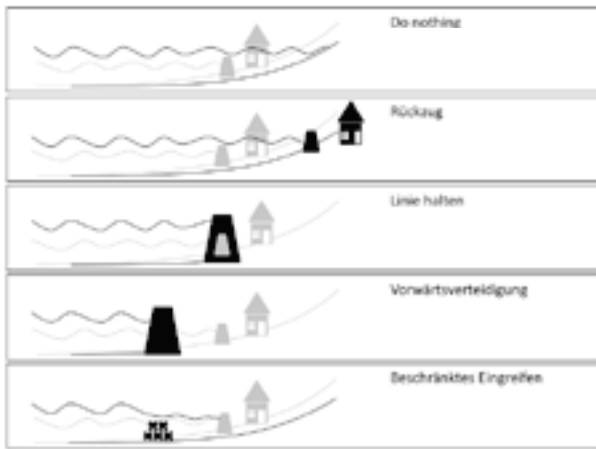
## Schülerprojektwettbewerb „Schüler staunen...“ 2012-2014

Das RADOST-Thema „Küstenregion und Klimawandel – Wie können wir uns anpassen?“ wurde zum wiederholten Mal in den Schülerprojektwettbewerb „Schüler staunen...“ 2012–2014 aufgenommen. Der Schülerprojektwettbewerb des StALU MM und seiner Partner ist ein offizielles Projekt im Rahmen der UN-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)“ 2005–2014.

## Strategien und Optionen der Küstenschutzplanung für die deutsche Ostseeküste

In Anlehnung an Veröffentlichungen des IPCC (Dronkers et al., 1990)<sup>3</sup> wurden auf der Grundlage grundsätzlicher Strategien des Küstenschutzes fünf Strategien für den Umgang mit den Folgen des Klimawandels im Küstenschutz betrachtet. In Abbildung 1.6 ist die Anwendung dieser Strategien für das Problem des Hochwasserschutzes grundlegend dargestellt. Der ursprüngliche Zustand (grau markiert) ist möglichen Klimafolgen-angepassten Strategien (schwarz hervorgehoben) gegenübergestellt.

3) J. Dronkers, J. T. E. Gilbert, L. W. Butler, J. J. Carey, J. Campbell, E. James, C. McKenzie, R. Misdorp, N. Quin, K. L. Ries, P. C. Schroder, J. R. Spradley, J. G. Titus, L. Vallianos & J. von Dadelzen (1990): STRATEGIES FOR ADAPTION TO SEA LEVEL RISE. Report of the IPCC Coastal Zone Management Subgroup: Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://papers.risingsea.net/IPCC-1990-Strategies-for-Adaption-to-Sea-Level-Rise.html>



1.6 > Strategien zum Hochwasserschutz an der Küste in Anlehnung an den IPCC. (Quelle: Dronkers et al., 1990)

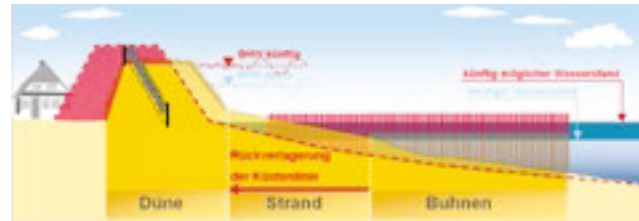
Die verschiedenen Anpassungsstrategien sind theoretisch auf jede Küstenschutzanlage übertragbar. Im Rahmen des Projektes wurde die Anwendung der einzelnen Strategien für häufig an der Ostseeküste eingesetzte Bauwerke wie

- Dünen,
  - Deiche,
  - Ufermauern und
  - Deckwerke
- im Detail entwickelt.

Eine wesentliche Erkenntnis ist, dass bei Anwendung der Strategie „do nothing“ keine der genannten Küstenschutzanlagen in Zukunft dauerhaft sicher gegenüber Sturmfluten und Küstenerosion ist. Aus der großen Bandbreite denkbarer technischer Anpassungsmaßnahmen sind hier beispielhaft vier Umsetzungen der Anpassungsstrategien für die betrachteten Bauwerke beschrieben.

In den nachfolgenden Abbildungen wird die aktuelle hydrodynamische Situation (Wasserstand und Seegang) in hellblau und die veränderte Situation (unter Berücksichtigung des Klimawandels) in dunkelblau (Wasserstand) bzw. rot (Beschriftungen) dargestellt. Die technischen Anpassungsmaßnahmen für die Bauwerke sind ebenfalls rot gekennzeichnet. Die grundsätzlichen Auswirkungen eines Meeresspiegelanstiegs auf die Entwicklung sandiger Küsten, insbesondere die Rückverlagerung der Küste um ein Vielfaches des Meeresspiegelanstiegs – beispielsweise geben Fröhle et al. (2012)<sup>4</sup> einen Küstenrückgang von rund 90 m bei einem Meeresspiegelanstieg von 0,9 m an – sollen an dieser Stelle nicht näher erläutert werden.

## Beispiel Düne / Rückzug



### 1.7 > Strategie „Rückzug“ am Beispiel einer Vollschutzdüne

Die Düne wird landseitig verlagert und verstärkt sowie ggf. mit einer zusätzlichen inneren Sicherungsmaßnahme (Deckwerk) versehen. Eine weitere Maßnahme ist die Verlängerung der Holzpfahl-Bühnenreihe zur Sicherung des Strandbereichs. Die Sicherheit für den Überflutungsbereich wird somit wieder hergestellt. Mögliche negative Folgen sind Nutzungskonflikte im Zusammenhang mit der Rückverlagerung des Bauwerks sowie der teilweise Verlust des Strandbereiches, welches zur Einschränkung der touristischen Nutzung führt.

## Beispiel Deich / Vorwärtsverteidigung



### 1.8 > Strategie „Vorwärtsverteidigung“ am Beispiel eines scharf liegenden Deiches

Unter der Prämisse, dass die Höhe des Deiches unverändert bleiben soll, ist es erforderlich, die seeseitige Böschungskante flacher auszuführen, um den Wellenaufbau und -überlauf zu reduzieren. Im Zuge des Ausbaus ist auch die Anpassung der Fußsicherung erforderlich. Da weiterhin ein gewisser Wellenüberlauf zugelassen wird, bedarf auch die landseitige Entwässerung einer Anpassung. Alternativ zur dargestellten Maßnahme könnte die Kubatur des Deiches erhalten werden, wenn dies mit einer entsprechenden Erhöhung des gesamten Deichkörpers einhergeht. Hierfür sind erhebliche Mengen geeigneten Deichbaumaterials notwendig, die nicht an allen Küstenabschnitten verfügbar sind.

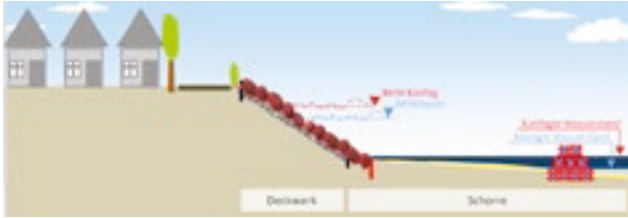
## Beispiel Ufermauer / Halten der Linie



### 1.9 > Strategie „Linie halten“ am Beispiel einer Ufermauer mit beschränkter Wirksamkeit

Grundsätzlich sind eine geringfügige Erhöhung einer Ufermauer, der Aufbau einer Wellen-Umlenkwand und die Anpassung der Fußsicherung für viele Ausgangslagen von Ufermauer-Lösungen geeignet, sofern die Kronenhöhe auch für einen künftigen Bemessungshochwasserstand ausreichend ist. Die technische Realisierbarkeit ist jedoch als schwierig zu beurteilen. Mit dieser Maßnahme geht ein zumindest teilweiser, meist jedoch vollständiger Verlust des Strandes einher. Die seewärtige Sichtlinie bleibt durch ausbleibende Erhöhung der Küstenschutzanlage erhalten.

## Beispiel Deckwerk / Beschränktes Eingreifen



1.10 > **Strategie „Beschränktes Eingreifen“ am Beispiel eines Deckwerkes**  
Die Erhöhung des Steingewichtes und der Oberflächenrauigkeit des Deckwerks sowie die Anpassung der Fußsicherung sind hier grundsätzlich mögliche Maßnahmen. Ein zusätzliches Bauwerk im Küstenvorfeld (Offshore-Wellenbrecher) kann für die Dämpfung der Seegangenergie sorgen, sodass lediglich geringfügige Eingriffe am Deckwerk erforderlich sind. Die Sichtlinie sowie die landseitige Infrastruktur hinter dem Deckwerk bleiben erhalten, da eine Erhöhung bzw. ein landseitiger Ausbau der Küstenschutzanlage nicht vorgesehen ist.

Die betrachteten Strategien und deren Umsetzung wurden vielfach mit Vertretern zuständiger Behörden diskutiert, um eine Bewertung der exemplarisch gezeigten Anpassungsmaßnahmen vorzunehmen. Allem voran steht die Frage der Machbarkeit und Finanzierung von Anpassungsstrategien.

Es zeigt sich, dass die Strategie **„Rückzug aus gefährdeten Gebieten“** grundsätzlich als eher schwierig bewertet wird. Gründe hierfür sind häufig fehlender Ausweichraum und die Beeinträchtigung sämtlicher, insbesondere auch der touristischen, Infrastruktur. Die erforderlichen Baumaßnahmen im höher gelegenen Gelände und die daraus resultierenden Belastungen der Bevölkerung vor Ort werden kaum auf Akzeptanz stoßen. Landseitig benötigte Flächen für eine Erweiterung oder eine Rückwärtsverlagerung von Anlagen zur Verfügung zu stellen, scheint wegen des aufwändigen Grundstückserwerbs aus rechtlicher Perspektive mit Schwierigkeiten behaftet. Ebenso ist der erhebliche Umfang naturschutzrechtlichen Ausgleichs ein Problem für die Integration in ein Gesamtkonzept für den zukünftigen Küsten- und Hochwasserschutz. In Teilgebieten (z. B. auf extensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen) kann die Strategie näher untersucht werden.

Bei der Betrachtung der Anpassungsstrategie **„Linie halten“**, nach der die derzeitige Schutzlinie gehalten wird, sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen. Versucht man die Kubatur des Bauwerks möglichst nicht oder nur geringfügig zu erweitern, ist eine erhebliche Stabilisierung der seeseitigen Böschung notwendig (Verfelsung). Dies hätte erhebliche Auswirkungen sowohl auf die touristische Nutzung des Strandes als auch auf den natürlichen Lebensraum für eine Vielzahl von Arten.

Maßnahmen im Küstenvorfeld von Deichen (**„Beschränktes Eingreifen“**) mit dem Ziel den Seegang am Deichfuß zu reduzieren, können ein wirksames Element zukünftiger Hochwasserschutzkonzepte sein. Durch die Reduktion des Wellen-

auflaufs kann der Deich prinzipiell in seiner derzeitigen Form erhalten bleiben. Bei der Umsetzung von Maßnahmen im Küstenvorfeld sind jedoch weitere Bauwerkseffekte – wie etwa die Beeinflussung des küstenparallelen Sedimenttransports sowie die Lee-Erosion – zu untersuchen, um großräumige, nachteilige Entwicklungen für benachbarte Küstenabschnitte zu minimieren.

Großes Potenzial könnte in Zukunft in der landschaftsplanerisch geschickten Eingliederung von Küsten- und Hochwasserschutzanlagen in die vorhandenen Strukturen liegen, wie im Fall von Scharbeutz erfolgreich umgesetzt. Ein vorhandener Strandwall bot hier nur mangelhaften Küstenschutz. Unter aktiver Bürgerbeteiligung und mit einem Ideenwettbewerb ausgewählter Planungsbüros wurde ein integriertes Küstenschutzkonzept entwickelt.

Für die Anpassung des Küsten- und Hochwasserschutzes an die Folgen des Klimawandels wird die Umsetzung der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie der EU als geeignetes Instrument betrachtet. Die Richtlinie fördert Bewusstseinsbildung und zeigt deutlich auf, wo Handlungsbedarf besteht.

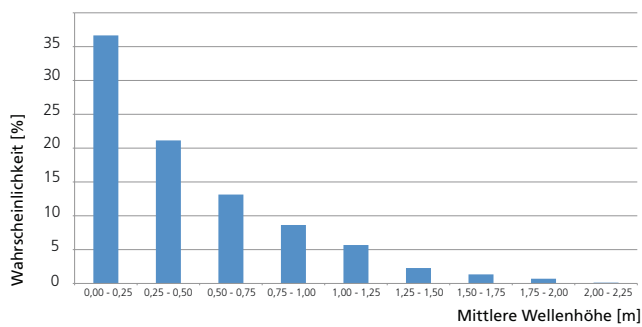
Weitere offene Fragen in der Diskussion von Anpassungsmaßnahmen sind beispielsweise die Problematik der Hinterlandentwässerung nach einem Sturmflutereignis, die Wechselwirkungen zwischen Strand und Schorre, die Verlagerung von Sedimenttransportbändern durch Bauwerke in See oder auch die Bedeutung der Steilheit des Vorstrandes.

## Monitoring der Umweltbedingungen im Küstenvorfeld

Seit Mai 2011 wird in der Ostsee vor Warnemünde ein umfangreiches Monitoring der Seegangs- und Strömungsverhältnisse im Küstenvorfeld durchgeführt. An der 10-m-Wassertiefenlinie werden mit einer Waveriderboje (Firma Datawell) die Seegangsverhältnisse erfasst. Im Übergangsbereich zwischen Tiefwasser und Flachwasser werden mit vier akustischen AWAC-Sonden (Firma Nortek) Seegangs- sowie Strömungsverhältnisse gemessen.

Die Messgeräte sind mit dem Ziel der permanenten Datenerlieferung installiert worden. Entlang der Messkette erfolgen außerdem regelmäßige Vermessungen der Bathymetrie (Gestalt des Meeresbodens).

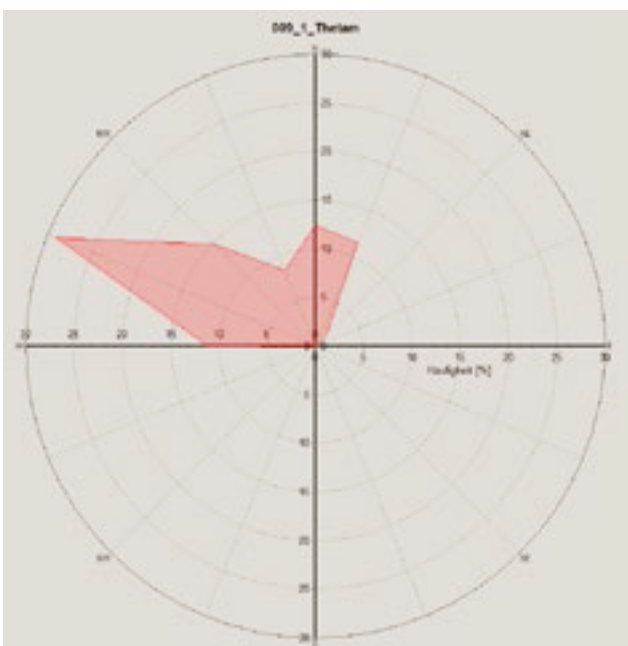
Die ufernächste Sonde AWAC1 liefert seit Februar 2012 keine Daten mehr. Grund hierfür ist die vollständige Versandung der Sonde, da dieser Bereich einer hohen Dynamik unterliegt. Die übrigen drei AWAC-Sonden wurden nach eineinhalb Jahren



1.11 > Häufigkeitsverteilung der signifikanten Wellenhöhen an der Waveriderboje Warnemünde, d=10 m Wassertiefe

im November 2012 planmäßig für eine größere Wartung geborgen. Es wurden erhebliche Schädigungen an den Steckverbindungen zweier Sonden festgestellt. Die Geräte wurden repariert und sind seit Mai 2013 wieder in Betrieb.

Die Messgeräte werden ständig überwacht und die auflaufenden Daten regelmäßig kontrolliert, Plausibilitätskontrollen unterworfen und ausgewertet. Für eine detaillierte statistische Langzeit-Auswertung der gemessenen Datenreihen ist die Aufzeichnungsdauer derzeit noch nicht ausreichend. Jedoch können anhand der bisher vorhandenen Seegangs- und Strömungsmessdaten beispielsweise Häufigkeitsverteilungen der mittleren oder signifikanten Wellenhöhe und der mittleren Wellenanaufrichtung sowie der Strömungsgeschwindigkeit und -richtung dargestellt werden (vgl. Beispiele in Abbildung 1.11 und Abbildung 1.12).



1.12 > Häufigkeitsverteilung der mittleren Wellenanaufrichtungen an der Waveriderboje Warnemünde über die bisherige Messdauer, d=10 m Wassertiefe

## Bearbeitung von Fallstudien in den Fokusgebieten und Vorarbeiten für eine Fachplanung zum Schutz sandiger Küsten

Fragestellungen des Küsten- und Hochwasserschutzes in den RADOST-Fokusgebieten der Lübecker und der Eckernförder Bucht sowie im Bereich Fischland-Darß-Zingst und Rostock-Markgrafenheide wurden mit den zuständigen Küstenschutzbehörden in Mecklenburg-Vorpommern (StALU MM) sowie Schleswig-Holstein (LKN) im Berichtszeitraum weiter untersucht.

Zunächst wurden für die Fokusgebiete entlang der schleswig-holsteinischen Ostseeküste die Veränderung der Hochwassergefährdung als Folge des Klimawandels sowie in den Fokusgebieten entlang der mecklenburgisch-vorpommerschen Ostseeküste die zu erwartenden zukünftigen Veränderungen der Küstenerosion ermittelt. Die Bewertung der Erosion ist insbesondere entlang der mecklenburg-vorpommerschen Ostseeküste von Bedeutung, da hier ca. 65 % der sandigen Außenküste der Abrasion (Küstenerosion) unterliegen und Dünen, oftmals in Kombination mit weiteren Hochwasserschutzbauwerken wie beispielsweise Deichen, fester Bestandteil des derzeitigen Küsten- und Hochwasserschutzes in der Region sind.

Im Folgenden sind die Untersuchungsschwerpunkte in den Fokusgebieten aufgeführt:

### Fokusgebiet Lübecker Bucht (Abbildung 1.13)

- Hochwasserschutz auf der Nehrung Neustadt-Pelzerhaken
- Hochwasserschutz Travemünde Altstadt sowie Priwall
- Erosionsgefährdung Steiluferbebauung Dahmeshöved
- Veränderung der Strandbreiten sowie Sandvolumen und deren Einfluss auf die Nutzung der Strände im Bereich Scharbeutz bis Timmendorfer Strand



1.13 > Fallstudien im Fokusgebiet Lübecker Bucht



## Fokusgebiet Eckernförder Bucht (Abbildung 1.14)

- Hochwasserschutz Eckernförde Altstadt
- Durchbruchgefährdung von Sturmflutwasserständen in das Windebyer Noor
- Küsten- und Steiluferrückgang in Jellenbek und Eckernholm (beide Gemeinde Schwedeneck)



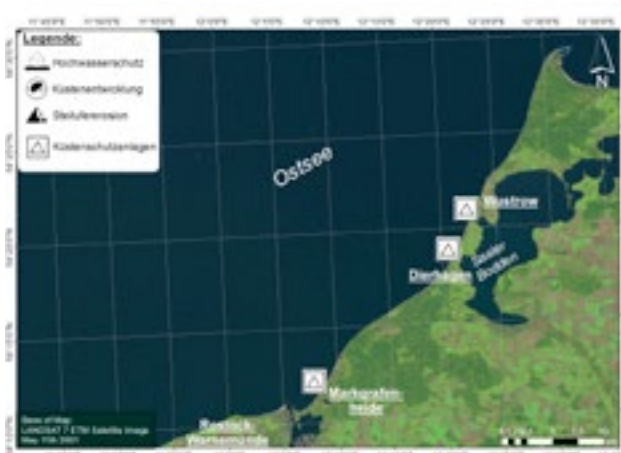
1.14 > Fallstudien im Fokusgebiet Eckernförder Bucht

## Fokusgebiet Fischland-Darß-Zingst (Abbildung 1.15)

- Wirksamkeit eines kombinierten Küsten- und Hochwasserschutzsystems bestehend aus Düne und Deich in Wustrow sowie Dierhagen
- Durchbruchgefährdung von Sturmflutwasserständen in den Permin (Saaler Bodden)

## Fokusgebiet Rostock-Markgrafenheide (Abbildung 1.15)

- Wirksamkeit Küsten- und Hochwasserschutzsystem (Betrachtung der Düne)



1.15 > Fallstudien in den Fokusgebieten Rostock-Markgrafenheide sowie Fischland-Darß-Zingst

Basierend auf den bisher gewonnenen Erkenntnissen zur Veränderung von Wasserständen und Seegang (vgl. Modul 2) wurden mögliche Szenarien abgeleitet, die als Grundlage für die durchzuführenden Untersuchungen in den Teilregionen der Fokusgebiete dienen. Die betrachteten Szenarien sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Die Bearbeitung der Fallstudien für die Fokusgebiete wurde im Berichtszeitraum fortgeführt. Der Abschluss der Arbeiten ist erst mit Projektabschluss geplant. Nachfolgend wird die Untersuchungsmethodik für zwei ausgewählte Beispiele des Hochwasserschutzes in Schleswig-Holstein sowie des Küsten- und Hochwasserschutzes in Mecklenburg-Vorpommern dargestellt.

## Beispiel: Hochwasserschutz Travemünde Altstadt und Priwall

Der derzeit gesetzlich festgelegte Hochwasserschutz<sup>5</sup> sieht einen Sicherheitsstandard für Landesschutzdeiche vor, der in den von Landesschutzdeichen geschützten Bereichen von Schleswig-Holstein den Schutz vor einer Sturmflut mit einem Wiederkehrintervall von 200 Jahren gewährleistet, ohne dass signifikante negative Auswirkungen zu erwarten sind.

In den durch Regionaldeiche bzw. kommunale Küsten- und Hochwasserschutzanlagen geschützten Bereichen ist das Schutzniveau generell geringer, so dass hier bei Eintreten einer Sturmflut mit einem Wiederkehrintervall von 200 Jahren Schäden nicht ausgeschlossen werden können. Das Sicherheitsniveau dieser Bereiche ist somit geringer als in Gebieten die durch einen Landesschutzdeich geschützt sind. Weiterhin ist das Schadenspotential in den Küstenniederungen der Ostsee als Folge der zunehmenden Besiedlung sowie des Ausbaus der gewerblichen und touristischen Infrastruktur in den letzten Jahren gestiegen. Der Thematik des kommunalen Küstenschutzes kommt somit zukünftig und insbesondere vor dem Hintergrund des Klimawandels eine zunehmende Bedeutung zu.

Für die Fokusgebiete in der Lübecker Bucht sowie in der Eckernförder Bucht werden die Veränderungen der Überflutungsgefährdung als Folge veränderter klimatischer Bedingungen untersucht und die unterschiedliche Betroffenheit bei Sturmfluthochwassern dargestellt. Zudem werden in Abstimmung mit den Küstenschutzbehörden Vorschläge für Anpassungsmaßnahmen für einen zukünftigen Küsten- und Hochwasserschutz diskutiert.

5) Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (MELUR) (2012): Generalplan Küstenschutz des Landes Schleswig-Holstein, Fortschreibung 2012, Kiel, [www.schleswig-holstein.de/MELUR/DE/Service/Presse/PI/PDF/2012/vorl\\_Generalplan\\_Kuestenschutz\\_blob=publicationFile.pdf](http://www.schleswig-holstein.de/MELUR/DE/Service/Presse/PI/PDF/2012/vorl_Generalplan_Kuestenschutz_blob=publicationFile.pdf) (zuletzt abgerufen am 15.03.2013).

Tabelle 3: Im Mittel zu erwartende Veränderungen von Wasserstand, Wellenhöhen und Wellenanlauffrichtungen im Tiefwasser und zum Ende des 21. Jahrhunderts (ortsabhängig können sich andere Werte ergeben)

Szenario / Meeresspiegelanstieg	30-Jahresmittel der signifikanten Wellenhöhe und mittleren Wellenanlauffrichtung	Extreme Wellenhöhen (200 Jahre Wiederkehrintervall)
„moderat“ +0,3 m	keine signifikanten Veränderungen	keine signifikanten Veränderungen
„mittel“ +0,6 m	+ 2 %, geringe Änderungen der mittleren Wellenanlauffrichtungen: + 2 % häufiger aus W – NW - 2 % seltener aus N – NO	+ 10 %
„hoch“ +0,9 m	+ 5 %, signifikante Änderungen der Wellenanlauffrichtungen: + 4 % häufiger aus W – NW - 4 % seltener aus N – NO	+ 15 %

Für eine differenzierte Betrachtung der Betroffenheit und deren Veränderung, werden in der Fallstudie:

- Küsten- und Hochwasserschutzanlagen mittels hochauflöser, digitaler Geländemodelldaten (DGM1, Gitterweite 1x1 m, Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein) sowie zusätzliche Bauwerksdaten,
- ein einheitlicher Sicherheitsstandard (Sturmflutwasserstand)
- sowie mögliche Szenarien (Bandbreite) des Meeresspiegelanstiegs (siehe Tabelle 3)

berücksichtigt.

Als einheitliches Maß zur Beurteilung des Schutzstandards gegen Sturmfluten, wurde in Anlehnung an den im Generalplan Küstenschutz Ostseeküste Schleswig-Holstein definierten Sicherheitsstandard, ein Wasserstand mit einem Wiederkehr-

intervall von 200 Jahren ( $HW_{200}$ ) gewählt. Dieser Wasserstand wird auch in den Nachbarländern Hamburg und Niedersachsen (Tideelbe) sowie Mecklenburg-Vorpommern (Ostseeküste) für die Festlegung von Sicherheitsstandards einheitlich verwendet.

Ein potentiell hochwassergefährdeter Bereich im Gebiet der Lübecker Bucht ist der Mündungsbereich der Trave (Altstadt von Travemünde und Priwall).

Die Ermittlung der Überflutungsflächen erfolgt für ausgewählte Teilbereiche der Travemünder Altstadt und den Priwall (siehe Abbildung 1.16, rot gekennzeichnete Bereiche) durch Übertragung des gewählten Wasserstands auf das binnenseitige Gelände unter Verwendung eines Geographischen Informationssystems.

Fokusegebiet Lübecker Bucht / Altstadt Travemünde-Priwall



1.16 > Untersuchungsbereich Travemünde Altstadt sowie Priwall (rot gekennzeichnet). Darstellung basierend auf digitalen topografischen Karten (DTK5) des Landesvermessungsamtes Schleswig-Holstein.

Abbildung 1.17 verdeutlicht die prinzipielle Betroffenheit des Gebiets im Sturmflutfall anhand der sich einstellenden Einstauhöhen des Wassers bei einem Wasserstand ( $HW_{200}$ ) von +2,24 m ü. NHN (Normalhöhennull) sowie bei einem um 30 cm, 60 cm und 90 cm erhöhten Wasserstand (siehe Szenarien Tabelle 3). Für die Ermittlung der Einstauhöhen wurden vorerst keine Hochwasserschutzanlagen berücksichtigt, was jedoch in der Fortsetzung der Arbeiten erfolgt. Abschließend wird die Veränderung der Überflutungsflächen in Abhängigkeit von möglichen Szenarien des Meeresspiegelanstiegs quantifiziert und bewertet.

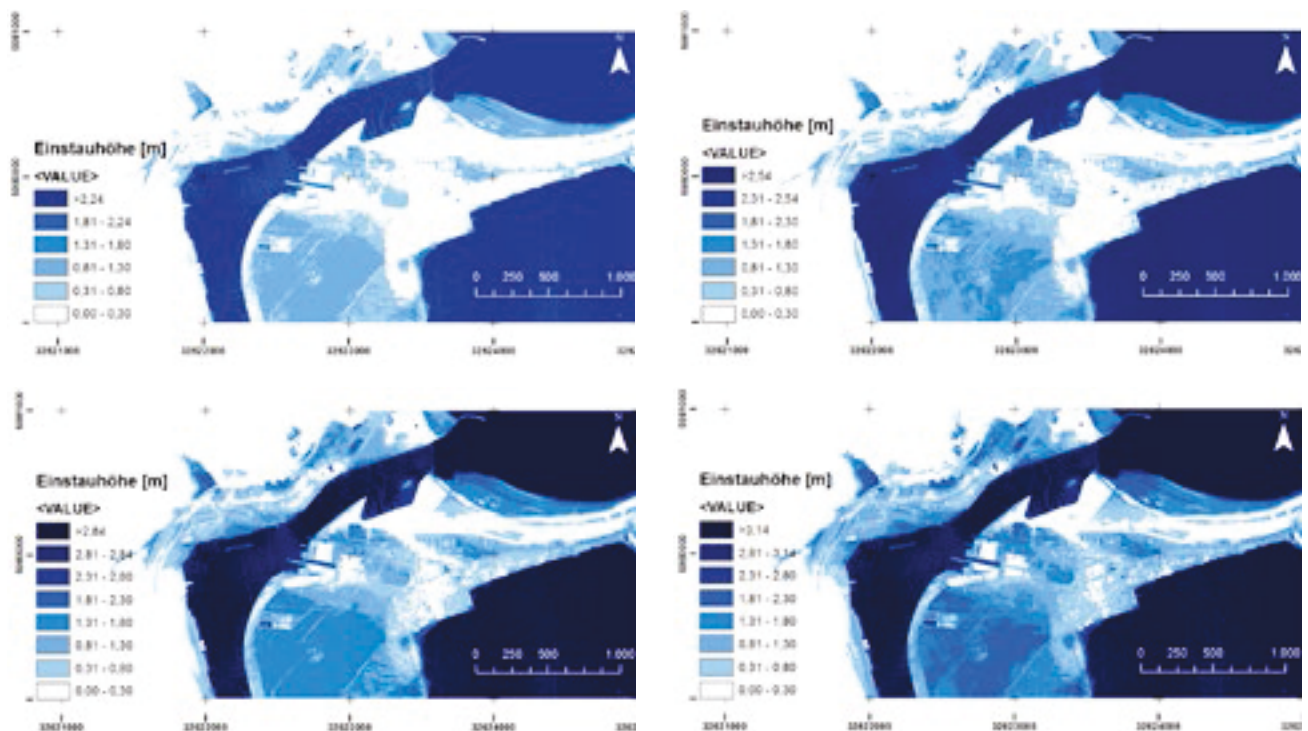
## Beispiel: Wirksamkeit des Küsten- und Hochwasserschutzsystems Markgrafenhede

Die Ortschaft Rostock-Markgrafenhede wird durch eine ringförmige Eindeichung vor Sturmfluten an der Außenküste sowie Binnenhochwasser geschützt (vgl. Abbildung 1.18).

Ziel der Arbeiten im Fokusgebiet ist es die Wirksamkeit des Sturmflutschutzes für die Ortschaft Markgrafenhede unter geänderten klimatischen Bedingungen zu bewerten. Der Küsten- und Hochwasserschutz an der Außenküste wird durch ein System von Holzpfahl-Buhnenreihen sowie Aufspülungen im Schorre-, Strand- und Dünenbereich gewährleistet.



1.18 > Küsten- und Hochwasserschutzsystem Markgrafenhede (Quelle: StALU MM, Dezernat Küste)



1.17 > Überflutungsflächen Travemünde Altstadt und Priwall bei einem Wasserstand  $HW_{200}=2,24$  m NHN (oben links) sowie  $HW_{200}+30$  cm (oben rechts),  $HW_{200}+60$  cm (unten links)

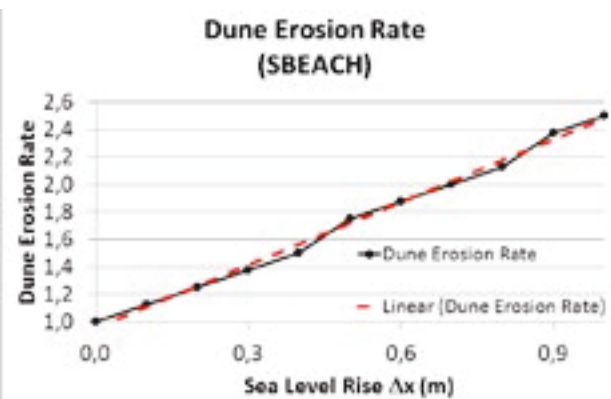


Ein ähnliches System mit denselben Küstenschutzmaßnahmen ist in Abbildung 1.19 dargestellt.

Für die Beurteilung des Sturmflutschutzes der Ortschaft, wird die vorhandene und zukünftige Sicherheit der Landesküstenschutzdüne mit dem numerischen Dünenabbruchmodell SBEACH (Storm-induced BEACH Change Model)<sup>6</sup> untersucht und bewertet. Hierzu erfolgten im Berichtszeitraum vorbereitende Arbeiten, wie etwa die Aufbereitung der Eingangsdaten (Festlegung der Untersuchungsprofile, Seegangparameter sowie Sturmflutganglinien). Die Untersuchungen werden in diesem Jahr fortgeführt und im nächsten Jahresbericht dokumentiert.

Bisher durchgeführte, prinzipielle Untersuchungen der Wirksamkeit und Leistungsfähigkeit von Dünen (siehe 3. Jahresbericht) ergaben, dass die Erosion der Dünenkrone, wie in Abbildung 1.20 dargestellt, linear mit einem zukünftigen Meeresspiegelanstieg ansteigt und für einen Meeresspiegelanstieg von mehr als 60 cm doppelt so groß wie in der Ausgangsvariante ist. Somit ist die Sicherheit gegen folgende Sturmfluten reduziert.

In den abschließenden Untersuchungen ist geplant, die Erosion des Dünenprofils zusätzlich mit weiteren numerischen Dünenabbruchmodellen vergleichend zu berechnen und zu bewerten.



1.20 > Erosionsrate der Dünenkrone (ermittelt mit dem Modell SBEACH für den Standort Markgrafenhede)



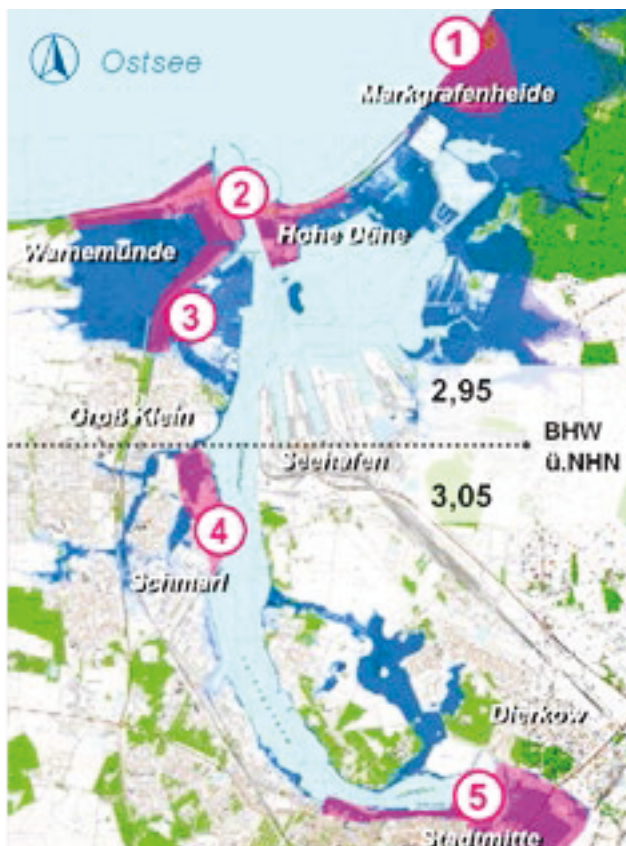
1.19 > Düne eines kombinierten Küsten- und Hochwasserschutzsystems zwischen Prerow und Zingst (Insel Fischland-Darß-Zingst).



## Anwendungsprojekt: Beratung der Hansestadt Rostock: Hochwasserschutz im sich ändernden Klima

Die Untersuchung zum Hochwasserschutz der Hansestadt Rostock ist inhaltlich mit der Bearbeitung von Fallstudien im Fokusgebiet Rostock-Markgrafenheide (siehe Seite 19/20) eng verknüpft. Das Hochwasserschutzsystem Rostock ist mit seinen bestehenden Bauwerken und derzeit geplanten Bauvorhaben und Maßnahmen erfasst und verbleibende Defizite in Teilbereichen des Stadtgebietes sind identifiziert.

