

TEXTE

79/2026

Abschlussbericht

MEER:STARK - Meeresentlastung und Resilienzstärkung: Sektorübergreifende Transformation, Anpassung, Revitalisierung und Klimaschutz für Nord- und Ostsee

von:

Nico Stelljes, Gregory Fuchs, Fenja Kroos,
Fabian Haase, Grit Martinez
Ecologic Institut, Berlin

Cordula Maguire
AquaEcology GmbH & Co. KG, Oldenburg

Herausgeber:
Umweltbundesamt

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

TEXTE 79/2026

REFOPLAN des Bundesministeriums Umwelt,
Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3722 48 202 0

Abschlussbericht

MEER:STARK - Meeresentlastung und Resilienzstärkung: Sektorübergreifende Transformation, Anpassung, Revitalisierung und Klimaschutz für Nord- und Ostsee

von

Nico Stelljes, Gregory Fuchs, Fenja Kroos,
Fabian Haase, Grit Martinez

Ecologic Institut, Berlin

Cordula Maguire

AquaEcology GmbH & Co. KG, Oldenburg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Durchführung der Studie:

Ecologic Institut
Pfalzburger Straße 43/44
10717 Berlin

Abschlussdatum:

November 2025

Redaktion:

Fachgebiet II 2.3 Schutz der Meere und Polargebiete
Dr. Eva Reiter

DOI:

<https://doi.org/10.60810/openumwelt-8297>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Juni 2026

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: Abschlussbericht MEER:STARK

Der Abschlussbericht MEER:STARK fasst die Ziele, den gewählten Ansatz und die zentralen Forschungsergebnisse des Projekts zusammen. MEER:STARK verfolgte das Ziel, sektorübergreifende Maßnahmenvorschläge für den Meeresschutz sowie die Anpassung an den Klimawandel für Nord- und Ostsee zu entwickeln. Hierzu wurde vor allem durch Literaturstudien und Fachdialoge die Wechselwirkungen zwischen anthropogenen Belastungen, Meeres- und Klimaschutz analysiert und in abgestimmte Handlungsempfehlungen überführt.

Die Ergebnisse lassen sich in verschiedenen Kernpunkten zusammenfassen: Es wurden zentrale Strategien identifiziert, darunter ökologische Renaturierung, adaptive Raumplanung und kohärente Governance, die Synergien zwischen Meeres(natur)schutz und Klimaanpassung fördern. Weiterhin zeigte der Fachdialog zur Eutrophierung, dass eine wirksame Umsetzung bestehender Richtlinien wie der Meeresstrategie- und Nitratrichtlinie eine enge Abstimmung zwischen politischen Ebenen und frühzeitige Stakeholder Einbindung erfordert. Drittens wurde im Workshop zu naturbasiertem Küstenschutz betont, dass Maßnahmen wie Seegraswiesen, Salzwiesen oder biogene Riffe stärker institutionell verankert und durch adaptive Planungs- und Finanzierungsmechanismen unterstützt werden müssen. Schließlich wurde deutlich, dass viele marine Schutzgebiete bislang kaum wirksam sind und dass effektiver Schutz ein dynamisches Design, sektorübergreifende Steuerung und partizipative Prozesse erfordert.

Insgesamt hat MEER:STARK praxisnahe Handlungsempfehlungen und einen integrativen Rahmen geliefert, um die Resilienz der Nord- und Ostsee gegen Klimafolgen zu stärken und Meeresschutz gezielt mit Anpassungsstrategien zu verknüpfen.

Project Summary: MEER:STARK Final Report

The MEER:STARK final report summarizes the project's objectives, approach, and key research findings. MEER:STARK aimed to develop cross-sectoral recommendations for marine conservation and climate adaptation in the North Sea and Baltic Sea. Through literature reviews and expert dialogues, the project analyzed the interlinkages between anthropogenic pressures, marine protection, and climate adaptation, translating these into coordinated policy recommendations.

The findings can be summarized in several key areas: Central strategies were identified, including ecological restoration, adaptive spatial planning, and coherent governance, all of which promote synergies between marine conservation and climate adaptation. The dialogue on eutrophication highlighted that effective implementation of existing directives, such as the Marine Strategy Framework Directive and the Nitrates Directive, requires close coordination across governance levels and early stakeholder involvement. In the workshop on nature-based coastal protection, participants emphasized the need for stronger institutional support for measures such as seagrass meadows, salt marshes, and biogenic reefs, backed by adaptive planning and financing mechanisms. Finally, it became clear that many marine protected areas remain largely ineffective, and that robust, climate-responsive protection depends on dynamic design, cross-sectoral governance, and participatory processes.

Overall, MEER:STARK has provided practical recommendations and an integrated framework to strengthen the resilience of the North Sea and Baltic Sea to climate impacts and to better align marine conservation with adaptation strategies.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	8
Abkürzungsverzeichnis.....	9
Zusammenfassung.....	11
Summary	15
1 Einleitung.....	18
1.1 Hintergrund des Projektes	18
1.1.1 Die Nord- und Ostsee im Klimawandel.....	18
1.1.2 Klimaanpassung- und Meeresschutzpolitik in der Nord- und Ostsee	20
1.1.3 Handlungsoptionen für resiliente Ökosysteme und Anpassung an den Klimawandel.....	22
1.2 Zielsetzung des Projektes.....	24
2 Nexus: Meeres(natur)schutz und Klimaanpassung.....	26
2.1 Einleitung in das Thema	26
2.2 Erkenntnisse aus dem Projekt.....	26
2.3 Empfehlungen aus MEER:STARK zum Themenfeld.....	29
3 Schwerpunktthema: Eutrophierung.....	32
3.1 Einleitung in das Thema	32
3.2 Erkenntnisse aus dem Fachdialog zum Thema Nährstoffreduktion und Eutrophierung.....	33
3.3 Empfehlungen aus MEER:STARK zum Themenfeld.....	35
4 Schwerpunktthema: Naturnaher Küstenschutz.....	37
4.1 Einleitung in das Thema	37
4.2 Ergebnisse aus dem Fachdialog zum naturbasierten Küstenschutz	37
4.2.1 Impulsvorträge am Vormittag.....	38
4.2.2 Interaktives World Café am Nachmittag	38
4.2.3 Fazit des Workshops	40
4.3 Empfehlungen aus MEER:STARK zum Themenfeld.....	40
5 Schwerpunktthema: klimaangepasste marine Schutzgebiete	42
5.1 Einleitung in das Thema	42
5.2 Erkenntnisse aus dem Fachdialog zum Thema klimaangepasste marine Schutzgebiete	42
5.2.1 Impulsvorträge.....	44
5.2.2 Zentrale Erkenntnisse aus den beiden Workshops	45
5.3 Empfehlungen aus MEER:STARK zum Themenfeld.....	45
6 Ergebnisse Sektorübergreifende Stakeholder-Einbindung & Kommunikation von Projektergebnissen.....	47

