

# Forschen für die Küste



Im Februar 2018 trafen sich auf Einladung des Konsortiums Deutsche Meeresforschung (KDM) KüstenmeeresforscherInnen und VertreterInnen von Anspruchsgruppen bei einem 3-tägigen Symposium in Berlin, um die Fortschritte der Küstenmeeresforschung zu diskutieren, offene Fragen abzuleiten und zukünftige Herausforderungen zu identifizieren. Die hier vorliegenden Steckbriefe sind eine Zusammenfassung der Ergebnisse dieses Prozesses.

## Die Nord- und Ostseeküste

Die deutschen Gewässer in Nord- und Ostsee und die angrenzenden Küstenregionen sind Siedlungs-, Urlaubs-, Verkehrs-, Wirtschafts- und Naturschutzraum in einem.

Allein dieser breite Bogen verdeutlicht schon die Vielfalt der oft konkurrierenden Ansprüche. Ein gemeinsames, abgestimmtes Vorgehen zur Gewährleistung einer nachhaltigen Nutzung und des sicheren Schutzes der Siedlungen braucht in erster Linie ein tiefgreifendes Verstehen der Funktionsweise der Ökosysteme und ihrer Reaktionen auf diverse Eingriffe.

Gleichzeitig verändert der Klimawandel die Rahmenbedingungen. Wie die Schlüsselprozesse in den Ökosystemen unter diesen Bedingungen ablaufen werden, ist weitgehend unerforscht.

### Sechs große Themenfelder wurden als Zukunftsfragen der Küstenforschung identifiziert

- **Vom Einzugsgebiet zur Küste**  
„Kettenreaktionen“ im Übergang vom Land zum Meer
- **Klimawandel**  
Mit dem Klima ändern sich die Küsten
- **Meeresboden zwischen Nutzung und Schutz**  
Wenn der Deichgraf zum Unterwasser-Ranger wird
- **Biodiversitätsveränderungen**  
Küstenmeere als Hotspots
- **Der Meeresboden zwischen Nutzung und Schutz**  
Mondlandschaften oder Unterwasser-Paradiese
- **Bedeutung für die Gesellschaft**  
Die Küsten wandeln sich – wir uns auch?



Konsortium Deutsche Meeresforschung



Vom Einzugsgebiet zur Küste

# „KETTENREAKTIONEN“ IM ÜBERGANG VOM LAND ZUM MEER

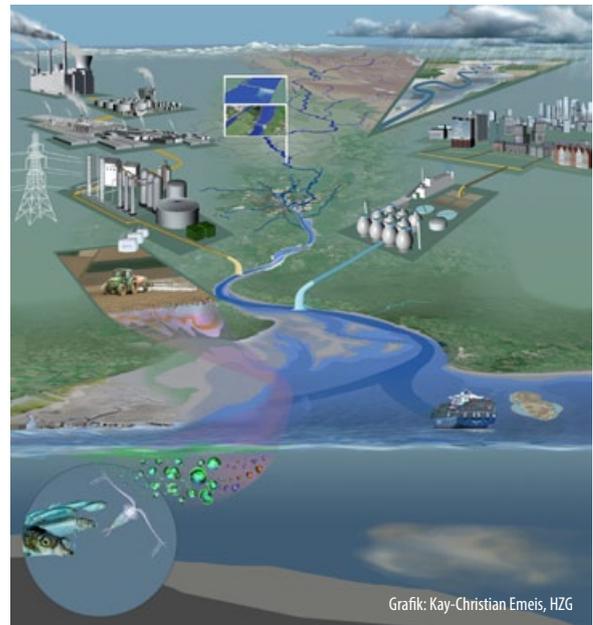
Im Allgemeinen gelten Küsten als die Grenzen zwischen Festland und Meer. Bei genauer Betrachtung eröffnet sich in diesem Übergangsbereich jedoch **eine Kette von miteinander verzahnten Systemen**: Flusseinzugsgebiete, Übergangsgewässer wie Mündungsbereiche und schließlich die Küstenmeere selbst sind Bereiche, die, jeder für sich, sehr spezifisch genutzt werden und ebenso spezifisch auf diese Nutzung, aber auch auf den Klimawandel reagieren. Da sie miteinander im Austausch stehen, ergibt sich so eine komplexe Dynamik, die in ihrer Tragweite bei weitem noch nicht verstanden ist.