Die Hansestadt Rostock liegt etwa 20 km südlich von der Ostseeküste an der Warnow. Die Ostseewasserstände beeinflussen den Wasserstand in der Warnow maßgeblich. Eine Fläche von 45 km<sup>2</sup> des Stadtgebietes ist potentiell überflutunggefährdet, das bedeutet, dass diese Fläche bei nicht vorhandenen bzw. versagenden Anlagen des Küsten- und Hochwasserschutzes betroffen ist. Bezogen auf den derzeit lokal gültigen



1.21 > Potentielles Überflutungsszenario (blau) und Schutzabschnitte (rot) für die Hansestadt Rostock

### Ansprechpartner/in:

Rieke Müncheberg

E-Mail: Rieke.Muencheberg@stalumm.mv-regierung.de

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

Bemessungshochwasserstand (BHW) von 2,95 m ü. NHN nördlich bzw. 3,05 m ü. NHN südlich des Seehafens ergäbe sich das in Abbildung 1.21 kenntlich gemachte Überflutungsszenario (blau gefärbt), wenn keine Hochwasserschutzbauwerke vorhanden wären.

Die Auswertung des vorhandenen Planungsstandes auf Grundlage von Planungsaufträgen und Gutachten zur Prüfung des Zustandes vorhandener Anlagen zum Hochwasserschutz führte zur Ausweisung von fünf Schutzabschnitten, die im Rahmen des Projektes auf Anpassungsbedarf hin untersucht werden.

### Maßnahmenübersicht Hochwasserschutz Rostock

#### 1. Markgrafenheide – Stuthof (siehe Abbildung 1.18)

- Bühnenbau/-verlängerung
- Schorre- und Dünenverstärkung (1.123.000 m<sup>3</sup> Sand)
- Ringdeich (2.500 m)

#### 2. Warnemünde – Hohe Düne (Abbildung 1.22)

- Bühnenbau (37 Bühnen)
- Schorre-/ Dünenverstärkung (291.000 m<sup>3</sup> Sand)
- Deich (850 m)
- Deckwerk (290 m)
- Ufermauer (585 m)
- Geotextildamm (600 m)



1.22 > Mögliche Maßnahmen zum Hochwasserschutz im Schutzabschnitt Warnemünde – Hohe Düne



1.23 > Mögliche Maßnahmen zum Hochwasserschutz im Schutzabschnitt Stadtmitte

### 3. Werftallee Warnemünde – Groß Klein

- Deichbau
- Hochwasserschutzmauer
- Straßen-/ Geländeaufhöhung

### 4. Schmarl

- Sperrwerk Schmarler Bach
- Hochwasserschutzmauer (143 m)
- Gelände-/ Straßenaufhöhung (420 m)

### 5. Stadtmitte (Abbildung 1.23)

- Hochwasserschutzbauwerke (z.B. Sperrwerk vor Petribrücke)
- Deichanlagen
- Hochwasserschutzwände
- Gebäudebezogener Hochwasserschutz
- Straßen-/ Geländeaufhöhungen

Im Rahmen der Erarbeitung einer Schwerpunktliste für zukünftige Planung des Hochwasserschutzes im Stadtgebiet Rostock wird als relevanter Umweltparameter der Hochwasserstand betrachtet. Da die zukünftige Veränderung des Meeresspiegels derzeit nicht planungssicher prognostiziert werden kann, werden die im Rahmen des Projektes betrachteten Szenarien für die Erhöhung der Wasserstände um moderate 30 cm, mittlere 60 cm sowie hohe 90 cm über dem Referenzhochwasser (RHW) angenommen. Es ist vorgesehen, Empfehlungen zu erarbeiten, die Grundlage für weitergehende Planungsaufträge darstellen können, um dem Erfordernis Rechnung zu tragen, dass es langfristig zu einem veränderten System des Hochwasserschutzes kommen muss.

## Anwendungsprojekt: Unterhaltung von Schifffahrtswegen und Küstenschutz: Nutzung von Synergien

### Ansprechpartner/in:

Rieke Müncheberg

E-Mail: Rieke.Muencheberg@stalumm.mv-regierung.de

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

Für die Errichtung und Erhaltung von Dünen, Strand und Schorre wurden in Mecklenburg-Vorpommern im Zeitraum 1990 bis 2011 etwa 15,9 Mio. m<sup>3</sup> Sand benötigt. Abbildung 1.24 zeigt, wie sich der Bedarf an Aufspüländen auf die verschiedenen Lokationen verteilt. Es zeigt sich, dass besonders große Mengen an Aufspüländen in den Bereichen zwischen Rostock und der Halbinsel Fischland-Darß-Zingst, sowie um den Streckelsberg auf der Insel Usedom benötigt werden.

Derzeit werden die für die Aufspülungen im Küstenschutz benötigten Sande aus marinen Sandlagerstätten gewonnen. Es sind schätzungsweise 34 Mio. m<sup>3</sup> geeignete marine Sande vor der Küste Mecklenburg-Vorpommerns erkundet, die den Bedarf für den Küstenschutz folglich für die kommenden vier Jahrzehnte decken könnten, sofern der Bedarf ungefähr konstant bleibt und der Abbau nach dem Bergrecht zulässig und gewährleistet ist. In Abbildung 1.25 sind die Bewilligungsfelder des Landes Mecklenburg-Vorpommern für die Gewinnung von Sanden für den Küstenschutz dargestellt.

Ziel des RADOST-Anwendungsprojektes ist die Schaffung und Förderung von Synergien in der Nutzung der im Geschäftsbereich der Wasser- und Schifffahrtsämter (WSÄ) anfallenden Sande aus



1.24 > Einbaumengen Aufspülände für den Küstenschutz & verklappte Sande aus Maßnahmen der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung in M-V über 21 Jahre



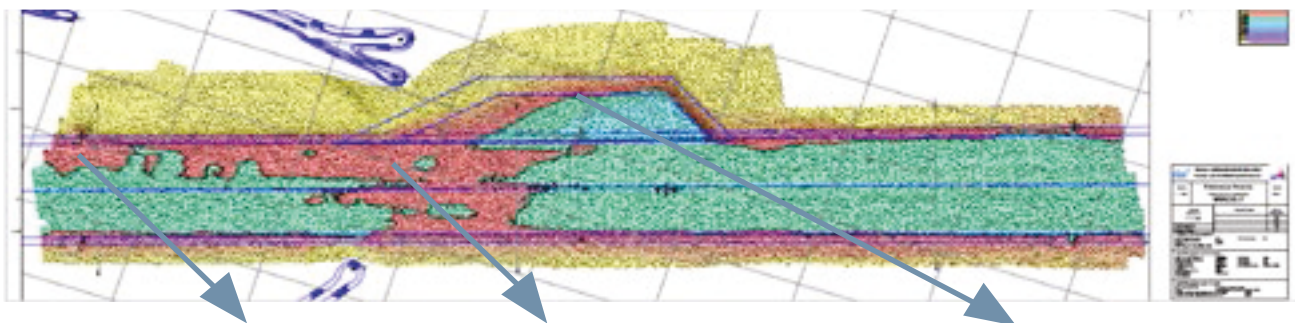
# Fokusthema 1: Küstenschutz

Baggerungen und dem benötigten Sand für den Küstenschutz. Die WSA nutzten eigene Klappstellen für die Ablagerung von Sedimenten aus Bau- und Unterhaltungsbaggerungen an Wasserstraßen. In den Klappstellen lagern je nach Zusammensetzung des verklappten Materials, Schluff, Gemische aus Sand und Geschiebemergel sowie reine Sande. Letztere sind für den Einsatz im Küstenschutz denkbar. Derzeit gibt es drei Klappstellen des WSA Stralsund, in denen im Zeitraum von 1991 bis 2012 insgesamt knapp 1,5 Mio. m<sup>3</sup> Sande aus Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen untergebracht wurden (siehe Abbildung 1.24 grün markiert). Dies entspricht einem Zehntel der für den Küstenschutz erforderlichen Mengen über die vergangenen 21 Jahre. Große Mengen für den Küstenschutz nutzbarer mariner Sande lagern westlich der Insel Hiddensee, sowie östlich des Seekanals Rostock.



1.25 > Bewilligungsfelder des Landes Mecklenburg-Vorpommern für die Gewinnung von Sanden für den Küstenschutz

Zur Bestimmung der Sedimentgüte wurden beispielsweise aus der Sandfalle am Seekanal Rostock entnommene Proben aus dem Jahr 2007 betrachtet. Die Ergebnisse der Untersuchungen von der letzten Entleerung der Sandfalle sind in Abbildung 1.26 dargestellt.



Position	Seekanal, Tonne 19, westlicher Fahrwasserrand	Seekanal, Fahrwasser zwischen den Molen	Seekanal, Sandfalle
Probenbeschreibung	Feinsand, mittelsandig, gelb, organische Verunreinigungen als Lagen, feinsten Muschelabrieb	Feinsand, mittelsandig, schluffig, hellgelb, nur geringste Anteile organischer Beimengungen, Algen	Feinsand, schwach schluffig, hellgelb, nur geringste Anteile organischer Beimengungen, wenige Miesmuscheln

1.26 > Seekanal Rostock – Lage der Entnahmepunkte (2007), Fotos und Probenbeschreibung (Quelle: WSA Stralsund)





# Fokusthema 2: Tourismus und Strandmanagement

Die intensive Zusammenarbeit zwischen RADOST-Partnern und regionalen Tourismusakteuren konnte auch im letzten Jahr erweitert und konkretisiert werden. Durch eine Kooperationsvereinbarung mit dem Verband Mecklenburgischer Ostseebäder (VMO) wurde im Juni 2012 ein Netzwerkpartner gewonnen, der mit über 60 Mitgliedern die übernachtungsstärkste Verbandsregion der Ostseeküste repräsentiert. Die Partnerschaft hat das erklärte Ziel, das Bewusstsein für Anpassungsbedarf und mögliche Strategien in Zusammenhang mit Klimaveränderung und Meereserwärmung zu fördern und die Leistungsträger im Tourismus für die damit verbundenen Herausforderungen zu sensibilisieren.

## Erarbeitung von Anpassungsstrategien mit Tourismusvertretern

Im Rahmen der genannten Kooperation wurde der Workshop „2050: Wasser, Wärme, Wellenbrecher“ zu Anpassungsstrategien im Tourismus (vgl. „RADOST-Tour 2012“, Seite 8) mit rund 30 Vertretern touristischer Betriebe und Organisationen durchgeführt. Mitarbeiter verschiedener RADOST-Verbundpartner stellten potentielle klimabedingte Veränderungen vor, die das Tagesgeschäft der Touristiker beeinflussen können. Thematisiert wurden die Veränderungen der Küsten und Strände, der sozioökonomischen Rahmenbedingungen, der Badegewässerqualität und der Nachfragesituation durch die Gäste. In der Diskussion wurde deutlich, dass Probleme, die sich in Zukunft durch Klimawandelauswirkungen verstärken könnten, wie Strandanwurf, Strand- und Küstenerosion sowie Veränderungen der Gewässerqualität, bereits heute zu den Herausforderungen vieler Tourismusgemeinden entlang der Ostsee gehören. Für die Entwicklung eines Notfallmanagements und einer abgestimmten Kommunikation wurde im Ergebnis der Diskussion bereits konkreter Bedarf festgestellt. Als Anpassungsinstrument für die Folgen des Klimawandels könnten diese Ansätze in den nächsten Jahrzehnten weiterentwickelt und adaptiert werden.

Verschiedene Anpassungsoptionen wurden mit den touristischen Partnern diskutiert und zusammengestellt, um im Rahmen von RADOST weiter verfolgt zu werden:

### *Kurzfristige (akute) Maßnahmen:*

- Strandsperrungen (z. B. bei Blaualgenblüte)
- Besucherüberhang innerhalb von Tourismusregionen verteilen
- Individuelle Einzellösungen (z. B. Verteilung von Regenschirmen bei Starkregen)

### **Ansprechpartnerin:**

Inga Haller  
E-Mail: haller@eucc-d.de

Die Küsten Union Deutschland (Eucc-D), Warnemünde



1.27 > Drachenfeste stellen eine Möglichkeit der Saisonverlängerung dar.

### *Mittelfristige Risikovorsorge:*

- Bewerbung der Nebensaison mit attraktiven Produkten / Angeboten
- Ausbau der Informationsquellen (z. B. Infoblatt Blaualgen, Mitarbeiterschulungen)
- Sandaufspülungen (z. B. nach Sturmfluten)

### *Langfristige Strategien:*

- Finanzierungskonzepte für Strandschutzmaßnahmen
- Flexiblere und optimierte Ausnutzung von Vor- und Nachsaison
- Sektorübergreifende Kooperationen (z. B. Wissenschaft und Tourismus)

Im Jahr 2013 soll die Kooperation mit dem VMO vertieft werden, um Klimawandel und Klimaanpassung im touristischen Tagesgeschäft noch prominenter zu platzieren.

Ergebnisse aus dem Workshop wurden im Rahmen der internationalen Küstenkonferenz Littoral 2012 im November in Oostende in Belgien auch einem internationalen Publikum vorgestellt. Auf der von fast 200 Politikern und Wissenschaftlern besuchten Veranstaltung zeigten RADOST-Mitarbeiter Möglichkeiten auf, wie die Konzepte von Klimaanpassung und Nachhaltigkeit miteinander verknüpft werden können, um die Attraktivität des Anpassungsthemas für touristisch genutzte Gemeinden zu steigern.

Weitere Beiträge zu Veranstaltungen im Fokusthema werden in Tabelle 5 (Seite 86) dargestellt.

## Klimafolgenanalyse

### Ansprechpartnerin:

Inga Haller  
E-Mail: haller@eucc-d.de

Die Küsten Union Deutschland (EUCC-D), Warnemünde

Projizierte Klimaveränderungen entlang der deutschen Ostseeküste können sich mittelbar und unmittelbar auf Strände und Badegewässer in der Region auswirken. Welche Klimaveränderungen dabei von Relevanz für die deutsche Ostseeküste sind und wie sich diese auf den Tourismus auswirken, zeigt eine regionale touristische Klimafolgenanalyse. Sie stellt den erwarteten grundsätzlich positiven Auswirkungen für den Wirtschaftssektor Tourismus – wie der Saisonverlängerung, die sich aus Veränderungen wie höheren spätsommerlichen Wassertemperaturen ergeben kann – mögliche negative Folgen gegenüber. Insbesondere können sich Sedimenttransportprozesse verändern und mit einer veränderten Erosion und Akkumulation von Strandbereichen zu Strandverlusten führen; des Weiteren können höhere Wassertemperaturen und höhere niederschlagsgebundene Nährstoffeinträge Veränderungen der Wasserqualität zur Folge haben, die wiederum Algenwachstum und die Einwanderung gebietsfremder Arten beeinflussen. Beides schlägt sich mittelbar wie unmittelbar am Strand nieder, der einen wesentlichen Teil des touristischen Kapitals der Küstenregion bildet.

Die erstellte Klimafolgenanalyse fasst die wesentlichen bisherigen Projektergebnisse für den Küstentourismus zusammen. In der Darstellung ihrer Ergebnisse folgt sie den Erkenntnissen der zuvor im Projekt durchgeführten, touristischen Wahrnehmungsanalyse, die gezeigt hatte, dass seitens der regionalen Tourismusakteure eine kompakte, faktenorientierte Ergebnisvermittlung gewünscht ist. Um die Nutzbarkeit der Analyse im touristischen Tagesgeschäft zu gewährleisten, wurden die Ergebnisse daher in Form eines RADOST-Factsheets<sup>7</sup> aufbereitet.

Zur Verbreitung der Projektergebnisse über die touristischen Netzwerkpartner und die regionalen Netzwerke hinaus werden die Ergebnisse der Klimafolgenanalyse zudem für ein Internetportal aufbereitet.

## Strandmanagement und räumliche Dynamik

### Ansprechpartner:

Holger Janssen  
E-Mail: holger.janssen@io-warnemuende.de

Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW)

Dr. Matthias Mossbauer  
E-Mail: mossbauer@eucc-d.de

Die Küsten Union Deutschland (EUCC-D), Warnemünde

Die Intensivierung mariner Nutzungen führt in ihren Wechselwirkungen mit den vorhandenen Ausprägungen des Ökosystems und seiner Bestandteile zu neuen Herausforderungen für die Raumordnung. Dabei muss die sich vom terrestrischen Raum auf das Küstenmeer und die Ausschließliche Wirtschaftszone ausdehnende Raumordnung den besonderen Anforderungen dieser Gebiete Genüge tun. Eine besondere Rolle spielen in diesem Zusammenhang küstennahe urbane Räume. Art und Ausmaß von Klimawandelfolgen in solchen urbanen Komplexen werden dabei von den spezifischen Strukturen einer Stadt, von der Vulnerabilität der urbanen Gesellschaft, ihrer sozio-ökonomischen und institutionellen Struktur sowie ihrer Kapazität zur Anpassung an Klimawandel bestimmt. Mithin unterscheiden sich die Ausprägungen von Stadt zu Stadt. Um dieses Spektrum systematisch untersuchen zu können, wurde ein ostseeweites Review in Zusammenarbeit mit dem Second BALTEX Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin (BACC II) durchgeführt. BACC II ist eine Gemeinschaftsarbeit von mehr als 80 Autoren im Rahmen von BALTEX (the Baltic Sea Experiment) als Teil des World Climate Research Programme (WCRP) und in Kooperation mit der Helsinki-Kommission (HELCOM).

Die durchgeführte Studie macht deutlich, dass die räumliche Entwicklung von urbanen Komplexen direkt und indirekt von Klimawandelfolgen im Strandbereich und küstennahen Flachwasserbereichen beeinflusst wird. Hiermit sind sowohl Entwicklungspotentiale als auch Gefahren verbunden, insbesondere im Tourismus- und Freizeitsektor.<sup>8</sup>

# Fokusthema 2: Tourismus und Strandmanagement

## Anwendungsprojekt: Klimabündnis Kieler Bucht

Die Arbeit des als RADOST-Anwendungsprojekt auf den Weg gebrachten Klimabündnis Kieler Bucht (KBKB) konnte bis 2016 gesichert werden. Das Bündnis aus schleswig-holsteinischen Ostseegemeinden und Einrichtungen aus Forschung und Verwaltung wird künftig durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) gefördert. Sowohl inhaltlich als auch in der geographischen Ausdehnung soll das KBKB weiter wachsen und dabei kontinuierlich mit dem Projekt RADOST in Austausch stehen. Die dem Projektantrag zugrunde liegende Leitidee ist, die KBKB-Region zu einer Klimaanpassungs-Modellregion in Norddeutschland zu entwickeln, gemäß dem Motto: „Hemmnisse aus dem Klimawandel in Chancen verwandeln“.



Weitere Informationen werden auf der Website [www.klimabuendnis-kieler-bucht.de](http://www.klimabuendnis-kieler-bucht.de) aktuell bereitgestellt.

## Anwendungsprojekt: Infopavillon Schönberger Strand

Der als RADOST-Anwendungsprojekt konzipierte Infopavillon zum Klimawandel im Schönberger Ortsteil Kalifornien an der Küste der Probstei wurde am 16. September 2012 feierlich eröffnet. Der Eröffnung war eine dreijährige Planungs- und Errichtungsphase vorausgegangen.

Auf 26 Quadratmetern können sich interessierte Bürger und Touristen informieren, wie sich das Klima an der Schleswig-Holsteinischen Ostseeküste wandelt und welche Auswirkungen zu erwarten sind. Zentrales Element der Ausstellung ist ein sechs Quadratmeter großes Modell, das die durch Klimaerwärmung verursachten Veränderungen an der Küste der Probstei visualisiert. Gebaut wurde das Modell von der Firma Miniatur Wunderland aus Hamburg. Damit beschreitet diese an der Ostseeküste einzigartige Attraktion neue Wege in der Klimakommunikation. Rund um die im Modell spielerisch dargestellten Themen Küstenerosion, Küstenschutz, Klimaschutz und Klimaanpassung liefern die vom Geographischen Institut der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel entwickelten Informationstafeln das wissenschaftliche Hintergrundwissen. Ergänzt wird das Informationsangebot durch wechselnde Sonderausstellungen zu Klima, Umwelt und Nachhaltigkeits-Aspekten sowie durch Führungen für Schulklassen. Der bauökologisch mit Gründach und Photovoltaik-Anlage errichtete Pavillon bietet somit Interessantes für alle Altersgruppen und Bildungsmilieus. Die umfangreiche Ausstattung war nur durch das große Engagement der Projektbeteiligten möglich. Eigenleistungen der

### Ansprechpartner/in:

Prof. Dr. Horst Sterr  
E-Mail: [sterr@geographie.uni-kiel.de](mailto:sterr@geographie.uni-kiel.de)

Sandra Enderwitz  
E-Mail: [enderwitz@geographie.uni-kiel.de](mailto:enderwitz@geographie.uni-kiel.de)

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



1.28 > Modell des Miniatur Wunderlands

Gemeinde, Sponsorengelder sowie eine EU-Kofinanzierung ergänzten die RADOST-Basisförderung. Das Projekt ist insofern ein Modell beispielhafter Zusammenarbeit relevanter Akteure bei der Klimaanpassung.

Um eine permanente Aufsicht zu gewährleisten, ist der Pavillon analog der Öffnungszeiten des Tourist-Service Kalifornien geöffnet. Aktuelle Informationen und Flyer gibt es unter: [www.klimabuendnis-kieler-bucht.de](http://www.klimabuendnis-kieler-bucht.de)



1.29 > Der Infopavillon befindet sich direkt neben dem Tourist-Service Kalifornien.







# Fokusthema 3: Gewässermanagement und Landwirtschaft

Aufbauend auf den Modellierungen zu „Gewässerqualität und Klimawandel“ in Modul 2 (siehe Seite 63 ff.) werden im Fokusthema „Gewässermanagement und Landwirtschaft“ Strategien zur Reduktion der Nährstoffbelastung von Flüssen, Küstengewässern und der Ostsee erarbeitet und mit den zuständigen Behörden in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern sowie weiteren Beteiligten diskutiert. Im Vordergrund steht dabei die Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. In Anwendungsprojekten werden außerdem Entwicklungsmöglichkeiten von Landwirtschaft und Aquakultur in der Region unter künftigen klimatischen, wirtschaftlichen und (umwelt-)politischen Bedingungen untersucht. Eine Reihe von Arbeiten wurden mittlerweile abgeschlossen.

Die Untersuchungen zu „Konsequenzen des Klimawandels und Anpassungsmaßnahmen für Küstengewässer“ sind im Rahmen von RADOST abgeschlossen. Viele der Arbeiten werden aufgrund der positiven Rückmeldung der Praxisakteure im Rahmen von Anschlussprojekten fortgeführt. Die Ergebnisse sind in mehreren Buchbeiträgen veröffentlicht.<sup>9</sup> Abbildung 1.30 zeigt beispielhaft anhand von Modellsimulationen zur Häufigkeit von Escherichia-coli-Bakterien, wie sich die Badegewässerqualität durch den Klimawandel im Mündungsbe- reich der Oder möglicherweise ändert. E.coli-Bakterien sind maßgebliche Indikatoren für Badewasserqualität, die durch erhöhte Temperatur und Flusshochwässer beeinflusst werden.

Die Studie zur „Integration des Klimawandels in die ökonomischen Analysen unter der Wasserrahmenrichtlinie“ wurde im Berichtszeitraum finalisiert und ist als Band 17 der RADOST-Berichtsreihe auf der RADOST-Website abrufbar. Im Anwendungsprojekt „Zukunftsstrategien für die Aquakultur – Fokusgebiet Kieler Bucht“ wurden die Arbeitspakete „Zukunfts-kompass für Fischerei und Aquakultur“ und „Detailplanung für eine zukunftsweisende Aquakultur in der Kieler Förde“ abgeschlossen; eine Veröffentlichung in der RADOST-Berichtsreihe ist in Vorbereitung.

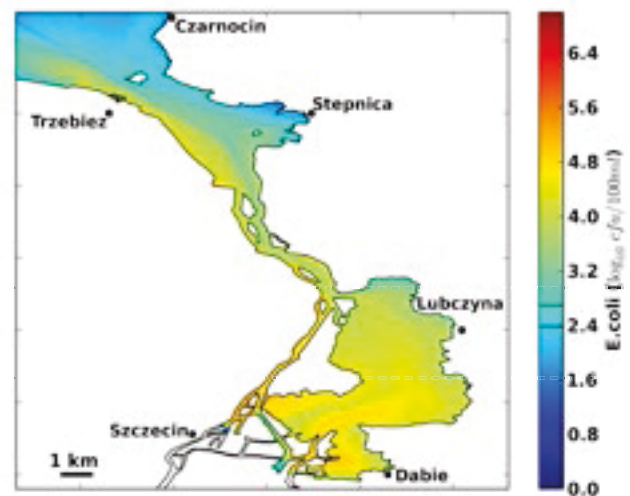
Der Wissensaustausch über aktuelle und zukünftige Managementansätze für Ostsee-Einzugsgebiet, Küstengewässer und Ostsee sowie ein vertiefender Austausch beispielsweise zu zukünftigen Gewässermanagementstrategien im Umgang mit Nährstoffausträgen in der Landwirtschaft wurde auf zahlreichen Workshops und Diskussionsforen verfolgt. So fand im Anschluss an das 17. Gewässersymposium des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) – das gleichzeitig eine Tagesstation der RADOST-Tour bildete – am 14. September 2012 ein gemeinsamer Workshop von RADOST und LUNG zum Thema „Qualitätsziele

## Ansprechpartner:

Dr. habil. Gerald Schernewski

E-Mail: gerald.schernewski@io-warnemuende.de

Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW)



1.30 > Modellsimulationen zur Häufigkeit von Escherichia-coli-Bakterien

für Nährstoffe in den deutschen Küstengewässern der Ostsee sowie erforderliche Reduktionsziele für Flusseinträge“ statt. Im Ergebnis dieses Workshops sowie eines bilateralen Abstimmungsgesprächs zwischen Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein im Anschluss an die RADOST-Tourstation beim Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und Ländliche Räume (LLUR) in Flintbek (20. September 2012) wurde die Einrichtung einer ostseespezifischen Ad-hoc-Unterarbeitsgruppe „Nährstoffreduktionsziele und Eutrophierung“ veranlasst. Die Einberufung dieser Arbeitsgruppe basiert auf einem Arbeitsauftrag des Koordinierungsrats Meeresschutz des Bundes und der Küstenländer vom 28. August 2012. Am 15. November 2012 fand die erste Sitzung im Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) in Hamburg statt. Die Arbeitsgruppe setzt sich aus Vertretern des Umweltbundesamtes, des BSH sowie der Landesämter und Ministerien Schleswig-Holsteins und Mecklenburg-Vorpommerns zusammen. Sie bildet die dauerhafte Einrichtung, um Projektergebnisse zu präsentieren, zu diskutieren, einer breiten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen und sie in politische Prozesse sowie die Umsetzung europäischer Richtlinien einfließen zu lassen. Auf diese Weise wurde eine über die Projektlaufzeit hinausreichende Struktur geschaffen, die alle wesentliche Akteure und Multiplikatoren umfasst.

<sup>9</sup> Siehe Buchveröffentlichung in Modul 5: Schmidt-Thome, Philipp & Klein, Johannes (eds.) (2013): Climate Change Adaptation in practice, sowie: 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.

## Ansprechpartner/in:

Dr. Markus Venohr  
E-Mail: m.venohr@igb-berlin.de

Judith Mahnkopf  
E-Mail: j.mahnkopf@igb-berlin.de

Leibniz-Institut für Gewässerökologie  
und Binnenfischerei (IGB)

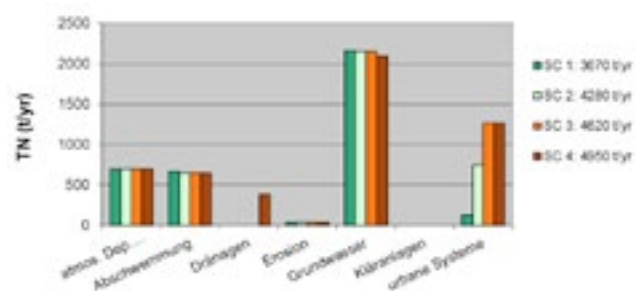
## Referenzwerte und guter Zustand der Gewässer in Gegenwart und Zukunft

Zur Ableitung des nach der EG-Wasserrahmenrichtlinie zu erreichenden „guten Zustands“ für Oberflächengewässer ist die Definition von Referenzbedingungen erforderlich, die einem weitgehend natürlichen Zustand mit höchstens sehr geringfügigen störenden Einflüssen des Menschen entsprechen.<sup>10</sup>

Um eine Referenzsituation für die Einzugsgebiete der deutschen Ostseezuflüsse modellieren zu können, wurde im ersten Schritt nach den weitest zurückliegenden Daten als Eingangsdaten für die Modellierung geforscht, die mit dem Stand 1880 im Rahmen der Statistischen Jahrbücher des Deutschen Reiches (Kaiserliches Statistisches Amt, 1880) vorliegen. Dieser Datenstand erlaubt die Erstellung eines konsistenten umfassenden Datensatzes für die Modellierung. Nicht verfügbare Daten wurden über Literaturrecherchen und/oder Expertenwissen ergänzt.

Im zweiten Schritt musste entschieden werden, inwieweit die Bedingungen von 1880 den Referenzbedingungen entsprechen. Da nur Referenzbedingungen für Seen,<sup>11</sup> aber nicht für Flüsse existieren, wurden vier Szenarien berechnet, die die Spanne von den ambitionierten Bedingungen für Seen abdecken (Szenario 1) bis hin zum tatsächlichen Stand von 1880 (Szenario 4; siehe Tabelle 4). Mit dem neu erstellten Datensatz wurden Berechnungen mit dem Nährstoffhaushaltsmodell MONERIS für alle vier Szenarien durchgeführt.

Als Ergebnis zeigt sich, dass die Stickstoffeinträge in die Oberflächengewässer der vier Szenarien zwischen 3670 Tonnen pro Jahr und 4950 Tonnen pro Jahr variieren (Abbildung 1.31). Haupteintragspfad für Gesamt-Stickstoff (TN) ist Grundwasser/Interflow, gefolgt von urbanen Systemen (Ausnahme: Szenario 1) und atmosphärischer Deposition auf Gewässerflächen sowie Abschwemmung. Die TN-Einträge über den Pfad Grundwasser/Interflow erfolgen 1880 hauptsächlich über die atmosphärische Stickstoffdeposition (N-Deposition) als Eintragsquelle, da zu dieser Zeit noch relativ ausgeglichene Nährstoff-Bilanzen (+/-0) auf landwirtschaftlichen Flächen (keine künstlichen Dünger!) vorzufinden sind. Weiterhin werden über urbane Systeme Einträge in die Oberflächengewässer realisiert. Während in Szenario 1 angenommen wird, dass die Einwohnerdichte nur 10 Einwohner/km<sup>2</sup> beträgt (~240.000 Einwohner, Referenzbedingungen für Seen), wurde bei Szenario 2 von der realen



1.31 > Vorläufige Ergebnisse zum pfadbezogenen Eintrag von Gesamtstickstoff in die Oberflächengewässer für die vier Szenarien (Tonnen pro Jahr)

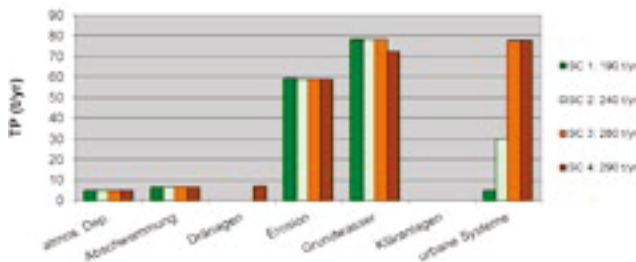
Tabelle 4: Beschreibung unterschiedlichen Eingangsdatensätze für die Szenarien

Beschreibung	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4
Landwirtschaft (Landnutzung und Düngung)	Stand 1880	Stand 1880	Stand 1880	Stand 1880
Dränagen	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	Stand 1880
Einwohner	=10 Einwohner/km <sup>2</sup>	Stand 1880	Stand 1880	Stand 1880
Kanalsysteme	nicht vorhanden	nicht vorhanden	Stand 1880	Stand 1880

10) Vgl. CIS-Arbeitsgruppe 2.3 – Referenzbedingungen für oberirdische Binnengewässer (REFCOND) (2003): Leitfaden zur Ableitung von Referenzbedingungen und zur Festlegung von Grenzen zwischen ökologischen Zustandsklassen für oberirdische Binnengewässer. [www.wrrl-info.de/docs/REFCOND\\_Leitlinie\\_d.pdf](http://www.wrrl-info.de/docs/REFCOND_Leitlinie_d.pdf)  
 11) Poikane, S., et al. (2010): Defining Chlorophyll-a Reference Conditions in European Lakes. Environmental Management vol. 45 no. 6, p. 1286-1298.  
 12) Interflow (Zwischenabfluss) bezeichnet Wasser, das dem Vorfluter durch oberflächennahe Bodenschichten zufließt. Der Interflow grenzt sich damit einerseits vom Oberflächenabfluss, andererseits vom über das Grundwasser stattfindenden Basisabfluss ab.

# Fokusthema 3: Gewässermanagement und Landwirtschaft

Einwohnerzahl von 4,1 Millionen Einwohnern für das Einzugsgebiet der deutschen Ostseeküste ausgegangen. Bei der Annahme, dass die Einwohner auch an die Kanalisation (Stand 1880) angeschlossen ist, steigt der Eintrag über urbane Systeme nochmals an. In Szenario 4 wird angenommen, dass Dränsysteme vorhanden sind (Stand 1880). Dieses Szenario spiegelt somit die Modellierung nach Datenlage für 1880 wider.

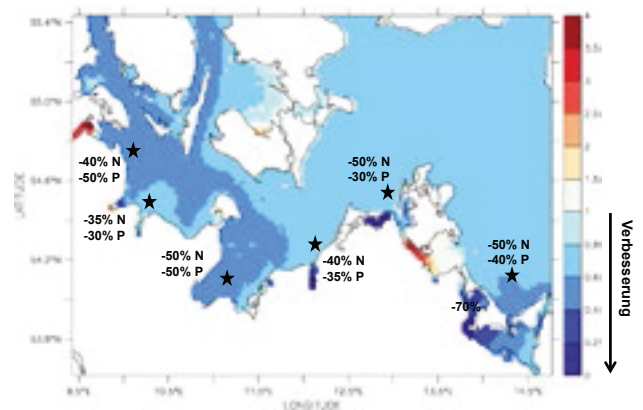


1.32 > Vorläufige Ergebnisse zum pfadbezogenen Eintrag von Gesamtphosphor in die Oberflächengewässer für die vier Szenarien (Tonnen pro Jahr)

Die Einträge für Gesamt-Phosphor (TP) in die Oberflächengewässer variieren zwischen 190 t/Jahr und 290 t/Jahr (Abbildung 1.32). Haupteintragspfade sind Grundwasser/Interflow, Erosion und urbane Systeme (für Szenario 3 und 4). Die Phosphoreinträge über dem Pfad Grundwasser/Interflow sind verursacht durch den Phosphorgehalt im Oberboden, die P-Deposition, den organischen P-Dünger und durch teilweise schon leicht degradierte Moore. Relevant ist ebenfalls der Pfad Erosion, der allerdings nur 1/6 der heutigen Werte entspricht aufgrund der weniger erosionsfördernden Fruchtartenverteilung von 1880 (Kaiserliches Statistisches Amt, 1880) und des geringeren P-Gehalts im Oberboden. Der TP-Eintrag über urbane Systeme ist ausgeprägter als der von TN aufgrund des höheren Anteils von TP in der festen Phase der Exkrememente (48 %) im Vergleich zu Stickstoff (15 %). Über Dränsysteme werden im Vergleich zu Stickstoff weniger Einträge realisiert, da diese Systeme relevanter für den löslichen Nitrataustrag sind als für TP, welcher in der Regel in fester Phase ausgetragen wird.

Weiterhin stehen Ergebnisse zu den Nährstoffkonzentrationen der Oberflächengewässer, der Retention im Gewässer sowie den Frachten in die deutschen Ostseeküstengewässer zur Verfügung. Letztere werden für die weiteren Modellierungen am IOW verwendet, und zwar auf Basis der Annahmen von Szenario 4 (Frachten von 1880), um eine Konsistenz zu den Daten für die Frachten anderer Ostseeanrainerstaaten zu gewährleisten, die für das Jahr 1880 erhältlich sind.