6.1	Akteursmapping im Kontext von Meeres(natur)schutz und Klimaanpassung	47
6.2	Expert*innen-Umfrage.....	48
6.3	MEER:STARK Präsentationen	49
6.3.1	Dialogforum Bevölkerungsschutz 2023	49
6.3.2	BSH Meeresumweltsymposium 2024.....	49
6.3.3	Landkreis Wittmund, 2024	50
6.3.4	Salzgrasländer Workshop 2024	50
6.4	Abschlussveranstaltung: Bridging Science and Policy – Exploring the Marine Protection and Climate Adaptation Nexus	50
6.4.1	Tag 1 – Building the Nexus.....	51
6.4.1.1	Themenblock 1: Eutrophierung	51
6.4.1.2	Themenblock 2: Naturbasierter Küstenschutz	51
6.4.1.3	Themenblock 3: Klimaangepasste Meeresschutzgebiete („climate-ready MPAs“)	52
6.4.2	Tag 2 – From Insights to Action	52
6.4.3	Ergebnisse – Kernbotschaften aus dem Projekt	53
6.4.4	Ausblick – The Legacy of MEER:STARK	54
7	Quellenverzeichnis	56
A	Anhang	64

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	MEER:STARK Logo	25
Abbildung 2:	Eutrophierung in Nord- und Ostsee	34
Abbildung 3:	Auf dem Weg zu klimaangepassten Meeresschutzgebieten: Herausforderungen und strategische Wege	44
Abbildung 4:	nationale Akteurslandschaft im Kontext von Meeres(natur)schutz und Klimaanpassung	48
Abbildung 5:	nationale Akteurslandschaft im Kontext von Meeres(natur)schutz und Klimaanpassung (Detailansicht)	64
Abbildung 6:	BSH Poster: Synergien und Strategien für Meeresschutz und Klimaanpassung	65

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
ANK	Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz
APA	Aktionsplan Anpassung (deutscher Klimaanpassungs-Aktionsplan)
AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
BLANO	Bund-Länder Arbeitsgemeinschaft Nord- und Ostsee
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (heute BMUKN)
BMUKN	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BSAP	Baltic Sea Action Plan (Ostsee-Aktionsplan)
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
CLRTAP	Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution
CLIMSAVE	Climate Change Integrated Assessment Methodology for Cross-Sectoral Adaptation and Vulnerability in Europe
EbA	Ecosystem-based adaptation (Ökosystem basierte Anpassung)
EbM	Ecosystem-based management (Ökosystem basiertes Management)
EC	European Commission
ECAS	Ecosystem-supporting Coastal Adaptation Strategies
EEA	European Environment Agency
EUNIS	European Nature Information System
EWG	Expert Working Group
FAO	Food and Agriculture Organization der Vereinten Nationen
HELCOM	Helsinki Commission (Übereinkommen zum Schutz der Ostsee)
HOLA	Holistic Assessment
IKZM	Integriertes Küstenzonenmanagement
ISSN	International Standard Serial Number
IOW	Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KAnG	Bundes-Klimaanpassungsgesetz
MPA	Marine Protected Area (Marine Schutzgebiete)
MSP	Marine Spatial Planning
MSPD	Marine Spatial Planning Directive (Richtlinie zur Meeresraumplanung)
MSRL	Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie
MRO	Marine Raumordnungsplanung

Abkürzung	Erläuterung
NEAES	North-East Atlantic Environment Strategy (Nordostatlantik-Umweltstrategie)
NbS	Nature-based Solutions (Naturbasierte Lösungen)
OSPAR	Oslo-Paris Commission (Übereinkommen zum Schutz des Nordostatlantiks)
QSR	Quality Status Report
REFOPLAN	Ressortforschungsplan
REKLIM	Regionale Klimaänderungen und Mensch (Förderverbund)
SBSTA	Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice
UBA	Umweltbundesamt
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
UNEP	United Nations Environment Programme
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
WDPA	World Database on Protected Areas
WVO	Wiederherstellungsverordnung
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie

Zusammenfassung

Ausgangspunkt: Klimawandel und Biodiversitätsverlust als doppelte Herausforderung

Die Nord- und Ostsee stehen unter massivem kumulativem Druck. Klimabedingte Veränderungen, darunter steigende Wassertemperaturen, Meeresspiegelanstieg, Versauerung, veränderte Salinitäts- und Strömungsmuster sowie zunehmender Sauerstoffmangel, wirken gleichzeitig mit lokalen und regionalen Belastungen wie Nährstoffeinträgen, Eutrophierung, Überfischung, Schadstoffbelastung, Lärm, Habitatverlust und dem Eintrag invasiver Arten. Diese Stressoren überlagern und verstärken sich gegenseitig.

Ihre Kombination beeinträchtigt zentrale ökologische Prozesse: Lebensräume verlieren an Struktur und Funktion, Nahrungsnetze und Arteninteraktionen geraten aus dem Gleichgewicht, biogeochemische Kreisläufe werden gestört und die natürliche Regenerations- und Anpassungsfähigkeit der Ökosysteme nimmt ab. Dadurch sinkt die Resilienz gegenüber akuten Schocks und langfristigen Veränderungen.

Die Folgen betreffen nicht nur Arten und Lebensräume, sondern wirken direkt auf gesellschaftliche Bereiche und das menschliche Wohlergehen: Risiken für Küstenschutz, Fischerei, Tourismus, maritime Wirtschaft, Ernährungssicherheit, kulturelle Werte und die langfristige sozioökonomische Stabilität der Küstenregionen nehmen spürbar zu.