Was in den **Flusseinzugsgebieten** passiert, bestimmt in hohem Maße die Überdüngung der Küstenmeere sowie ihre Schadstoffbelastung. Hier werden die Stoffflüsse vom Hinterland über die Fließgewässer in die Küstenmeere angetrieben und reguliert. Das Spektrum der problematischen Stoffe ist breit: überschüssige Nährstoffe, Pflanzenschutzmittel, Pharmaka, Kosmetika, Mikroplastik und vieles mehr. Ob diese Stoffe transportiert oder zurückgehalten werden, hängt auch von der Art der Landnutzung ab. Mit dem Klimawandel verschieben sich außerdem Rahmenbedingungen, die Eintrag, Löslichkeit und Transportverhalten der Stoffe regeln.

Kein anderer Bereich des Wasserkreislaufs unterliegt solch extremen Schwankungen wie der **Übergangsbereich zu den Küstenmeeren**. Die Mündungszonen werden in Abhängigkeit von den regelmäßig wirkenden Gezeiten und den unregelmäßigen Wind- und Wasserstandsverhältnissen mal von den Küstenmeeren vereinnahmt, mal von den Fließgewässern im Hinterland dominiert. Entsprechend drastisch ändern sich innerhalb kürzester Zeit Strömungsbedingungen und Salzgehalt, werden Sedimente umgelagert, an- und abtransportiert.

## Forschungsfragen

Vom Einzugsgebiet  
zur Küste



- Wie beeinflusst die Art der **Landnutzung die Stoffflüsse** und wie verändert der **Klimawandel** dieses Beziehungsgeflecht? Wie funktionieren in dem hochdynamischen Bereich der Übergangsgewässer die wesentlichen Bausteine der Stoffkreisläufe und des **Nahrungsnetzes**?
- Welche Rolle spielen die Mündungsbereiche für die **Aufzucht und Verbreitung** von Fischen, Seevögeln sowie weiterer **schutzbedürftiger Arten**?
- Welches sind die **Haupt-Verbreitungswege von Schadstoffen** innerhalb der Einzugsgebiete? Welche Prozesse können unterwegs die schädlichen Wirkungen abschwächen oder einmal gebundene Schadstoffe wieder mobilisieren? Wie wirken die **Schadstoffe**, einzeln oder als „Cocktail“, auf Organismen und Ökosysteme?
- Kommen **Nährstoff-Reduktionen** im Flusseinzugsgebiet auch effektiv im Grundwasser, im Fluss selbst und im Küstenmeer an?
- Stellen Fluss / Meer-Systeme insgesamt eher Senken oder Quellen von **klimarelevanten Gasen** wie Methan oder CO<sub>2</sub> dar?
- Wie können sich Veränderungen im Hinterland und im Abfluss-Regime auf die **Hydro- und Sedimentdynamik** im Küstenmeer auswirken? Verstehen wir die Wechselwirkung von **Hydro- und Sedimentdynamik** in den Übergangsgewässern? Welche Rolle spielen dabei **Inhaltsstoffe** und Eigenschaften von Wasser und Sediment? Wie prägt dieses Wechselspiel die Küstenmorphologie?



Klimawandel

# MIT DEM KLIMA ÄNDERN SICH DIE KÜSTEN

Wenn wir vom Klimawandel sprechen, so gehören der **Meeresspiegelanstieg** und eine **Zunahme von Sturm-Intensität und -Häufigkeit** zu den am häufigsten genannten möglichen Folgen. Beides wird die Kraft, mit der das Meer auf das Land trifft deutlich verstärken und damit die Küsten massiv verändern. Dies betrifft nicht nur den Verlauf der Küste, sondern auch Sedimente und Organismen im Küstenvorfeld.

Damit wir als Küstengesellschaft auf die Veränderungen reagieren und – wo immer möglich – negative Folgen abmildern können, brauchen wir ein vertieftes Verständnis von dem breiten Spektrum an potentiellen Wechselwirkungen und möglichen Auswirkungen.