Empfehlungen für Referenzwerte und einen guten Zustand der Küstengewässer gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sowie vor dem Hintergrund des Klimawandels wurden exemplarisch vorgestellt, in der offiziellen Bund-Länder-Untersarbeitsgruppe „Nährstoffreduktionsziele und Eutrophierung“ diskutiert und anhand von zahlreichen Karten für verschiedene Parameter visualisiert. Abbildung 1.33 zeigt exemplarisch das Verhältnis von historischer zur aktuellen Situation entsprechend Szenario 4<sup>13</sup> für Stickstoff (DIN<sup>14</sup>) und Phosphat (SRP<sup>15</sup>, DIP<sup>16</sup>) anhand der Wintermittelwerte gemäß WRRL.



1.33 > Erste Abschätzungen zum Verhältnis von historischer (Agrarwirtschaft und Bevölkerung von 1880, Szenario 4) zur aktuellen Situation, Parameter: Gelöster anorganischer Stickstoff (DIN) und Phosphat (SRP, DIP), Wintermittelwerte gemäß WRRL.

13) Hirt, U.; Mahnkopf, J.; Gadegast, M.; Czudowski, L.; Mischke, U.; Heidecke, C.; Schernewski, G. & Venohr, M. (submitted): Reference conditions for rivers of the German Baltic Sea catchment – Reconstruction of nutrient regime with the Model MONERIS.  
 14) Gelöster anorganischer Stickstoff (dissolved inorganic nitrogen).  
 15) Gelöster reaktiver Phosphor (soluble reactive phosphorus).  
 16) Gelöster anorganischer Phosphor (dissolved inorganic phosphorus).

## Anwendungsprojekt: Steuerung von Nährstoffeinträgen durch Retentionsbecken

Zur Unterstützung von Maßnahmen zur Reduktion des Nährstoffeintrags aus Dränsystemen wurden mit Beteiligung von RADOST zwei Pilotprojekte initiiert (siehe auch RADOST Jahresberichte 1–3): Die Maßnahme „**Controlled Drainage**“ wird in Kooperation mit der Universität Rostock durchgeführt. Das innovative System lässt durch Wasserstandsregulierung nur in Zeiten der Befahrung des Ackers (Frühjahr und Herbst) eine Entwässerung zu. Somit ist durch den Wasserrückhalt ein effektiver Rückhalt von Nährstoffen möglich. Der aus RADOST-Mitteln angeschaffte automatische Probenehmer arbeitet zuverlässig seit mehr als einem Jahr, so dass die durch die Maßnahme ermöglichte Reduktion von Nährstoffeinträgen quantifiziert werden kann. Die Maßnahme „**Retentionsbecken**“ wird in Kooperation mit dem Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) Mecklenburg-Vorpommern, dem Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) in Müncheberg, dem Wasser- und Bodenverband Warnow-Beke sowie dem Ingenieurbüro für Landschaft und Wasser (Güstrow) durchgeführt. Nachdem zunächst die Klärung der Verfügbarkeit der dafür benötigten Flächen unerwartet viel Zeit in Anspruch nahm, konnte mit dem Bau des Retentionsbeckens mittlerweile begonnen werden. Es wird über den Projektzeitraum hinaus weiter genutzt werden.

### DWA-Themenheft

Unter Federführung des IGB hat die Arbeitsgruppe „Abfluss- und Nährstoffmanagement entwässerter Flächen“ der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) das DWA-Themenheft „Reduktion der Stoffeinträge durch Maßnahmen im Drän- und Gewässersystem sowie durch Feuchtgebiete“ veröffentlicht.<sup>17</sup> Dieses fasst den Wissensstand zu bisher bekannten Maßnahmen zur Reduktion der Stoffeinträge in die Oberflächengewässer zusammen, die besonders in dränierten Gebieten Einsatz finden können. Diese Reduktionsmaßnahmen werden gegliedert in:

1. Maßnahmen im Dränsystem
2. Anlage bzw. Reaktivierung von Feuchtgebieten
3. Maßnahmen in natürlichen und künstlichen Fließgewässern

Da in der Bundesrepublik Deutschland bisher nur wenige Informationen zur Eignung und Wirksamkeit solcher Maßnahmen sowie deren praktischer Umsetzung vorliegen, war das Ziel, den derzeitigen Kenntnisstand zu diesen Maßnahmen zusammenzufassen. Dies umfasst jeweils Angaben zum Kon-

### Ansprechpartner/in:

Dr. Markus Venohr  
E-Mail: m.venohr@igb-berlin.de

Judith Mahnkopf  
E-Mail: j.mahnkopf@igb-berlin.de

Leibniz-Institut für Gewässerökologie  
und Binnenfischerei (IGB)

struktions- und Funktionsprinzip der Maßnahme, verfügbaren Beispielstudien, zur Reduktionsleistung der Maßnahme, der Standorteignung sowie zu Kosten und Aufwand der Maßnahme. Der Kenntnisstand zu den Maßnahmen variiert jedoch deutlich: Während einige Maßnahmen schon bis zur Praxisreife getestet sind, basieren Ausführungen zu anderen Maßnahmen auf Erfahrungen in anderen Ländern oder auf Laborergebnissen. In solchen Fällen lassen sich aus den Angaben Folgerungen zum Forschungsbedarf ableiten, und potentiell geeignete Maßnahmen können über Pilotprojekte gezielt in die Praxisreife geführt werden.



Das Themenheft soll den Behörden bzw. den Anwendern einen Überblick über mögliche Maßnahmen bieten. Außerdem werden Informationen bereitgestellt, die die Auswahl einer für einen Standort geeigneten und kostengünstigen Maßnahme unterstützen können. Solche zusammenfassenden Darstellungen und die Erprobung von Lösungen im Rahmen von Pilotprojekten sind eine Voraussetzung für die Akzeptanz von Maßnahmen und deren Berücksichtigung bei der Aufstellung der Gewässerbewirtschaftungspläne.



## Anwendungsprojekt: Entwicklung angepasster Pflanzensorten

Im Anwendungsprojekt wird geprüft, inwieweit der Anbau alternativer Pflanzensorten bzw. Kulturen in der Ostseeregion zur Anpassung an klimatische Veränderungen und den globalen Wandel beitragen kann.

In den vergangenen Jahren wurden dazu die bisherige Landnutzung und die Kulturen im Ostseeraum untersucht. Dabei wurde insbesondere der Anbau von Mais zur Nutzung in Biogasanlagen analysiert, da der Maisanbau in den letzten Jahren stark ausgeweitet wurde. Es wurde getestet, wie sich der vermehrte Anbau von Mais auf die Fruchtfolgediversifizierung auswirkt, da in den Medien häufig von einer „Vermaisung“ der Landschaft die Rede war.

Mit Hilfe von Literaturrecherche und Informationen von Experten wurde im letzten Jahr die Fragestellung bearbeitet, welche neuen Pflanzensorten für den Anbau in der Ostseeregion in Frage kämen. Dabei spielen nicht nur die grundsätzlichen Wachstumsbedingungen eine Rolle, sondern auch Pflanzen-

### Ansprechpartnerin:

Andrea Wagner

E-Mail: [andrea.wagner@ti.bund.de](mailto:andrea.wagner@ti.bund.de)

Johann Heinrich von Thünen-Institut (TI)

sorten, die möglichst einen Beitrag zum Umwelt- oder Klimaschutz leisten können, indem sie beispielsweise als alternative Kultur zu Mais in Biogasanlagen verwendet werden könnten oder sich positiv auf den Gewässerschutz auswirken können. Dazu wird geprüft, inwieweit sich Kulturen wie die Durchwachsene Silphie (Abbildung 1.34), das Ungarische Steppengras oder Paludikulturen (z. B. mit Schilfrohr, Rohrglanzgras oder Seggen – Abbildung 1.35) auch im Ostseeraum eignen, den derzeitigen Kulturen Konkurrenz zu bieten bzw. den Anforderungen an die landwirtschaftliche Fläche und den Umwelt- und agrarpolitischen Veränderungen und Ansprüchen gerecht zu werden. Die Arbeiten werden in enger Zusammenarbeit mit anderen Forschungsprojekten am Thünen-Institut für Ländliche Räume durchgeführt. Um neue Sorten zu untersuchen, wurden zunächst Informationen zu den ausgesuchten Pflanzensorten gesammelt. Diese werden derzeit analysiert und aufbereitet, um sie anschließend in das Agrarsektormodell RAUMIS zu integrieren und im Zusammenhang mit den derzeit angebauten Kulturen in der Ostseeregion zu untersuchen.



1.34 > Silphie (*Silphium perfoliatum*)



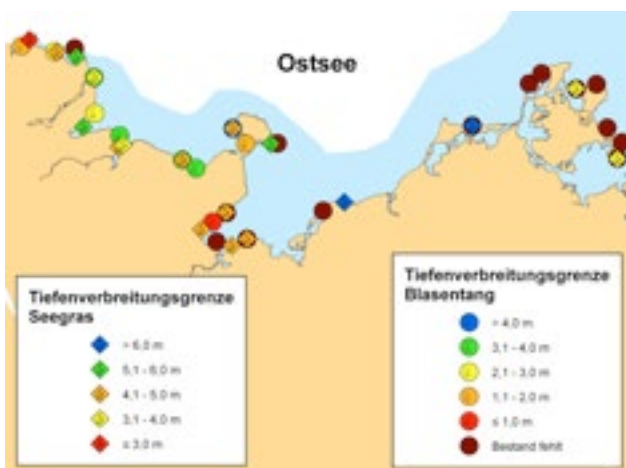
1.35 > Schilfrohr (*Phragmites*)

## Anwendungsprojekt: Qualitätskomponenten zur Wasserrahmenrichtlinie: Bestandsunterstützung Seegras und Blasentang

Seegras und Blasentang sind wichtige Indikatoren für den ökologischen Zustand der Küstengewässer der deutschen Ostsee. Teil des Anwendungsprojektes sind Bestandsuntersuchungen dieser beiden Wasserpflanzenarten sowie Untersuchungen zu den möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf deren Bestände (vgl. „Mögliche klimabedingte Änderungen von Makrophyten“ unter Modul 2, Seite 67 f.). Außerdem wird ermittelt, wo sich potentiell geeignete Lebensräume befinden, deren Wiederbesiedlung mittels geeigneter Maßnahmen unterstützt werden könnte.

### Darstellung im RADOST-GIS

Im webbasierten Geographischen Informationssystem (GIS) des RADOST-Projektes (vgl. unter Modul 5) wurden im Berichtszeitraum Ergebnisse der RADOST-Untersuchungen sowie weiterer Kartierungsfahrten und Datenerhebungen veröffentlicht.<sup>18</sup> Entsprechend den unterschiedlichen Untersuchungsräumen beziehen sich die dargestellten Daten auf drei verschiedene geographische Einheiten. Für die Küstengewässer der deutschen Ostsee als Ganzes werden die Tiefenverbreitungsgrenzen von Seegras und Blasentang (Abbildung 1.36) sowie das Vorkommen geeigneter Siedlungssubstrate für den Blasentang (Abbildung 1.37) angezeigt.



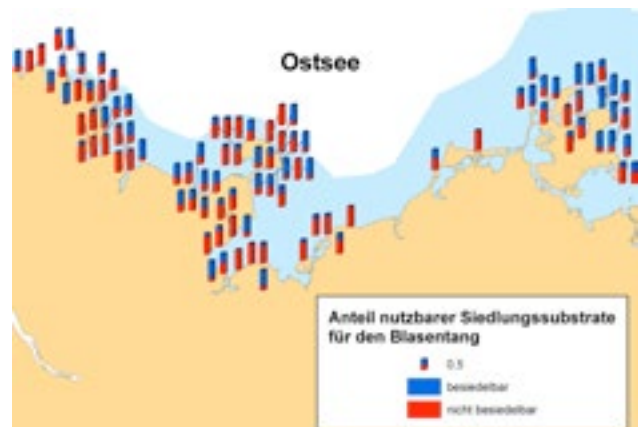
1.36 >Tiefenverbreitungsgrenzen für das Seegras (*Zostera marina*) und den Blasentang (*Fucus vesiculosus*)

Für die Ostsee-Küstengewässer Schleswig-Holsteins werden Chlorophyll a-Konzentrationen dargestellt, die ebenfalls einen wichtigen Parameter für die Bewertung der Küstengewässerqualität nach der EG-Wasserrahmenrichtlinie bilden. Die Chlorophyll a-Konzentration steigt mit der Menge an pflanzlichem

### Ansprechpartner:

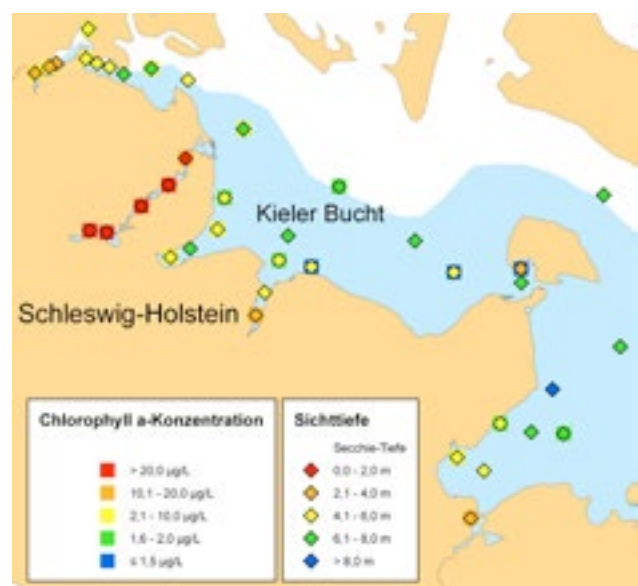
Dr. Ivo Bobsien  
E-Mail: Ivo.Bobsien@llur.landsh.de

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



1.37 >Tiefenverbreitungsgrenzen für das Seegras (*Zostera marina*) und den Blasentang (*Fucus vesiculosus*)

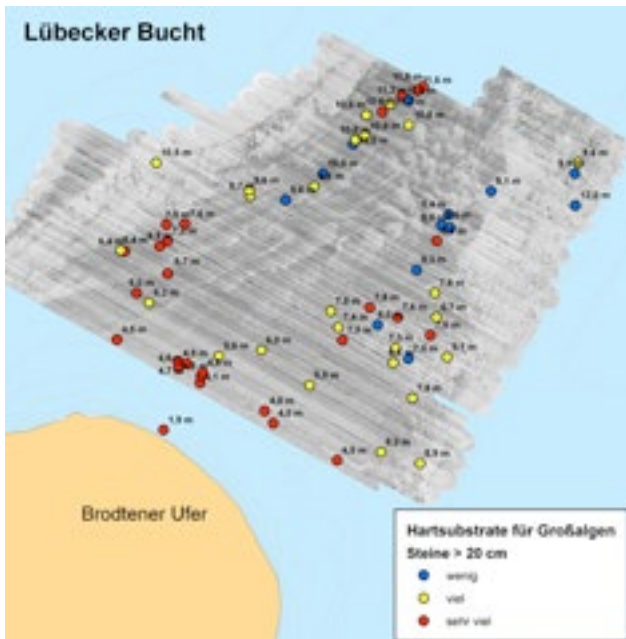
Plankton, die wiederum mit der Nährstoffbelastung zunimmt. Hohe Planktonvorkommen setzen die Sichttiefe im Meerwasser herab, die ebenfalls im RADOST-GIS wiedergegeben ist (Abbildung 1.38). Dies kann sich direkt auf die Tiefenverbreitung von Seegräsern und Großalgen auswirken.



1.38 > Chlorophyll a-Konzentrationen und Sichttiefen

# Fokusthema 3: Gewässermanagement und Landwirtschaft

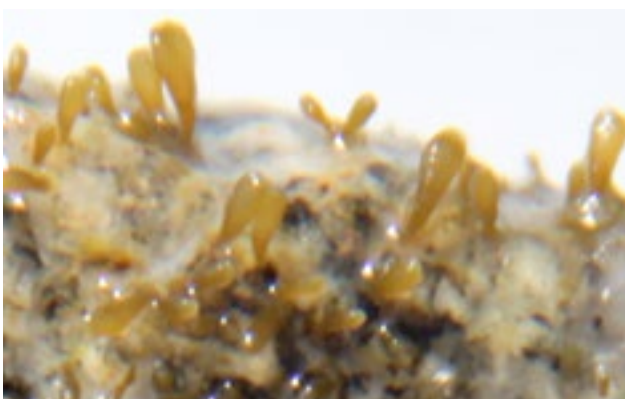
Für das RADOST-Fokusgebiet Lübecker Bucht werden die Vorkommen von Hartsubstraten im Detail dargestellt (Abbildung 1.39). Grundlage sind Seitensichtsonaraufnahmen, die im Rahmen von RADOST durchgeführt wurden. Ebenfalls dargestellt werden Vorkommen von Seegrass und Algenarten.



1.39 > Positionen von Hartsubstraten mit Tiefenangabe auf dem Riff vor Brodten im Fokusgebiet Lübecker Bucht

## Bestandsunterstützung Blasentang

Die Blasentangbestände sind im Bereich der deutschen Ostseeküste stark gefährdet. Eine natürliche Wiederbesiedlung im ehemaligen Verbreitungsgebiet findet nicht statt. Aufgrund der bedeutenden ökologischen und ökonomischen Funktionen sind künstliche Wiederansiedlungen wünschenswert. Für ein erfolgreiches Bestandsmanagement müssen Umwelteinflüsse und Klimafaktoren berücksichtigt werden. Aus den RADOST-Untersuchungsergebnissen lassen sich bereits erste Empfehlungen für bestandsunterstützende Maßnahmen ableiten.



1.40 > Blasentangkeimlinge (1-2 mm)

Eine Ansiedlung kann grundsätzlich mit erwachsenen Individuen oder mit künstlich erzeugten Keimlingen erfolgen. Erwachsene Individuen müssen zusammen mit ihrem Aufwuchssubstrat aus bestehenden Beständen entnommen werden (Abbildungen 1.40 und 1.41). Keimlinge können aus abgetrennten Fruchtkörpern reproduziert werden. Beide Methoden zeigen in Feldversuchen erfolgversprechende Resultate. Um die bestehenden Bestände zu schützen, sollte die künstliche Vermehrung bevorzugt Anwendung finden. Ein Nachweis, dass sich die Keimlinge im Freiland bis zur Geschlechtsreife entwickeln, steht noch aus.

Optimale Reproduktionsbedingungen für Befruchtung und Keimung sind bei einer Wassertemperatur um 15 °C und einem Salzgehalt von 17 ‰ gegeben. Als Siedlungssubstrat eignen sich natürliche Gesteine (Granit), aber auch künstliche Substrate mit rauen Oberflächen. Schon 24 Stunden nach der Befruchtung können die Embryonen ins Freiland überführt werden. In 1,0 bis 2,5 Metern Wassertiefe herrschen meist gute Wachstumsbedingungen. Die Auswahl eines geeigneten Standortes ist von zahlreichen Faktoren abhängig und ist für eine Ansiedlung von großer Bedeutung. Erfolgreich verliefen bisher nur Ansiedlungen in der Kieler Bucht. Dagegen scheiterten alle Bemühungen den Blasentang an verschiedenen Standorten in der Lübecker Bucht zu etablieren.

Aus den systematischen Beobachtungen wurde deutlich, dass in den beiden Gebieten unterschiedliche Faktoren eine Wiederansiedlung erschweren. In der Kieler Innenförde wurden die Pflanzen häufig von fädigen Algen überwuchert und von organischen Sedimenten bedeckt. In der nordwestlichen Lübecker Bucht konnte dagegen Fraß als ein bedeutender Faktor identifiziert werden. An stark exponierten Küsten wie dem Brodtenener Ufer in der inneren Lübecker Bucht besteht vornehmlich die Gefahr, dass Pflanzen und Substrate vollständig mit Sand zugedeckt werden.



1.41 > Erwachsener Blasentang (ca. 50 cm)





# Fokusthema 4: Häfen und maritime Wirtschaft

## Ansprechpartner:

Dr. Jesko Hirschfeld  
E-Mail: jesko.hirschfeld@ioew.de

André Schröder  
E-Mail: Andre.Schroeder@ioew.de

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin (IÖW)

Das Fokusthema „Häfen und maritime Wirtschaft“ befasst sich mit der Identifikation des mittel- bis langfristigen Anpassungsbedarfs für Hafen-Infra- und Suprastrukturanlagen sowie für den Schiffbau. Darauf aufbauend sollen Anpassungsstrategien für verschiedene Bereiche der Hafenplanung und des Managements formuliert werden.

Um die im Fokusthema angestrebten Ziele zu erreichen wurde in den vorangegangenen Projektjahren ein Netzwerk aus interessierten Akteuren der maritimen Wirtschaft, der Verwaltung und der Wissenschaft aufgebaut. Über eigene und externe Fachveranstaltungen erhalten die Netzwerkpartner für sie aufbereitete aktuelle Informationen zu den bisherigen und erwarteten Veränderungen des Klimas im Ostseeraum. Vor allem in bilateralen Gesprächen mit Vertretern von Hafenbehörden und der Hafenvirtschaft werden spezifische Herausforderungen, denen sich die Hafenstandorte stellen, erörtert. Darüber hinaus werden die Treffen genutzt, um Erfahrungen mit Anpassungsmaßnahmen auszutauschen.

Gegenwärtig umfasst das Netzwerk im Fokusthema rund 40 Vertreterinnen und Vertreter von Hafenbehörden, Wasser- und Schifffahrtsämtern, Umschlagsunternehmen, Werften und weiteren in den deutschen Ostseehäfen ansässigen Unternehmen. Die Verwaltungs- und Betriebsstandorte der Netzwerkpartner verteilen sich von Kiel bis Stralsund entlang der gesamten deutschen Ostseeküste.

Im aktuellen Berichtsjahr fand ein aktiver Austausch im Rahmen eines Workshops der RADOST-Tour 2012 statt (siehe unter „RADOST-Veranstaltungen, Seite 8). Darüber hinaus wurde eine umfangreiche Befragung zur Betroffenheit der deutschen Ostseehäfen durch extreme Wetterereignisse und zu geplanten oder bereits umgesetzten Anpassungsmaßnahmen durchgeführt (siehe den folgenden Abschnitt). Erfahrungen von Häfen in anderen Küstenregionen konnten durch die weitere Vernetzung mit den beiden KLIMZUG-Projekten „nordwest2050“ und „KLIMZUG-NORD“ einbezogen werden.



1.42 > Skandinavienkai in Lübeck



## Koordination der Erarbeitung von Anpassungskonzepten für Häfen und Infrastruktur

Um einen systematischen Überblick über die bisherige und die erwartete Betroffenheit der deutschen Ostseehäfen durch extreme Wetterereignisse sowie über bereits umgesetzte und geplante Anpassungsmaßnahmen in den Häfen zu erhalten, führte das IÖW von Juli bis September 2012 unter 21 Hafenbehörden und 244 in den deutschen Ostseehäfen ansässigen Betrieben eine Befragung durch. Unterstützung erhielt das IÖW dabei vom Landesverband Hafenwirtschaft Mecklenburg-Vorpommern e. V. (LHMV).

Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse und Schlussfolgerungen zur Teilzielgruppe der Hafenbehörden vorgestellt. Von den 21 eingeladenen Hafenbehörden nahmen 10 an der Befragung teil (Rücklauf: 47,6 %). Die teilnehmenden Häfen repräsentieren 84 % der gesamten im Jahre 2011 über die deutschen Ostseehäfen umgeschlagenen Güter. Ein Bericht mit einer ausführlichen Auswertung dieser Befragung ist in Vorbereitung.

### Wetterbedingte Schäden und Betriebsstörungen

Die deutschen Ostseehäfen werden aufgrund ihrer Lage im Übergangsbereich von Land und See seit jeher von extremen Wetterereignissen, wie Stürmen und Sturmhochwassern, heimgesucht. In den vergangenen 15 Jahren verzeichneten alle befragten Häfen durch Wetterereignisse verursachte Schäden und Betriebsstörungen. Vor allem Sturmereignisse, aber auch Starkregen, Hochwasser und Eisgang waren in vielen Häfen die Ursache für Schäden und Betriebsstörungen.

Die Befragungsergebnisse lassen den vorsichtigen Schluss zu, dass die wetterbedingten Schäden und Betriebsstörungen in den letzten 15 Jahren tendenziell zunehmen. Dies gaben 3 der 10 befragten Häfen an, während 6 Häfen keine Veränderungen wahrnahmen (von einem weiteren wurde diese Frage nicht beantwortet). Zudem erwarteten 2 der befragten Häfen, dass sich der Klimawandel in den nächsten 40 Jahren



eher negativ auf sie auswirken wird, während für keinen Hafen überwiegend positive Auswirkungen erwartet werden (2 Häfen erwarten keine nennenswerten Auswirkungen, 4 nehmen an, dass sich positive und negative Wirkungen annähernd ausgleichen werden, 2 beantworteten die Frage nicht).

### Anstieg des Meeresspiegels

Der Meeresspiegel ist in den letzten 100 Jahren an der südlichen Ostseeküste um circa 14 cm angestiegen.<sup>19</sup> Aufgrund der verfügbaren Klimaprojektionen wird erwartet, dass der Meeresspiegel künftig stärker ansteigen wird und dass sich der Anstieg im Laufe des 21. Jahrhunderts beschleunigen wird. Über das Ausmaß des Anstiegs bestehen derzeit jedoch große Unsicherheiten.

Jede zweite befragte Hafenbehörde erwartet, dass ein Meeresspiegelanstieg von über 60 cm in ihrem Hafen Probleme verursachen würde. Bei einem Anstieg um 80 bis 99 cm hätten 9 der 10 Häfen Probleme und spätestens bei einem Meeresspiegelanstieg ab 100 cm käme es in allen befragten Häfen zu ernsthaften Problemen. 2 der 10 befragten Häfen sehen bereits bis zur Mitte dieses Jahrhunderts Handlungsbedarf bezüglich des Meeresspiegels. In den übrigen Häfen könnte in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts ebenfalls und durch die Beschleunigung des Meeresspiegelanstiegs in einem deutlich kürzeren Zeitraum Anpassungsbedarf entstehen.

### Verwundbarkeit gegenüber Sturmhochwasserereignissen

Im vergangenen Jahrhundert kam es in der südwestlichen Ostsee zu zwei als „sehr schwer“ eingestuften Sturmhochwassern mit einem Scheitelpunkt von über 2 m über Normalnull (NN) (Lübeck 1904/05 und Lübeck-Travemünde 1954). Auch wenn solche Sturmhochwasser selten auftreten, können sie sich jederzeit erneut ereignen. Zudem erhöhen der Meeresspiegelanstieg und die potenzielle zunehmende In-



# Fokusthema 4: Häfen und maritime Wirtschaft

intensität von Stürmen die Wahrscheinlichkeit des Auftretens schwerer und sehr schwerer Sturmhochwasser. So würde das Sturmhochwasser von 1904/05 mit einem damals in Lübeck gemessenen maximalen Scheitelwasserstand von 2,09 m über NN heutzutage, allein durch den heute höheren Meeresspiegel, mit einem maximalen Scheitelwasserstand von über 2,25 m über NN auflaufen. Bei einem solchen Ereignis rechnen bis zu 7 der 10 befragten Häfen mit Schäden (siehe Abbildung 1.43). Ein Teil dieser Häfen würde vermutlich sogar schwere Schäden verzeichnen, wenn man berücksichtigt, dass in den vergangenen 15 Jahren 4 der 10 befragten Häfen schwere Schäden durch weniger schwere Sturmhochwasser (<2 m über NN) feststellten.



1.43 > Problematischer Sturmhochwasserstand (kumulierte Werte)

Schäden und/oder Betriebsstörungen in den Häfen können dazu führen, dass die An- und Ablieferung von Gütern zeitweise unterbrochen wird. Nach eigenen Angaben von 18 zusätzlich befragten Unternehmen wären bei einer Unterbrechung der An- und Ablieferung von Gütern 22 % der Unternehmen bereits nach einem Tag und 39 % nach drei Tagen nicht mehr voll arbeits- und produktionsfähig. Neben direkten Schäden an Infra- und Suprastrukturen drohen somit bei einem schweren Sturmhochwasser auch durch Produktionsausfälle in den ansässigen Unternehmen Schäden zu entstehen. Hafenbehörden und Unternehmen sollten daher prüfen, welche Schutzmaßnahmen sie gegen schwere Sturmhochwasser ergreifen können.

## Anpassungsbedarfe und -kapazitäten

Die Befragungsergebnisse zeigen, dass bislang nur in 5 der befragten 10 Hafenbehörden die Folgen des Klimawandels diskutiert wurden. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass mindestens die Hälfte der befragten Häfen keine Analyse ihrer Verwundbarkeit gegenüber dem Klimawandel durchgeführt hat. Erkenntnisse zum Klimawandel wurden in 4 von 9 Häfen

(eine Antwort fehlte) in der Planung von Bauvorhaben berücksichtigt. Es zeigte sich außerdem, dass in 4 der 10 Häfen bislang weder Anpassungsmaßnahmen umgesetzt noch geplant wurden. In Anbetracht ihrer großen wirtschaftlichen Bedeutung und der zunehmenden Eintrittswahrscheinlichkeit sehr schwerer Sturmhochwasser ist jedoch grundsätzlich allen Häfen zu empfehlen, die Folgen des Klimawandels zu thematisieren, ihre Verwundbarkeit zu analysieren und eventuell notwendige Anpassungen vorzunehmen.

Unter den Faktoren, die die eigene Anpassung hemmen, nannten die Häfen am häufigsten (fehlende) „Finanzielle Ressourcen“. Gleichzeitig wünschen sich die meisten Häfen Informationen zu Förderprogrammen. Somit könnte ein wesentlicher Baustein darin liegen, dass der Bund und/oder die Länder die Häfen bei ihrer Anpassung an den Klimawandel finanziell unterstützen. Eine finanzielle Unterstützung wäre zum Beispiel bei der Durchführung einer standortspezifischen Verwundbarkeitsanalyse denkbar. Eine Förderung solcher Analysen könnte dazu führen, dass dieses Thema in mehr Häfen diskutiert wird und Gefahrenstellen identifiziert werden. Auch könnten zinsverbilligte Kredite für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen angeboten werden.

Weiterhin nannten viele Häfen die „Unsicherheit/ Verständlichkeit der vorliegenden Informationen“ als Hemmnis für Anpassung. Sie bewerteten das Angebot (die Verfügbarkeit) und die Qualität (die Verständlichkeit) von Informationen zum Klimawandel im Durchschnitt als gerade noch befriedigend. Hier sind vor allem die Wissenschaft sowie planende und beratende Ingenieure gefordert, Unsicherheiten in den Aussagen zu reduzieren, den richtigen Umgang mit Unsicherheiten zu vermitteln und die wissenschaftlichen und praktischen Erkenntnisse für die Häfen aufzubereiten und gezielter zu verbreiten.

Da etwa die Hälfte aller befragten Häfen in den nächsten fünf Jahren Investitionen in landseitige Verkehrsflächen, Lagerhallen, Kaimauern und Be-/Entwässerungssysteme plant, sollten Akteure aus der Forschung und Beratung insbesondere für diese langlebigen Strukturelemente potenzielle Auswirkungen des Klimawandels erforschen, Anpassungsmaßnahmen entwickeln und Hafenbehörden und Unternehmen auf die gewonnenen Erkenntnisse hinweisen.

Die hier vorgestellten Befragungsergebnisse und die daraus gezogenen Schlussfolgerungen sollen dazu dienen, im weiteren Projektverlauf eine bedarfsgerechte Anpassungsstrategie für die deutschen Ostseehäfen gemeinsam mit den Betroffenen zu entwickeln.

## Anwendungsprojekt: Anpassungsstrategie für den Lübecker Hafen

In Zusammenarbeit mit dem IÖW erarbeitet das Consultingunternehmen Competence in Ports and Logistics (CPL) gemeinsam mit der Lübeck Port Authority (LPA) und der Lübecker Hafengesellschaft mbH (LHG) eine Anpassungsstrategie für die öffentlichen Lübecker Häfen. Nach einer kurzen Übersicht über den Güterumschlag, die Passagierbeförderung und die regionalwirtschaftliche Bedeutung der Lübecker Häfen werden im Folgenden ausgewählte Ergebnisse zu den potenziellen Auswirkungen möglicher Änderungen des Klimas auf die Lübecker Häfen vorgestellt. Diese dienen als Grundlage für die bis Anfang 2014 zu erarbeitende Anpassungsstrategie für die Lübecker Häfen. Ein Bericht mit einer ausführlichen Darstellung der Ergebnisse zur Entwicklung der Güterumschlagsmengen und der Passagierzahlen in den öffentlichen Lübecker Häfen sowie zum identifizierten Handlungsbedarf durch zusätzliche Naturrisiken aufgrund des Klimawandels ist bereits über die RADOST-Website verfügbar.<sup>20</sup>



1.44 > Papierverladung im Lübecker Hafen

### Güterumschlag, Passagierbeförderung und regionalwirtschaftliche Bedeutung

Im Jahr 2010 wurden in den Lübecker Häfen Güter mit einem Gewicht von 17,9 Mio. Tonnen umgeschlagen. Einschließlich der Eigengewichte der eingesetzten Transportfahrzeuge und Container wurden 25,4 Mio. Tonnen in den Lübecker

Häfen umgeschlagen<sup>21</sup>, womit Lübeck 2010 nach Umschlag inkl. Eigengewichten der größte deutsche Hafenstandort im Ostseeraum war. Die Spezialisierung einiger Terminals auf die Lagerung und die Distribution von Forstprodukten aus Nord-europa in die Wirtschaftszentren des Kontinents macht den Hafen Lübeck zu einem der größten Papierumschlag-Häfen Europas. Neben dem Güterumschlag wurden in den Lübecker Häfen im Jahre 2011 rund 408.000 Passagiere befördert. Damit ist Lübeck ebenfalls ein bedeutender Standort für Passagierverkehr im Ostseeraum.

Mit der Lagerung, Verarbeitung und der Distribution von Gütern sowie der Passagierbeförderung sind die Lübecker Häfen zugleich ein gewichtiger Wirtschaftsfaktor in der Region Lübeck. Laut einer Studie der UNICONSULT Universal Transport Consulting GmbH zur wirtschaftlichen Bedeutung der Lübecker Häfen waren 10.634 Erwerbstätige im IHK (Industrie- und Handelskammer)-Bezirk Lübeck von den Lübecker Häfen auf direkte, indirekte oder einkommensinduzierte Weise abhängig. Der Gesamtumsatz der hafenabhängigen Unternehmen im IHK-Bezirk Lübeck betrug im Jahr 2010 mehr als 1,9 Mrd. Euro. Sie erzielten im gleichen Jahr eine Bruttowertschöpfung von rund 700 Mio. Euro.<sup>22</sup>

### Klimatrends und potenzielle Auswirkungen auf die öffentlichen Lübecker Häfen

#### Anstieg der mittleren Temperaturen (Zunahme von Sommertagen und heißen Tagen sowie Abnahme von Frost- und Eistagen)

Steigende Temperaturen erhöhen die Effizienz der Geräteantriebe, wodurch es gleichzeitig zu Einsparungen bei den Energieverbräuchen kommt. Ebenfalls positiv kann die Abnahme von Frost- und Eistagen wirken. Hier könnte eine mögliche Reduzierung von Schneefall für eine geringere Belastung von Dächern und für abnehmenden Räum- und Streubedarf sorgen. Auch könnten Eisbildungen auf der Trave und in der Ostsee seltener stattfinden. Die Folge wären geringere Kosten und eine erhöhte Zuverlässigkeit.

20) <http://klimzug-radost.de/bericht20/anpassungsstrategie-luebecker-hafen-teil1>

21) Vgl. Statistisches Bundesamt, Hrsg. (2011): Seegüterumschlag deutscher Häfen. [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Schifffahrt/Seegueterumschlag5463301101125.xls?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Schifffahrt/Seegueterumschlag5463301101125.xls?__blob=publicationFile).