Projektziele und methodische Vorgehensweise

Ausgehend von dieser doppelten Herausforderung aus Klimawandel und Biodiversitätsverlust wurde das Projekt MEER:STARK („Meeresentlastung und Resilienzstärkung: Sektorübergreifende Transformation, Anpassung, Revitalisierung und Klimaschutz für Nord- und Ostsee“) initiiert. Das Projekt verfolgt einen integrativen Forschungs- und Dialogansatz, der Meeresschutz und Klimaanpassung nicht als getrennte Aufgabenfelder, sondern als eng miteinander verwobene Handlungs- und Politikbereiche versteht. MEER:STARK kombinierte eine systematische Analyse der Wechselwirkungen zwischen marinen Belastungen, ökologischen Prozessen und bestehenden Governance-Strukturen mit drei intensiv ausgearbeiteten Fachdialogen zu den Kernthemen: Eutrophierung, naturbasierter Küstenschutz und klimaangepasste Meeresschutzgebiete. Diese drei Schwerpunkte markieren zentrale Schnittstellen, an denen ökologische Funktionen, Nutzungsinteressen und Klimarisiken zusammenlaufen. Sie wurden gezielt ausgewählt, weil integrierte Maßnahmen hier besonders wirksam sein können und weil diese Bereiche exemplarisch zeigen, wo heutige Governance an Grenzen stößt. Durch die Verknüpfung wissenschaftlicher Analysen mit dialogorientierten Formaten entstand ein konsistentes Bild der ökologischen und institutionellen Ausgangslage sowie ein Set an Maßnahmenvorschlägen, die fachlich fundiert und zugleich in den bestehenden Governance-Strukturen anschlussfähig sind.

Der Nexus zwischen Meeresschutz und Klimaanpassung

Der Nexus zwischen Meeresschutz und Klimaanpassung zeigt, warum beide Handlungsfelder untrennbar miteinander verbunden sind. MEER:STARK verfolgt dafür einen integrativen Ansatz, der die Wechselwirkungen zwischen Ökosystemen, Klimarisiken, menschlichen Nutzungen und Governance-Strukturen sichtbar macht. Anstatt die beiden Handlungsfelder separat zu betrachten, verdeutlicht der Ansatz, dass sie sich wechselseitig verstärken können: Klimastabile, widerstandsfähige Ökosysteme, wie etwa Seegrasswiesen, die gleichzeitig Küstenschutz bieten und Kohlenstoff binden, stärken die Anpassungsfähigkeit von Küsten und Gesellschaft. Gut gemanagte Meeresschutzgebiete (MPAs) wiederum erhöhen die Anpassungsfähigkeit von Arten und Lebensräumen, die besonders vom Klimawandel betroffen sind, während naturbasierte Anpassungsmaßnahmen Biodiversität gezielt stärken können, wenn sie ökologisch sinnvoll

gestaltet sind. Gleichzeitig wird deutlich, dass Nutzungskonflikte oft genau dort entstehen, wo diese Ziele nicht integriert gedacht werden. Der integrierte Nexus-Ansatz schafft daher ein gemeinsames Verständnis zwischen Ökologie, Nutzung und Governance.

Schwerpunktthema: Eutrophierung

Im Themenfeld Eutrophierung wurde deutlich, dass trotz langjähriger politischer Programme und Richtlinien (z. B. Wasserrahmenrichtlinie, Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, HELCOM-Baltic Sea Action Plan) weiterhin entscheidende Umsetzungsdefizite bestehen. Der Fachdialog zeigte, dass fragmentierte Verantwortlichkeiten zwischen Landwirtschaft, Wasserwirtschaft und Meeresumweltpolitik die wirksame Reduktion von Nährstoffen erheblich erschweren. Besonders hervorgehoben wurde die Notwendigkeit kooperativer „source-to-sea“-Ansätze, die landseitige Maßnahmen wie Agrarumweltprogramme, Gewässerschutzberatung oder Moorbodenschutz mit marinen Zielstellungen verzahnen. Vertrauen, kontinuierliche Kommunikation mit relevanten Stakeholdern und insbesondere die Einbindung landwirtschaftlichen Akteur*innen wurden als zentrale Erfolgsbedingungen benannt, ebenso wie die Einrichtung gemeinsamer Steuerungsforen und harmonisierter Monitoringstrukturen. Der Dialog unterstrich damit die Rolle der Eutrophierung als „systemischer Kernstress“, dessen Auswirkungen durch den Klimawandel zusätzlich verstärkt werden und zentrale Ökosystemfunktionen beeinträchtigen. Eine wirkungsvolle und sektorübergreifend verankerte Reduktion der Nährstoffeinträge ist daher eine Grundvoraussetzung für die ökologische und klimabezogene Resilienz der deutschen Meeresgebiete, insbesondere der besonders empfindlichen Ostsee, in der eutrophierungsbedingte Belastungen und klimatische Stressoren besonders stark ineinandergreifen.

Schwerpunktthema: Naturbasierter Küstenschutz

Ein zweiter Schwerpunkt des Projekts widmete sich naturbasierten und hybriden Küstenschutzlösungen. Diese Maßnahmen, darunter Seegras- und Salzwiesenrenaturierung, der Aufbau biogener Riffe oder die Wiederherstellung dynamischer Dünenlandschaften oder die gezielte Öffnung von Vorländern, bieten ein breites Spektrum an ökologischen, klimabezogenen und sozioökonomischen Vorteilen. Viele dieser Ansätze ermöglichen gleichzeitig zentrale Anpassungsvorteile, darunter:

- ▶ Wellenminderung durch Vegetationsstrukturen und Riffkörper,
- ▶ Sedimentstabilisierung und Erosionsschutz,
- ▶ Dämpfung von Sturmfluten und Extremereignissen,
- ▶ Pufferung von Meeresspiegelanstieg durch landwärts gerichtete Habitatverschiebungen,
- ▶ Verbesserung der Wasserqualität durch Filter- und Nährstoffbindungsfunktionen,
- ▶ Bereitstellung klimarelevanter Kohlenstoffspeicher (Blue Carbon),
- ▶ Stärkung biodiverse, funktionaler Ökosysteme, die selbst resilienter gegenüber klimatischen Veränderungen sind.

Gleichzeitig wirken naturbasierte Küstenschutzstrategien prozessorientiert: Sie nutzen natürliche Sedimentdynamiken, hydromorphologische Prozesse und Vegetationsentwicklung, anstatt sie, wie häufig im konventionellen Küstenschutz, zu unterbinden. Dadurch entsteht ein

flexibler, anpassungsfähiger Schutz, der auf langfristige Veränderungen wie Meeresspiegelanstieg, veränderte Sturmregime oder marine Hitzewellen besser reagieren kann.