Wir müssen verstehen, in welcher Weise sich **Wellen, Strömungen und Sedimenttransport** ändern werden. Noch komplexer wird es, wenn wir die Wechselwirkungen mit den biogeochemischen Prozessen hinzuziehen, die sich ja ebenfalls auf veränderte Temperatur-, Niederschlags- oder pH-Wert-Bedingungen einstellen werden.

Wir brauchen **aktuelle Daten von Messungen und Modellen unterschiedlicher Komplexität**, die auf neuen Ansätzen und aktueller Technologie aufbauen. Nur durch kontinuierliche Beobachtung und ständige Weiterentwicklung der Modelle kommen wir zu belastbaren Prognosen über die Entwicklung des regionalen Klimas und die Reaktionen der unterschiedlichen Kompartimente des Küstenmeeres.

# Forschungsfragen

## Klimawandel

- Welche **klimatologischen Rahmenbedingungen** müssen wir **in Zukunft** für unsere Küstenmeere annehmen? Wie werden die neuen Muster in Häufigkeit und Saisonalität von Extremereignissen aussehen?
- **Was fehlt unseren Modellen**, um die Auswirkungen, die solche Verschiebungen auf unsere Küstenmeere hätten, vorhersagen zu können?
- Der Formenschatz unserer Küsten ist reichhaltig. Wie wirkt sich ein **veränderter Druck** auf die **unterschiedlichen Küstenformen** – wie zum Beispiel Steilküste, Wattenmeer, sandige Brandungsküste oder Ästuar – aus?
- Gab es **in der Vergangenheit** ähnliche Veränderungen und können wir rekonstruieren, mit welchen **Umbrüchen** im Landschaftsbild, in der Ökologie, in der Gesellschaft dies verbunden war? Was lernen wir daraus?
- Welches sind die **Schlüsselprozesse für Küstenerosion**?
- Wo sind die **Hotspots der Küstenveränderungen**, in denen die Auswirkungen der unterschiedlichen Ausprägungen des Klimawandels kulminieren?
- Was passiert, wenn **Küstenschutzbauwerke** entfernt oder verändert werden?



Foto: Herbert Raschke\_pixelou.de

# Küstenschutz zum Wohle von Mensch und Natur WENN DER DEICHGRAF ZUM UNTERWASSER-RANGER WIRD



Seit der Mensch begonnen hat, Küstenregionen zu besiedeln, versucht er sich vor der Kraft des Meeres zu schützen. Über unzählige Generationen hinweg hat sich ein Erfahrungsschatz angereichert, der sich heute in der Disziplin des **Küsteningenieurwesens** widerspiegelt, und auf dessen Grundlage **effektive Küstenschutzbauwerke** konstruiert, gebaut und unterhalten werden. Auch in Zukunft wird der Schutz der Siedlungen im Fokus der Küsteningenieure stehen. Aber in Anbetracht eines zunehmenden Nutzungsdruckes auf die Küstenmeere und ihre Ökosysteme umfassen **zukünftige Ansprüche auch den Schutz von Habitaten**, möglichst bei gleichzeitiger Förderung von Ökosystemleistungen.

Insbesondere in dicht besiedelten Küstenregionen, aber auch in touristisch oder industriell geprägten Gegenden wird die Umsetzung eine Herausforderung. Der Flächenbedarf ist auf allen Seiten groß und oft mit wirtschaftlichen Interessen verbunden. Wie eine **Entscheidung konfliktfrei gestaltet** werden kann, muss bei der Konzeption solcher Maßnahmen mit entwickelt werden.

Viele bestehende Küstenschutzanlagen müssen in den kommenden Jahren erneuert oder verstärkt werden. Damit im Zuge solcher Maßnahmen Anpassungen zum Schutz und zur Förderung von Ökosystemleistungen mit berücksichtigt werden können, brauchen wir bereits in naher Zukunft belastbare Erkenntnisse der wechselwirkenden Prozesse und innovative Konzepte, wie ein solcher Küstenschutz zum Wohle von **Mensch und Natur** nachhaltig gestaltet werden kann. Solche Konzepte sollten so ausgerichtet sein, dass sie auch bei marinen Infrastrukturen jeglicher Art ihre Anwendung finden können.