22) Vgl. Schlenstedt, Jobst, Björn Pistol und Jens Benecke (2012): Die wirtschaftliche Bedeutung des Lübecker Hafens – Regionalökonomische Verflechtung und Wertschöpfungskette für Stadt und Region. Hg. v. UNICONSULT Universal Transport Consulting GmbH. [http://www.ihk-schleswig-holstein.de/linkableblob/2132970/3./data/Abschlussbericht\\_Luebeck-Hafenstudie\\_Oktober\\_2012-data.pdf](http://www.ihk-schleswig-holstein.de/linkableblob/2132970/3./data/Abschlussbericht_Luebeck-Hafenstudie_Oktober_2012-data.pdf) (Zugriff am 6. November 2012), S. 73.

# Fokusthema 4: Häfen und maritime Wirtschaft



1.45 > Schwergut-Verladung am Seelandkai in Lübeck

Mit zunehmendem Einsatz von Klimaanlage wie z. B. in Büroräumen und in Fahrerkabinen der Umschlaggeräte erhöht sich der Energieverbrauch. Gleiches gilt für die Kühlung verderblicher Waren. Hier erhöht sich zudem der logistische Aufwand für den schnellen Umschlag und Weitertransport solcher Waren. Auch wird sich die Anzahl von Kühlcontainern und Stromanschlusstellen erhöhen.

## Veränderung der Niederschlagsmuster (Abnehmende Niederschlagsmengen im Sommer, Zunehmende Niederschlagsmengen im Winter und Zunahme von Starkregenereignissen)

Eine Abnahme der Niederschlagsmengen im Sommer hätte positive Auswirkungen auf den Umschlag und die Lagerung von Papier, da Papier besonders empfindlich gegenüber Feuchtigkeit ist. Seine Eigenschaft, Feuchtigkeit aus dem Raum aufzunehmen, was zur Schimmelbildung führen kann und z. B. die Vermehrung der bereits auftretenden Papierlaus weiter begünstigt, hätte vor allem in den Wintermonaten bei einer Zunahme der Niederschlagsmengen negative Auswirkungen.

Da die Niederschlagsmengen auch zunehmend als Starkregeneigisse fallen sollen, werden kurzfristige Überlastungen der Drainageanlagen auftreten. Die Folgen wären vorübergehend überflutete Terminalflächen und Zufahrten, was zu Verspätungen im Be- und Entladeprozess führen würde. Der Ausbau der Entwässerungsanlagen muss im Fokus der Überlegungen zur Hafenplanung stehen, denn mit einem Anstieg der Niederschlagsmengen sind zukünftig deutliche Mehrbelastungen zu erwarten.



1.46 > Flächensanierung Skandinavienkai

## Anstieg des Meeresspiegels und Zunahme schwerer und sehr schwerer Sturmhochwasser

In Lübeck-Travemünde beträgt die Höhe der Kaianlagen derzeit rund 2,5 m über Normalnull (NN). Damit wären die Lübecker Häfen gegenwärtig gegen sehr schwere Sturmhochwasser, wie sie im vergangenen Jahrhundert mit einem Scheitelpunkt von 2,05 m (1954) bzw. 2,09 m (1904/05) über NN zweimal auftraten, ausreichend geschützt. Eine Wiederholung des in der südwestlichen Ostsee seit Beginn der Aufzeichnungen schwersten Sturmhochwassers (Lübeck-Travemünde 1872, 3,3 m über NN), welches als 200-jährliches Ereignis eingestuft ist, könnte durch den Meeresspiegelanstieg heutzutage mit einem maximalen Scheitelwasserstand von etwa 3,5 m über NN auflaufen und weite Teile der Terminalflächen überfluten.

Daher sollte bereits heute der Anstieg des Meeresspiegels in der Planung von eher langlebigen Infrastrukturen wie Kaimauern, Hochwasserschutzanlagen und Wellenbrechern berücksichtigt werden. Hochempfindliche Anlagen, wie die Elektronik und Stromversorgung und Öllagerstätten sind bereits gegen eine Überflutung geschützt. Ein Wassereintritt in den Papierlagern würde dagegen schwere finanzielle Verluste nach sich ziehen.



1.47 > Nordlandkai in Lübeck







# Fokusthema 5: Naturschutz und Nutzungen

In dem Fokusthema „Naturschutz und Nutzungen“ werden die Ergebnisse der umfangreichen am IfAÖ durchgeführten meeresbiologischen Untersuchungen mit politischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Aspekten in Verbindung gebracht. Im aktuellen Berichtszeitraum wurden die Untersuchungen zu den Folgen und Wechselwirkungen einer Ausweitung der Offshore-Windenergienutzung (als Klimaschutzmaßnahme) und des marinen Sand- und Kiesabbaus (für den Küstenschutz als Klimaanpassungsmaßnahme) weitergeführt und mit Experten diskutiert. Weiterhin wird im vorliegenden Bericht auf den Rückgang von Salzwiesen als natürliche und biologische Grenze zwischen Land und Meer eingegangen.

Im Berichtszeitraum beteiligte sich das IfAÖ an einer Reihe von Veranstaltungen mit dem Themenschwerpunkt „Energiewende, verbunden mit Offshore- Windkraft und Auswirkungen auf Naturschutz und Nutzungen in der Ostsee“. Eine eigene Fachveranstaltung zu diesem Thema wurde unter dem Titel „Quo vadis Mare Balticum – Wie viel Windkraft verträgt die Ostsee“ in Stralsund im Rahmen der RADOST-Tour (vgl. Seite 8) durchgeführt. Vor dem Hintergrund der Fortschreibung des Landesraumentwicklungsprogramms (LEP, 2005) trugen Vertreter der verschiedenen Nutzungs- und Naturschutzinteressen ihre Vorstellungen zu Lösungen und Kompromissen zur Optimierung der künftigen räumlichen Nutzung der Ostsee zusammen. Weitere Zusammenkünfte dieser Art werden dringlich empfohlen und sind auch im Rahmen von RADOST weiterhin vorgesehen.

Unter den Beiträgen zu externen Veranstaltungen ist besonders die Beteiligung des IfAÖ an zwei Tagungen in Polen zu Fragen der Offshore-Windenergienutzung zu nennen. Im Jahr 2012 wurden die ersten Genehmigungen zu Gebieten für Offshore-Windparkprojekte im polnischen Meeresgebiet erteilt. Es wurden bereits erste Genehmigungsverfahren zu umweltrelevanten Entscheidungen für diese Art von Projekten eingeleitet. In den folgenden Monaten werden erste Meeresumweltprogramme zur Bewertung von Umwelteinflüssen durch Offshore Windparks, die innerhalb der polnischen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) geplant sind, erwartet. In diesem Zusammenhang beteiligte sich das IfAÖ vom 2. bis 3. August 2012 an dem „Workshop concerning the marine environmental research for the purpose of the environmental impact assessment procedure for offshore wind farms“ in Danzig, der als Teil des Nationalen Programms zur Entwicklung von Offshore-Windenergie durchgeführt wurde. Mitarbeiter des IfAÖ stellten hier die bisherigen Erfahrungen aus Offshore-Windparkprojekten in deutschen Meeresgebieten dar.

## Ansprechpartner:

Timothy Coppack  
E-Mail: coppack@ifaoe.de

Claudia Möller  
E-Mail: moeller@ifaoe.de

Institut für Angewandte Ökosystemforschung,  
Neu Broderstorf (IfAÖ)

Auch auf der Konferenz „Offshore-Windenergie – Perspektiven für die deutsch-polnische Zusammenarbeit“ am 12. September 2012 in Sopot präsentierte das IfAÖ zahlreiche Ergebnisse zur ökologischen Begleitung von Genehmigungsverfahren für Offshore-Windparks in der Ostsee.

Eine weitere Gelegenheit, aktuelle Erkenntnisse zu dem Thema zu präsentieren, bot der 31. Deutsche Naturschutztag (DNT), der am 21. September 2012 mit dem Schwerpunkt „Neue Energien – neue Herausforderungen: Naturschutz in Zeiten der Energiewende“ in Erfurt stattfand. Das IfAÖ beteiligte sich an dieser Veranstaltung mit einem Beitrag „Auswirkungen von Offshore-Windparks und Seekabelanbindungen für die Meeresnatur: Konzepte für Vermeidung und Kompensation – Anforderungen an die Planung“. Im Ergebnis der Tagung bekundeten die Beteiligten ihre Unterstützung für die Energiewende, betonten aber gleichzeitig, dass die Energiewende nur erfolgreich umgesetzt werden könne, wenn die weitreichenden Folgen für Natur und Landschaft angemessen berücksichtigt werden. Bedingungen dafür werden in einem detaillierten Forderungskatalog genannt.<sup>23</sup>

Aktuelle Informationen zu Aktivitäten und Arbeiten des IfAÖ sowie Rechercheergebnisse als Hilfestellungen für die eigenen Arbeiten/ Berichte werden kontinuierlich in ein **RADOST-Wikipedia** eingearbeitet. Die Gestaltung dieser Seiten wird kontinuierlich fortgesetzt, damit die Qualität weiter verbessert wird und wichtige Informationen gesichert und gebündelt, sowie für interne Zwecke genutzt werden können. Unter <http://hs225104.lx-server.de/mediawiki/index.php/RADOST-IfAÖ> stehen die Informationen öffentlich zur Verfügung, um Interessierte zu informieren und im Gegenzug auch Feedback zur Verbesserung und Ergänzung dieser Seiten zu erhalten.

23) „Erfurter Positionen“ des DNT 2012: [www.deutscher-naturschutztag.de/tagungsveroeffentlichungen/forderungen-dnt-2012.html](http://www.deutscher-naturschutztag.de/tagungsveroeffentlichungen/forderungen-dnt-2012.html)

## Natürliche Salzrasen in Mecklenburg-Vorpommern: Verbreitung, Soziologie und Gefährdung

Allgemein wird davon ausgegangen, dass in Mecklenburg-Vorpommern auf Grund des geringen Salzgehaltes im Ostseewasser die Bildung von Salzwiesen bzw. Salzgrünland nur unter der Einwirkung von Weidevieh auf torfigen Böden stattfinden kann.

Natürliche Bildungen, die der Definition des Salzgrünlandes entsprechen, sind nur sehr kleinflächig an Orten mit speziellen Standorteigenschaften möglich. Hierzu zählen die Lee-Seiten der Neulandbildungen an Sandhaken, die Blockstrände unterhalb von Moränenkliffs, die Strömungsleelagen (auf der windabgewandten Seite liegend) von weit ins Land hinein zurückverlagerten Buchten sowie die Bereiche hinter Ufermauern und Spundwänden. Diese Vorkommen sind nicht auf die westlichen, mesohalinen Bereiche (Bereiche mit mittlerem Salzgehalt) der Küstengewässer (Wismarbuch) beschränkt. Auch im Bereich der Unterwarnow, im Anlandungsbereich der Halbinsel Zingst und an der Nordseite der Insel Rügen treten natürliche Salzgrünländer mit Flächengrößen zwischen wenigen Quadratmetern und maximal rund 1 ha Ausdehnung auf.

In den Jahren 2008 bis 2012 fanden zur Ermittlung des Natürlichkeitsgrades und der inneren Struktur der Salzgrünländer in vier Gebieten umfassende Vegetationserhebungen sowie Höhenvermessungen statt. Bei den untersuchten Küstenabschnitten handelt es sich um die Blockstände der Halbinsel Wittow, die Neulandbildungen auf der Vogelschutzinsel Langenwerder, die Bereiche mit Strömungsberuhigung im leeseitigen Abströmungsfeld des sogenannten „Kartoffelanlegers“ in Wohlenberg (westlich Wismar) sowie eine Spontanansiedlung auf einer Ufersicherung im Unterwarnow-Breitling-Gebiet der Hansestadt Rostock.

Im Vergleich zu den anthropo-zoogenen (durch Menschen und Tiere beeinflussten) Salzrasen der Boddenküste ist bei den natürlichen Bildungen ein „Herabrutschen“ der Pflanzengesellschaften im Höhengradienten sowie eine fehlende Ausbildung von Prielen festzustellen. Die Zonierung der halophilen (salzliebenden) Pflanzengesellschaften ist trotzdem klar erkennbar und in den Gebieten mit einem Gleichgewicht aus Anlandung und Abtrag vergleichbar. In den nur episodisch mit Salzwasser in Kontakt kommenden Bereichen wird schnell ein homogenes Stadium erreicht, welches über längere Zeiträume stabil ist. Die Artenzusammensetzung der untersuchten Teilflächen variiert stark, wobei im Gesamtkontext alle wertgebenden Gefäßpflanzenarten der Salzwiesen auftreten.

Unter nutzungsbedingten Einflüssen und Trittbelastung ist eine Verschiebung der Pflanzengemeinschaft zu einer artenarmen Salzwiese zu verzeichnen. Weiterhin ist eine Einwanderung von gebietsfremden Arten zu beobachten. Besonders der durch Touristen verursachte Trittschaden in der Vegetationsdecke ist eine der wesentlichen Störungsgrößen. Eine Ermittlung der Wirkungsmechanismen des Tritts auf die Vegetation im Zusammenhang mit dem zu erwartenden Meeresspiegelanstieg ist für die nächsten zwei Jahre vorgesehen. Weiterhin ist denkbar, mit Hilfe vorhandener Modelle, die die Entwicklung abiotischer Parameter im Klimawandel abbilden, alternative Standorte für Salzwiesenarten herauszuarbeiten, an denen zu erwarten ist, dass aufgrund des Meeresspiegelanstiegs geeignete Standortbedingungen für diese Arten entstehen. Diese Standorte könnten bereits im Vorfeld vor anthropogenen Beeinträchtigungen geschützt werden.



1.48 > Natürlicher Salzrasen auf der Halbinsel Wittow (Rügen)



1.49 > Starke Trittschäden in der Vegetationsdecke von Salzrasen (Halbinsel Wittow, Rügen)



## Meeresnaturschutz vor dem Hintergrund von Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen

Im RADOST-Projektgebiet zwischen Oderästuar und Kieler Bucht begegnet man dem Klimawandel zum einen mit **Klimaanpassungsmaßnahmen**, insbesondere Küstenschutzmaßnahmen, um den Verlust des Festlandes aufzuhalten. Zum anderen sollen **Klimaschutzmaßnahmen** wie der Ausbau regenerativer Energiequellen der globalen Erwärmung entgegenwirken. Beides kann jedoch mit den Zielen des Naturschutzes in Konkurrenz stehen.

### Rechtliche Stellung des Naturschutzes im marinen Bereich

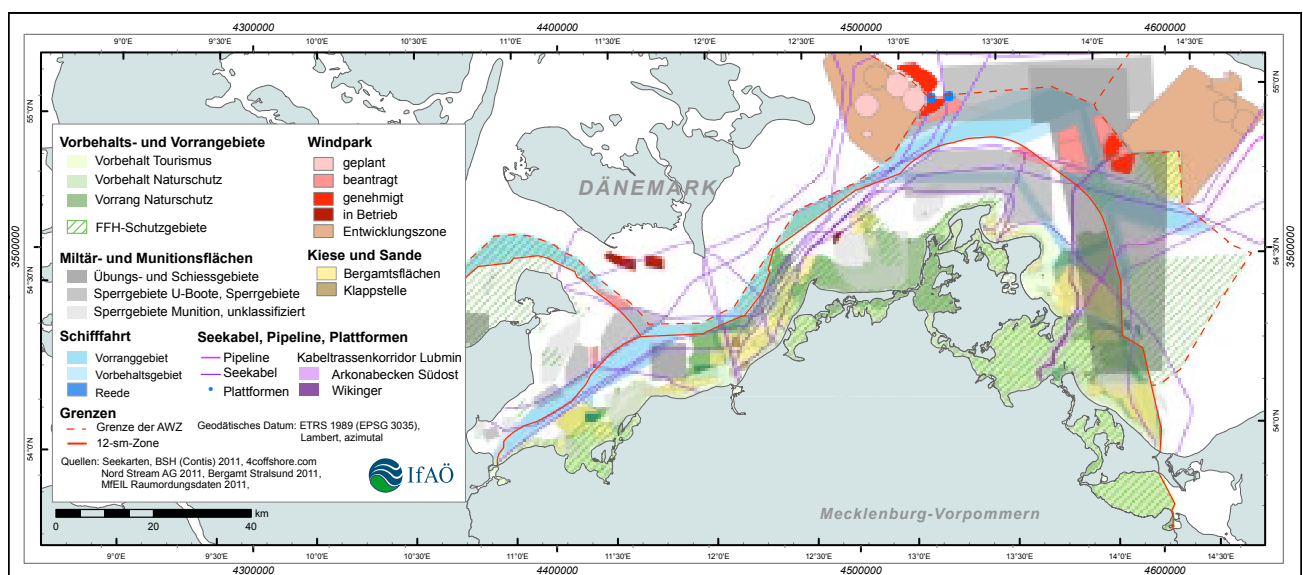
Bis zu 12 Seemeilen von der Basislinie, also auf deutschem Hoheitsgebiet, gilt für die Schutzgebiete in der Ostsee<sup>24</sup> deutsches Recht in Form des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG). Ergänzend gelten die Landesnaturschutzgesetze der jeweiligen Küstenbundesländer. Seit 1. 3. 2010 erstreckt sich das BNatSchG auch weitgehend auf die deutsche Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ), mit Ausnahme von Vorschriften über die Landschaftsplanung. Offshore-Windpark-Vorhaben, die bis 1. 1. 2017 genehmigt worden sind, werden von der allgemeinen Eingriffsregelung ausgenommen (vgl. § 56 BNatSchG).

Die Anforderungen an marine Vorhaben sind gestiegen. Dies gilt insbesondere mit Blick auf die Anforderungen des gesetzlichen Biotopschutzes sowie die allgemeine Eingriffsregelung an der

1. 1. 2017. Für die Erteilung von naturschutzrechtlichen Ausnahmen und Befreiungen ist das Bundesamt für Naturschutz (BfN) zuständig. Sofern die Genehmigung oder Befreiung durch das BfN nicht erteilt wird, kann, trotz der Genehmigung durch das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) gemäß Seeanlagenverordnung, das Vorhaben nicht realisiert werden.<sup>25</sup> Jedoch garantieren diese Festlegungen und das novellierte BNatSchG kein endgültiges Verbot von Offshore-Windpark-Vorhaben. Gemäß § 30 Abs. 3 BNatSchG „Gesetzlich geschützte Biotope“ (seit 2010 zählen auch marine Biotoptypen dazu) kann auf Antrag von den Verboten des Absatzes 2 (Verbot von Handlungen, die erhebliche Beeinträchtigungen der Biotope bewirken) eine Ausnahme zugelassen werden, wenn die Beeinträchtigungen ausgeglichen werden können.

### Sand- und Kiesabbau für den Küstenschutz

Um die Stabilität von Küstenschutzanlagen an den Küsten Mecklenburg-Vorpommerns zu gewährleisten, werden jährlich etwa 500.000 m<sup>26</sup> Sand benötigt.<sup>27</sup> Falls der Bedarf an Grob- und Mittelsanden steigen sollte, sind umfangreiche Vorkommen in der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) für eine Nutzung von Interesse. Entlang der Küste befinden sich zahlreiche Flächen, die für den Küstenschutz als sogenannte Vorrang-



1.50 > Überlagerungen von Naturschutzflächen und marinen Nutzungen (Zusammenstellung: IFAÖ 2012)

24) Informationen aus dem Landwirtschafts- und Umweltatlas des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein und dem Umweltportal des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern.  
 25) von Daniels, G. & Uibelaisen, M. (2011): Neues Genehmigungsregime für Offshore-Windparks. Freshfields Bruckhaus Dehringer. Zeitschrift für Neues EnergieRecht, Heft 6, S. 602-608. [www.freshfields.com/uploadedFiles/SiteWide/Knowledge/Offshore\\_Windkraft\\_32086.pdf](http://www.freshfields.com/uploadedFiles/SiteWide/Knowledge/Offshore_Windkraft_32086.pdf).  
 26) Müncheberg, R.; Gosselck, F.; Coppack, T. & Weidauer, A. (2012): Klimawandel an der Ostseeküste: Interessenskonflikte zwischen Natur- und Küstenschutz bei der Gewinnung mariner Sande. In: Mahammadzadeh, M. & Chrischilles, E. (Hrsg.): Klimawandel als Herausforderung für die Regional- und Stadtplanung. Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Köln 2012, ISBN: 978-3-9815121-1-3, S. 109-117.  
 27) Sommer, R. / dapd (2012): Küstenschutz verlangt immer mehr Kies aus der Ostsee. 20. 4. 2012. [www.submission.de/redaktionelles/2012-04-20/Kuestenschutz-verlangt-immer-mehr-Kies-aus-der-Ostsee.html](http://www.submission.de/redaktionelles/2012-04-20/Kuestenschutz-verlangt-immer-mehr-Kies-aus-der-Ostsee.html)

und Vorbehaltsgebiete in der marinen Raumordnung festgelegt wurden (Abbildung 1.50). Derzeit wird Kies aus 15 Meeresgebieten gewonnen. Weitere 31 Betriebspläne wurden bewilligt und mindestens 9 Anträge befinden sich in Prüfung.<sup>5</sup>

Die Kehrseite der Entnahme von Sand oder Kies aus dem Meer, ob für bauliche Zwecke oder für den Küstenschutz, ist eine zumindest temporäre Störung, die bis zum Verlust von Meereshabitaten und den damit assoziierten Meeresorganismen (z. B. Ringelwürmer, Weichtiere, Krebstiere, Stachelhäuter, bodenbewohnende Fische) führen.<sup>28</sup> Langfristig kann sich dies auch auf weitere Organismengruppen (Fische, Seevögel) ökosystemisch auswirken. Für Meeressäuger (Schweinswale, Kegel- und Hundsrobber) und Seevögel wird der Abbau zumindest temporäre Auswirkungen haben (u. a. Vertreibung, Hörschäden durch Lärm, Desorientierung).

## Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung von Beeinträchtigungen

Der Abbau von marinen Sanden ist auf Grund der Gesetzeslage genehmigungspflichtig und muss langfristig geplant werden. Zudem ist das Bundesamt für Naturschutz (BfN) seit der Novellierung des BNatSchG 2010 die zuständige Naturschutzbehörde mit Benehmensbehördenstatus und hat damit die Befugnis, Vorhabengenehmigungen zu beurteilen.

Folgende Maßnahmen zur Vermeidung von Gefährdungen durch den Abbau von Sand bzw. Kies aus dem Meer wurden formuliert:<sup>29</sup>

- Vermeidung von Substratwechseln bei Eingriffen in den Meeresboden: Abgrabungen von Sand müssen mindestens 0,5 m oberhalb von Substratwechseln enden
- Vermeidung der Entstehung von Schlickfallen
- Vermeidung der Baggerung in Schlickschichten
- Wirksamer Schutz vor Trübungsfahnen
- Maximal 0,5 m tiefe, streifenförmige Baggerung mit Zwischenräumen, Erhaltung von mindestens 25 % des beantragten Abbaugbietes zur Ermöglichung späterer Wiederbesiedlung
- Rücksichtnahme auf Vögel und Robben (Rast-, Nahrungsgebiete) u. a. durch Lärmschutz entsprechend dem Stand der Technik und Abschaltzeiten
- Rückgabe größerer Steine in die Nähe des Entnahmeortes
- Begrenzung von Nähr- und Schadstoffen

Ergänzend zu diesen Maßnahmen hat das StALU MM gefordert, in abgeschürften Gebieten mindestens 15 Jahre keinen weitere-

ren Kiesabbau stattfinden zu lassen.<sup>30</sup> Dies entspricht dem näherungsweise geschätzten Zeitraum für die benötigte Regeneration der genutzten Gebiete. Weiterhin wurde empfohlen, vor der sich dynamisch verändernden Darß-Küste eine künstliche Sedimentfalle anzulegen und künftig auch geeignete Materialien aus Fahrwasservertiefungen für den Küstenschutz zu nutzen.<sup>31</sup>

## Maßnahmenumsetzung und -effektivität

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen kritisiert in seinem Gutachten 2012 die derzeit gültigen Verfahren für die Bewilligung des Abbaus mariner Ressourcen. Da die Entscheidung über die Bewilligung oder Ablehnung eines Vorhabens bei der Antragsbehörde liege (im hier betrachteten Fall dem Bergamt Stralsund) und diese nicht an die Stellungnahme des BfN als Benehmensbehörde gebunden sei, sei auch nicht gewährleistet, dass Naturschutzbelange Vorrang erlangen.<sup>32</sup> Zwar wurde in der Ostsee bereits ein Vorhaben versagt, weil es im Vogelschutzgebiet „Pommersche Bucht“ lag und den größten Teil des FFH-Vorschlaggebietes „Adlergrund“ eingeschlossen hätte. Jedoch wurden in der Nordsee Vorhaben genehmigt, obwohl sie vollständig oder größtenteils in FFH-Gebieten liegen. Die Anträge wurden parallel zur Ausweisung der FFH- und Vogelschutzgebiete gestellt und erteilt, obgleich die potenziellen NATURA 2000-Gebiete bereits einen Schutzstatus hatten.<sup>33</sup> „Darüber hinaus mangelt es sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene an hinreichender Transparenz über die Verfahren. Offensichtlich stellt das Bundesberggesetz zudem kein geeignetes rechtliches Konfliktlösungsprogramm bereit und sollte deshalb geändert werden“.<sup>34</sup>

## Auswirkungen der Sand- und Kiesentnahme auf weitere Nutzungen

Die Folgenutzung von Sand- und Kiesabbauflächen ist für weitere Nutzungsformen erst dann wieder möglich, wenn die Abbauflächen wiederhergestellt bzw. regeneriert sind. Wie oben bereits erwähnt, beträgt der Zeitraum für die Regeneration abgeschürfter Gebiete mindestens 15 Jahre. Die Nutzungen durch Schifffahrt und Militär sowie Offshore-Windkraft werden demzufolge zwar für begrenzte Zeit, aber in nicht unerheblichem Maße beeinträchtigt, da während des Rohstoffabbaus u. U. militärische Übungen verschoben werden müssen und Umleitungen von Schiffsrouten erforderlich werden können. Die Sand- und Kiesentnahme kann zudem zu einem Verlust von Fischnahrungsgebieten führen, denn mit der Entnahme von Sand und Kies und der damit einhergehenden Zerstörung von Habitaten gehen Nahrungsgrundlagen für Fische verloren.

28) Müncheberg et al. 2012, a.a.O.

29) Weigelt, M. (2012): Naturschutzrechtliche Behandlung von Eingriffen im Küstenmeer von M-V – ein Beitrag zum Maßnahmenprogramm der MSRL. 17. Gewässersymposium, Güstrow, 13. 9. 2012. [www.lung.mv-regierung.de/dateien/11\\_weigelt\\_eingriffsregelung.pdf](http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/11_weigelt_eingriffsregelung.pdf)

30) Sommer / dapd 2012, a.a.O.

31) Ebd.

32) SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2012): Umweltgutachten 2012. Verantwortung in einer begrenzten Welt. Berlin: Erich Schmidt Verlag, Juni 2012, S. 290.

33) Ebd., S. 290.

34) Ebd., S. 291.

# Fokusthema 5: Naturschutz und Nutzungen

## Ökologische Auswirkungen der Offshore- Windkraft

Die Auswirkungen von Offshore-Windparks auf die Meeresnatur und -umwelt sind nach wie vor Gegenstand intensiver Forschung. Erste Ergebnisse bau- und betriebsbegleitender Untersuchungen zu den ökologischen Auswirkungen an dänischen und schwedischen Offshore-Windparks bestätigten bei Schweinswalen weiträumig baubedingte Scheuchwirkungen und Verhaltensänderungen, auch nach Inbetriebnahme eines Anlagenkomplexes wurden sie nur in geringerer Anzahl wieder innerhalb des bebauten Gebietes gesichtet. Seevögel zeigten sehr unterschiedliche Reaktionen auf Offshore-Windparks. Bis Vogelschlagereignisse an Windturbinen in Nächten mit intensivem Vogelzug direkt gemessen werden können, bedarf es noch der Entwicklung spezieller Methoden.<sup>35</sup> Weitgehend unerforscht sind die Wirkungen von betriebsbedingtem Unterwasserschall auf Meeressäugetiere. Schließlich erhöhen Windparks die Unfallgefahr mit Schiffen. Havarien könnten, zum Beispiel durch Austreten von Öl oder Chemikalien, sehr große Bereiche der Meere und Küsten gefährden.<sup>36</sup>

## Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung von Beeinträchtigungen

Bisher wurden Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung von Beeinträchtigungen durch Offshore-Windparks erarbeitet, die von den Windparkbetreibern beim Bau ihrer Anlagen als behördliche Auflage berücksichtigt werden müssen.<sup>37</sup> Es fehlen jedoch noch Kenntnisse, vor allem zu betriebsbedingten Beeinträchtigungen des Vogelzugs und des Fledermauszugs über Nord- und Ostsee. Erste Erkenntnisse werden derzeit durch das standardisierte bau- und betriebsbegleitende Monitoring sowie an den Forschungsplattformen in der Nord- und Ostsee (FINO 1, 2 und 3) erworben. Aufgrund der unzureichenden Erkenntnisse können konkrete Meidungs- und Minderungsmaßnahmen derzeit nur vorbehaltlich formuliert werden. Von den im deutschen Zuständigkeitsgebiet liegenden Windparks ausgehende, nicht vermeidbare Eingriffe in die Schutzgüter müssen gemäß § 15 Bundesnaturschutzgesetz kompensiert werden (Ausgleich, Ersatz, Zahlung eines Ersatzgeldes).

## Maßnahmenumsetzung und Effektivität

Da bisher nur wenige der zahlreichen geplanten Offshore-Windparks in Betrieb genommen werden konnten, ist die Effektivität vieler Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung angenommener Beeinträchtigungen durch diese Vorhaben derzeit nicht sicher oder vollständig prüfbar. Die Entwicklung neuer Erfassungsmethoden und die Validierung der ökologischen Auswirkungen und potentiellen Minderungsmaßnahmen erfolgt im Rahmen von Forschungsprojekten an den Forschungsplattformen FINO 1 bis 3 in der deutschen AWZ.

Die Effektivität von Schutzmaßnahmen im Hinblick auf Schallminderung kann allerdings, anders als die Effekte von Schutzmaßnahmen für Vogelzug, bereits im Vorfeld experimentell getestet werden. Die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Schallminimierung sind in einer Übersicht des Bundesamtes für Naturschutz zusammengestellt.<sup>38</sup>

## Auswirkungen der Offshore-Windenergie auf weitere Nutzungen

Neben den Auswirkungen auf den Naturschutz bestehen potentielle Konflikte mit weiteren marinen Nutzungsformen, die nach der Errichtung von Offshore-Windparks langfristig ausgesetzt werden müssen. Dies betrifft vor allem den Sand- und Kiesabbau, die Fischerei und die militärische Nutzung.

## Fazit

Küstenschutz und der intensive Ausbau regenerativer Energien gelten weithin als dringlich zu verfolgende Maßnahmen, um der globalen Erwärmung bzw. ihren Folgen entgegenzuwirken. Der vorliegende Beitrag zeigt jedoch, dass von diesen Schutzmaßnahmen selbst teilweise ernstzunehmende Beeinträchtigungen der Umwelt ausgehen. Neben der Verdrängung von traditionellen Wirtschaftsformen durch die marinen Abbauflächen für den Küstenschutz mit langer Regenerationsdauer und durch die Schaffung von Sperrgebieten durch Offshore-Windparks wird auch das Ökosystem der Ostsee, infolge des Verlusts von marinen Habitaten und somit der Verdrängung von Arten und Artengemeinschaften, potentiell gestört. Die bisherige Bewilligungspraxis erweckt den Eindruck, dass die aus den Maßnahmen folgenden ökologischen wie ökonomischen Beeinträchtigungen teilweise bewusst in Kauf genommen werden.

Um eine Balance zwischen den unterschiedlichen Schutz- und Nutzungsansprüchen zu erreichen und das Eintreten von Worst-Case-Szenarien zu verhindern, ist der offene Dialog, wie er unter anderem im RADOST-Projekt geführt wird, unbedingt fortzusetzen. Das derzeit fortzuschreibende Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern bietet sich als Rahmen für erste Schritte in diese Richtung an. In der verbleibenden RADOST-Projektlaufzeit besteht Gelegenheit, weitere Aktivitäten durchzuführen oder zu initiieren, um die politischen wie wirtschaftlichen Entscheidungen über räumliche Planungen und Entwicklungen wissenschaftlich fundiert mitzugestalten und dabei mögliche klimatische Veränderungen einzubeziehen.

<sup>35</sup> Siehe hierzu die Ausführungen unter Modul 2, „Ökologie und biologische Vielfalt“, Seite 69 ff.

<sup>36</sup> Vgl. die Informationen des BfN zu Nutzungen und Gefährdungen des Meeres, [www.bfn.de/habitatmare/de/nutzungen-gefaehrungen.php](http://www.bfn.de/habitatmare/de/nutzungen-gefaehrungen.php)

<sup>37</sup> IfAO 2012, unveröffentlicht

<sup>38</sup> BfN (2011): Studie von Koschinski, Sven & Lüdemann, Karin (2011): Stand der Entwicklung schallminimierender Maßnahmen beim Bau von Offshore-Windenergieanlagen. Studie im Auftrag vom Bundesamt für Naturschutz (BfN), Juli 2011.





## Ansprechpartnerin:

Cindy Dengler  
E-Mail: C.Dengler@gicon.de

GICON – Großmann Ingenieur Consult GmbH –  
Niederlassung Rostock

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 und dritten Projektjahr erfolgte auf der Grundlage der bis dahin gewonnenen Erkenntnisse die genauere Analyse und Prognose der Potenziale und Perspektiven geothermischer Energienutzungen und der Photovoltaik an der deutschen Ostseeküste unter dem Einfluss des Klimawandels. Im aktuellen Zeitraum stand die Betrachtung der Windenergie im Vordergrund. Weiterhin bilden aktive Netzwerkbildung und die Vorstellung von Projektergebnissen bei Veranstaltungen einen wichtigen Bestandteil der Arbeiten im Fokusthema.

## Betrachtung der Potenziale und Perspektiven der Windenergie an der deutschen Ostseeküste unter dem Einfluss des Klimawandels

Die Nennleistung moderner Windenergieanlagen liegt bei durchschnittlich 2–3 MW. Besonders leistungsstarke Anlagen erbringen sogar 5–6 MW. Als Nennleistung wird die unter optimalen Betriebsbedingungen technisch maximal mögliche Leistung einer Windenergieanlage bezeichnet. Unter optimalen Betriebsbedingungen versteht man zum einen das Vorhandensein eines hohen natürlichen Windangebots und zum anderen die Abwesenheit von Störfaktoren, die einem reibungslosen Betrieb entgegenwirken.

### Natürliches Potenzial: Parameter mittlere Windgeschwindigkeit, Geländerauigkeit, Luftdichte

Moderne Windenergieanlagen wandeln die kinetische Energie des Windes mit Hilfe von Generatoren in elektrische Energie um. Dabei gilt: Je stärker und konstanter der Wind weht, des-

to mehr Strom kann durch eine Windenergieanlage erzeugt werden. Die besten Windnutzungsbedingungen herrschen auf dem Meer (offshore). Über der nahezu ebenen Wasseroberfläche können die Winde ungebremst maximale Geschwindigkeiten entwickeln und über längere Zeitabschnitte konstant halten. Die durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten über dem Meer sind folglich höher als die über Land. An Land (onshore) hängt die Windgeschwindigkeit stark von der Oberflächenbeschaffenheit bzw. der Rauigkeit des Geländes ab. Je stärker die Bodenrauigkeit ausgeprägt ist, desto stärker wird der Wind abgebremst. Durch in die Höhe ragende Hindernisse (Bäume, Häuser, etc.) erreicht die Windgeschwindigkeit nur langsam höhere Werte. Zudem erzeugen die Hindernisse Turbulenzen, die ungünstig auf die Windenergieanlagen einwirken können.