Der Workshop zeigte jedoch deutlich, dass naturbasierte Lösungen in der Praxis bislang häufig als ergänzende „Add-on“ betrachtet werden und institutionell sowie finanziell noch nicht gleichwertig neben grauer Infrastruktur stehen. Notwendig seien verbindliche Kriterien, flexible Genehmigungsverfahren, langfristige Finanzierungsmechanismen und Pilotregionen, die als Lernräume für Verwaltung, Küstenschutzakteure und Politik dienen. Zudem sollte eine systematische Integration naturbasierter Ansätze in Wasserwirtschaftspläne, Raumordnungsprozesse und Küstenschutzstrategien erfolgen und Ökosystemleistungen in Nutzenbewertungen integrieren, um deren Mehrwerte sichtbar und vergleichbar zu machen.

Schwerpunktthema: Klimaangepasste Meeresschutzgebiete

Der dritte Schwerpunkt widmete sich der Weiterentwicklung mariner Schutzgebiete (MPAs) unter klimawandelbedingten Veränderungen. Zwar sind MPAs ein zentrales Instrument zur Erhaltung mariner Biodiversität, doch zeigen Studien, dass über 80 % europäischer Schutzgebiete nur unzureichend reguliert sind und ihre Schutzwirkung dadurch stark begrenzt bleibt. Zudem berücksichtigen viele MPAs klimatische Veränderungen und klimabedingte Risiken weder in der Planung noch im Monitoring. Klimarisiken wie marine Hitzewellen oder zunehmender Sauerstoffmangel werden bislang kaum systematisch einbezogen, und Klimadaten und -projektionen gelangen nur selten in Managemententscheidungen. Die MEER:STARK Fachdialoge zu diesem Schwerpunkt verdeutlichten, dass der Klimawandel einen grundlegenden Paradigmenwechsel im Schutzgebietsmanagement erfordert: MPAs müssen aktiv auf dynamische ökologische Veränderungen reagieren können. Es wurde ein hoher Bedarf identifiziert, klimabezogene Risiken, Resilienz und adaptive Kapazitäten in MPAs sichtbar, bewertbar und steuerbar zu machen. Dies umfasst die Integration von Klimarisiko- und Vulnerabilitätsanalysen in Planung und Management, den Ausbau adaptiver Monitoring-Systeme, die Sicherung ökologischer Konnektivität sowie kooperative Governance-Strukturen, die flexibel auf neue Artenzusammensetzungen, Temperaturregime oder Sauerstoffbedingungen reagieren können. Klimaanpassung sollte daher als gesetzliche, operative und finanzielle Kernanforderung in MPA-Systeme integriert werden, um Schutzgebiete in die Lage zu versetzen, Biodiversität und Ökosystemfunktionen auch unter sich wandelnden klimatischen Bedingungen wirksam zu sichern.

Sektorübergreifende Akteursbeteiligung und Governance als Erfolgsfaktor

MEER:STARK unterstreicht, dass die Wirksamkeit von Meeresschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen maßgeblich von sektorübergreifender Beteiligung abhängt. Durch Stakeholder-Mapping, eine Expert*innenbefragung sowie verschiedener Workshops wurde ein breites Spektrum an Akteuren eingebunden und somit wichtige Brücken zwischen Sektoren geschlagen. Ein strukturierter Dialog zeigt sich als zentrales Element, um institutionelle Fragmentierung abzubauen, Synergien zu identifizieren und gemeinsame Handlungsansätze zu entwickeln. Die Abschlussveranstaltung bestätigte den hohen Bedarf an dauerhaften Austauschformaten und transdisziplinären Netzwerken, die die Kontinuität und Verstärkung integrierter Politiken sichern sollen.

Zentrale Schlussfolgerungen und Bedeutung für Politik und Praxis

Die Ergebnisse des Projekts MEER:STARK verdeutlichen, dass Meeresschutz und Klimaanpassung nur in einem integrierten und sektorübergreifenden Ansatz wirksam umgesetzt werden können. Die Verbindung wissenschaftlicher Erkenntnisse, politischer Strategien und praktischer Erfahrungen ist dabei eine zentrale Voraussetzung, um die Resilienz von Küsten- und Meeresökosystemen langfristig zu sichern.

► **Integration als Schlüsselprinzip:**

Langfristiger Erfolg im Meeresschutz setzt voraus, Biodiversität, Ökosystemfunktionen, Governance und Nutzung in einem gemeinsamen Rahmen zu betrachten. Nur durch eine abgestimmte Steuerung lassen sich die vielfältigen Belastungen in Nord- und Ostsee – etwa durch Eutrophierung, Erwärmung und Lebensraumverluste – wirkungsvoll adressieren.

► **Naturbasierte Lösungen als verbindendes Element:**

Natur- und ökosystembasierte Ansätze (z. B. Wiederherstellung von Seegraswiesen, Salzwiesen oder Dünen) verbinden Klimaanpassung und Meeresschutz und bieten ökologische, soziale und ökonomische Mehrwerte. Ihre breitere Umsetzung erfordert jedoch klare Zuständigkeiten, geeignete Fördermechanismen und angepasste rechtliche Rahmenbedingungen.

► **Kontextspezifität und Anpassungsfähigkeit:**

Maßnahmen müssen an regionale Gegebenheiten angepasst und fortlaufend überprüft werden. Adaptives Management und kontinuierliches Monitoring sind erforderlich, um flexibel auf klimatische und ökologische Veränderungen reagieren zu können.

► **Governance und sektorübergreifender Dialog:**

Wirksamer Meeresschutz und erfolgreiche Klimaanpassung setzen eine enge Zusammenarbeit über Sektor- und Verwaltungsebenen hinweg voraus. Der strukturierte Dialog mit Akteuren aus Landwirtschaft, Tourismus, Schifffahrt und Raumplanung trägt wesentlich dazu bei, Zielkonflikte zu vermeiden, Synergien zu fördern und gemeinsame Verantwortung zu stärken.

Damit liefert MEER:STARK einen wissenschaftlich fundierten, praxisorientierten und governancebezogenen Beitrag zur Weiterentwicklung einer integrierten Meeres- und Klimaanpassungspolitik in Deutschland und Europa. Die im Projekt entwickelten Empfehlungen sollen in nationale Strategien (z. B. MSRL, Nationale Anpassungsstrategie, Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz), europäische Prozesse (z. B. Nature Restoration Law, EU Ocean Pact) und regionale Planungen einfließen und bilden die Grundlage für weitere Forschung und Umsetzungsvorhaben. Durch die enge Verknüpfung von Wissenschaft, Verwaltung und Praxis zeigt MEER:STARK exemplarisch, wie resiliente Meeresökosysteme und klimaangepasste Küstenräume gemeinsam gestaltet werden können.