## Forschungsfragen

### Küstenschutz zum Wohle von Mensch und Natur

- Wie funktionieren multifunktionale und insbesondere das **Ökosystem fördernde Küstenschutzmaßnahmen** auf lange Sicht?
- Wir brauchen Szenarien-Berechnungen, die uns helfen **Anpassungspfade als Reaktion auf Umweltveränderungen** zu entwickeln. Lässt sich auf diesem Wege die Lebenszeit von angepassten Küstenschutzmaßnahmen verlängern?
- Wir wollen lernen, wie die **gesellschaftliche Akzeptanz eines Ökosystem fördernden Küstenschutzes** aussieht und wie sie sich im Zuge des Klimawandels und eines zunehmenden Nutzungsdruckes entwickeln könnte.
- Welche **Ansprüche** haben Gesellschaft und Wirtschaft **an eine „gute Küste“**? Wie können wir mit solchen Erkenntnissen die partizipativen Planungsprozesse verbessern?
- Wir brauchen ein System mit dem wir die **Effekte** eines solchen Küstenschutzes auf die Ökosystemdienstleistungen **bewerten** können und wollen **Empfehlungen und Regelwerke** für eine breitere Anwendung zusammenstellen.



## Biodiversitätsveränderungen **KÜSTENMEERE ALS HOTSPOTS**

Weltweit lösen Veränderungen der biologischen Vielfalt und der Verlust von Arten Besorgnis aus, denn sie führen zur Schwächung oder sogar zum Verlust von wichtigen **Funktionen** in den **Ökosystemen**. Prominentes Beispiel ist die Bestäubung von Samenpflanzen – eine Ökosystemfunktion, die durch das „Bienensterben“ gefährdet wird.

Im Meer sind Beispiele solcher von den Arten erbrachten **Ökosystemfunktionen** die Umwandlung von Grundelementen und Energie in organische Substanz – die so genannte **Primärproduktion**, die Verbesserung der **Lichtversorgung** durch das Filtrieren von Schwebstoffen aus dem Wasser, die **Räuber-Beute Beziehungen** in Nahrungsnetzen oder die **Bereitstellung neuer mineralischer anorganischer Stoffe** durch den Abbau organischer Substanz.

Allgemein werden als Ursachen für Biodiversitätsveränderungen der Klimawandel, die Versauerung der Meere, die Einwanderung neuer Arten, eine hohe Nähr- und Schadstoffbelastung der Gewässer sowie Veränderungen natürlicher Ökosysteme durch menschliche Nutzung gesehen. Diese Einflüsse finden sich natürlich auch in unseren Küstenmeeren. Mehr noch: Die meisten dieser Einflussgrößen wirken sich hier sogar ganz besonders stark aus. Küstenmeere sind daher **Hotspots von Veränderungen in Biodiversität und Ökosystemfunktionen**. Der Klimawandel mit prognostizierten steigenden Wassertemperaturen, veränderten Salzgehalten und veränderten Küstenlinien wird diese Vorgänge verstärken.

## Forschungsfragen

### Biodiversitätsveränderungen

- Wie entwickeln sich Lebensräume, wenn der Mensch eingreift – sei es in Form von Schutzräumen oder mit Bauaktivitäten? Und wie können wir das Ausmaß der Veränderungen in Struktur und Funktion der biologischen Vielfalt erfassen und somit den **Wandel messen**?
- Welche Konsequenzen hat die Rückkehr von **Meeressäugern** und großen **Raubfischen** auf die Ökosysteme der Küstenmeere?
- Lassen sich die **Auswirkungen von Nutzungsstress** auf Biodiversität und Nahrungsnetze von den **Reaktionen auf natürlichen Stress** – wie zum Beispiel ein Temperaturanstieg und stark schwankende Salzgehalte – unterscheiden?
- Welche zukünftigen Biodiversitätsmuster und Nahrungsnetz-Strukturen werden unter dem Einfluss einwandernder Arten entstehen?
- Wie wirken sich Veränderungen der Biodiversität und Verschiebungen im Nahrungsnetz auf die Transportwege von **Schad- und Nährstoffen** aus?
- Was können **neue aussagekräftige Indikatoren** für Biodiversität und Nahrungsnetze für die Umsetzung von EU-Meeresschutz-Richtlinien sein?