Aufgrund von langjährigen Messungen auf der Forschungsplattform FINO 2 können die auf der Ostsee vorherrschenden mittleren Windgeschwindigkeiten mit 10 m/s angenommen werden. An küstennahen Standorten in Mecklenburg-Vorpommern herrschen durchschnittliche Windgeschwindigkeiten von 7 m/s und an Binnenstandorten ca. 5 m/s. Ob der Klimawandel einen Einfluss auf die mittleren Windgeschwindigkeiten nimmt, war bisher relativ unklar. Seit Aufzeichnung der Wetterdaten sind für die Windverhältnisse in Deutschlands Küstenregionen keine systematischen Veränderungen zu erkennen. Trotzdem ist es laut neueren Klimaberechnungen (vgl. Norddeutscher Klimaatlas, Seite 57) möglich, dass die Windgeschwindigkeit in der Ostseeregion im Jahresmittel bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071–2100) im Vergleich zu heute (1961–1990) um ein bis vier Prozent zunimmt. Vor allem im Winter können die durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten um bis zu 15 % sowie die Sturmstärken bis zu 14 % zunehmen. Für die Anzahl der Sturmtage ist eine Zunahme um zwei bis fünf Tage hauptsächlich in den Herbst- und Wintermonaten sehr wahrscheinlich. Auch für den Offshore-Bereich wurde eine potenzielle Zunahme der mittleren Windgeschwindigkeiten um drei bis fünf Prozent ermittelt. Bei extremen Windgeschwindigkeiten ist mit einer Zunahme von weniger als 5 % zum Ende des Jahrhunderts zu rechnen.

Eine Zunahme der mittleren Windgeschwindigkeiten trägt zur Steigerung des natürlichen Potenzials der Windenergie bei. Vor allem, wenn sich die Windgeschwindigkeiten im Bereich der sogenannten Nenngeschwindigkeit der Windenergieanlagen (11–15 m/s) befinden, können diese effizient ihre Nennleistung erbringen. Ab Windgeschwindigkeiten von 25 m/s schalten sich Windenergieanlagen ab, um Schäden durch zu hohe Belastungen zu vermeiden. Durch zukünftig häufigere und stärkere Stürme vor allem in den Herbst- und Wintermonaten könnte es zu vermehrten Abschaltungen kommen. Einer potenziellen Zunahme der mittleren Windgeschwindigkeiten und damit des natürlichen Potenzials der Windenergie steht die Lufterwärmung durch den Klimawandel entgegen. Mit steigenden Temperaturen nimmt die Luftdichte ab. Dadurch erbringt eine Windenergieanlage bei gleicher Windgeschwindigkeit weniger Leistung. Allgemein gilt, dass eine Windenergieanlage bei gleicher Windgeschwindigkeit und  $-10\text{ °C}$  Lufttemperatur ca. 11 % mehr Leistung erbringt als bei  $+20\text{ °C}$ .

**Eine Veränderung des natürlichen Potenzials der Windenergie ist nicht eindeutig zu erkennen. Auf der einen**

**Seite trägt eine potenzielle Zunahme der mittleren Windgeschwindigkeiten zur Steigerung des natürlichen Potenzials der Windenergie bei. Andererseits wird das natürliche Potenzial der Windenergie durch die abnehmende Luftdichte infolge des Lufttemperaturanstiegs beeinträchtigt.**

### Technisches Potenzial: Entwicklung von Störfaktoren

Störfaktoren, die dem reibungslosen Betrieb von Windenergieanlagen entgegenwirken, resultieren zum großen Teil aus besonderen Witterungsverhältnissen und anderen Umweltbedingungen wie starken Temperaturschwankungen, starken Windbelastungen (Stürme, Turbulenzen, Böen etc.), Eis und Frost, UV-Strahlung, Salzwasser, Wellengang und Strömung. Solche teils extremen Witterungsverhältnisse erhöhen das Risiko für vorzeitige Verschleißerscheinungen an den Windenergieanlagen bzw. an einzelnen Anlagenteilen, so dass es zu einer verminderten Leistungsfähigkeit bis hin zum (zeitweisen) Ausfall einer Windenergieanlage kommen kann. Die Betriebsdauer, welche bei modernen Windenergieanlagen mit mindestens 20 Jahren angenommen wird, kann ebenfalls infolge hoher witterungsbedingter Belastung reduziert werden.



1.51 > Windenergie an Land



# Fokusthema 6: Erneuerbare Energien

Mit dem Klimawandel kann es zu Veränderungen der genannten Witterungsbedingungen kommen. So ergaben Klimaberechnungen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts (2071–2100) im Vergleich zu heute (1961–1990) einen Rückgang der Frosttage um durchschnittlich 34 Tage und der Eistage um durchschnittlich 15 Tage im Jahr. Dies bedeutet eine Verbesserung der Betriebsbedingungen für Windenergieanlagen. Andererseits werden jedoch für denselben Zeitraum häufigere Extremwetterereignisse sowie Sturmtage erwartet. Zur Vermeidung von Schäden werden Windenergieanlagen bereits ab Windgeschwindigkeiten größer 15 m/s gedrosselt und ab ca. 25 m/s abgeschaltet. Im günstigsten Fall ist also mit verminderten Energieerträgen zu rechnen. Im Extremfall können Windenergieanlagen durch starke Stürme, Hagel- oder Blitzeinschlag beschädigt werden.

Im Offshore-Bereich (westliche Ostsee) ergaben neuere Forschungen, unter anderem im Rahmen des RADOST-Projektes (vgl. Modul 2, Seite 55 ff.) folgende möglichen Veränderungen der Umweltbedingungen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts im Vergleich zu heute:

- sinkender Salzgehalt der Ostsee
- steigende Temperaturen der oberflächennahen Wasserschichten um 1,8–2,8 °C
- Anstieg der mittleren Windgeschwindigkeiten um bis zu 5 %
- Zunahme von Starkwindereignissen um bis zu 5 %
- Zunahme extremer Wellenhöhen um bis zu 0,5 m
- Abnahme der Strömungsgeschwindigkeiten um bis zu 3 cm/s

Aufgrund der Zunahme der Windgeschwindigkeiten, Starkwindereignisse sowie der extremen Wellenhöhen ist mit einer erhöhten mechanischen Belastung der Windenergieanlagen und dadurch mit einem erhöhten Schadenspotenzial zu rechnen. Steigende Wassertemperaturen in Verbindung mit geringeren Strömungsgeschwindigkeiten bieten gute Voraussetzungen für einen vermehrten Bewuchs an den unter Wasser befindlichen Bauteilen einer Offshore-Windenergieanlage. Starker Bewuchs birgt das Risiko einer biologisch induzierten Korrosion. Dagegen verringert sich mit abnehmendem Salzgehalt des Ostseewassers das Risiko der elektrochemischen Korrosion, was insbesondere die Bauteile im Übergangsbereich von Wasser zu Luft betrifft.

Insgesamt verstärken die für den Offshore-Bereich prognostizierten Umweltveränderungen vorwiegend das Schadenspotenzial für die Windenergieanlagen und beeinträchtigen dadurch das technische Potenzial der Offshore-Windenergienutzung. Im Onshore-Bereich gibt es

positive Entwicklungen wie z. B. weniger Frosttage, aber auch beeinträchtigende Umweltveränderungen wie z. B. häufigere Extremwetterereignisse.

## Technisches Potenzial: Rechtliche Parameter

Zu den Faktoren, die das technische Potenzial der Windenergienutzung beeinflussen, gehört auch die Gesetzgebung, die die planerischen wie zulassungsrechtlichen Voraussetzungen für die Windenergienutzung regelt. Aus technischer Sicht können Windenergieanlagen an jedem Standort erbaut werden, der die notwendige Tragfähigkeit bietet. Um jedoch sensible Naturräume, vor allem wegen ihrer Bedeutung für den Naturschutz und für die Tourismuswirtschaft eines Landes, zu schützen, wurde vom Gesetzgeber eine raumordnerische Steuerung der Windenergienutzung vorgeschrieben. Im Ergebnis der raumplanerischen Steuerung steht die Ausweisung von Eignungsgebieten, die anhand verschiedener Kriterien mithilfe von Ausschlussverfahren ermittelt werden. Diese Kriterien resultieren zum einen aus energiepolitisch motivierten Entscheidungen und zum anderen aus Entscheidungen, die zum Schutz von Flora, Fauna und Landschaftsbild getroffen wurden (vgl. auch die Ausführungen in Fokusthema 5).



1.52 > Offshore-Windenergie

Der Klimawandel kann sich auf die planerischen und zulassungsrechtlichen Voraussetzungen der Windenergienutzung nur indirekt auswirken. Zum einen können die negativen Folgen des Klimawandels den Leidensdruck der Bevölkerung so weit erhöhen, dass sie bereit ist, den Klimaschutz über Ziele wie den Schutz des Landschaftsbildes zu stellen und die Gesetzgebung zugunsten der Windenergienutzung zu verändern. Die Entscheidung einiger Bundesländer, Windenergienutzung nun auch in Wäldern zuzulassen, unterstützt diese These. Weiterhin ist es möglich, dass sich Verbreitungsgebiete geschützter bzw. durch Windenergieanlagen gefährdeter Tierarten verschieben und so die für diese Arten ursprünglich eingerichteten Schutzgebiete für die Windenergienutzung freigegeben werden könnten.

## Wirtschaftliches Potenzial

Letztendlich ist die Investition in die Nutzung der Windenergie auch immer eine Frage der Wirtschaftlichkeit. Wirtschaftlich ist eine Windenergieanlage, die genug Ertrag leistet, um damit die Kosten zu decken und darüber hinaus Gewinn erzielt. Voraussetzungen für die hohe Energieerträge sind einen konstantes hohes Windangebot (natürliches Potenzial) sowie einen langer und störungsfreier Betrieb der Windenergieanlage (technisches Potenzial). Die Vergütung der produzierten

Energie erfolgt derzeit vorwiegend über die vom Gesetzgeber garantierte Vergütung gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Das heißt, dass die Windenergienutzung noch stark von Fördermitteln abhängig ist. Für die Entwicklung des natürlichen Potenzials der Windenergie ist, wie oben beschrieben, noch keine klare Tendenz ersichtlich. Mit der Zunahme der mittleren Windgeschwindigkeiten würde theoretisch auch der Energieertrag einer Windenergieanlage steigen. Dagegen steht die Gesetzmäßigkeit, dass mit zunehmenden Lufttemperaturen die Luftdichte abnimmt, was sich wiederum negativ auf den Energieertrag auswirken würde.

## Zusammenfassende Beurteilung

Das technische Potenzial der Windenergie wird aufgrund von klimawandelbedingten Umweltveränderungen wahrscheinlich leicht beeinträchtigt. Zunehmende Extremwetterereignisse und Stürme onshore wie auch offshore erhöhen das Schadensrisiko für Windenergieanlagen. Die Folge können lange Stillstandzeiten in Verbindung mit einer aufwändigen Sanierung bis hin zur Stilllegung oder gar irreparable Schäden an den Anlagen sein. Ertragsausfälle und hohe Reparaturkosten beeinträchtigen die Wirtschaftlichkeit der Windenergienutzung. Vereinzelt verändern sich Umweltbedingungen zugunsten der Windenergienutzung. So ist zukünftig beispielsweise mit weniger Frost- und Eistagen und dadurch mit geringeren Schäden durch Eis und Frost zu rechnen. Neben den potenziell erhöhten Betriebskosten können auch zukünftige Investitionskosten durch die veränderten Umweltbedingungen steigen. Zukünftige Windenergieanlagen müssen in ihrer Standfestigkeit verstärkt werden, um stärkeren Windbelastungen standhalten zu können. Erhöhte Windgeschwindigkeiten sowie Wellenhöhen erschweren den Aufbau sowie auch die Wartung von Offshore-Windenergieanlagen. Neue Konstruktionsverfahren und/oder ein verstärkter Materialeinsatz können zur Erhöhung der Kosten führen.

Auf dem derzeitigen Stand der Technik birgt der Klimawandel mit seinen Folgen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts ein erhöhtes Risiko für das technische Potenzial der Windenergienutzung. Bei voraussichtlich gleichbleibendem natürlichem Potenzial der Windenergie geht mit der Beeinträchtigung des technischen Potenzials auch die Beeinträchtigung des wirtschaftlichen Potenzials einher.



1.53 > Windräder in Dargelütz im Landkreis Ludwigslust-Parchim, Mecklenburg-Vorpommern

## Anwendungsprojekt: Küstenschutz und Geothermie

Im Rahmen des Anwendungsprojekts werden technische Möglichkeiten zur Gewinnung von Wärme oder Kälte aus dem Küstenbereich durch die thermische Nutzung von „Strandwasser“ (einem Gemisch aus Grund- und Meerwasser) oder Meerwasser betrachtet. Es soll aufgezeigt werden, wie diese Form der Energiegewinnung bei der Errichtung von Küstenschutzmaßnahmen wie Dünen, Deichen, Wellenbrechern oder Bühnen bereits planerisch integriert werden kann.



1.54 > Detail der neu errichteten Messstelle 4. Die ursprüngliche Messstelle ist vermutlich durch Wellenschlag zerstört worden

Die erforderlichen Grundlagendaten für eine Beurteilung des thermischen Potentials im Küstenbereich bzw. des Meerwassers werden durch eine im Jahr 2011 eigens dafür von H.S.W. eingerichtete Messstrecke vor Warnemünde ermittelt. Im letzten Jahr stand die regelmäßige Auslesung und Wartung der Anlage im Fokus der Aktivitäten.

### Ansprechpartner:

Björn Oldorf

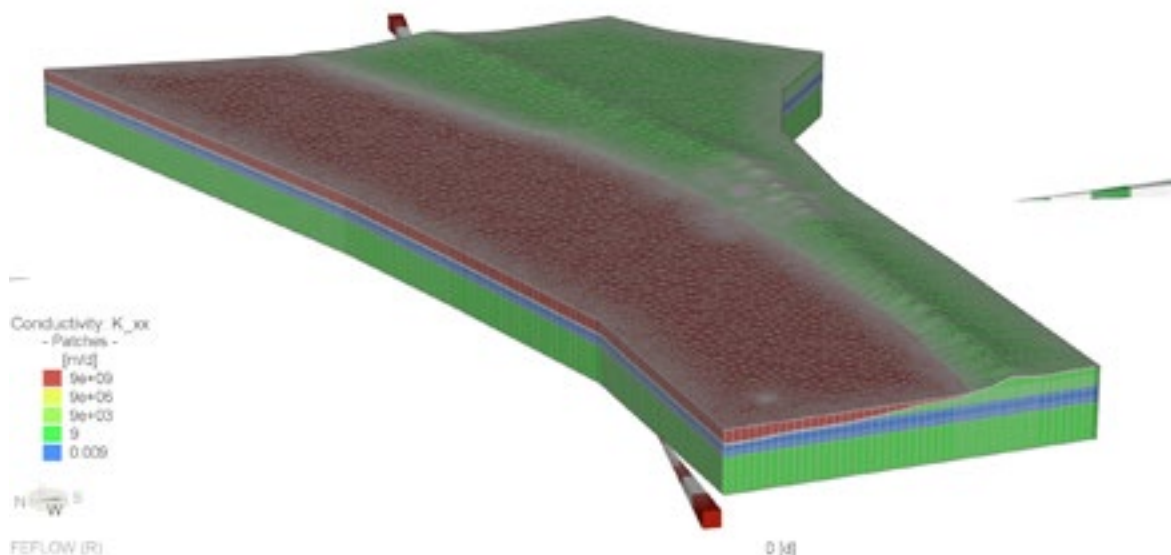
E-Mail: HSW.Ingbuero@t-online.de

H.S.W. Ingenieurbüro, Rostock

Aufbauend auf den Grundlagendaten ist bereits ein dreidimensionales numerisches Modell (FEM) des untersuchten Küstenabschnittes erstellt worden. Innerhalb dieses Modells werden verschiedene geothermische Quellsysteme (horizontale Erdreichkollektoren, vertikale Spiralwärmetauscher und Horizontalbrunnen) simuliert, um deren potentielle Leistungsfähigkeit erfassen zu können. Abb.1.55 gibt einen Eindruck vom dreidimensionalen Modellaufbau.

Die ersten Modellläufe lassen darauf schließen, dass die wasergesättigten Sande im Dünen- bzw. Strandbereich ein optimales Betriebsumfeld für eine thermische Nutzung darstellen. Insbesondere für horizontal verlegte Erdreichkollektoren wird ein sehr gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis prognostiziert.

Im laufenden Projektjahr werden weitere Modellierungen und Auswertungen durchgeführt mit dem Ziel, die effizientesten geothermischen Quellsysteme für den Strandbereich herauszuarbeiten. Es wird erwartet, im Ergebnis eine ökologisch wie wirtschaftlich attraktive Alternative zu konventionellen Heiz- und Kühlsystemen aufzeigen zu können.



1.55 > 3d-Ansicht des numerischen Küstenmodells vom Bereich Warnemünde, 5fach überhöht. Die Farben charakterisieren die hydraulische Durchlässigkeit der jeweiligen Modelleinheiten und stehen damit synonym für verschiedene Gesteine (Sand und Geschiebemergel) bzw. für Wasser.



# Modul 2

## Natur- und ingenieurwissenschaftliche Forschung

**Natur- und ingenieurwissenschaftliche Forschungen in RADOST liefern Grundlagen für die Bearbeitung anwendungsbezogener Fragestellungen in den einzelnen Fokusthemen (siehe Modul 1).**

Informationen über klimatische Veränderungen in der RADOST-Projektregion werden durch das Helmholtz-Zentrum Geesthacht sowohl durch Newsletter als auch den Norddeutschen Klimaatlas ([www.norddeutscher-klimaatlas.de](http://www.norddeutscher-klimaatlas.de)) bereitgestellt (I – Klimadatenbedarf und –analyse, Seite 57).

Mit Hilfe unterschiedlicher Modelle werden mögliche durch den Klimawandel hervorgerufene Veränderungen in Seegang und Strömungsverhalten der Ostsee und deren Küstenbereichen untersucht (II – Wasserstände, Seegang, Strömungen und Sedimenttransporte, Seite 59). Unter Verwendung der Klimaszenarien A1B und B1 des regionalisierten Klimamodells COSMO\_CLM wurde mit dem numerischen Seegangmodell WAM erforscht, welche Änderungen sich für das Seegangsklima ergeben. Insbesondere der Einfluss auf die Seegangsstatik durch Änderungen in der vorherrschenden Windrichtung, Zugbahnen von Tiefdruckgebieten sowie im Grad der Eisbedeckung wurde untersucht. Die Berechnungen wurden im Berichtszeitraum abgeschlossen. Zusammenfassende Ergebnisse werden beim Punkt „Großräumige Seegangsveränderungen“ (Seite 59) vorgestellt.

Die Untersuchungen zu den klimawandelinduzierten großräumigen Strömungsveränderungen mit dem Strömungsregionalmodell GETM wurden bereits im vorigen Berichtszeitraum zum Abschluss gebracht (siehe 1. und 2. RADOST Jahresbericht). Veränderungen von Strömung und Seegang in kleinräumigen Küstenbereichen werden mit dem Seegangmodell SWAN berechnet. Nach den im vorigen Jahresbericht dargestellten Seegangssimulationen für ausgewählte Standorte an der deutschen Ostseeküste wurde im aktuellen Berichtszeitraum mit den instationären Seegangssimulationen begonnen (Seite 60), die auch die Grundlage für weitere Berechnungen von Sedimenttransporten bilden werden.

## **Ansprechpartner:**

**Dr. habil. Gerald Schernewski**

E-Mail: [gerald.schernewski@io-warnemuende.de](mailto:gerald.schernewski@io-warnemuende.de)

Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW)

Zur Untersuchung der Gewässerqualität der äußeren und inneren Küstengewässer unter verschiedenen Bedingungen wird das Nährstoffemissionsmodell MONERIS (Einzugsgebiet) mit dem biogeochemischen Ostseemodell ERGOM gekoppelt (III – Fluss-Küste-Meer: Gewässerqualität und Klimawandel). Nährstofffrachten der Ostseezuflüsse in der Vergangenheit und Gegenwart wurden bereits mit MONERIS berechnet (siehe 1. und 2. RADOST Jahresbericht). Für die Ermittlung von Nährstofffrachten der Zukunft wurde eine Schnittstelle zu den Agrarsektormodellen RAUMIS und CAPRI des Thünen-Instituts geschaffen und Klimadaten wurden in MONERIS integriert, so dass die Berechnungen durchgeführt werden können. Die Arbeiten zu „Gewässerqualität in äußeren Küstengewässern und Ostsee“ wurden im Berichtszeitraum abgeschlossen. Die Modellierungen zu „Gewässermanagement in inneren Küstengewässern“ wurden besonders mit Blick auf die Gewinnung realistischer Referenz- und Orientierungswerte gemäß Wasserrahmenrichtlinie fortgeführt (Seite 63 f.; siehe hierzu auch Modul 1, Fokusthema „Gewässermanagement und Landwirtschaft“ Seite 29 ff.). Im Arbeitspaket „Stofffluss-Interaktionen zwischen Fluss-Küste-Meer“ standen Modellierungen von Maßnahmenkombinationen im Vordergrund, mit denen eine Reduzierung der Nährstoffeinträge gemäß den Zielen des Baltic Sea Action Plan erreicht werden kann.

Neben den physikalisch-hydrographischen Änderungen sowie Veränderungen der Gewässerqualität werden im Modul 2 auch die Auswirkungen des Klimawandels auf Artengemeinschaften und Ökosysteme untersucht (IV – Ökologie und biologische Vielfalt). Die möglichen Einflüsse der erwarteten physikalisch-hydrographischen und chemischen Veränderungen auf das Makrozoobenthos werden dabei mithilfe von vorhandenen Probandatensätzen und multivariater Statistik erforscht (vgl. 3. RADOST Jahresbericht). Ebenso werden die Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Makrophytenarten analysiert (Seite 67 f.). Einen weiteren Schwerpunkt bilden die Auswirkungen von Klimawandel und Klimaschutzmaßnahmen auf Seevögel (Seite 69 ff.).





# I - Klimadatenbedarf und -analyse (Klimadatenmanagement)

In diesem Arbeitspaket werden Informationen über klimatische Veränderungen in der Projektregion fortlaufend gebündelt, aufbereitet und bereitgestellt. Die Informationsangebote richten sich sowohl an die Projektpartner als an eine breite Öffentlichkeit.

Weil aufgrund des hohen Rechenzeitbedarfs nur wenige der vom Weltklimarat IPCC vorgeschlagenen Emissionsszenarien für die regionalen Klimafolgenstudien des Projektes RADOST zu Grunde gelegt werden können, wurde die einheitliche Verwendung von zwei regionalen Klimaszenarien vereinbart. Diese basieren jeweils auf unterschiedlichen gesellschaftlichen Entwicklungen, die aus heutiger Sicht plausibel erscheinen. Ein Szenario führt bis Ende des Jahrhunderts zu einem relativ starken Anstieg der Treibhausgaskonzentrationen (Szenario A1B), das andere beschreibt im selben Zeitraum eine geringere Zunahme der Treibhausgaskonzentration (Szenario B1). Beide Klimaszenarien wurden mit dem Regionalmodell COSMO\_CLM berechnet. COSMO\_CLM ist das gemeinschaftliche regionale Klimarechenmodell von über 30 internationalen Forschungseinrichtungen.

Die notwendige Fokussierung auf nur zwei von insgesamt über 40 plausiblen IPCC-Emissionsszenarien führt jedoch dazu, dass auch die im Projekt durchgeführten Klimafolgenstudien nur einen Ausschnitt künftiger möglicher Entwicklungen aufzeigen können. Ein wesentliches Instrument des Klimadatenmanagements bildet daher der vom Norddeutschen Klimabüro im Internet zur Verfügung gestellte **Norddeutsche KlimaAtlas**.<sup>39</sup> Dort wird jeweils neben den einzelnen Ergebnissen der beiden im Projekt ausgewählten Klimaprojektionen immer die gesamte Spannbreite möglicher zukünftiger Änderungen angegeben. Diese Spannweiten 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 Spannweiten evaluiert werden. Der KlimaAtlas ist so konzipiert, dass er flexibel erweitert und neue Projektergebnisse fortlaufend integriert werden können.

## Website zum Küstenschutzbedarf an der deutschen Ostseeküste

Neben den atmosphärischen Größen sind an der deutschen Ostseeküste vor allem auch Wasserstände und deren Wechselwirkungen mit den zu erwartenden Klimaänderungen von Bedeutung. Im November 1872 starben bei einer sehr schweren Sturmflut mindestens 270 Menschen, und mehrere tausend Bewohner der Ostseeküste wurden obdachlos. Auch wenn ähnlich hohe Wasserstände wie damals bisher

### Ansprechpartnerin:

Dr. Insa Meinke

E-Mail: [Insa.Meinke@hzg.de](mailto:Insa.Meinke@hzg.de)

Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG)

nicht wieder aufgetreten sind, könnte sich eine Sturmflut dieses Ausmaßes in jedem Winter wieder ereignen. In dem inzwischen sehr dicht besiedelten Gebiet wären die Folgen allerdings heute vermutlich noch verheerender. Durch den Meeresspiegelanstieg können Ostseesturmfluten bis Ende des Jahrhunderts außerdem noch höher auflaufen.

In Zeiten des Klimawandels ist es besonders wichtig, das Bewusstsein für Ostseesturmfluten wach zu halten und auf mögliche Änderungen hinzuweisen. Im Rahmen von RADOST wurde daher die interaktive Webseite [www.kuestenschutzbedarf.de](http://www.kuestenschutzbedarf.de) entwickelt (Abbildung 2.1).

Politiker, Planer und Bewohner können auf der Website unter Angabe einer Postleitzahl erfahren, ob am jeweiligen Ort bereits heute Küstenschutzbedarf besteht oder ob dies künftig der Fall sein könnte. Der Abschätzung des möglichen zukünftigen Küstenschutzbedarfes liegen jeweils 80 cm höhere Wasserstände zu Grunde als die der Ostseesturmflut von 1872. Diese Abschätzung ergibt sich aus dem maximal erwarteten globalen Meeresspiegelanstieg von 80 cm bis 2100 unter der Annahme, dass der Meeresspiegelanstieg an der deutschen Ostseeküste auch weiterhin etwa dem globalen mittleren Durchschnitt entspricht. Das vor Sturmfluten zu schützende Gebiet an der deutschen Ostseeküste könnte sich in diesem Fall bis Ende des 21. Jahrhunderts um etwa 25 % vergrößern.



2.1 > Screenshot der Website [www.kuestenschutzbedarf.de](http://www.kuestenschutzbedarf.de), Region Rostock-Warnemünde (Norddeutsches Klimabüro 2012)





# II - Wasserstände, Seegang, Strömungen und Sedimenttransporte

## Ansprechpartner:

Dr. Ralf Weisse

E-Mail: ralf.weisse@hzg.de

Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG)

## Großräumige Seegangsveränderungen

Die Abschätzung möglicher Änderungen des Seegangsklimas, die als Folge eines globalen Klimawandels hervorgerufen werden können, ist essentiell zur Bestimmung des Gefahrenpotentials an der deutschen Ostseeküste. Im küstennahen Bereich spielt neben Wassertiefe und Beckengeometrie auch der großräumige Seegang eine entscheidende Rolle. Mit Hilfe des numerischen Seegangmodells WAM werden in RADOST großräumige Seegangsveränderungen unter unterschiedlichen Klimaszenarien berechnet, auf denen Modellierungen des Seegangs im küstennahen Bereich aufbauen können.

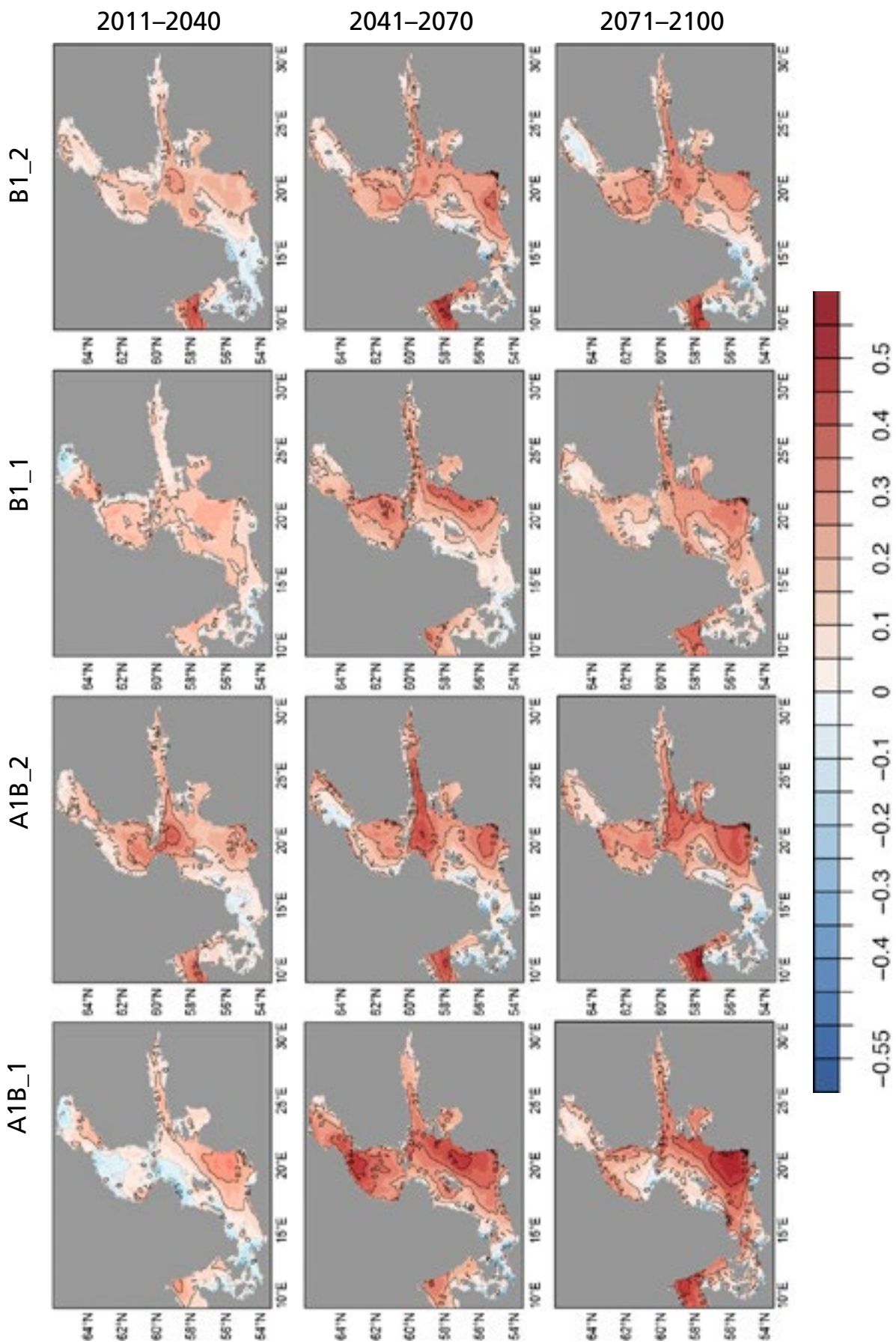
Ausgehend von den Simulationsläufen mit dem regionalen Klimamodell COSMO-CLM erfolgt die Berechnung der Seegangsbedingungen für jeweils zwei Realisationen der Klimaszenarien A1B und B1 (vgl. das Kapitel „Klimadatenbedarf und –analyse“ Seite 57). Realisationen sind Simulationsläufe des regionalen Klimamodells, die dasselbe antreibende globale Klimamodell als Randbedingung verwenden, aber mit leicht unterschiedlichen Anfangsbedingungen gestartet wurden. Anhand der Realisationen wird die stochastische Variabilität des Klimas in den Klimamodellen berücksichtigt.

Wie schon im vorigen Jahresbericht beschrieben, zeigen die Windfelder eine Zunahme der mittleren und extremen Windgeschwindigkeiten im gesamten Ostseeraum – gemessen in Form des 99. Perzentils, d. h. des Wertes, der nur in einem Prozent der Zeit überschritten wird. Vertiefende Analysen der Windfelder zeigen Unterschiede sowohl in der räumlichen Verteilung der Änderungen als auch in ihrer Stärke zwischen den einzelnen Realisationen sowie zwischen unterschiedlichen Zeitperioden. Demgegenüber lassen sich Veränderungen der Windrichtungen hin zu mehr westlichen Winden in stärkerem Maße als einheitliche Tendenz in allen verwendeten Szenarien und Zeitperioden feststellen.

Der aus dem veränderten Windklima resultierende Seegang zeigt in fast allen Gebieten der Ostsee eine Zunahme der signifikanten Wellenhöhe<sup>40</sup> (siehe Abbildung 2.2 umseitig). Diese Zunahme findet sich in unterschiedlich starker Ausprägung in allen verwendeten Realisationen und untersuchten Zeitperioden. Die maximal auftretenden Unterschiede können bis zu 0,5 m (+ 10 %) in der südöstlichen Ostsee betragen.

40) Die signifikante Wellenhöhe ist definiert als der Mittelwert des obersten Drittels der Wellenhöhen.





2.2 > Differenz des jährlichen 99. Perzentils der signifikanten Wellenhöhe [m] in vier Klimarealisierungen (A1B\_1, A1B\_2, B1\_1 und B1\_2) für drei 30-jährige Perioden verglichen mit der Periode 1961-1990 der dazugehörigen Kontrollsimulation.

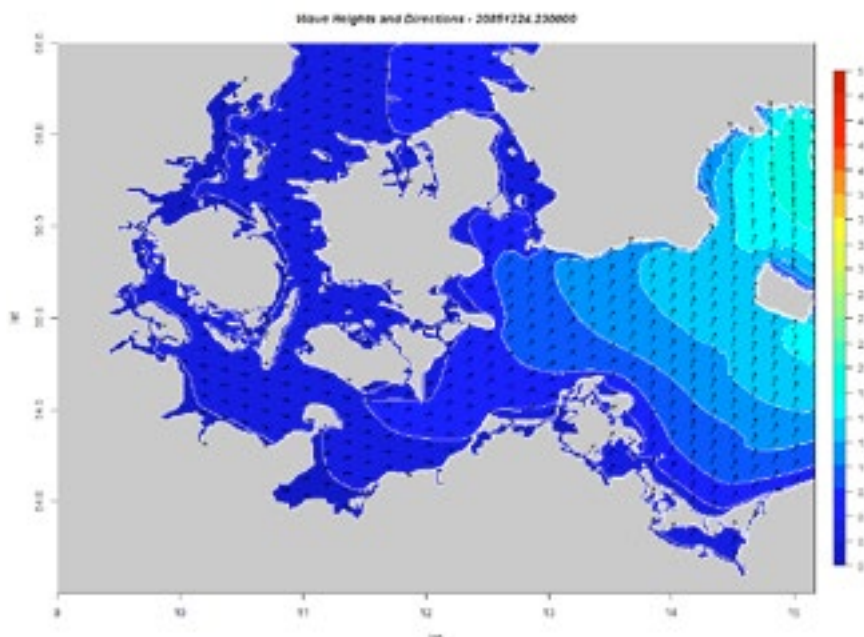
## Strömung und Seegang in kleinräumigen Küstenbereichen

Die im letzten Jahresbericht geschilderte Veränderung des Seegangs für mittlere Verhältnisse sowie extreme Ereignisse wurde für ausgewählte Lokationen an der Ostseeküste (Warnemünde, Travemünde sowie an der Westküste Fehmarns) untersucht. Die Datengrundlage wurde dabei mit einem Hybridverfahren abgeleitet, welches Wind-Wellen-Korrelationsrechnungen und stationäre numerische Simulationen mit dem Seegangmodell SWAN<sup>41</sup> koppelt. Als Eingangsdaten wurden Winddaten des regionalen Klimamodells COSMO\_CLM<sup>42</sup> verwendet.

Um die Veränderung des Seegangs entlang der gesamten deutschen Ostseeküste zu ermitteln und somit die Voraussetzungen für die abschließenden Untersuchungen in den Fokusgebieten zu schaffen, wurden im Berichtszeitraum die geplanten instationären Seegangssimulationen begonnen.

Als Randbedingungen werden die COSMO\_CLM-Winddaten sowie Seegangsspektren der großräumigen Seegangssimulationen für die gesamte Ostsee (siehe den vorangehenden Abschnitt) verwendet. Die Simulationen erfolgen für einen mittleren Wasserstand auf Basis einer Bathymetrie<sup>43</sup> (digitale Topografie des Meeresbodens) für die südwestliche Ostsee.