Summary

Starting point: Climate change and biodiversity loss as a dual challenge

The North and Baltic Seas are under severe cumulative pressure. Climate-related changes, including rising water temperatures, sea-level rise, ocean acidification, altered salinity and circulation patterns, and increasing oxygen deficiency, interact with local and regional stressors such as nutrient inputs, eutrophication, overfishing, contamination, underwater noise, habitat loss, and the introduction of invasive species. These stressors overlap and mutually reinforce one another.

Their combined effects impair essential ecological processes: habitats lose structure and function, food webs and species interactions become destabilized, biogeochemical cycles are disrupted, and the natural regenerative and adaptive capacity of ecosystems declines. As a result, resilience to acute shocks and long-term change is reduced.

The impacts extend beyond species and habitats and directly affect society and human well-being: risks to coastal protection, fisheries, tourism, the maritime economy, food security, cultural values, and the long-term socioeconomic stability of coastal regions are increasing visibly.

Project objectives and methodological approach

In response to this dual challenge of climate change and biodiversity loss, the project MEER:STARK (“Marine Relief and Resilience: Cross-sectoral Transformation, Adaptation, and Climate Protection for the North and Baltic Sea”) was established. MEER:STARK applies an integrated research and dialogue approach that views marine protection and climate adaptation not as separate policy fields but as tightly interlinked areas of action. The project first systematically analysed the interactions between marine pressures, ecological processes, and existing governance structures, and subsequently conducted three in-depth expert dialogues on the core themes of eutrophication, nature-based coastal protection, and climate-ready marine protected areas (MPAs). These thematic priorities represent critical interfaces between ecological functions, human uses, and climate risks—areas where integrated action can have the greatest impact. They were deliberately selected because these interfaces clearly reveal where current governance reaches its limits and where integrated action is particularly effective.

By linking scientific analysis with dialogue-oriented formats, the project produced a coherent understanding of the ecological and institutional baseline situation as well as a set of measures that are scientifically sound and practically implementable within existing governance structures.

The nexus between marine protection and climate adaptation

The nexus between marine protection and climate adaptation highlights why both fields must be approached jointly. MEER:STARK applies an integrative framework that makes visible the interactions between ecosystems, climate risks, human uses, and governance structures. Rather than treating protection and adaptation separately, the project shows how they can reinforce each other: climate-robust, resilient ecosystems, such as seagrass meadows that provide coastal protection and sequester carbon, enhance the adaptive capacity of coasts and communities. Well-managed MPAs stabilise populations particularly affected by climate change, while nature-based adaptation measures can simultaneously support biodiversity when designed appropriately. At the same time, the project demonstrates that conflicts often arise precisely where these goals are not integrated. The integrated nexus approach thus builds a shared understanding across ecological, use-related, and governance dimensions.

Focus topic: Eutrophication

In the field of eutrophication, the project emphasized that significant implementation deficits persist despite long-standing policy programmes and directives (e.g. the Water Framework Directive, the Marine Strategy Framework Directive, the HELCOM Baltic Sea Action Plan). The expert dialogue showed that fragmented responsibilities between agriculture, water management, and marine environmental policy significantly hinder nutrient reduction. The need for cooperative “source-to-sea” approaches was emphasised, linking land-based measures, such as agri-environmental schemes, water protection advisory services, or peatland restoration, with marine objectives. Trust-building, continuous communication with relevant stakeholders, and especially the involvement of agricultural actors were identified as central enabling conditions, alongside joint steering forums and harmonised monitoring structures. The dialogue thus underscores eutrophication as a “systemic core stressor” given that its impacts are further amplified by climate change critically affecting key ecosystem functions. Effective nutrient reduction is thus fundamental for ecological and climate-related resilience — particularly in the ecologically sensitive Baltic Sea.

Focus topic: Nature-based coastal protection

A second thematic priority addressed nature-based and hybrid coastal protection solutions. These measures, including seagrass and saltmarsh restoration, the creation of biogenic reefs, or the reestablishment of dynamic dune systems, simultaneously provide a broad spectrum of ecological, climate and socio-economic benefits. Among other, they support storm-surge buffering through wave attenuation, sediment stabilisation, water-quality improvement through filtration and nutrient retention, and the strengthening of biodiverse, functional ecosystems that are more resilient to climatic change. Additionally, they enable landward habitat migration in response to sea-level rise and have a key role in carbon sequestration. Workshop discussions highlighted that nature-based solutions are still often viewed as auxiliary measures rather than as full equivalents to grey infrastructure and that institutional and financial frameworks remain insufficiently aligned. The project identified a need for binding criteria, flexible permitting procedures, long-term financing instruments, and pilot regions that can function as learning environments for administrations, coastal protection authorities, and policymakers. Benefit assessments should systematically incorporate ecosystem services to make the added value of nature-based approaches transparent and comparable.

Focus topic: Climate-ready marine protected areas

The third focus area examined how marine protected areas (MPAs) must evolve under climate-related ecological change. Although MPAs are central instruments for conserving marine biodiversity, evidence shows that more than 80% of European MPAs are insufficiently regulated and therefore achieve only limited protective impact. Moreover, many MPAs do not yet systematically account for climate change in either planning or monitoring. Key climate hazards—such as marine heatwaves or increasing deoxygenation—are rarely integrated, and climate data or projections seldom inform management decisions. The expert dialogues underscored that climate change requires a fundamental paradigm shift in MPA management: MPAs must be able to actively respond to dynamic changes in ecological conditions. There is a strong need to make climate-related risks, resilience, and adaptive capacity within MPAs visible, assessable, and manageable. This includes integrating climate risk and vulnerability assessments into both planning and management, expanding adaptive and climate-sensitive monitoring systems, safeguarding ecological connectivity, and establishing cooperative governance structures capable of responding flexibly to shifting species compositions/ distributions, temperature regimes, or oxygen conditions. Climate adaptation should therefore become a statutory, operational, and financial core requirement within MPA systems to ensure that

biodiversity and ecosystem functions can be effectively safeguarded under changing climatic conditions.