Meeresboden zwischen Nutzung und Schutz

# MONDLANDSCHAFTEN ODER UNTERWASSER-PARADIESE?

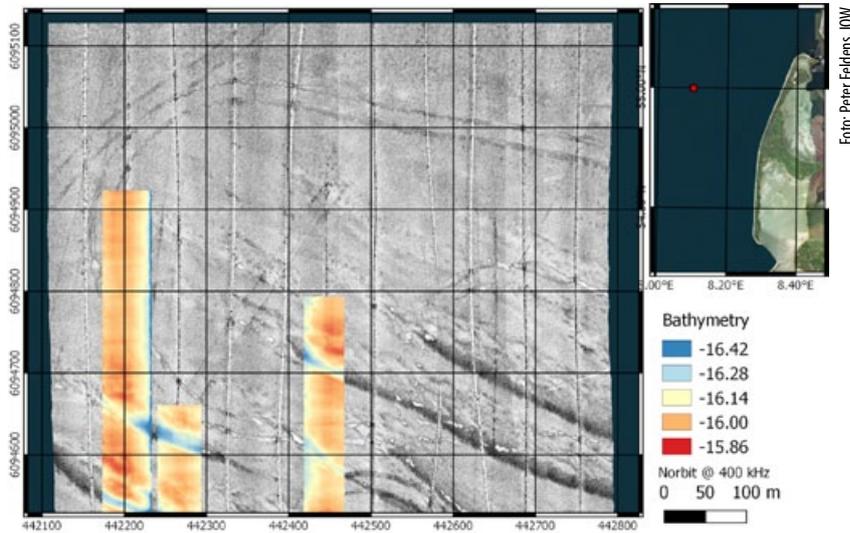
Der **Meeresboden** ist das Zuhause der von Pflanzen und Tieren – dem so genannten Benthos. Sie bilden eine Gemeinschaft, die für die Gesundheit des Ökosystems **wichtige Leistungen** erbringt – als Kinderstube und Nahrungsangebot, als Kläranlage oder Sauerstoffpumpe. Sie stabilisieren den Grund und können die Morphologie und Strömungsdynamik verändern.

Ihr **Siedlungsgebiet ist jedoch heiß umkämpft**: Windkraftanlagen brauchen Baugrund, die Verlegung von Rohren und Kabeln am Meeresgrund führt zwangsläufig zu einer Störung des Bodens. Material aus Seekanalsvertiefungen wird im Meer verklappt und deckt das Bodenleben zu. Profitable Lagerstätten wollen ausgeschöpft werden. Und über allem kreisen Fischereischiffe mit Schleppnetzen, die tiefe Narben im Meeresgrund hinterlassen können.

Die europäische Meerespolitik fordert, die Gesamtbelastung des Meeresbodens auf ein Maß zu beschränken, das das **Gesamtziel – einen guten Umweltzustand** – nicht gefährdet. Dafür brauchen wir dringend mehr Informationen, wie sich Schädigungen durch die unterschiedlichen Nutzungen nach dem Eingriff weiter entwickeln. Wo verläuft die Grenze zwischen Störung und Zerstörung? Auch unsere Modelle müssen wir verbessern, damit wir die Umweltsituation analysieren, bewerten und vorhersagen können.

# Forschungsfragen

## Meeresboden zwischen Nutzung und Schutz



- Lassen sich die **Spuren der Fischerei** je nach Sedimentbeschaffenheit typologisieren? Wie rasch regenerieren sich Sediment, Bewuchs und Lebensgemeinschaften am Meeresboden? Wie wirken sich die Effekte Aufwirbelung und Bodenverdichtung auf die Stoffflüsse am Boden aus?
- Auffüllen oder belassen: Wie verändert sich die Sedimentdynamik nach der **Entnahme von Bodenmaterial**? Entstehen bei wiederholter Entnahme neue Habitate mit robusteren Lebensgemeinschaften?
- Welche Wirkung hat das durch **Verklappung eingebrachte Fremdmaterial** auf die Lebensgemeinschaften an der Verklappungsstelle? Wie lange sind die Effekte noch feststellbar?
- Wie weit reichen die Auswirkungen einer **durch Windparks** veränderten Sedimentdynamik? Greifen die Anlagen großräumig in die Lebensräume ein, zum Beispiel durch die Zunahme von Hartsubstraten, die für bestimmte Organismengruppen gegenüber den weichen sandigen Böden der bessere Siedlungsgrund ist?
- Entstehen entlang von **Kabeltrassen oder Pipelines** neue Migrationswege für Organismen?
- In welcher Weise wirken sich Eingriffe wie das **Fahrrinnen-Management** aus?