2.3 > Signifikante Wellenhöhen ( $H_s$ ) in Metern und mittlere Wellenanaufrichtungen (blaue Pfeile) berechnet mit dem Seegangmodell SWAN für das Modellgebiet der südwestlichen Ostsee im Simulationslauf A1B\_1



### Ansprechpartner:

Norman Dreier

E-Mail: norman.dreier@tuhh.de

Technische Universität Hamburg-Harburg, Institut für Wasserbau

Christian Schlamkow

E-Mail: christian.schlamkow@uni-rostock.de

Universität Rostock, Fachgebiet Küstenwasserbau (URCE)

Mit Hilfe des räumlich und zeitlich hoch aufgelösten Seegangmodells werden u. a. die Seegangparameter signifikante Wellenhöhe  $H_{m0}^{44}$ , mittlere Wellenperiode  $T_{m02}$  und mittlere Wellenanaufrichtung  $\Theta_M$  für das in Abbildung 2.3 dargestellte Modellgebiet berechnet. In der Abbildung sind beispielhaft die berechneten signifikanten Wellenhöhen ( $H_s$ ) im Simulationslauf A1B\_1 für einen Zeitschritt farblich skaliert dargestellt. Die mittleren Wellenanaufrichtungen sind durch Pfeile gekennzeichnet.

Auf Grundlage der flächenhaften Verfügbarkeit von Seegangsinformationen können beispielsweise Aussagen zur räumlichen Verteilung und Veränderung der signifikanten Wellenhöhen innerhalb des Modellgebiets gewonnen, sowie verschiedene statistische Kenngrößen wie Mittelwerte und Perzentile der Verteilung der signifikanten Wellenhöhen berechnet werden.

41) Booij, N.; Holthuijsen, L. H. & Ris, R. C. (1996): The „SWAN“ wave model for shallow water. Proc. 25th Int. Conf. Coastal Engineering, Orlando, 668-676.

42) Rockel, B.; Will, A. & Hense, A. (eds.) (2008): Special Issue: Regional circulation modelling with COSMO-CLM (CCLM). Meteorologische Zeitschrift, Vol. 17.

43) Seifert, T.; Tauber, F. & Kayser, B. (2001): A high resolution spherical grid topography of the Baltic Sea – 2nd edition. Baltic Sea Science Congress, Stockholm 25-29 November 2001, Poster #147. [www.io-warnemuende.de/iowtopo](http://www.io-warnemuende.de/iowtopo)

44) Die signifikante Wellenhöhe ist definiert als der Mittelwert des obersten Drittels der Wellenhöhen.







Die RADOST-Untersuchungen zu Gewässerqualität und Klimawandel beschäftigen sich mit der Frage, welchen Einfluss klimatische Veränderungen auf die Nährstoffbelastung der Ostseegewässer und deren ökologische Auswirkungen haben könnten. Dabei werden nicht nur unterschiedliche Klimaszenarien, sondern auch mögliche Veränderungen der Nährstoffeinträge berücksichtigt, die durch Landnutzungsänderungen aufgrund der Agrarmarktentwicklung und politischer Vorgaben bedingt sein können. Gleichzeitig ist es erforderlich, die unterschiedlichen Bestandteile des Gewässersystems – Flusseinzugsgebiete, Küstengewässer und Ostsee – im Zusammenhang zu betrachten. Die Modellsimulationen bilden die Grundlage für Empfehlungen zur Umsetzung des Baltic Sea Action Plan (BSAP) und der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) als wesentliche politische Vorgaben zur Verbesserung der Ge-

### Ansprechpartner:

Dr. habil. Gerald Schernewski

E-Mail: gerald.schernewski@io-warnemuende.de

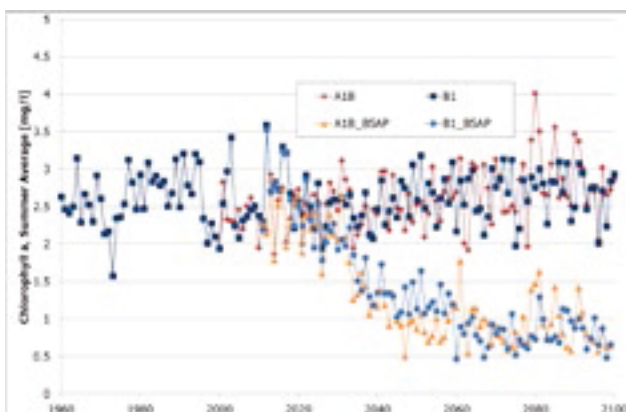
Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW)

wässerqualität (vgl. Fokusthema 3 „Gewässermanagement und Landwirtschaft“). Die Simulationsergebnisse haben insgesamt gezeigt, dass landnutzungsbedingte Veränderungen der Nährstoffeinträge für die absehbare Zukunft einen wesentlich größeren Einfluss auf die Gewässerqualität haben werden als der Klimawandel.

## Gewässerqualität in äußeren Küstengewässern und Ostsee

Räumlich und methodisch konsistente Datensätze zu Phytoplankton und Hydrochemie in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft für die äußeren Küstengewässer und die Ostsee wurden exemplarisch bereitgestellt. Die Untersuchungen zum Effekt des Klimawandels auf Referenzwerte und Zielzustände sind wissenschaftlich publiziert sowie in Graphiken und Karten dokumentiert. Die Arbeiten sind damit abgeschlossen.

Die Abbildung 2.4 zeigt exemplarisch die Modellergebnisse für das Arkona-Becken für den Parameter Chlorophyll a (Sommermittelwerte gemäß Wasserrahmenrichtlinie). Simuliert wurden die Klimawandelszenarien A1B und B1 jeweils unter einem „Business as usual“-Szenario der Nährstoffeinträge sowie unter der Annahme einer vollständigen Umsetzung des Baltic Sea Action Plan (A1B\_BSAP, B1\_BSAP).



2.4 > Modellergebnisse für das Arkona-Becken

## Gewässerqualität in inneren Küstengewässern

Die Modellerweiterung und Verbesserung der räumlichen Auflösung sowie die Testläufe sind abgeschlossen. Die Datensätze für Phytoplankton und Hydrochemie in Vergangenheit und Gegenwart wurden für einen Vergleich mit Modellsimulationen zusammengestellt. Ergänzende Informationen zu Referenzbedingungen und Zielzuständen für innere Küstengewässer wurden bereitgestellt und Modellsimulationen durchgeführt. Bei den Ergebnissen wurde deutlich, dass der Klimawandel für die Umsetzung von BSAP und WRRL nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Bei den Untersuchungen wurde deutlich, dass die aktuell gültigen Referenz- und Orientierungswerte für die Küstengewässer der deutschen Ostseeküste (gemäß Wasserrahmenrichtlinie) ungeeignet sind. Folgende Gründe gibt es hierfür:

a) Die Annahmen zu den Flussfrachten entsprechen nicht den Anforderungen an Referenzbedingungen (gemäß WRRL). Sie basieren auf unrealistischen Annahmen und reflektieren eine hypothetische, künstliche Situation, die es in den vergangenen 6000 Jahren nie gegeben hat. Die Frachten sind dadurch weitaus zu niedrig und die Ableitung durch ein Modell erscheint fragwürdig.

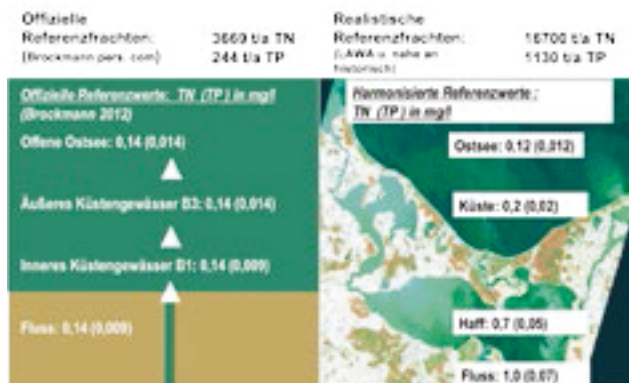
b) Die natürlichen Konzentrationsgradienten zwischen Flüssen und der Ostsee werden vernachlässigt. Insbesondere die Rolle der (inneren) Küstengewässer als Retentions- und Transformations-einheiten für Nährstoffe wird nicht berücksichtigt.

c) Hydrodynamische Prozesse und räumliche Transportvorgänge in der Ostsee sowie Exposition werden vernachlässigt.

d) Es fehlen explizite Annahmen zu den Einträgen der Anrainerstaaten. Die Werte sind nicht regional differenziert, basieren auf wenigen Flusseinträgen und berücksichtigen keine diffusen Einträge.

Zusätzlich zu diesen Problemen sind eine starke Variabilität von Zielgrößen zwischen einzelnen Jahren sowie starke räumliche Gradienten innerhalb eines Gewässertyps festzustellen. Aus diesen Gründen wurde in Zusammenarbeit mit den Praxisakteuren ein modifizierter, aufwändiger Ansatz zur Neuberechnung von Referenz- und Zielwerten diskutiert. Abbildung 2.5 verdeutlicht am Beispiel der Odermündung die extremen Diskrepanzen zwischen den bestehenden Referenzwerten und simulierten realistischen Werten.

Die Arbeiten werden in RADOST fortgeführt und auf Wunsch der Landesämter und des Umweltbundesamtes im Rahmen des Anschlussprojektes SECOS vertieft, das unter dem Rahmenprogramm Forschung für Nachhaltige Entwicklungen (FONA) vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird.



2.5 > Aktuelle und realistische Referenzwerte für Gewässerqualität (historischer Ansatz mit Modellen MONERIS und ERGOM)

## Stofffluss-Interaktionen zwischen Fluss-Küste-Meer

### Ansprechpartner/in:

Dr. Markus Venohr  
E-Mail: m.venohr@igb-berlin.de

Judith Mahnkopf  
E-Mail: j.mahnkopf@igb-berlin.de

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

In Absprache mit den Ländervertretern aus Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein sind Maßnahmen berechnet worden, die eine Erreichung der Ziele des Baltic Sea Action Plans (BSAP) überprüfen sollen. Hierbei ist die Frage, mit welchen Maßnahmen die Ziele erreicht werden können und ob für die beiden Nährstoffe Stickstoff (N) und Phosphor (P) eine Zielerreichung unter Berücksichtigung vor allem der diffusen Einträge möglich ist. Im ersten Schritt wird die Einhaltung der Standards der EG-Abwasserrichtlinie<sup>45</sup> geprüft. Wenn die Punktquellen (Kläranlagen bzw. industrielle Direkteinleiter) die Vorgaben erfüllen, sind im zweiten Schritt vor allem Maßnahmen zur Reduktion der diffusen Einträge zu prüfen. Dazu wurden die folgenden Maßnahmen ausgewählt und im Modell MONERIS umgesetzt:

1. Die Anforderungen der EG-Abwasserrichtlinie sind erfüllt (relevant für N und P).
2. Die Düngeverordnung (DÜV 2009) wird umgesetzt und die Zielgrößen werden eingehalten, welche den Stickstoffbilanzüberschuss bei 60 kg N je Hektar und Jahr ( $\text{ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$ ) pro Betrieb deckeln. Weitergehende Reduktionen des Stickstoffbilanzüberschusses werden berechnet, falls notwendig. Die Reduktionen für P wurden nicht berücksichtigt, da sie durch die langfristige P-Akkumulation im Boden sich nicht im Rahmen der für den Baltic Sea Action Plan (BSAP) relevanten Umsetzungszeiten umsetzen lassen.
3. 25 % der dränierten Gebiete sind mit einem Retentionsbecken ausgestattet. Das Retentionsbecken wird zwischen Dränauslass und den Oberflächengewässern installiert, um eine Reduktion des Nährstoffeintrags zu erreichen (N und P).

# III - Fluss-Küste-Meer

## Gewässerqualität und Klimawandel

- Gewässerrandstreifen werden bei 30 % bzw. 100 % der Oberflächengewässer angelegt. Der Effekt für den Nährstoffrückhalt bezüglich P wird mit 100 % angenommen. Die gleichzeitige Wirkung auf den TN-Eintrag ist derzeit im Modell nicht abbildbar.
- Bodenkonservierende Bodenbearbeitung wird in Gebieten mit mehr als 4 % Hangneigung umgesetzt (P).

Maßnahmenkombinationen werden berechnet, falls sie notwendig sind, um die Ziele des BSAP zu erreichen (Reduktion von N um 27 % und von P um 45 %). Eine Revision der im BSAP festgelegten Reduktionen ist jedoch für 2013 zu erwarten. Die Szenarien werden unter mittleren hydrologischen Bedingungen berechnet (mittlere Werte der Periode 1983 bis 2005), um den Effekt von Extremereignissen zu vermeiden. Die Eintragsdaten basieren auf dem Jahr 2005.

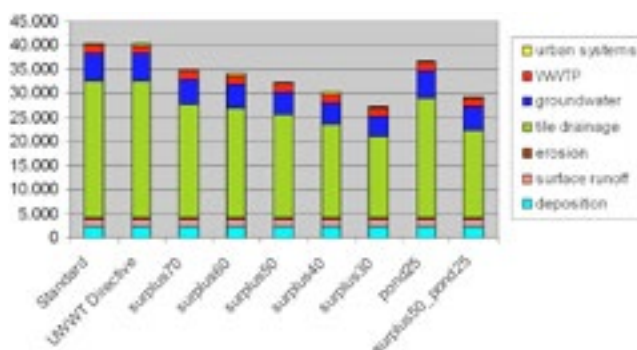
Die berechneten Szenarien zeigen folgende Ergebnisse (Abbildungen 2.6 und 2.7):

- Der Standard der EG-Abwasserrichtlinie ist weitgehend erreicht; die Einträge fallen hier nur sehr geringfügig.
- Die Einhaltung der Düngeverordnung bewirkt eine Reduktion der Stickstoffeinträge um 16 %. Eine 27%ige Reduktion der N-Einträge kann mit einem maximalen Stickstoffbilanzüberschuss von 40 kg N ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> erreicht werden.
- Bei Ausstattung von 25 % der drainierten landwirtschaftlichen Fläche mit Retentionsbecken sinkt der Nährstoffeintrag in die Gewässer um 9 % (TN) bzw. 6 % (TP). Eine Kombination dieser Maßnahme mit einem maximalen N-Überschuss von 50 kg N ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> führt ebenfalls zu einer Reduktion von 27% bei TN.
- Die Anlage von Gewässerrandstreifen zu 30 % bzw. 100 % längs der Gewässer bewirkt eine Reduktion von 5 % bzw. 17 % des TP-Eintrags in Gewässer. Konservierende Bodenbearbeitung hat mit 16 % einen vergleichbaren Effekt auf die Reduktion des TP-Eintrags. Beide Maßnahmen wirken über den Pfad Erosion.

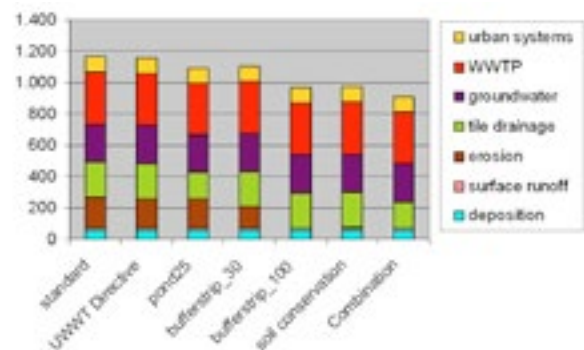
- Mit einer Kombination der Maßnahmen Gewässerrandstreifen (100 %), der Installation von Retentionsbecken auf 25 % der drainierten Fläche sowie der Einhaltung der EG-Abwasserrichtlinie wäre eine Reduktion von 33 % der TP-Einträge zu erzielen.

Als Schlussfolgerung zeigt sich, dass die Einhaltung der Düngeverordnung nur zu einer moderaten Reduktion der Nährstoffeinträge führt. Eine unrealistische Reduktion des Stickstoffbilanzüberschusses auf 40 kg N ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> würde notwendig sein, um eine 27%ige Reduktion der TN-Einträge zu erreichen. Daher sind andere Maßnahmen im landwirtschaftlichen Bereich zu prüfen, wie die Anlage von Retentionsbecken. Die Installation dieser Anlagen auf 25 % der drainierten Fläche sowie zusätzlich die Begrenzung des Stickstoffüberschusses auf 50 kg N ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> würde ebenso zu einer Reduktion des Stickstoffeintrags um 27 % führen und damit die Ziele erreichen.

Bei TP ist die Reduktion kurzfristig deutlich schwieriger zu erzielen, da die TP-Reduktion der Retentionsbecken weniger effektiv ist als bei TN, und zudem die Senkung des P-Düngegaben erst mittel- bis langfristig zu einer Reduktion des TP-Eintrags führt. Im landwirtschaftlichen Bereich sind daher kurzfristig vor allem Maßnahmen zum Erosionsschutz sinnvoll. Eine Kombination von Gewässerrandstreifen (100 %) mit der Anlage von Retentionsbecken auf 25 % der drainierten Fläche bei gleichzeitiger Einhaltung der Anforderungen der EG-Abwasserrichtlinie führt indes zu einer Reduktion der TP-Einträge um 33 %. Nur mit gleichzeitiger Umsetzung von weiteren Maßnahmen bei Punktquellen sind die Zielvorgaben des BSAP kurzfristig erreichbar.



2.6 > Reduktion der TN-Einträge (Tonnen pro Jahr) in die Oberflächengewässer für die gewählten Szenarien



2.7 > Reduktion der TP-Einträge (Tonnen pro Jahr) in die Oberflächengewässer für die gewählten Szenarien





# IV - Ökologie und biologische Vielfalt

Im Teilmodul „Ökologie und biologische Vielfalt“ wird der Fokus auf die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Lebewesen des Gewässerbodens (Benthos) und die Seevögel sowie die Interaktionen zwischen den beiden Gruppen im deutschen Ostseeraum gelegt. Neben den klimabedingten Änderungen werden auch mögliche Veränderungen durch Maßnahmen für den

Klimaschutz, insbesondere die Offshore-Windenergie, berücksichtigt. Nachdem in den vorigen Jahresberichten der Schwerpunkt auf dem Makrozoobenthos<sup>46</sup> lag, soll an dieser Stelle ausführlich über mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf Makrophyten<sup>47</sup> berichtet werden. Einen zweiten Schwerpunkt bilden Auswirkungen von Klimawandel und Klimaschutzmaßnahmen auf Seevögel.

## Mögliche klimabedingte Änderungen von Makrophyten

Um die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf Makrophyten in der Ostsee abzuschätzen, wurden Informationen aus umfassenden Literaturrecherchen unter Einbeziehung der RADOST-Auftragsvergaben zusammengetragen. Da der Schwerpunkt der Untersuchungen auf dem Blasentang (*Fucus vesiculosus*) und dem Gewöhnlichen Seegras (*Zostera marina*) liegt, bezieht sich der Begriff Makrophyten im folgenden Text ausschließlich auf diese beiden Arten. Hier wird lediglich eine knappe Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse wiedergegeben. Die ausführliche Textversion erscheint in der RADOST-Berichtsreihe.

Der Blasentang und das Gewöhnliche Seegras bilden die bedeutendsten Lebensräume im Flachwasser der Ostsee. Durch die hohe Bevölkerungsdichte und die rapide ökonomische Entwicklung im Ostseeinzugsgebiet nimmt der Mensch einen immer größeren Einfluss auf diese Lebensgemeinschaften. Mit dem Klimawandel kommen weitere Belastungen hinzu, und bestehende Probleme könnten verstärkt werden. Die konkreten Auswirkungen des Klimawandels auf die Seegras- und Blasentangbestände sind noch nicht abschließend zu beurteilen. Das liegt zum einen daran, dass einige Einflussfaktoren und deren Auswirkungen noch unbekannt sind. Zum anderen beeinflussen sich unterschiedliche Faktoren und können sich in ihren Wirkungen verstärken. Aufgrund der geographischen, hydrochemischen und biologischen Besonderheiten der Ostsee kommt erschwerend hinzu, dass sich die Einflussfaktoren in verschiedenen Gebieten unterscheiden. Im Folgenden werden die wichtigsten bekannten Wirkungsmechanismen dargestellt.

### Ansprechpartner:

Dr. Ivo Bobsien

E-Mail: Ivo.Bobsien@llur.landsh.de

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

### Eutrophierung

Die Eutrophierung (Anreicherung der Umwelt mit Nährstoffen) mit ihren vielfältigen negativen Auswirkungen ist gegenwärtig, aber auch in Zukunft als die größte Bedrohung für die Blasentang- und Seegrasbestände anzusehen. Intensives Algenwachstum verringert die Lichtverfügbarkeit und hemmt das Wachstum der Pflanzen. Erhöhte Sedimentationsraten und treibende Algenmatten verstärken diesen Effekt. Seegras und Blasentang selbst profitieren weniger von dem erhöhten Nährstoffangebot. Effiziente Nährstoffreduzierungsmaßnahmen sind deshalb dringend erforderlich. Würden die anvisierten Ziele des HELCOM-Ostseeaktionsplans konsequent umgesetzt, könnte sich die Wasserqualität trotz des Klimawandels zukünftig verbessern. Nehmen die Nährstoffkonzentrationen durch eine Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung im Ostseeinzugsgebiet jedoch zu, kann der Klimawandel die Belastungen durch die Eutrophierung noch steigern.<sup>48</sup>

### Meeresspiegelanstieg und Küstenerosion

Durch den Klimawandel steigt der Meeresspiegel, und die hydrodynamischen Belastungen auf die Küsten nehmen zu. Dies wirkt sich auf die Sedimentdynamik aus. Sandriffe werden mobilisiert und umgelagert. Ganze Seegraswiesen und Blasentangwälder können von mächtigen Sandschichten zugedeckt werden und absterben.

46) Mit bloßem Auge sichtbare (größer als 1 mm werdende) tierische Organismen des Gewässerbodens.

47) Mit bloßem Auge sichtbare Wasserpflanzen.

48) Meier, H. E. M.; Hordoir, R.; Andersson, H. C.; Dietrich, C.; Eilola, K.; Gustafsson, B. G.; Höglund, A. & Schimanke, S. (2012): Modeling the combined impact of changing climate and changing nutrient loads on the Baltic Sea environment in an ensemble of transient simulations for 1961–2099. *Climate Dynamics*, 39(9-10):2421–2441



### Erhöhte Wassertemperatur

Da die Wassertemperatur wichtige Prozesse wie Photosynthese und Atmung reguliert, nimmt sie eine Schlüsselfunktion im Stoffwechsel der Pflanzen ein. Außergewöhnlich hohe Wassertemperaturen sind eine besondere Belastung, wenn sie die physiologischen Toleranzgrenzen übersteigen. Beim Blasentang erhöhen Temperaturen über 25 °C die Sterberate der Keimlinge. Auch beim Seegras überschreiten diese Temperaturen eine kritische Grenze. Die Häufigkeit von Hitzewellen nimmt durch Klimaveränderungen zu. Zusätzlich fördern hohe Wassertemperaturen die Ausbildung sauerstoffarmer Zonen und damit die Entstehung giftigen Schwefelwasserstoffs. Diese Phänomene werden auch in den Küstenbereichen immer häufiger.

Wechselwirkungen mit weiteren Stressfaktoren sind möglich. Die Kombination kurzzeitiger hoher Wassertemperaturen mit reduzierten Sauerstoffkonzentrationen und herabgesetzter Lichtintensität kann zum vollständigen Absterben von Seegraswiesen führen.<sup>49</sup>

### Wechselbeziehungen mit anderen Organismen

Seegraswiesen und Blasentangwälder beherbergen diverse Artengemeinschaften von Produzenten und Konsumenten, die in trophischen Beziehungen (Nahrungsnetz) zueinander stehen. Physikalische und biologische Faktoren regulieren die Beziehungen zwischen den Organismen. Die Einflussmöglichkeiten des Klimawandels sind deshalb sehr vielfältig.

Auf den Seegrasblättern und Blasentanggeweben leben Algen, die von Schnecken, Asseln oder Flohkrebse abgeweidet werden. Sehr hohe Nährstoffkonzentrationen (Eutrophierung) führen jedoch dazu, dass Makrophyten trotz der regulierenden Fraßaktivität der Weidegänger von Algen überwuchert werden und die lebensnotwendige Lichtversorgung eingeschränkt wird. Dieser negative Effekt könnte bei erhöhten Wassertemperaturen und verstärkter Nährstoffzufuhr durch ein verändertes Niederschlagsregime intensiviert werden. Andererseits kann es auch zu Massenvermehrungen von Weidegängern wie z. B. der Baltischen Meerassel (*Idotea baltica*) kommen (Abbildung 2.8). Bei Nahrungsmangel frisst sie auch das Gewebe des Blasentangs. Erhöhte Wassertemperaturen steigern zudem den Nahrungsbedarf der Asseln. Gleichzeitig kann die chemische Abwehr des Blasentangs gegen Fraß aufgrund von Lichtmangel eingeschränkt sein. Zahlreiche Beobachtungen in der westlichen Ostsee legen die Vermutung nahe, dass Fraß eine wesentliche Ursache für das Absterben des Blasentangs in größeren Tiefen ist.<sup>50</sup> Die Beziehungen zwischen



2.8 > Baltische Meerassel auf Seegras

Eutrophierung, Massenvermehrungen von Fressfeinden und Fraßverteidigung unter Berücksichtigung klimatischer Faktoren sollten noch intensiver untersucht werden.

Weitere Auswirkungen auf die regulierenden Beziehungen zwischen Aufwuchs und Weidegängern sind durch sinkende pH-Werte (Versauerung) zu erwarten. Strandschnecken (*Littorina littorea*) sind in der Lage, den Aufwuchs auf erwachsenen Blasentängen effektiv zu entfernen, sodass den Pflanzen ausreichend Licht für eine positive Photosynthese zur Verfügung steht (Abbildung 2.9). In saurem Wasser bilden Schnecken dünnere Schalen und sind dann möglicherweise weniger gut gegenüber Räubern wie der Strandkrabbe (*Carcinus maenas*) geschützt. Eine verstärkte Erbeutung durch diese Feinde könnte die Strandschneckenpopulation dezimieren, was letztendlich den Aufwuchs auf den Blasentängen steigert. Der resultierende Lichtmangel kann die Pflanzen dann direkt schädigen oder wiederum die Abwehr des Blasentangs von Fressfeinden einschränken. Bedeutende Auswirkungen niedriger pH-Werte auf die Räuber-Beute-Beziehungen zwischen Strandkrabben und Strandschnecken in der westlichen Ostsee konnten jedoch bisher nicht nachgewiesen werden.<sup>51</sup>



2.9 > Strandschnecken auf Blasentang

49) Moore, K. A. & Jarvis, J. C. (2008): Environmental factors affecting recent summertime eelgrass diebacks in the Lower Chesapeake Bay: Implications for long-term persistence. *Journal of Coastal Research, Special Issue 55*, pp. 135 – 147

50) Engkvist, R.; Malm, T.; Tobiasson, S. (2000): Density dependent grazing effects of the isopod *Idotea baltica* Pallas on *Fucus vesiculosus* L. in the Baltic Sea. *Aquatic Ecology*, 34:253-260

51) Landes, A. & Zimmer, M. (2012): Acidification and warming affect both a calcifying predator and prey, but not their interaction. *Marine Ecology Progress Series*, 450: 1–10



## Ansprechpartner:

Dr. Timothy Coppack  
E-Mail: [coppack@ifaoe.de](mailto:coppack@ifaoe.de)

Institut für Angewandte Ökosystemforschung, Neu Broderstorf (IfAO)

## Mögliche klimabedingte Wirkungen auf Seevögel

### Zwischen Klimawandel und Offshore-Windenergienutzung – Geraten Vögel in Seenot?

Szenarien, die einen Verlust an biologischer Vielfalt durch den globalen Klimawandel vorhersagen, gehören zu den überzeugendsten Argumenten, warum Kohlendioxidemissionen drastisch und nachhaltig gesenkt werden müssen. Die Nutzung der Offshore-Windenergie eröffnet vielversprechende Möglichkeiten für den Klimaschutz. Mit der großräumigen Planung von Offshore-Windparks steigen aber auch die naturschutzfachlichen Herausforderungen. Windturbinen stellen als Flughindernisse für Vögel eine potentielle Gefahr dar. Doch sind grundlegende Fragen zur Kollisionswahrscheinlichkeit und Scheuchwirkung noch weitestgehend unbeantwortet, was wesentlich zur Planungsunsicherheit beiträgt. Wissenschaftler stehen vor methodischen Herausforderungen, wenn es darum geht, die kumulativen Auswirkungen lokaler Eingriffe in die Meeresumwelt vorherzusagen. Die Auswirkungsszenarien müssen darüber hinaus vor dem Hintergrund der durch den Klimawandel verursachten ökosystemischen Veränderungen betrachtet werden. RADOST bietet erstmals die Möglichkeit, diese komplexen Zusammenhänge integrativ zu analysieren und Auswirkungsprognosen vor unterschiedlichen Naturschutz- und Nutzungskulissen auf wissenschaftlicher Basis zu prüfen.



2.10 > Nahrungsspezialist als Wintergast: Sterntaucher (*Gavia stellata*) im Schlichtkleid.

### Der globale Wandel verändert Vogelpopulationen

Durch Klimaänderung ist vielerorts mit zeitlichen und räumlichen Verschiebungen in der Nahrungsverfügbarkeit zu rechnen. Es ist zu erwarten, dass unter den Vögeln vor allem Nahrungsspezialisten, die im Jahreslauf auf ganz bestimmte Nahrungsquellen angewiesen sind, durch klimatische Verschiebungen in den Brut-, Zug- und Überwinterungsgebieten betroffen sein werden. Ausgesprochene Nahrungsspezialisten sind die in arktischen Regionen brütenden und in der westlichen Ostsee überwinternden Zugvögel, darunter zahlreiche Meeresenten, Seetaucher (Abbildung 2.10) und Alken. Diese haben im Laufe der Evolution physiologische Anpassungen und Verhaltensroutinen entwickelt, die nahezu perfekt auf den Wechsel der Jahreszeiten und der geografischen Lage geeigneter Lebensräume abgestimmt sind. Der anthropogene Klimawandel vermag dieses empfindliche Gleichgewicht zu stören.<sup>52</sup> Zugvögel gelten generell als besonders sensitive Indikatoren des globalen Wandels. Die Verfrühung des Heimzugs, wie sie mittlerweile bei vielen Vogelarten festzustellen ist, gehört zu den am besten dokumentierten biotischen Reaktionen auf die Klimaerwärmung.<sup>53</sup>

### Seevögel und Makrozoobenthos

Es wird erwartet, dass insbesondere die klimabedingten Veränderungen der abiotischen Bedingungen einen direkten Einfluss auf die Makrozoobenthosgemeinschaften haben werden. Mögliche Veränderungen der Muschel-Populationen, die als Nahrungsquelle unter anderem für Meeresenten dienen, wirken sich somit wahrscheinlich auch auf deren Populationen in der Ostsee aus.

Im deutschen Ostseeraum, besonders in der Pommerschen Bucht, ist die Eisente (*Clangula hyemalis*) die häufigste Entenart. Die Eisente steht im besonderen Fokus des Artenschutzes, nicht zuletzt aufgrund eines scheinbar alarmierenden Bestandsrückgangs in der Ostsee seit den 1990er Jahren und der damit verbundenen Heraufsetzung des globalen Gefährdungsstatus dieser Art.<sup>54</sup> Die Ostsee beherbergt etwa

52) Coppack, T. (2008): Klimawandel und Jahresperiodik: Vögel in der evolutionären Falle? Falke 55:300-304

53) Knudsen, E.; Lindén, A.; Both, C.; Jonzén, N.; Pulido, F.; Saino, N.; Sutherland, W. J.; Bach, L. A.; Coppack, T.; Ergon, T. et al. (2011): Challenging claims in the study of migratory birds and climate change. *Biological Reviews* 86:928

54) BirdLife International (2012): *Clangula hyemalis*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2., [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org); Garthe, S., Sudfeldt, C. (2012): Eisente und Samtente weltweit gefährdet. Falke 59:348-349

90 % des europäischen Winterbestands<sup>55</sup> mit Verbreitungsschwerpunkten in der Pommerschen Bucht, im Greifswalder Bodden, vor der Küste Hiddensees und am Darß sowie von Fehmarn westwärts bis zur Eckernförder Bucht.

Als benthophage Art ist die Eisente auf ausreichend Nahrung aus dem Makrozoobenthos angewiesen. Mageninhaltsanalysen ergaben, dass die bevorzugte Beute der Eisente Muscheln sind (Abbildung 2.11), darunter die Miesmuschel (*Mytilus edulis*), die Sandklaffmuschel (*Mya arenaria*), die Lagunen-Herzmuschel (*Cerastoderma glaucum*) und die Baltische Plattmuschel (*Macoma balthica*). Wichtige Faktoren bei der Nahrungsaufnahme sind für die Eisente die Biomasse und Größe der Muscheln. Die Muscheln müssen groß genug sein, um energetisch profitabel zu sein. Der Muskelmagen muss zudem in der Lage sein, die Muscheln knacken zu können. Je größer die Muscheln sind, desto schwieriger wird dies. Die von der Eisente bevorzugten Größenklassen der verschiedenen Muscheln sind dabei unterschiedlich: Lagunen-Herzmuschel (4-8 mm), Sandklaffmuschel (4-15 mm), Miesmuschel (1-15 mm) und Baltische Plattmuschel (bisher nur 15 mm große Tiere in Mägen gefunden).

Die hier genannten Muscheln reagieren unter anderem auf Salzgehaltsänderungen und Sauerstoffmangelereignisse. Beides sind Faktoren, von denen angenommen wird, dass sie durch den Klimawandel in der Ostsee beeinflusst.



2.11 > Muscheln als Nahrungsgrundlage der Eisente. Oben links: Lagunen-Herzmuschel (*Cerastoderma glaucum*); oben rechts: Baltische Plattmuschel (*Macoma balthica*); unten links: Sandklaffmuschel (*Mya arenaria*); unten rechts: Miesmuschel (*Mytilus edulis*).

Für die Verteilung, Abundanz und Biomasse der relevanten Muschelarten sowie deren Größenverteilungen in der Ostsee stehen unterschiedlich große Datenmengen aus der Datenbank des IfAÖ zur Verfügung. Der umfangreichste Datensatz ist für die Baltische Plattmuschel vorhanden: 4.780 Hols<sup>56</sup> an 1.629 Stationen. Während die Sandklaffmuschel in 3.701 Hols an 1.419 Stationen erfasst wurde, wurde die Lagunen-Herzmuschel in 2.104 Hols (932 Stationen) nachgewiesen. Für die Miesmuschel steht der kleinste Datensatz (956 Hols an 667 Stationen) zur Verfügung.

Um die Struktur von Muschelpopulationen beschreiben zu können, ist die Verwendung von Längenfrequenzhistogrammen ein wichtiges Werkzeug. Das Messen der Muschellängen ist jedoch ein zeitaufwendiger Arbeitsschritt. Im Rahmen einer aktuellen Diplomarbeit sollen diese Untersuchungen durch bildbasierte Methoden vereinfacht werden.

In weiteren Schritten sollen jetzt die Ergebnisse der Datenbankanalyse für die relevanten Muschelarten den Verteilungen der Eisente gegenübergestellt werden. Mit Hilfe von historischen Daten und Modellierungen soll dann beschrieben werden, ob und wie sich die Muschel- und Eisente-Populationen aufgrund des Klimawandels verändern und gegenseitig beeinflussen.

### Effekte von Offshore-Windturbinen auf Vögel

Vögel, die das offene Meer bewohnen oder durchfliegen, können durch Offshore-Windenergieanlagen in dreierlei Weise betroffen sein:

1) **Kollision** – Theoretisch steigt das Risiko der Kollision mit einer vertikalen Struktur in monotonen, strukturarmen Umgebungen, wo antizipatorische, visuelle Reize fehlen.<sup>57</sup> Vögel, die die offene See durchfliegen, wären demnach besonders anfällig, vor allem nachts und bei schlechter Sicht. Da eine systematische Suche nach Kollisionsopfern unter Offshore-Windenergieanlagen nicht machbar ist, lassen sich Kollisionswahrscheinlichkeiten und deren Folgen nur mit indirekten Methoden abschätzen. Dabei kommen zunehmend videographische und radarbasierte Erfassungstechniken zum Einsatz, mit deren Hilfe die Anzahl kollisionsgefährdeter Individuen abgeschätzt werden kann.<sup>58</sup> Auf Art- und Individuenebene fehlt aber häufig die entscheidende Information, um art- oder populationspezifische Gefährdungsanalysen durchzuführen. Aktuelle Auswirkungsprognosen basieren daher meist auf Mutmaßungen und selten auf empirischen Erkenntnissen.