Cross-sectoral stakeholder engagement and governance as enabling conditions

MEER:STARK highlights that the effectiveness of marine protection and climate adaptation measures depends heavily on cross-sectoral engagement. Through stakeholder mapping, an expert survey, and multiple workshop formats, the project engaged a wide range of actors across marine and coastal sectors. Structured dialogue emerged as a key mechanism for overcoming institutional fragmentation, identifying synergies, and developing shared courses of action. The final project workshop confirmed a strong need for long-term exchange formats and transdisciplinary networks that can support continuity and consolidation of integrated marine and climate policies.

Key conclusions and relevance for policy and practice

The findings of MEER:STARK demonstrate that effective marine protection and climate adaptation can only be achieved through an integrated, cross-sectoral approach. Combining scientific insights with policy strategies and practical experience is essential for strengthening the long-term resilience of coastal and marine ecosystems.

► **Integration as a guiding principle:**

Long-term success in marine protection requires that biodiversity, ecosystem functions, governance structures, and human uses be addressed within a unified framework. Only coordinated approaches can effectively address the multiple pressures on the North and Baltic Seas, such as eutrophication, warming, and habitat loss.

► **Nature-based solutions as connecting elements:**

Nature- and ecosystem-based approaches (e.g. restoration of seagrass meadows, saltmarshes, dunes) align climate adaptation with biodiversity goals and generate ecological, social, and economic co-benefits. Broader implementation requires clear responsibilities, suitable funding mechanisms, and adapted legal frameworks.

► **Context-specificity and adaptability:**

Climate adaptation measures must be tailored to regional conditions and continuously reviewed. Adaptive management and ongoing monitoring are necessary to respond flexibly to ecological and climatic changes.

► **Governance and cross-sectoral dialogue:**

Effective marine protection depends on close cooperation across sectors and administrative levels. Structured dialogue with actors from agriculture, tourism, shipping, and spatial planning is essential to avoid conflicts, enhance synergies, and strengthen shared responsibility.

Overall, MEER:STARK provides a scientifically grounded, practice-oriented, and governance-focused contribution to advancing integrated marine and climate adaptation policy in Germany and Europe. The project's recommendations are designed to feed into national strategies (e.g. MSFD implementation, the German Adaptation Strategy, the Action Programme Natural Climate Protection), European processes (e.g. the Nature Restoration Law, EU Ocean Pact), and regional planning. By linking science, administration, and practice, MEER:STARK demonstrates how resilient marine ecosystems and climate-adapted coastal regions can be jointly shaped.

1 Einleitung

1.1 Hintergrund des Projektes

1.1.1 Die Nord- und Ostsee im Klimawandel

Die Nord- und Ostsee befinden sich in einer Phase tiefgreifender ökologischer und klimatischer Veränderungen, die ihre Funktionalität, Biodiversität und Belastbarkeit zunehmend unter Druck setzen. Die folgenden Abschnitte geben einen systematischen Überblick über zentrale klimatische, physikalisch-chemische und ökologische Veränderungen sowie über die wichtigsten anthropogenen Stressoren, um die daraus resultierenden Risiken für marine Ökosysteme und ihre Leistungen klar herauszuarbeiten.

Klimatische Veränderungen in Nord- und Ostsee

Der Klimawandel stellt einen erheblichen Stressfaktor für Meere und Ozeane dar, auch die Nord- und Ostsee sind davon in vielfältiger Weise betroffen. Aufgrund ihrer geographischen Lage und spezifischen Meeresdynamik gelten insbesondere die Gewässer der Ostsee als besonders anfällig für klimatische Veränderungen. Aber auch die Nordsee steht vor spezifischen Klimaveränderungen, vor allem an ihrer flachen Wattenmeerküste.

Die Meeresoberflächentemperatur der Ostsee ist zwischen 1990 und 2008 um bis zu 1 °C pro Jahrzehnt angestiegen (BACCII Author Team, 2015). Damit zählt sie zu den sich am schnellsten erwärmenden Randmeeren der Welt (Kniebusch et al., 2019). Auch in der Nordsee ist ein signifikanter Temperaturanstieg messbar, wobei sich ein deutliches Nord-Süd-Gefälle abzeichnet: Während in der nördlichen Nordsee eine Erwärmung von ca. 0,2 °C pro Jahrzehnt zu beobachten ist, beträgt sie in der südlichen Nordsee bis zu 0,8 °C, mit besonders starkem Anstieg in der Deutschen Bucht (Quante & Colijn, 2016). Zu den langfristigen Temperaturanstiegen kommt zudem eine deutliche Zunahme mariner Hitzewellen. Diese Ereignisse, bei denen die Wassertemperatur mindestens fünf Tage lang zu den höchsten zehn Prozent der Messwerte zählt, traten in den vergangenen Jahren sowohl in der Nord- als auch in der Ostsee zunehmend häufiger und intensiver auf (BSH, 2024a, 2025). Der Meeresspiegelanstieg ist eine weitere Folge des Klimawandels und zwischen 1901 und 2018 ist der globale Meeresspiegel um 20 Zentimeter gestiegen und der Anstieg an den deutschen Küsten entspricht in etwa dem globalen Mittelwert (BSH, 2024b). Wobei der Anstieg an der Ostseeküste etwas unterhalb dem globalen Mittel lag, so ist der Wasserstand in den letzten 100 Jahren in Warnemünde um 14 cm und in Travemünde um 17 cm angestiegen (Meinke, 2021). An der Nordsee ist „zwischen 1923 und 2022 ist der mittlere jährliche Wasserstand in Cuxhaven und Husum um 20 cm und in Norderney um 15 cm angestiegen“ (Meinke & Weisse, 2024).

Diese klimatischen Veränderungen stellen Probleme für Nord- und Ostsee dar, weil sie Küstenprozesse verändern, Überflutungs- und Erosionsrisiken erhöhen, Lebensräume verschieben und die Resilienz der Ökosysteme insgesamt verringern.

Physikalisch-chemische Veränderungen

Die Erwärmung des Wassers hat unmittelbare Auswirkungen auf weitere physikalisch-chemische Parameter. So verschärft sie bestehende Sauerstoffmangelprobleme, insbesondere in der Ostsee, wo die Sauerstoffarmut seit 1900 um das Zehnfache zugenommen hat (Carstensen et al., 2014). Verantwortlich sind nicht nur höhere Temperaturen, sondern auch anhaltend hohe Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft.

Zusätzlich wird in beiden Meeren eine fortschreitende Versauerung beobachtet, die langfristig die chemische Zusammensetzung und biologische Produktivität verändert (HELCOM, 2018; Meier et al., 2022; Storch et al., 2018).