Bedeutung für die Gesellschaft

# DIE KÜSTEN WANDELN SICH – WIR UNS AUCH?

Bereits heute liegen weltweit die größten Städte im Küstenbereich. Dieser Trend wird sich in den kommenden Jahren fortsetzen. In Fernost entstehen **Megacities** von bis zu 100 Mio EinwohnerInnen, die allein durch ihre Abwässer die vorgelagerten Küstengewässer immens beeinflussen werden. Wenn gleich solche Dimensionen in Europa Zukunftsvisionen sind, so ist doch auch hier die zunehmende Besiedlung des Küstenraumes als Einflussgröße der Küstenmeere von Bedeutung.

Auf der anderen Seite wächst der Bedarf der **Tourismusbranche** an naturnahen und sauberen Stränden. Vielerorts ist heute bereits die Freizeitindustrie eine Schlüsselökonomie, an der der Löwenanteil der Arbeitsplätze ganzer Regionen hängt. Gegenüber Natur- und Umweltkatastrophen ist diese Wirtschaft äußerst verletzlich.

Mit **Fischerei und Aquakultur** hat die Küstengesellschaft ihre eigene, typische Lebensmittelproduktion. Der Klimawandel und eine intensivere und vielfältigere Nutzung der Küstenmeere werden in Zukunft diese Produktionsformen vor neue Herausforderungen stellen.

Für die **Beteiligung der Gesellschaft an Entscheidungsprozessen** bei umweltpolitischen, wirtschaftspolitischen oder städtebaulichen Maßnahmen werden angesichts der Dimensionen zukünftiger Küstenstädte neue Konzepte gebraucht.



Foto: Benreis/Wikimedia Commons

# Forschungsfragen

## Bedeutung für die Gesellschaft

- Wie haben sich die Küstengesellschaften in den letzten Jahrzehnten / Jahrhunderten verändert? Können wir daraus Rückschlüsse auf **menschliches Verhalten unter sich stark ändernden Umweltbedingungen und Wertesystemen** ziehen?
- Welche **Anpassungsmöglichkeiten** nutzt eine Gesellschaft, die sich **vielfältigen Veränderungen gegenüber sieht**?
- Fischerei und Aquakultur werden im Zuge der intensivierten Nutzung und des Klimawandels jeder für sich auf spezifische Herausforderungen treffen. Wie können neue **angepasste, ökologisch und sozial sinnvolle Produktionsformen** aussehen?
- Welche Faktoren beeinflussen Nutzungskonflikte und können wir belastbare Szenarien **zukünftiger Nutzungskonflikte** erarbeiten?
- Wird der ökonomische Wert einer intakten Erholungslandschaft die **Akzeptanz von Küsten-, Umwelt- und Naturschutz** in den Küstengesellschaften erhöhen und wo liegen die Grenzen?



**Herausgeber:**

Konsortium Deutsche Meeresforschung, Strategieguppe Küstenforschung

**Konzept und Redaktion:**

Dr. Barbara Hentzsch, Dr. Claudia Wiedner

**Redaktionelle Mitarbeit:**

Prof. Dr. Kay-Christian Emeis (Helmholtz-Zentrum Geesthacht)

Prof. Dr. Silja Klepp (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel)

Prof. Dr. Ingrid Kröncke (Senckenberg am Meer Wilhelmshaven, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg)

Prof. Dr. Torsten Schlurmann (Leibniz Universität Hannover)

Dr. Klaus Schwarzer (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel)

Prof. Dr. Christian Winter (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel)

**Titelbild:** Martina Nolte, Lizenz: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/legalcode>

**Gestaltung:** HAAGEN design

Januar 2019