55) Garthe & Sudfeldt, a.a.O

56) Ein Hol bedeutet eine Probenahme mit dem Bodengreifer vom Meeresgrund. Je Station finden in der Regel 2-3 Probenahmen statt.

57) Martin, G. R. (2011): Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis* 153:239-254

58) Coppack, T.; Schulz, A.; Steuri, T.; Liechti, F. & Kulemeyer, C. (2011): Mit Windmühlen gegen Klimawandel und Vogelzug – Phototaktische Anlockung von nachts ziehenden Vögeln durch einen Offshore-Windpark. *Vogelwarte* 49:300-301

# IV - Ökologie und biologische Vielfalt

**2) Meidung** – Vor allem am Tag ziehenden Vögeln mag es gelingen, Windturbinen als Flughindernisse rechtzeitig zu erkennen, so dass sie ausweichen und einer Kollision entgehen. Unter der Annahme einer Summationswirkung würden Windparks somit Flugbarrieren darstellen, die zu längeren Flugrouten mit möglicherweise erhöhten energetischen Kosten für die Vögel führen könnten. Radar-Untersuchungen aus Dänemark haben gezeigt, dass Meereseenten (hauptsächlich Eiderenten – Abbildung 2.12) Offshore-Windparks in der Regel umfliegen.<sup>59</sup> Dennoch sind die kumulative Effekte und energetischen Konsequenzen weitestgehend unbekannt.

Eine anhaltende, vollständige Meidung von Windparkflächen durch rastende bzw. nahrungssuchende Wasservögel wird in der Regel als Habitatverlust gewertet. Von der Komplettmeidung bis hin zur schrittweisen Gewöhnung sind jedoch entlang eines Kontinuums zahlreiche, artspezifische Szenarien denkbar. Als Datengrundlage für die Einschätzung der Auswirkungen von Offshore-Windparks auf Rastvögel dienen Beobachtungen, die entlang linearer Transekte per Schiff oder Flugzeug erfasst werden. Aufgrund mangelnder Datendichte divergieren die Auswirkungsprognosen. Die hohe zeitliche und räumliche Dynamik der Vögel kann offenbar mit den selten stattfindenden „Momentaufnahmen“ nicht ausreichend erfasst werden. Zudem üben die Erfassungsmethoden an sich eine Störung auf rastende Vögel aus<sup>60</sup>, deren Auswirkungen kaum von den eigentlichen Windparkeffekten zu trennen sind. Orthofotografische, flugzeuggestützte Kartierungen aus störungsfreier Flughöhe versprechen dem Abhilfe zu leisten.<sup>61</sup>

**3) Anlockung** – Etwa Zwei Drittel aller Zugvögel ziehen nachts. Nachtaktive Vögel werden unter bestimmten Umständen (Nebel, Niederschlag, Gegenwind) durch künstliche



2.12 > Von der Eiderente (*Somateria mollissima*) werden Windparks in der Regel umflogen.

Lichtquellen an Offshore-Konstruktionen angezogen, was zu einem erhöhten Kollisionsrisiko führen kann.<sup>62</sup> Bisher wurden Massenkollisionen an beleuchteten Bauwerken im marinen Bereich vor allem für punktuelle Lichtquellen wie Leuchttürme oder beleuchtete Plattformen beschrieben.<sup>63</sup> Ob das Kollisionsrisiko für Vögel an den flächiger verteilten Offshore-Windenergieanlagen höher, niedriger oder vergleichbar ist, ist bisher unbekannt. Ebenso bleibt zu klären, inwieweit die Rotoraktivität von Windturbinen, die zu kleinräumigen Meidereaktionen (micro-avoidance) führen kann, dem Effekt der Lichtenlockung in der Bilanz entgegenwirkt.<sup>64</sup>

Neben diesen unmittelbaren Anlockeffekten könnten rastende Wasservögel auch indirekt durch Windparks angezogen werden, wenn antagonistische Störungen, wie beispielsweise Fischerei oder Schiffsverkehr, in der Fläche wegfallen und/oder das Nahrungsangebot sich durch die Schaffung von „künstlichen Riffen“ verbessern würde. Zur Prüfung dieser optimistischen Hypothese fehlen jedoch fundierte Daten von im Betrieb befindlichen Windparks.

## Offshore-Windparks und Vögel: Ist eine Koexistenz möglich?

Im Zuge des Ausbaus regenerativer Energien ist im Offshorebereich der deutschen Nord- und Ostsee die Errichtung einiger tausend Offshore-Windenergieanlagen geplant. Nach der Bundesseeanlagenverordnung ist der Bau jedoch nur dann zulässig, wenn Gefahren für die Meeresumwelt sowie den Vogelzug ausgeschlossen werden können. Somit muss mit Nachdruck dafür gesorgt werden, dass Schutz- und Nutzungsgebiete im Planungs- und Genehmigungsprozess so effektiv wie möglich aufeinander abgestimmt werden. Schutzgebiete müssen vernetzt bleiben und ihre Grenzen müssen der Dynamik des marinen Ökosystems im Klimawandel Rechnung tragen. Es ist wahrscheinlich, dass nach sorgfältiger Planung die Sterblichkeit von Vögeln durch Kollision mit Offshore-Windenergieanlagen in der Regel niedriger ausfallen wird als die durch gemeinhin akzeptierte menschliche Aktivitäten (z. B. Verkehr, Landwirtschaft) und Strukturen (z. B. Fenster, Hochspannungsleitungen) verursachte Mortalität. Nichtsdestotrotz müssen neue Windparks gewissenhaft geplant werden, um zusätzlichen Druck auf die Vogelwelt in einer sich rasch verändernden Welt zu minimieren. Die Koexistenzfrage kann letztlich aber nur durch Forschung an realisierten Windparkprojekten beantwortet werden.

59) Desholm, M. & Kahlert, J. (2005): Avian collision risk at an offshore wind farm. *Biology Letters* 1:296–298

60) Schwemmer, P.; Mendel, B.; Sonntag, N.; Dierschke, V. & Garthe, S. (2011): Effects of ship traffic on seabirds in offshore waters: implications for marine conservation and spatial planning. *Ecol. Appl.* 21:1851-1860

61) Kulemeyer, C.; Schulz, A.; Weidauer, A.; Röhrbein, V.; Schleicher, K.; Foy, T.; Grenzdörffer, G. & Coppack, T. (2011): Georeferenzierte Digitalfotografie zur objektiven und reproduzierbaren Quantifizierung von Rastvögeln auf See. *Vogelwarte* 49:105-110

62) Z. B. Aumüller, R.; Boos, K.; Freienstein, S.; Hill, K. & Hill, R. (2011): Beschreibung eines Vogelschlagereignisses und seiner Ursachen an einer Forschungsplattform in der Deutschen Bucht. *Vogelwarte* 49, 9-16; Schulz, A.; Röhrbein, V.; Schleicher, K.; Kulemeyer, C. & Coppack, T. (2011): Die Forschungsplattform FINO 2 – eine automatisierte Vogelwarte inmitten der Ostsee. *Seevögel* 32:99-101

63) Ballasus, H.; Hill, K. & Hüppop, O. (2009): Gefahren künstlicher Beleuchtung für ziehende Vögel und Fledermäuse. *Ber. Vogelschutz* 46:127-157; Aumüller et al. 2011, a.a.O.

64) Coppack et al. 2011, a.a.O.



# Modul 3:

## Sozio-ökonomische Analyse

In der sozioökonomischen Analyse wurden in der Anfangsphase des Projektes zunächst eine regionalwirtschaftliche Analyse, eine Akteursanalyse sowie Zukunftsszenarien für zentrale Wirtschaftsbereiche erarbeitet. Aufgrund des Ausmaßes des durch die weltweite Banken- und Wirtschaftskrise ausgelösten Konjunkturreinbruchs, der sich auch in der Ostseeregion deutlich bemerkbar machte, wurde die im ersten Projektjahr erstellte regionalwirtschaftliche Bestandsaufnahme noch einmal aktualisiert und überarbeitet. Im aktuellen Bearbeitungsjahr wurden aufbauend darauf die Input-Output-Modellierung, die agrarökonomische Modellierung sowie die Kosten-Nutzen-Analyse vorangetrieben. Die Ergebnisse aus diesen Analyseschritten werden im letzten Bearbeitungsjahr abgeschlossen und publiziert werden.

## Regionalwirtschaftliche Analyse

Die regionalwirtschaftliche Analyse ist eine wichtige Voraussetzung zur Identifikation der in der Region maßgeblichen wirtschaftlichen Nutzungen des Küstenraumes und gibt Hinweise auf Konfliktlinien zwischen verschiedenen Nutzungen in der Region. In den ersten beiden Projektjahren wurde u. a. die Entwicklung und Struktur der Bevölkerung, die Flächennutzung, der Ausbildungsstand, die Erwerbstätigkeit, sowie die wirtschaftliche Entwicklung und Struktur in der Projektregion untersucht. Darüber hinaus wurden mit der Landwirtschaft, der Fischerei, der Bauwirtschaft, der Tourismuswirtschaft und der Maritimen Wirtschaft fünf für die Projektregion bedeutende Wirtschaftsbereiche hinsichtlich ihrer Struktur und Entwicklung detailliert analysiert. Dabei wurden jeweils Zeitreihendaten für die Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein in Relation zu den bundesdeutschen Durchschnittswerten gesetzt. Je nach Datenverfügbarkeit wurden die Daten zudem auch für die an die Ostsee angrenzenden Landkreise und kreisfreien Städte (im Folgenden als Ostseeregion<sup>65</sup> bezeichnet) ausgewiesen.

Die 2007 einsetzende Finanz- und Wirtschaftskrise hat auch in der Projektregion für zum Teil erhebliche Umbrüche und Veränderungen gesorgt. Aus diesem Grund wurde die Regionalwirtschaftliche Analyse im aktuellen Berichtsjahr grundlegend aktualisiert. So wurden Statistiken für die Jahre 2009 und 2010 und soweit bereits vorliegend auch für das Jahr 2011 neu eingebunden und bewertet. Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse dieser regionalwirtschaftlichen Analyse vorgestellt.

### Ansprechpartner:

Dr. Jesko Hirschfeld

E-Mail: [jesko.hirschfeld@ioew.de](mailto:jesko.hirschfeld@ioew.de)

André Schröder

E-Mail: [Andre.Schroeder@ioew.de](mailto:Andre.Schroeder@ioew.de)

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin (IÖW)



3.1 > Bruttoinlandsprodukt je Einwohner auf Kreisebene in 2009 (Daten entnommen aus: Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2012<sup>66</sup>)

### Wirtschaftliche Entwicklung der deutschen Ostseeregion

Mit einem unterdurchschnittlichen Bruttoinlandsprodukt von 23,9 Tsd. Euro je Einwohner trug die deutsche Ostseeregion 2,3 % zum gesamtdeutschen Bruttoinlandsprodukt des Jahres 2009 bei. Ein Blick auf die Kreisebene zeigt ein deutliches Stadt-Land-Gefälle bei der Wirtschaftsleistung (siehe Abbildung 3.1). Am deutlichsten zeigt sich dieses in Mecklenburg-Vorpommern. Hier belegten 2009 beim Bruttoinlandsprodukt je Einwohner die sechs kreisfreien Städte, angeführt von Neubrandenburg mit 32,4 Tsd. Euro, die vordersten Plätze. Von den sechs Ostseelandkreisen Mecklenburg-Vorpommerns befinden sich dagegen drei unter den fünf wirtschaftlich schwächsten Kreisen des Landes. In Schleswig-Holstein befanden sich 2009 alle vier kreisfreien Städte in der Spitzengruppe der besten Fünf des Landes. Als einziger der elf Landkreise Schleswig-Holsteins schaffte es Stormarn in die Spitzengruppe des Landes. Die vier Ostseelandkreise Schleswig-Holsteins gehörten mit einem Bruttoinlandsprodukt zwischen 16,0 und 22,7 Tsd. Euro je Einwohner im Jahre 2009 hingegen zu den sechs wirtschaftlich schwächsten Kreisen des Landes.

65) An die Ostsee angrenzende Landkreise und kreisfreie Städte ...  
...in Schleswig-Holstein

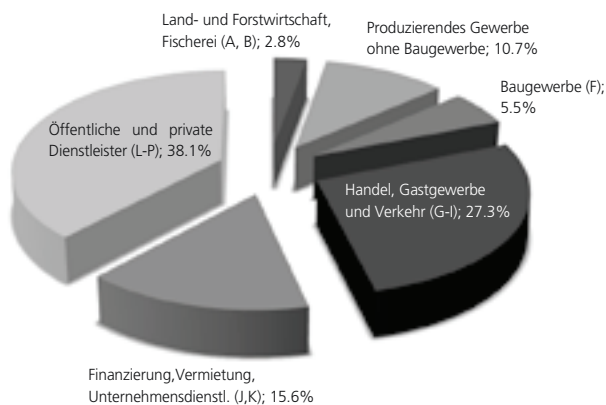
Landkreise: Ostholstein, Plön, Rendsburg-Eckernförde, Schleswig-Flensburg  
Kreisfreie Städte: Flensburg, Kiel, Lübeck

...in Mecklenburg-Vorpommern (vor der Kreisgebietsreform vom 4. September 2011)

Landkreise: Bad Doberan, Nordvorpommern, Nordwestmecklenburg, Ostvorpommern, Rügen, Uecker-Randow  
Kreisfreie Städte: Greifswald, Rostock, Stralsund, Wismar

66) Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2012): Regionaldatenbank Deutschland. <https://www.regionalstatistik.de/> (Zugriff am 14. Januar 2013).

Die Zahl der Erwerbstätigen stieg in der deutschen Ostseeregion zwischen 1996 und 2009 um 2,4% auf 1,06 Mio. erwerbstätige Menschen an.<sup>67</sup> Damit entwickelte sich die Zahl der Erwerbstätigen in der Ostseeregion seit 1996 schwächer als im Bundesdurchschnitt.



3.2 > Erwerbstätige der Ostseeregion nach Wirtschaftsbereichen 2009 (Daten entnommen aus: Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2012<sup>68</sup>)

Die beschäftigungsintensivsten Wirtschaftsbereiche waren in der deutschen Ostseeregion im Jahr 2009 die Bereiche Öffentliche und private Dienstleistungen (38,1%), Handel, Gastgewerbe und Verkehr (27,3%) sowie Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleistungen (15,6%) (siehe Abbildung 3.2). Diese Bereiche stellten 81% aller Erwerbstätigen.<sup>69</sup> Im Jahr 1996 war ihr Anteil noch um zirka acht Prozent geringer, sodass es im Zeitverlauf zu einer Konzentration der Erwerbstätigen auf diese drei Bereiche gekommen ist. Alle anderen Bereiche verloren an Bedeutung, am stärksten das Baugewerbe. Auch in der Land- und Forstwirtschaft, Fischerei nahm der Anteil der Erwerbstätigen ab, lag mit 2,8% aber immer noch deutlich über dem deutschen Durchschnitt.

### Kurzportraits ausgewählter Wirtschaftsbereiche

#### Landwirtschaft

Der Anteil der Landwirtschaft an der Bruttowertschöpfung in der deutschen Ostseeregion ist im Vergleich zu Deutschland doppelt so hoch. In 2009 waren in der deutschen Ostseeregion rund 29.900 Personen im gesamten primären Sektor erwerbstätig (zirka 90% davon in der Landwirtschaft). Allerdings ist die Tendenz ebenso wie bei der Bruttowertschöpfung rückläufig. Durch die enge Ver-



3.3 > Landwirtschaft unter dem Regenbogen

netzung mit anderen Wirtschaftsbereichen, vor allem der Ernährungswirtschaft, ist die Landwirtschaft, jedoch nach wie vor von großer gesamt- und regionalwirtschaftlicher Bedeutung. Unterschiede zwischen den beiden Bundesländern bestehen vor allem in der Betriebsgröße und dem Verhältnis von Tier- und Pflanzenproduktion. Während in Mecklenburg-Vorpommern vergleichsweise große Betriebe angesiedelt sind und der Schwerpunkt auf der pflanzlichen Produktion liegt, gibt es in Schleswig-Holstein ein gleichmäßiges Verhältnis von Tier- und Pflanzenproduktion bei deutlich kleineren Betriebsgrößen.

#### Fischerei

Die Fischerei in der deutschen Ostseeregion steht durch rapide sinkende Fischbestände und Fangquoten sowie die globale Konkurrenz großer, industrieller Fischtrawler zunehmend unter Druck. Das führt zu einem grundlegenden Strukturwandel der Fischerei in der Region, der mit einer Verringerung der Anlandungen, der Erwerbstätigen und der Fischereiflotte einhergeht. Die Betriebe nutzen vermehrt Geschäftszweige des Tourismus, um ihre Wirtschaftlichkeit zu steigern.

#### Bauwirtschaft

Das Baugewerbe ist in besonderem Maße abhängig von der konjunkturellen Entwicklung und den strukturellen Veränderungen der Gesamtwirtschaft. Diese Rahmenbedingungen haben sich seit Mitte der 1990er Jahre kontinuierlich verschlechtert und wirkten nicht nur in der deutschen Ostseeregion negativ auf die wirtschaftliche Situation der Branche.



# Sektorale und gesamtwirtschaftliche Basisszenarien

Das Baugewerbe ist dennoch ein wichtiger Wirtschaftsbereich in der Region. Sein Anteil an der Bruttowertschöpfung lag über einen langen Zeitraum über dem Bundesdurchschnitt. Erst in den vergangenen fünf Jahren kam es in der Region zu einer Annäherung der wirtschaftlichen Bedeutung des Baugewerbes an das Bundesniveau.

## Tourismuswirtschaft

Die Tourismuswirtschaft nimmt wegen der naturräumlichen Vorteile durch die lange Küstenlinie traditionell eine wichtige Stellung in der deutschen Ostseeregion ein. Die Übernachtungen in Hotels, Ferienwohnungen und anderen Beherbergungsbetrieben konnten in den vergangenen Jahren erheblich gesteigert werden. Die Tourismuswirtschaft ist eine breit gefächerte Querschnittbranche. Sie umfasst unter anderem das Beherbergungsgewerbe, das Gaststättengewerbe, Teile des Einzelhandels, Transportdienstleister und Reiseveranstalter. Aufgrund dieser vielfältigen Verbindungen zu anderen Wirtschaftszweigen ist der Tourismus nicht nur für den Dienstleistungssektor, sondern für die gesamte Wirtschaft einer Region von gehobener Bedeutung.



3.4 > Tourismus in Kühlungsborn

## Maritime Wirtschaft

Die Maritime Wirtschaft ist ein strukturprägender Wirtschaftsbereich in der deutschen Ostseeregion. Sie umfasst eine Vielzahl von Wirtschaftszweigen, die Erzeugnisse und Dienstleistungen im maritimen Bereich erbringen. Die wirtschaftlich relevantesten Zweige sind der Schiff- und Bootsbau, die maritime Zulieferindustrie, der Seeverkehr und die Hafengewirtschaft. Die Maritime Wirtschaft ist nicht nur auf die Küstenregionen beschränkt. Sie ist bundesweit mit vielen Wirtschaftszweigen eng verflochten. Mit einem bundesweiten Umsatz von 50 Milliarden Euro im Jahr 2011 ist ihre wirtschaftliche Bedeutung beträchtlich.

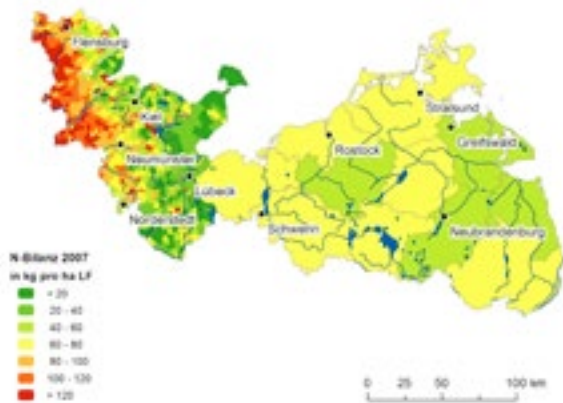


3.5 > Maritime Wirtschaft in Rostock

## Agrarsektormodellierung

In den letzten Projektjahren wurden die Landnutzung und die Tierhaltung im Ostseeraum hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Anpassung an den Klimawandel und ihrer negativen Umwelteffekte untersucht. Darauf aufbauend wurde die Entwicklung der Landwirtschaft mit Hilfe des Modells RAUMIS abgeschätzt, indem Entwicklungen auf dem Agrarmarkt und in der Agrarpolitik mit einbezogen wurden. Diese Abschätzungen werden im Laufe des Projektes bei Verfügbarkeit neuer Projektionen und Informationen aktualisiert.

Im Berichtszeitraum wurde zudem untersucht, wie die Stickstoffüberschüsse (N-Überschüsse) weiter regionalisiert werden können. Dafür wurde vorerst für Schleswig-Holstein (SH) die Datengrundlage auf Gemeindeebene geprüft, und diese mit Hilfe von Konsistenzroutinen für die Berechnung von Stickstoffüberschüssen vorbereitet (Heidecke et al. 2012). In Abbildung 3.6 wird deutlich, wie die Stickstoffüberschüsse unterhalb der Landkreisebene aufgrund unterschiedlicher Flächen und Tierausrüstung variieren, und daher die potentiellen Einträge in die Gewässer flächengenaue abgebildet werden können.



3.6 > Stickstoffüberschüsse im Ostseeraum auf Gemeindeebene für SH und auf Kreisebene für MV für das Jahr 2007

Zusätzlich wurde die potentielle Entwicklung der Stickstoffüberschüsse im Jahr 2021 untersucht (Abbildung 3.7). Insgesamt gehen danach die N-Überschüsse bis zum Jahr 2021 zurück, wobei nach den Berechnungen Kreise bzw. Gemeinden in beiden Bundesländern die Düngeverordnung nicht einhalten können.

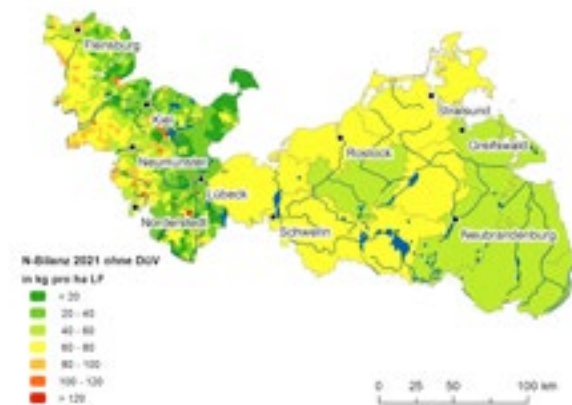
Wird unterstellt, dass die Düngeverordnung als grundlegende Maßnahme zur Reduzierung von Nährstoffeinträgen eingehalten wird, dürfen keine Überschüsse über 60 kg N pro Hektar

### Ansprechpartnerin:

Andrea Wagner

E-Mail: andrea.wagner@ti.bund.de

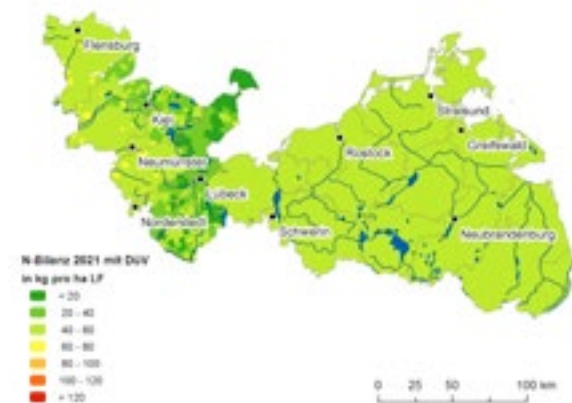
Johann Heinrich von Thünen-Institut (TI)



3.7 > Stickstoffüberschüsse im Ostseeraum auf Gemeindeebene für SH und auf Kreisebene für MV für das Jahr 2021

landwirtschaftlich genutzte Fläche (ha LF) in einem landwirtschaftlichen Betrieb anfallen. Im Szenario zur Umsetzung der Düngeverordnung (Abbildung 3.8) werden Überschüsse in einer Gemeinde in SH über 60 kg N pro ha LF in die umliegenden Gemeinden eines Kreises verteilt. Darüber hinaus wird unterstellt, dass Überschüsse über 60 kg N in den Landkreisen in Mecklenburg-Vorpommern (MV) durch Anpassungen in der Tierhaltung und in der Ausbringung von Mineraldünger reduziert werden können.

Im Laufe der nächsten Arbeiten wird getestet, ob es zur Erfüllung der Wasserrahmenrichtlinie und des Baltic Sea Action Plans ausreicht, die Düngeverordnung einzuhalten, oder ob noch weitere Maßnahmen seitens der Landwirtschaft notwendig sind und zu welchen Kosten. Dazu werden weitere flächenbezogene Agrarumweltmaßnahmen, wie zum Beispiel der Anbau von Zwischenfrüchten, untersucht.



3.8 > Stickstoffüberschüsse im Ostseeraum auf Gemeindeebene für SH und auf Kreisebene für MV für das Jahr 2021 unter Annahme der Umsetzung der Düngeverordnung von maximalen N-Überschüssen von 60 kg N pro ha LF

## Input-Output-Modellierung

Die in den sechs Fokusthemen zu erarbeitenden Anpassungsstrategien werden mit ihrer Umsetzung unterschiedliche Wirkungen auf die regionale Wirtschaft entfalten. Inhalt dieses Arbeitspaketes ist es, basierend auf einem Input-Output-Ansatz die Wirkungen der Anpassungsstrategien auf die Zielgrößen Bruttoproduktionswert, Bruttowertschöpfung und Beschäftigung in der Projektregion bis in das Jahr 2030 abzuschätzen. Von Interesse sind dabei neben den Anstoßeffekten (direkte Effekte) auch alle Mitzieheffekte (indirekte Effekte) sowie kapazitätsbedingte Rückkopplungseffekte (induzierte Effekte), die im Zuge der Umsetzung und der Fortführung von Anpassungsmaßnahmen von der Nachfrage nach Waren und Dienstleistungen ausgehen und in der Untersuchungsregion auf die drei Zielgrößen wirken.

In einer ersten Analyse wurde unter anderem die regionalwirtschaftliche Bedeutung des Tages- und Übernachtungstourismus in Mecklenburg-Vorpommern abgeschätzt. Diesen einfachen Abschätzungen zufolge konnte allein aus der Nachfrage der Tages- und Übernachtungsgäste in Mecklenburg-Vorpommern nach Waren und Dienstleistungen in diesem Bundesland in 2009 einschließlich indirekter und kapazitätsinduzierter Effekte eine Bruttowertschöpfung von gut 2,8 Mrd. Euro generiert werden. Dies entspricht einem Anteil an der insgesamt in Mecklenburg-Vorpommern in 2009 generierten Bruttowertschöpfung von 9%. Es konnte zudem gezeigt werden, dass hiervon insbesondere das Beherbergungs- und Gaststättengewerbe sowie Handels- und Verkehrs-Dienstleister in der Region profitierten.

Nach der Anpassung seiner Datenbasis und Struktur soll das Input-Output-Modell im letzten Projektjahr für die Abschätzung der regionalwirtschaftlichen Effekte der in diesem Forschungsprojekt entwickelten Klimaanpassungsstrategien verwendet werden. Unter anderem sollen regionale Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch Investitionen in Maßnahmen des Küstenschutzes, des Strandmanagements, des Gewässermanagements und der Landwirtschaft, in die Anpassung von Hafen-Infra- und -Suprastruktureinrichtungen sowie in die Anpassung und den Ausbau von Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien abgeschätzt werden. Die hierfür benötigten Daten werden voraussichtlich ab Mitte 2013 zusammengestellt und analysiert.

### Ansprechpartner:

Dr. Jesko Hirschfeld

E-Mail: jesko.hirschfeld@ioew.de

André Schröder

E-Mail: Andre.Schroeder@ioew.de

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin (IÖW)

## Erweiterte Kosten-Nutzen-Analyse

Zwischen dem Klimawandel und den in RADOST zu erarbeitenden Anpassungsstrategien an der deutschen Ostseeküste bestehen Wechselwirkungen mit Ökosystemleistungen, die in Verbindung mit natürlichen Systemen an der Küste erbracht werden.

Ökosystemleistungen sind Leistungen oder Güter, die dem Menschen direkt oder indirekt durch die Ökosysteme erbracht werden, seine Lebensgrundlage erhalten, ihm Vorteile verschaffen oder zum Wohlbefinden beitragen. Leistungen dieser Art, die sich auf Küstenökosysteme und Meere beziehen, sind als Marine Ökosystemleistungen (marine ecosystem services) klassifiziert worden. Das Konzept der Marinen Ökosystemleistungen bietet somit einen Rahmen, in dem die Effekte von Klimawandel und Anpassungsstrategien an der deutschen Ostseeküste für den Menschen sowie die ökologischen und ökonomischen Wechselwirkungen im RADOST-Projekt abgebildet und analysiert werden können.

Die ökonomische Bewertung der Marinen Ökosystemleistungen, die in die erweiterte Kosten-Nutzen-Analyse der Anpassungsstrategien einfließt, wird im Rahmen einer deutschlandweiten Befragungsstudie umgesetzt, die derzeit vorbereitet wird. Ziel der Befragung ist es, genauer zu untersuchen, welche Präferenzen für ausgewählte klimawandelbedingte Veränderungen in den Küstenökosystemen (z. B. Küstenerosion) und beispielhafte Anpassungsmaßnahmen an diese Veränderungen (z. B. Strandaufschüttung) in der Bevölkerung bestehen. Durch ein geeignetes Fragebogendesign werden so belastbare Ergebnisse über den monetären Wert einiger durch die deutsche Ostseeküste bereitgestellten Ökosystemleistungen ermittelt.

Zentrales Element der Befragung ist ein Choice-Experiment. Dabei werden den Befragten unterschiedliche Qualitätszustände von Ökosystemleistungen der Ostseeküste zur Bewertung angeboten und die Wertschätzung für diese erhoben. Des Weiteren werden Urlaubsaktivitäten und Freizeitverhalten sowie soziodemographische Daten (z. B. Einkommen, Bildung, Alter, Geschlecht) abgefragt.



Modul 4:

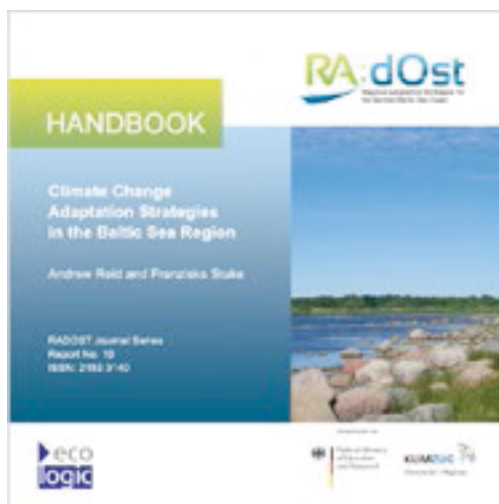
Nationaler und europäischer  
Politikrahmen/nationaler  
und internationaler Austausch

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

Im aktuellen Berichtszeitraum lag der Schwerpunkt im Modul 4 auf dem internationalen Austausch zu Klimaanpassungsstrategien und Maßnahmen. Im Ostseeraum und in der Partnerregion an der Ostseeküste der USA wurde auf verschiedenen Veranstaltungen über die Fortschritte des Projektes berichtet. Die Arbeiten zum Politik hintergrund und zu Beispielen der Klimaanpassung wurden fortgeführt.

## Nationaler und europäischer Politik hintergrund / Bestandsaufnahme und Auswertung von Anpassungsprojekten und -maßnahmen

Viele für Klimaanpassung relevante politische Vorgaben und Entwicklungen sind auf europäischer und auf nationaler Ebene der EU-Mitgliedsstaaten angesiedelt. In den vorherigen Berichtszeiträumen wurden diese analysiert und ausgewertet und die Ergebnisse stehen auf der RADOST-Website als Factsheets und als englischsprachiges Handbuch „Climate Change Adaptation Strategies in the Baltic Sea Region“ (RADOST Bericht Nr. 10) zur Verfügung.



Zur Recherche von Beispielen der Klimaanpassung wurden 20 Interviews mit Akteuren der deutschen Ostseeküstenregion aus unterschiedlichen Verwaltungsebenen (zum Beispiel Ministerien, Landesbetrieben, Ämtern oder Verbänden) geführt, die zu Themen wie Wahrnehmung von Klimawandel, Anpassungsmaßnahmen oder Kooperationen im Ostseeraum befragt wurden. Die Ergebnisse der Befragung wurden im Juni 2012 als RADOST-Bericht Nr. 13 „Anpassungsmaßnahmen an der deutschen Ostseeküste – Auswertung einer qualitativen Befragung von Akteuren auf unterschiedlichen Verwaltungsebenen“ veröffentlicht.

### Ansprechpartnerin:

Dr. Grit Martinez

E-Mail: [grit.martinez@ecologic.eu](mailto:grit.martinez@ecologic.eu)

Dr. Nico Stelljes

E-Mail: [nico.stelljes@ecologic.eu](mailto:nico.stelljes@ecologic.eu)

Ecologic Institut, Berlin

## Austausch auf nationaler und internationaler Ebene

Seit Projektbeginn bilden der Erfahrungsaustausch und die Verbreitung erfolgreicher Anpassungsbeispiele über die Projektregion hinaus einen festen Bestandteil von RADOST. Die in den vorigen Berichtszeiträumen begonnene Kooperation mit Partnern in den USA wurde fortgeführt und Ergebnisse aus dem Projekt wurden bei unterschiedlichen internationalen Veranstaltungen im In- und Ausland zur Diskussion gestellt.

### Austausch mit Regionen an der Ostseeküste

Eine Reihe von internationalen Veranstaltungen wurden genutzt, um die Vernetzung mit anderen Ländern des Ostseeraums weiter voranzutreiben und RADOST-Ergebnisse im internationalen Kontext vorzustellen. Anlässlich der Fertigstellung eines zweiten Klimaberichtes für die Ostsee (BACC II-Report) moderierte RADOST-Projektleiterin Dr. Grit Martinez eine Podiumsdiskussion mit Klimawissenschaftlern und politischen Vertretern auf internationaler, nationaler und regionaler Ebene auf der internationalen BACC-Konferenz am 7. September 2012 in Tallinn. BACC (BALTEX Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin) ist eine umfassende Auswertung des Forschungsstandes zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Ostsee, die im Rahmen des internationalen Forschungsprojektes BALTEX (The Baltic Sea Experiment) vorgenommen wurde (siehe auch „Strandmanagement und räumliche Dynamik“ in Modul 1, Fokusthema Tourismus und Strandmanagement, Seite 26). Der BACC-II-Bericht, der voraussichtlich Ende 2013 im Springer-Verlag erscheinen wird, stellt eine Aktualisierung und Erweiterung zum 2008 erschienen ersten BACC-Bericht dar. Thema der Podiumsdiskussion zu „Klimawandel und Gesellschaft“ waren Erfahrungen bei der Verbreitung des Wissens über den Klimawandel im Ostseeraum an Entscheidungsträger und eine breitere Öffentlich-

keit. Es wurde deutlich, dass nach wie vor ein hoher Bedarf an verständlichen, auf die Anwendung im regionalen und lokalen Rahmen zugeschnittenen Informationen besteht. Weiterhin wurde von den Podiumsteilnehmern die Bedeutung der Zusammenarbeit mit regionalen Multiplikatoren hervorgehoben.

Ebenfalls in Tallin fand im Mai 2012 ein Expertenaustausch mit Delegierten aus den litauischen, lettischen und estnischen Umweltministerien statt, bei dem es um die Unterstützung bei der Erarbeitung nationaler Anpassungsstrategien in den Baltischen Staaten ging. Der Austausch fand im Zuge des Projektes BaltClim statt und wurde vom Baltic Environmental Forum (BEF) organisiert.<sup>70</sup> RADOST-Projektleiterin Dr. Grit Martinez (Ecologic Institut) ging in ihrer Präsentation auf Beispiele guter Anpassungspraxis in der Ostseeregion ein und betonte, wie wichtig es ist, soziokulturelle, politische und wirtschaftliche Gegebenheiten der jeweiligen Region zu berücksichtigen, um die dortigen Akteure erfolgreich einzubinden. Dr. Jesko Hirschfeld (IÖW) berichtete über die RADOST-Akteursanalyse sowie Formen der Akteursbeteiligung in RADOST und anderen Prozessen zur Erarbeitung von Anpassungsstrategien, wie der Deutschen Anpassungsstrategie auf Bundesebene.