Zudem bestehen erhebliche Unsicherheiten hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung des Salzgehalts in der Ostsee. Einerseits führen höhere Niederschläge in den nördlichen Breiten zu einer verstärkten Einleitung von Süßwasser, andererseits könnte ein steigender Meeresspiegel durch breitere dänische Meerengen den Zufluss salzhaltigen Wassers aus der Nordsee begünstigen (HELCOM, 2018; Meier et al., 2021). Die Unsicherheiten über diese gegenläufigen Effekte erschweren langfristige Managementstrategien.

Diese Veränderungen beeinflussen grundlegende Stoffkreisläufe und können damit Lebensbedingungen für marine Arten verschlechtern und reduzieren die ökologische Stabilität beider Meere.

Anthropogene Stressoren

Neben den klimabedingten Veränderungen stehen Nord- und Ostsee unter erheblichem anthropogenem Druck. Belastungen durch Nährstoffeinträge, Schadstoffe, Fischerei, Schifffahrt, Tourismus und Energieinfrastruktur beeinflussen die ökologischen Gleichgewichte in den Meeren (BACCII Author Team, 2015; HELCOM, 2018).

Diese Stressoren interagieren häufig mit klimatischen Veränderungen, etwa durch die Verstärkung eutrophiebedingter Sauerstoffmangelzonen bei höheren Wassertemperaturen (Saraiva et al., 2019) oder durch die Zunahme von Schiffsverkehr, der die ohnehin rückläufige Meereisbedeckung weiter beeinträchtigt (BACCII Author Team, 2015).

Ökologische und biologische Wirkungen

Die kombinierte Wirkung von Klimawandel und anthropogenen Einflüssen hat erhebliche Auswirkungen auf marine Ökosysteme und ihre Biodiversität. Artenverbreitung, Fortpflanzungszyklen und physiologische Toleranzgrenzen verändern sich, Lebensräume schrumpfen oder verschwinden ganz (HELCOM, 2018; Quante & Colijn, 2016). So begünstigen etwa steigende Temperaturen und veränderter Salzgehalt die Ausbreitung nicht-einheimischer Arten wie der Pazifischen Auster, die das Ökosystem des Wattenmeeres nachhaltig verändert hat (Storch et al., 2018). Gleichzeitig wird die Fortpflanzung kälteadaptierter Arten wie der Ringelrobbe durch den Rückgang des Meereises eingeschränkt (HELCOM & Baltic Earth, 2024). Besonders empfindlich reagiert das artenarme Brackwasserökosystem der Ostsee, in dem viele Arten bereits am Rand ihrer ökologischen Toleranz leben (Snoeijs-Leijonmalm et al., 2017).

Marine Hitzewellen führen zu massiven ökologischen Störungen, darunter großflächige Schäden an Kelp- und Makroalgenwäldern, Veränderungen in Artengemeinschaften sowie zu Rückgängen der Primärproduktion. Der Verlust dieser strukturbildenden Lebensräume mindert nicht nur die biologische Vielfalt, sondern schwächt auch Küstenschutzfunktionen wie Wellenminderung und Sedimentstabilisierung (Oliver et al., 2019; Smale et al., 2019).

Damit verändern sich Struktur, Zusammensetzung und Funktionsfähigkeit mariner Lebensgemeinschaften, was langfristig die ökologische Resilienz mindert.

Veränderungen der Ökosystemleistungen

Auch zentrale Ökosystemleistungen sind zunehmend betroffen. Die Nordsee liefert über die Hälfte der EU-weit gefangenen Meeresfische (von Storch et al., 2018), doch die Fischerei muss sich künftig auf veränderte Artenzusammensetzungen und Wanderbewegungen einstellen (HELCOM & Baltic Earth, 2024; Pecl et al., 2023). Darüber hinaus gefährdet der Meeresspiegelanstieg durch verstärkte Sturmfluten, Küstenerosion und Versalzung von Böden

nicht nur Lebensräume, sondern auch landwirtschaftliche Flächen, Tourismusstandorte und Infrastrukturen (BACCII Author Team, 2015; Brodie Rudolph et al., 2020).

Küstenschutzleistungen natürlicher Lebensräume, wie Wellenminderung und Sedimentstabilisierung, werden durch den Verlust von Seegras, Algenwäldern oder Riffen erheblich abgeschwächt. Der Rückgang dieser Leistungen erhöht Risiken für Küstengemeinden, Infrastruktur und wirtschaftliche Nutzungen.

1.1.2 Klimaanpassung- und Meeresschutzpolitik in der Nord- und Ostsee

Die Meeresschutzpolitik in Deutschland ist sehr komplex und erstreckt sich über mehrere Ebenen, von internationalen und regionalen Abkommen über EU-Richtlinien bis hin zu nationalen und Landesinitiativen. Diese Mehr-Ebenen-Struktur ist notwendig, um den Schutz der Meere, die nachhaltige Nutzung mariner Ressourcen und die Anpassung an den Klimawandel kohärent zu gestalten. Im Folgenden wird dargestellt, wie sich die Maßnahmen und Regelungen auf regionaler, europäischer, nationaler und Landesebene sowie durch weitere Netzwerke und Forschungsinitiativen miteinander verzahnen.

EU-Ebene

Auf europäischer Ebene laufen mehrere politische Prozesse für Meeresschutz und Klimaanpassung. Dazu zählt die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) als zentrales Instrument zum Schutz der Meere. Sie bedient sich sogenannter MSRL-Deskriptoren zur Beschreibung des guten Umweltzustands sowie übergeordneten nationalen Umweltzielen, die der Erreichung des guten Umweltzustands dienen. Zwar wird der Klimawandel und die Klimaanpassung in diesen Deskriptoren und Umweltzielen nicht direkt angesprochen, aber es wird festgehalten, dass der „Klimawandel und die Anpassungsstrategien daran zunehmend auf die Prozesse im Ökosystem Meer, dessen Leistungs- und Widerstandsfähigkeit sowie auf die Verteilung, Intensität und Wirkung von menschlichen Aktivitäten und Belastungen“ auswirken (BMUV, 2022). Daher ziehen sich im aktuellen Maßnahmenprogramm Klimafolgen-Aspekte durch viele der Maßnahmen, ohne dabei als explizite Maßnahme genannt zu werden. Jedoch werden geplanten Maßnahmen im Rahmen der strategischen Umweltprüfung auf erhebliche Auswirkungen auf das Schutzgut Klima geprüft.