Am 7. November 2012 wurde im Rahmen des BaltClim-Projektes eine Delegationsreise von Vertretern der Umweltministerien der baltischen Staaten veranstaltet, die einen Besuch in der Gemeinde Timmendorfer Strand mit einschloss. Die Delegierten konnten sich dort aus erster Hand ein Bild von dem Küstenschutzkonzept verschaffen, das nach einem als vorbildlich geltenden Planungsprozess unter umfangreicher Beteiligung der Anwohner umgesetzt wurde (vgl. auch den folgenden Abschnitt „Austausch mit Regionen an der Ostküste der USA“).

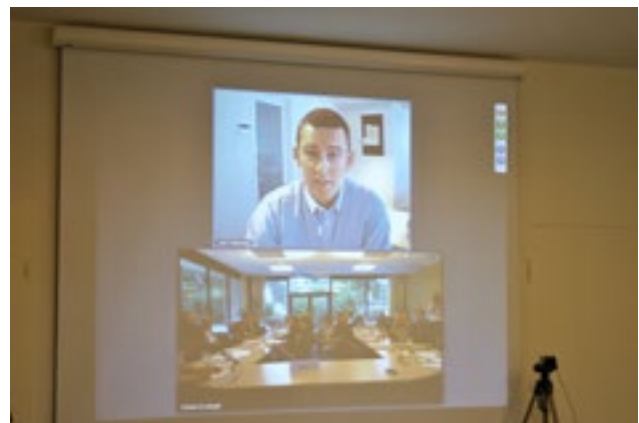
### Austausch mit Regionen an der Ostküste der USA

Mit unterschiedlichen Veranstaltungen wurde das Austauschprogramm zwischen RADOST und den USA fortgesetzt. Der thematische Schwerpunkt der Diskussionen lag weiterhin auf dem Küstenschutz.

Am 4. April 2012 fand in Beaufort, North Carolina ein Workshop mit Vertretern der kommunalen, regionalen und bundesstaatlichen Verwaltung aus North Carolina statt.<sup>71</sup> Deutsche und US-amerikanische Herangehensweisen zum Küstenschutz wurden präsentiert und diskutiert. Wie aus den USA berichtet wurde, ergeben sich Schwierigkeiten nicht nur aus wissenschaftlichen Unsicherheiten in Bezug auf die Folgen des Klimawandels, sondern auch aus sehr unterschiedlichen Problemwahrnehmungen der Akteure. Während verschiedene informelle Planungsinstrumente entwickelt wurden, um den Herausforderungen des Meeresspiegelanstiegs zu

begegnen, wurde andererseits festgestellt, dass bestehende rechtliche Bestimmungen teilweise einer vorausschauenden Küstenschutzplanung entgegenstehen. Küstenschutzbauwerke wie der vor Scharbeutz errichtete Strandwall wären beispielsweise in North Carolina rechtlich derzeit nicht möglich, und auch eine bereits angewandte Küstenschutzmaßnahme wie der Bau von Buhnen unterliegt engen Beschränkungen. Dass gleichwohl ein Bewusstsein von der Dringlichkeit der angesprochenen Probleme vorhanden ist, zeigte die ausführliche Berichterstattung zur Veranstaltung in der lokalen Presse. Die Anwesenden äußerten großes Interesse, den Dialog in Form eines direkten Austauschs zwischen den Kommunalverwaltungen der Küstenregionen beider Länder fortzuführen. Eine Gelegenheit hierzu wurde im Rahmen der RADOST-Tour (siehe „RADOST-Veranstaltungen“ unter Modul 1, Seite 9) geschaffen, wo zu einem Austausch zwischen Akteuren aus Timmendorfer Strand und Gemeinden an der Ostseeküste der USA eingeladen wurde. Jeff Allenby von der von der Nichtregierungsorganisation Chesapeake Conservancy nahm via Videokonferenzschaltung an der Veranstaltung in Timmendorfer Strand teil und berichtete über Anpassungsmaßnahmen im Bundesstaat Maryland.

Am 7. Dezember 2012 veranstaltete das RADOST-Projekt in Washington, DC eine Podiumsdiskussion „Lokale und regionale Anpassungsstrategien an den Klimawandel: Austausch bewährter Verfahren und vergleichende Analyse zwischen den USA und Deutschland“ im Rahmen des „Dupont Summit 2012: Drängende Probleme im Mahlstrom der Politik“. Der Dupont Summit bildet ein jährlich stattfindendes Diskussionsforum zu aktuellen, politisch relevanten Fragen aus Wissenschaft, Technologie und dem Umweltbereich; Veranstalter ist die Policy Studies Organization, deren Ziel ein verbesserter Austausch zwischen Wissenschaft und Entscheidungsträgern ist. Dem Beispiel des RADOST-Projektes wurden Handlungsansätze zur Klimaanpassung aus der Bucht von San Francisco und der Chesapeake Bay gegenübergestellt.<sup>72</sup>



4.1 > Live-Videokonferenzschaltung mit Jeff Allenby (Chesapeake Conservancy) bei der RADOST-Tourstation Timmendorfer Strand

70) Siehe <http://bef-de.org/index.php?id=52&L=1>

71) Siehe [http://klimzug-radost.de/termine/US\\_Workshop\\_North-Carolina](http://klimzug-radost.de/termine/US_Workshop_North-Carolina)

72) Siehe [www.ecologic.eu/de/7705](http://www.ecologic.eu/de/7705)



# Austausch auf nationaler und internationaler Ebene



4.2 > RADOST-Informationsstand auf den Ostseetagen

## Klimapartnerschaft mit Sansibar

Eine fünfköpfige Delegation aus Sansibar ließ sich im November 2012 in Warnemünde durch einen Mitarbeiter des StALU MM über Hochwasserschutzmaßnahmen informieren. Hintergrund ist eine Klimapartnerschaft zwischen Sansibar und Potsdam. Der Klimawandel wird auch auf Sansibar für veränderte Sturmfluten und für Starkregenfälle verantwortlich gemacht. Benannt wurden Probleme wie die Versalzung von Böden und Süßwasserreservoirs, aus denen Trinkwasser gewonnen wird, aber auch Probleme, die aus verschobenen Trocken- und Regenzeiten erwachsen.

## Weitere Veranstaltungen zum Austausch auf internationaler Ebene

Auf einer Reihe von international bedeutsamen Veranstaltungen präsentierte RADOST Ergebnisse zur Klimaanpassung in der Ostseeregion zusammen mit dem Projekt Baltadapt, das die Erarbeitung einer ostseeweiten Klimaanpassungsstrategie zum Ziel hat. Anlässlich der deutschen Präsidentschaft des Ostseerats (Council of the Baltic Sea States, CBSS) fanden vom 23. bis 27. April 2012 in Berlin die „Ostseetage“ statt. Einen integralen Bestandteil der Ostseetage bildete das erste Baltadapt-Policy Forum ‚Adapting to Climate Change in the Baltic Sea Region‘ am 24. April 2012. Politische Entscheidungsträger der nationalen Ebene aus den Ostseeanrainerstaaten trafen sich hier mit Vertretern der Europäischen Kommission, internationaler und regionaler Organisationen, wissenschaftlichen Einrichtungen und weiteren Institutionen, um Grundlagen für den weiteren Arbeitsprozess der Entwicklung einer makro-regionalen Anpassungsstrategie für die Ostseeregion zu schaffen.



4.3 > RADOST-Informationsstand auf der Green Week in Brüssel

Mit gemeinsamen Informationsständen stellten sich die Projekte RADOST und Baltadapt auf der UN-Klimakonferenz in Bonn und der Green Week in Brüssel dem interessierten Fachpublikum vor. Die Sitzungen unter der UN-Klimarahmenkonvention in Bonn vom 14. bis 25. Mai 2012 bildeten den wichtigsten Verhandlungstermin zwischen den Klimagipfeln von Durban 2011 und Doha 2012. Unter dem Motto ‚Jeder Tropfen zählt‘ bildete das Thema Wasser den Schwerpunkt des Veranstaltungs- und Ausstellungsprogramms auf der Green Week, die vom 22. bis zum 25. Mai 2012 in Brüssel stattfand. Die alljährlich von der Generaldirektion Umwelt der Europäischen Kommission organisierte Konferenz ist mit rund 3000 Teilnehmern die größte Veranstaltung zur EU-Umweltpolitik. Die Informationsstände wurden auf beiden Veranstaltungen für einen angeregten Informationsaustausch genutzt und boten somit eine gute Möglichkeit, RADOST in einem internationalen Kontext zu präsentieren.

# Modul 5: Kommunikation und Verbreitung der Ergebnisse

Im vergangenen Projektjahr wurden im Projekt RADOST weitere Ergebnisse aus wissenschaftlicher Forschung und aus den Anwendungsprojekten gewonnen. Diese werden zeitnah in ansprechenden Formaten aufbereitet, um sie verschiedenen Nutzergruppen zugänglich zu machen. Zentrale Elemente bilden dabei weiterhin die RADOST-Website, der Newsletter und die RADOST-Berichtsreihe.

## Website

Auf der RADOST-Website (<http://klimzug-radost.de>) werden Projektinhalte, Veranstaltungen, Publikationen und Informationen für die Presse aktuell in deutscher und englischer Sprache präsentiert.

Im vergangenen Berichtsjahr wurde der Menüpunkt „Fakten“ durch die Unterseite „RADOST-Forschungsergebnisse“ erweitert, wo Ergebnisse zu den einzelnen Fokusthemen und Modulen überblicksartig zusammengestellt werden. Neben Dokumenten wie Berichten und Präsentationen finden sich hier auch „Factsheets“, die Projektergebnisse in kompakter und allgemeinverständlicher Form darstellen.



5.1 > Factsheet zu Nährstoffeinträgen aus der Landwirtschaft

## Newsletter

Der RADOST-Newsletter erscheint seit März 2010 dreimal jährlich in deutscher und englischer Sprache und berichtet in knapper, allgemeinverständlicher Form über aktuelle Forschungsarbeiten und Netzwerkaktivitäten des Projektes. Der Newsletter wird kostenlos per E-Mail an Abonnenten verschickt und als pdf-Datei zum Herunterladen auf der RADOST-Website bereitgestellt.



5.2 > Newsletter

### Ansprechpartner:

Daniel Blobel

E-Mail: [daniel.blobel@ecologic.eu](mailto:daniel.blobel@ecologic.eu)

Ecologic Institut, Berlin

RADOST berichtet weiterhin kontinuierlich an die Redaktionen des KLIMZUG-Newsletters, des UBA-KomPass-Newsletters und des LOICZ-Newsletters „Inprint“. Sechsmal jährlich werden darüber hinaus Nachrichten aus RADOST über den „Küsten Newsletter“ des EUCC-D verbreitet.

## Publikationen

Die Projektergebnisse von RADOST werden kontinuierlich in verschiedenen Publikationen veröffentlicht.

### RADOST-Berichtsreihe

Im Rahmen der RADOST-Berichtsreihe (ISSN-Nummer 2192-3140) sind im Berichtszeitraum folgende Ausgaben erschienen:

Hirschfeld, J.; Krampe, L. & Winkler, C. (2012): RADOST Akteursanalyse – Teil 1: Konzept und methodische Grundlagen der Befragung und Auswertung. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung. Bericht Nr. 8.

Knoblauch, D.; Kiresiewa, Z.; Stuke, F. & von Raggamby, A. (2012): RADOST Akteursanalyse – Teil 2: Auswertung der Befragung von Akteuren aus Politik, Verwaltung und Zivilgesellschaft. Interessen, Nutzungsansprüche, Ziele und Konflikte relevanter Akteure der deutschen Ostseeküste vor dem Hintergrund des Klimawandels. Ecologic Institut. Bericht Nr. 9.

Dengler, C. (2012): Geothermie im (Klima-) Wandel – Betrachtung der Potenziale und Perspektiven geothermischer Energienutzung an der deutschen Ostseeküste unter dem Einfluss des Klimawandels. GICON – Großmann Ingenieur Consult GmbH. Bericht Nr. 11.

Koerth, R. & Sterr, H. (2012): Ostseegemeinden im Klimawandel – Interviews mit Gemeindevertretern im Klimabündnis Kieler Bucht. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Bericht Nr. 12.

Stelljes, N. (2012): Anpassungsmaßnahmen an der deutschen Ostseeküste – Auswertung einer qualitativen Befragung von Akteuren auf unterschiedlichen Verwaltungsebenen. Ecologic Institut. Bericht Nr. 13.



RADOST-Verbund (2012): 3. RADOST Jahresbericht. Ecologic Institut (Hrsg.), Bericht Nr. 14.

Dengler, C. (2012): Photovoltaik im (Klima-) Wandel – Betrachtung der Potenziale und Perspektiven solarer Stromerzeugung an der deutschen Ostseeküste unter dem Einfluss des Klimawandels. GICON – Großmann Ingenieur Consult GmbH. Bericht Nr. 15.

RADOST-Verbund (2013): Ostseeküste 2100 – auf dem Weg zu regionaler Klimaanpassung. Ergebnisse der RADOST-Tour 2012. Karin Beese & Daniel Blobel, Ecologic Institut (Hrsg.). Bericht Nr. 16.

Hirschnitz-Garbers, M.; Möller-Gulland, J.; Stein, U.; Tröltzsch, J. & von Toggenburg, J. (2013): Integration des Klimawandels in die ökonomischen Analysen nach europäischer Wasser-rahmenrichtlinie. Literaturrecherche und Analyse der Bewirtschaftungspläne von 18 deutschen und europäischen Flussgebietseinheiten. Ecologic Institut. Bericht Nr. 17.

Alle Berichte sind zum Download verfügbar unter [www.klimzug-radost.de/publikationen/berichtsreihe](http://www.klimzug-radost.de/publikationen/berichtsreihe). Ausgewählte Berichte, wie der 3. RADOST-Jahresbericht (Bericht Nr. 14), werden als Printversion zur Verfügung gestellt.

### Beteiligung an verbundübergreifender KLIMZUG-Reihe

RADOST war im Berichtszeitraum aktiv an der Vorbereitung mehrerer Bände im Rahmen der geplanten verbundübergreifenden KLIMZUG-Reihe beteiligt und wird an der Herausgabe eines Bands zu Kommunikation, Bildung und Transfer sowie eines Bands zu Planung, Umsetzung und Transfer von Anpassungsmaßnahmen in Küstenregionen beteiligt sein.

### Magazin der EUCC-D: „Meer & Küste“



Die Ausgabe 2012 des von EUCC-D herausgegebenen Magazins „Meer und Küste“ widmet sich speziell der Anpassung an den Klimawandel und bildete darin viele relevante Projekthemen ab. Die Ausgabe umfasst 42 Seiten mit 28 Artikeln, die den möglichen Einfluss des Klimawandels auf die Küstenregion beschreiben und potentielle Anpassungsstrategien vorstellen.

Zielgruppe sind vor allem Gäste und Anwohner der Küste. Die Artikel der Ausgabe wurden zum größten Teil von externen Autoren, viele davon aus dem RADOST-Verbund, geschrieben. Das Hauptaugenmerk liegt auf den verschiedenen natürlichen und sozio-ökonomischen Folgen

des Klimawandels und entsprechenden Anpassungsmöglichkeiten. Potentielle Veränderungen werden vor allem für die Bereiche betrachtet, die für die Gäste und Bewohner der Küstenregion von unmittelbarer Bedeutung sind, wie Küstenschutz, Schifffahrt, Eisbedeckung oder Aquakulturen. Mit einer Auflage von 50.000 Exemplaren, der Verteilung entlang der kompletten Ostseeküste und der Kooperation mit den ansässigen Tourist-Informationen und weiteren relevanten öffentlichen Einrichtungen (z. B. Museen), in denen das Heft kostenlos verbreitet wird, wird eine hohe und geographisch weit gestreute Verbreitung der Informationen gewährleistet. Zunehmend wird das Heft auch in Schulen eingesetzt, regelmäßige Anfragen nach Klassensätzen zeigen dies. EUCC-D verbreitet das Heft auch bei Veranstaltungen mit eigener Beteiligung (z. B. Bio-Erleben Warnemünde, RADOST-Tour, Regionalkonferenz Klimaanpassung Küstenregion in Bremerhaven) oder über RADOST-Projektpartner.

Das Heft kann unter folgendem Link heruntergeladen werden: [http://eucc-d-inline.databases.eucc-d.de/files/documents/00001119\\_MuK\\_2012\\_web\\_120.pdf](http://eucc-d-inline.databases.eucc-d.de/files/documents/00001119_MuK_2012_web_120.pdf)

### Buch „Climate Change Adaptation in Practice“

Im Buch „Climate Change Adaptation in Practice“ aus dem Projekt BaltCICA, das im Mai 2013 erschienen ist, wurden mehrere RADOST-Beiträge veröffentlicht. Dazu gehören die im letzten Jahr in den Wahrnehmungsanalysen von Gästen und Touristkern gesammelten und analysierten Einschätzungen und Reaktionen zum Klimawandel an der deutschen Ostseeküste (siehe 3. RADOST Jahresbericht), die in diesem Jahr in einen ostseeweiten Kontext gestellt wurden.

Schmidt-Thomé, P. & Klein, J. (2013): Climate Change Adaptation in Practice: From Strategy Development to Implementation. John Wiley & Sons.

### RADOST-Beiträge:

Donges, L.; Haller, I. & Schernewski, G.: Tourists' Perception of Coastal Changes – A Contribution to the Assessment of Regional Adaptation Strategies?

Filies, C. & Schumacher, S.: Climate Change Impacts on Baltic Coastal Tourism and the Complexity Of Sectoral Adaptation.

Klamt, A.-M. & Schernewski, G.: Climate Change – A New Opportunity for Mussel Farming in the Southern Baltic?

Mossbauer, M.; Dahlke, S.; Friedland, R. & Schernewski, G.: Consequences of Climate Change and Environmental Policy for Seaweed Accumulations along the German Baltic Coastline.

Schmidt-Thomé, P.; Klein, J.; Nockert, A.; Donges, L. & Haller, I.: Communicating Climate Change Adaptation: From Strategy Development to Implementation.

## Umweltreport Mecklenburg-Vorpommern

RADOST wurde auf einer Seite im Umweltreport Mecklenburg-Vorpommern (Jahrgang 2012/2013) mit seinen verschiedenen Fokusthemen und Modulen vorgestellt. Das Magazin wird kostenfrei über die Landesregierung, Umweltämter, Informationsstände in Stadt- und Kreisverwaltungen, Kurverwaltungen und als Informationsbroschüre in der Landesvertretung in Berlin angeboten.

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

### Bücher und Monographien

DWA (2012): Reduktion der Stoffeinträge durch Maßnahmen im Drän- und Gewässersystem sowie durch Feuchtgebiete. DWA-Themen, T2/2012. DWA-Arbeitsgruppe GB-7.1 „Abfluss- und Nährstoffmanagement entwässerter Gebiete“. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.

Heidecke, C.; Wagner, A. & Kreins, P. (2012): Entwicklung eines Instrumentes für ein landesweites Nährstoffmanagement in Schleswig-Holstein. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 44 p, Arbeitsbericht vTI-Agrarökonomie 2012/08

Maczassek, K. & Wahl, M. (2012): Die Bedeutung genetischer Diversität am Beispiel des Blasenentang *Fucus vesiculosus* L. Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) (Hrsg.), Flintbek.

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

### Buchbeiträge

Deppisch, S.; Juhola, S.; Janßen, H. & Richter, M. (submitted): Urban Complexes, In: The BACC Author Team: Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin (BACC II), Springer (geplantes Erscheinungsdatum: 2013)

### Zeitschriftenbeiträge

Baumann, S. & Schernewski, G. (2012): Occurrence and public perception of jellyfish along the German Baltic Coastline. *Journal of Coastal Conservation*, 16, 4: 555–566, DOI 10.1007/s11852-012-0199-y

Dengler, C. (2012): Klimaanpassungsoptionen in der Energieversorgung – Thermische Nutzung des Untergrundes, et Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Zeitschrift für Energiewirtschaft, Recht, Technik und Umwelt, 62. Jg. 2012, Heft 6, Seite 67.

Friedland, R.; Neumann, T. & Schernewski, G. (2012): Climate Change and the Baltic Sea Action Plan: Model simulations on the future of the western Baltic Sea. *J Marine Systems* 105–108: 175–186, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2012.08.002>

Hirt, U. & Mahnkopf, J. (2012): Abfluss- und Nährstoffmanagement entwässerter Gebiete. In: *Korrespondenz Wasserwirtschaft*, 5 (2): 93–94.

Hirt, U.; Mahnkopf, J.; Gadegast, M.; Czudowski, L.; Mischke, U.; Heidecke, C.; Schernewski, G. & Venohr, M. (submitted): Reference conditions for rivers of the German Baltic Sea catchment – Reconstruction of nutrient regime with the Model MONERIS. *Regional Environmental Change*.

McFadden, L. & Schernewski, G. (2013): Critical reflections on a systems approach application in practice: a Baltic lagoon case study. *Regional Environmental Change* DOI 10.1007/s10113-012-0337-y

Mossbauer, M.; Dahlke, S.; Haller, I. & Schernewski, G. (2012): Management of stranded eelgrass and macroalgae along the German Baltic coastline. *Ocean and Coastal Management* 57:1–9 doi:10.1016/j.ocecoaman.2011.10.012

Mossbauer, M.; Schernewski, G. & Bock, S. (2012): The effectiveness of coastal management web portals – a critical analysis. *Journal of Coastal Conservation* 16,4: 439–448, DOI: 10.1007/s11852-012-0186-3

Schernewski, G.; Stybel, N. & Neumann, T. (2012): Managing Eutrophication: Cost-effectiveness of Zebra mussel farming in the Oder (Szczecin) Lagoon. *Ecology and Society* 17, 2: 4 <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04644-170204>

Schernewski, G.; Fischer, E.; Huttula, J. & Ras, M. (2012): Simulation tools to support bathing water management: *Escherichia coli* bacteria in a Baltic lagoon. *Journal Coastal Conservation* 16,4: 473–488, DOI 10.1007/s11852-012-0202-7

Schippmann, B.; Schernewski, G. & Gräwe, U. (2013): *Escherichia coli* pollution in a Baltic Sea lagoon: A model-based source and spatial risk assessment. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheh.2012.12.012>

Weisner, E. & Schernewski, G. (2013): Adaptation to climate change: A combined coastal protection and re-alignment scheme in a southern Baltic tourism region. *Journal of Coastal Research*, SI 65: 1963–1968.

### Poster und Conference Proceedings

Neben den genannten Publikationen wurden RADOST-Ergebnisse auch in Form von Postern bei Konferenzen und in Konferenzbänden veröffentlicht.

Diese und weitere aktuelle Veröffentlichungen von RADOST finden Sie unter <http://klimzug-radost.de/publikationen>.

### 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 präsentierte sich RADOST im Berichtszeitraum auf zahlreichen themenrelevanten Veranstaltungen im In- und Ausland mit Informationsständen (vgl. auch Modul 4).

Tabelle 5: Beiträge von RADOST-Partnern bei externen Veranstaltungen

Termin / Ort	Veranstaltung	RADOST-Beitrag
19.–20. 4. 2012 Jūrmala, Lettland	2 <sup>nd</sup> International Conference on the Baltic Sea Strategy	BfUK: Vorträge „The Bay of Kiel Climate Alliance – Part I: Coping Concertedly with the Challenges of Climate Change in the Coastal zone – Part II: Co-Using of Coastal Protection Measures, Diving Attractions and Improvement of the Habitat“
23.–24. 4. 2012 Berlin	Ostseetage und Baltic Sea NGO Forum	Ecologic: Infostand bei der Messe der Ostseetage und Präsentation des Projekts RADOST beim Baltic Sea NGO Forum
23. 4. 2012 Kiel	GIZ, Deutsch-Chinesisches Klimaschutzprogramm	BfUK: Vortrag „Klimabündnis Kieler Bucht – Ko-Nutzung von künstlichen Riffen als Küstenschutz, Tauchpfade und Habitatverbesserung“
14.–17. 5. 2012 Bonn	Bonn Climate Change Conference – May 2012 (SB 36)	Ecologic: Informationsstand zum Projekt RADOST im Rahmen der Ausstellung der Klimakonferenz
22.–25. 5. 2012 Brüssel, Belgien	Green Week	Ecologic: Informationsstand zum Projekt RADOST in Kooperation mit dem Projekt Baltadapt
2.–6. 6. 2012 Lübeck	„Wissenschaftssommer 2012“ auf dem Lübecker Rathausmarkt	HZG: Das Norddeutsche Klimabüro präsentiert sich zusammen mit dem KlimaCampus der Universität Hamburg mit Informationen zum Klimawandel an der deutschen Ostseeküste
6.–7. 6. 2012 Berlin	Woche der Umwelt, Schloss Bellevue	EUCC-D: Vorstellung der Projektergebnisse und des Projektinhaltes auf einem Stand im Garten des Bundespräsidenten
25.–29. 6. 2012 Houston, Texas, USA	6 <sup>th</sup> International Conference on Environmental Science and Technology	IGB: Vortrag „How can German river basins contribute to reach the nutrient emission targets of the Baltic Sea Action Plan?“
3. 7. 2012 Travemünde	„Forschung vor Anker“ – Tour 2012	HZG: Vortrag zum Thema „Ostseeküste im Klimawandel – Änderungen und Folgen bisher und in Zukunft“
1.–6. 7. 2012 Santander, Spanien	33 <sup>rd</sup> International Conference on Coastal Engineering (ICCE 2012)	TUHH, URCE: Vorträge „To the effectiveness of coastal and flood protection structures under terms of changing climate conditions“ sowie „Extreme waves at the German Baltic Sea coast derived from regional climate model runs“
5.–19. 7. 2012 Sylt	Summer School: Challenges in Changing Coastal Seas, AWI, Sylt	IfaÖ: Diskussion und Lehre zu Veränderungen der Küste, Beitrag zu Stressfaktoren für Seegräser (San Juan Inselgruppe)
2.–3. 8. 2012 Danzig	Workshop concerning the marine environmental research for the purpose of the environmental impact assessment procedure for offshore wind farms	IfaÖ: Workshop zu Meeresumweltprogrammen zur Bewertung von Umwelteinflüssen durch Offshore Windparks, innerhalb der polnischen AWZ
7. 8. 2012 Warnemünde	Workshop „Müll in der Ostsee“ am IOW	IOW: Vortrag „Meeres- und Küstenmüll an mecklenburgischen Stränden“
26. 8. 2012 Warnemünde	Bioerleben Warnemünde	EUCC-D: Stand auf der Promenade von Warnemünde. Austausch mit interessierten Bürger/innen und Verbreitung des MuK-Heftes „Klimaanpassung“
30. 8.–2. 9. 2012 Rendsburg	NORLA, Landwirtschafts- und Verbrauchermesse in Schleswig-Holstein	LLUR: Vorstellung des RADOST-Projektes am Stand des LLUR mit Schwerpunkt auf das Anwendungsprojekt Bestandsunterstützung Seegrass und Blasentang



Termin / Ort	Veranstaltung	Vorträge von Verbundpartnern
12. 9. 2012 Sopot, Polen	Konferenz „Offshore wind energy – Polish-German cooperation prospects“	IfAÖ: Vortrag „Offshore Windparks in der Ostsee – Ökologische Begleitung von Genehmigungsverfahren“
14.–16. 9. 2012 Travemünde	„Hanse trifft Humboldt“	IfAÖ: Diskussion mit Schwerpunkt Energiewende und damit verbundene Herausforderungen für Naturschutz heute und in den nächsten Jahren
21. 9. 2012, Erfurt	31. Deutscher Naturschutztag (DNT)	HZG: „Klimawandel in Schleswig Holstein“
26. 9. 2012 Berlin	Baltadapt partner meeting	IOW: Vortrag „Climate change impacts on infrastructure in the Baltic Sea region“
23.–27. 9. 2012 Kleipeda, Litauen	ECSA 51 <sup>th</sup> International Symposium	IOW: Vorträge „A methodology to measure and promote sustainable development in coastal areas“ und „Simulation tools to support bathing water quality management in a southern Baltic lagoon“
23.–29. 9. 2012 Keelung, Taiwan	The Sixth Chinese-German Joint Symposium on Hydraulic and Ocean Engineering (JOINT 2012)	TUHH, URCE: Vortrag „Effects of Climate Change on average and extreme wave conditions at selected locations in the German Baltic Sea“
11.–12. 10. 2012 Dessau-Roßlau	„Klimarisiko im Griff?“, Dialog zu öffentlichem und privatem	TUHH, URCE, StALU-MM: Posterpräsentation zu Anpassungsstrategien im Küstenschutz
16.10.2012 Rostock	Auftaktveranstaltung Fernstudium Umweltschutz, Universität Rostock	IOW: Vortrag „Klimawandel an der Ostseeküste: Risiken, Konsequenzen & Chancen“
22. 10. 2012 Leipzig	Euregia (Messe zur Kommunal- und Regionalentwicklung in Europa)	Ecologic: Vorstellung der Arbeitsschwerpunkte von RADOST bei einer Panel-Diskussion und einer Posterausstellung TUHH: „Anpassen, aber wie? Ein Erfahrungsbericht aus dem Projekt RADOST“, Vortrag im Rahmen des KLIMZUG-Panels „Klimawandel – Was kommt auf deutsche Küstenregionen zu?“ TUHH, URCE, StALU-MM: Posterpräsentation zu Anpassungsstrategien im Küstenschutz am KLIMZUG-Stand
5. 11. 2012 Hamburg	Workshop „Statistische Verfahren in der Auswertung von Klimamodell- und Impaktmodell-daten“ am Climate Service Center	IfAÖ: Vortrag „Statistische Verfahren zur Charakterisierung abiotischer Einflussfaktoren auf das Ökosystem deutscher Ostseeküstengewässer“
9.–10. 11. 2012 Bremerhaven	2. Regionalkonferenz „Klimaanpassung Küstenregion“ des Bundes und der norddeutschen Küstenländer	TUHH: „Konsequenzen des Klimawandels für sandige Küsten und Küstenschutzanlagen“, Vortrag im Rahmen des Workshops 3 „Regionalplanung – Den Instrumentenkasten an den Klimawandel anpassen“ TUHH, URCE, StALU-MM: Posterpräsentation zu Anpassungsstrategien im Küstenschutz
9.–11. 11. 2012 Bremen	„Slow Fish“	CRM: Vorstellung der ersten bio-zertifizierten Miesmuscheln Deutschlands und Aquariumsinstallation bei Messe
23. 11. 2012 Warnemünde	Festakt „10 Jahre EUCC“	EUCC-D: Vorstellung des Fokusthemas „Tourismus und Strandmanagement“ und seiner Ergebnisse vor geladenen Gästen aus Wissenschaft, Politik und Praxis mit Meeres- und Küstenbezug
27.–28. 11. 2012 Charlottenlund, Dänemark	DTU-Aqua, Vectors Baltic Sea Workshop	IOW: Vortrag „Simulating Climate and Nutrient Changes in the Baltic Sea“
27.–29. 11. 2012 Oostende, Belgien	LITTORAL 2012	EUCC-D: Postervorstellung vor internationalem Fachpublikum mit Meeres- und Küstenbezug IOW: Vortrag „Measuring sustainability: Baltic application case studies“
28.11.2012 Bremerhaven	17. KFKI Seminar zur Küstenforschung	TUHH: „Küstenschutz an der Ostseeküste“, Vortrag zur Projektvorstellung von RADOST

## Medienarbeit

RADOST informiert lokale und nationale Medien durch Pressemitteilungen über besondere Projektfortschritte und Veranstaltungen. Im umfangreichen Pressebereich der RADOST-Website sind weiterhin Pressefotos und ein Pressespiegel verfügbar: [www.klimzug-radost.de/presse](http://www.klimzug-radost.de/presse)

Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2012

Zukunftsprojekt  
**ERDE**

Besonders intensiv war die Zusammenarbeit mit der Presse vor, während und nach der RADOST-Tour (vgl. Modul 1, Seite 8). Presse- und Öffentlichkeitsarbeit wurde intensiv über verschiedene Kanäle betrieben. So trat RADOST mit der Tour auch als offizieller Partner im „Jahr der Wissenschaft“ beim „Zukunftsprojekt Erde“ des BMBF auf.

Insgesamt wurde in über 110 Artikeln in Print- und Online-Medien sowie in einer geringeren Anzahl von Radio- und Fernsehbeiträgen über die Tour berichtet.

## Geografisches Informationssystem

### Ansprechpartnerin:

Cindy Dengler

E-Mail: [C.Dengler@gicon.de](mailto:C.Dengler@gicon.de)

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

Mit dem Geografischen Informationssystem (GIS) wird ein Werkzeug für die Abbildung und Auswertung aller raumbezogenen Ergebnisse des Gesamtprojektes RADOST zur Verfügung gestellt. Das GIS dient weiterhin als Plattform für die Veröffentlichung der Ergebnisse aller RADOST-Teilprojekte während und nach der Projektlaufzeit. GIS-Daten und deren Attributdaten können, auch wenn sie unterschiedlichen Ursprungs sind, in verschiedenen Kombinationen angezeigt, abgefragt und ausgewertet werden.

Im Dezember 2012 wurde die Software des GIS-Servers durch eine neuere Version aktualisiert. Weiterhin wurden Daten zu Indikatoren für die Gewässerqualität eingepflegt und öffentlich zugänglich gemacht (vgl. Anwendungsprojekt „Qualitätskomponenten zur Wasserrahmenrichtlinie“, Seite 34). Das GIS ist über die RADOST-Website verfügbar (<http://klimzug-radost.de/fakten/daten/karten>).



5.4 > RADOST-GIS zur Darstellung des Projektgebietes sowie von Projektergebnissen

# 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 eine Fachplanung zum Schutz sandiger Küsten
- Anwendungsprojekt 2: Beratung der Hansestadt Rostock: 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



# Übersicht Arbeitspakete

---

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

### 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

# 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 (Ecologic Institut)

### Beiträge

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  
Technische Universität Hamburg-Harburg, Institut für Wasserbau  
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 2013

Überarbeitete Druckversion: September 2013

### Fotos

Titel, oben rechts: © Dinkum/Wikimedia.org; Titel, Mitte links: © Rico K./Fotolia.com; Titel, Mitte rechts: © IfAÖ; Titel, unten links: © BostonGeorge/Wikimedia.org; S. 2: © Gryffindor/Wikimedia.org; S. 3: Ecologic; S. 8 links: © EUCC-D; S. 8 rechts: © Matthias Jahr; S. 10 links: Ecologic; S. 10 rechts: © Anne Jüngling; S. 12: Ecologic; S. 20: © C. Kaehler, Universität Rostock; S. 24: © Matthias v.d. Elbe/Wikimedia.org; S. 25: © Jazbec; S. 27, beide: Ecologic; S. 28: © Frisia Orientalis/Wikimedia.org; S.33 links: © Dauber, Thünen-Institut für Biodiversität (TI-BD); S. 33 rechts: © Wagner, Thünen-Institut für Ländliche Räume (TI-LR); S. 35, beide: © G. Bock; S. 36: © Maurice/Wikimedia.org; S.37: © Lübecker Hafen-Gesellschaft mbH, Karl-Erhard Vögele; S. 38: Ecologic; S. 40, 41 links: © Lübecker Hafen-Gesellschaft mbH, Rolf Klein; S. 41 rechts (beide): © Lübecker Hafen-Gesellschaft mbH; S. 42: © Unukorno/ Wikimedia.org; S.44, beide: © IfAÖ; S. 48: © Niteshift/ Wikimedia.org; S. 50: © DeVlce/Fotolia.com; S. 51: Ecologic; S. 52: © Niteshift/Wikimedia.org; S. 53: H.S.W.; S. 56: © Arnold Paul/Wikimedia.org; S. 58: © Christian Kaehler; S. 62: © Annegret Holjewilken; S. 66: © Annegret Holjewilken; S.68, beide: © U. Kunz; S. 69: © Pascal Aleixandre/Wikimedia.org; S. 70: IfAÖ; S. 71: © Andreas Trepte/Wikimedia.org; S. 74, 75 links: Ecologic; S. 75 rechts: © Michael Pfeiffer/WikiMedia.org; S. 80, 81 links: Ecologic; S. 81 rechts: © Javier Bernal Revert

ISSN: 2192-3140

ClimatePartner  
klimaneutral  
gedruckt



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Klimawandel in Regionen