Darüber hinaus wurde im Jahr 2023 auf europäischer Ebene der EU Ocean Pact initiiert (European Commission, 2023). Er verfolgt das Ziel, den Meeresschutz innerhalb der EU zu stärken, die nachhaltige Entwicklung der blauen Wirtschaft zu unterstützen und eine kohärente internationale Meerespolitik durch gemeinsame Strategien und abgestimmte Projekte voranzubringen.

Im Jahr 2024 kam zudem die EU-Verordnung über die Wiederherstellung der Natur (kurz Wiederherstellungsverordnung, WVO) hinzu, bei der es darum geht, dass die EU-Staaten bis 2030 mindestens 30%, bis 2040 60% und bis 2050 90% der Lebensräume in schlechtem Zustand wiederherstellen (European Commission, 2024).

Zusätzlich sind der Europäische Green Deal, die EU-Biodiversitätsstrategie für 2030 (European Commission, 2020a) und die EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel (European Commission, 2021) als weitere Strategien mit Relevanz für die Meerespolitik auf europäischer Ebene zu nennen.

Regionale Ebene (Nord- und Ostsee)

Die Nord- und Ostsee sind hochgradig vernetzte Ökosysteme, deren ökologische Prozesse und Belastungen nicht an politischen Grenzen haltmachen. Deshalb erfordert ein wirksamer Meeresschutz in diesen Regionen eine enge Zusammenarbeit aller Anrainerstaaten, um

gemeinsame Herausforderungen wie Eutrophierung, Schadstoffeinträge, Überfischung und die Folgen des Klimawandels koordiniert anzugehen.

Für die Ostsee gibt es das Helsinki-Abkommen zum Schutz der Meeresumwelt der Ostsee (HELCOM) und geht zurück auf die Helsinki-Convention von 1974. HELCOM hat u. a. den Ostsee-Aktionsplan (Baltic Sea Action Plan, BSAP) initiiert. Der BSAP, erstmals 2007 verabschiedet, soll die Ostsee zu einem guten ökologischen Zustand führen und wurde 2021 aktualisiert, seine Ziele und Maßnahmen gelten nun bis 2030 (HELCOM, 2021a).

Für die Nordsee ist das zentrale Abkommen das Oslo-Paris-Abkommen zum Schutz des Nord-Ost-Atlantiks (OSPAR), das am 22. September 1992 unterzeichnet und am 25. März 1998 in Kraft trat. Die Nordost-Atlantik-Umweltstrategie (North-East Atlantic Environment Strategy, NEAES) bildet die strategische Umsetzungsagenda des OSPAR-Abkommens und legt fest, wie die Vertragsstaaten ihre gemeinsamen Umweltziele erreichen wollen (OSPAR Commission, 2021). Die aktuelle NEAES 2030 definiert konkrete Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustands des Nordostatlantiks, insbesondere in den Bereichen Biodiversität, Verschmutzung, Klimaresilienz und nachhaltige Nutzung der Meeresressourcen. Außerdem gibt es die trilaterale Wattenmeer-Kooperation zwischen Deutschland, den Niederlanden und Dänemark.

Nationale und Landesebene

Die Zuständigkeiten in der Meerespolitik Deutschlands sind räumlich klar entlang der 12-Seemeilen-Grenze getrennt. Die Küstenbundesländer verantworten die Gewässer und Meeresgebiete bis zu dieser Grenze, während der Bund für die sich anschließende Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) zwischen 12 und 200 Seemeilen zuständig ist.

Auf nationaler Ebene setzt Deutschland die MSRL um und ergänzt sie durch eigene Strategien und Programme, so zum Beispiel die Veröffentlichung des marinen Raumordnungsplans im Jahr 2021 (BSH, 2021). Die Interministerielle Arbeitsgruppe „Anpassung an den Klimawandel“ und die Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Nord- und Ostsee (BLANO) unterstützen die Umsetzung. Auf Bundeslandebene sind beispielsweise die „Strategie Ostseeküste 2100“ (Landtag Schleswig Holstein, 2019) und die „Strategie für das Wattenmeer 2100“ (MLLEV, 2019) zu nennen.

Der wesentliche politische Rahmen für die Klimaanpassung in Deutschland sind die deutsche Anpassungsstrategie und der Aktionsplan Anpassung (BMUV, 2024). 2024 wurde das Bundes-Klimaanpassungsgesetz (KAnG) verabschiedet, das einen gesetzlichen Rahmen für die Klimaanpassung auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene schafft. In der aktuellen Anpassungsstrategie und dem Aktionsplan (APA IV) (BMUV, 2024) sind über 180 Maßnahmen zur Klimaanpassung beschrieben, geordnet nach verschiedenen Clustern. Maßnahmen zum Küsten- und Meeresschutz finden sich dabei in verschiedenen Clustern, zum Beispiel in den Cluster Wasser, Infrastruktur sowie Land und Landnutzung. Die Interministerielle Arbeitsgruppe „Anpassung an den Klimawandel“ der BLANO unterstreicht diesen Prozess. Darüber hinaus wurde 2023 das Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz (ANK) (BMUV, 2023) veröffentlicht, das ebenfalls eine Anpassungskomponente umfasst und Meere- und Küsten als ein Handlungsfeld benennt.

Forschungslandschaft und unterstützende Initiativen im Meeresschutz

Wissenschaftliche Impulse entstehen auf verschiedenen Ebenen. Auf nationaler Ebene tragen Forschungsverbünde wie REKLIM (Regionale Klimaänderungen und Mensch), der KüNO-Verbund (Küstenforschung Nordsee–Ostsee) sowie die Deutsche Allianz Meeresforschung (DAM) maßgeblich zur Wissensbasis für Klimaanpassung und Meeresschutz bei. Auch zahlreiche Projekte, die im Rahmen des Aktionsprogramms Natürlicher Klimaschutz (ANK) gefördert werden, liefern wichtige Erkenntnisse für resiliente Ökosysteme an der Küste.

Auf europäischer Ebene unterstützen Programme wie Interreg, Biodiversa+, das LIFE-Programm sowie Forschungs- und Innovationsprojekte im Rahmen von Horizon Europe die grenzüberschreitende Zusammenarbeit. Sie fördern wissenschaftliche Grundlagen, neue Methoden und Pilotprojekte, die den Meeresschutz und die Klimaanpassung in Nord- und Ostsee deutlich voranbringen.

Ergänzend dazu initiieren und finanzieren zahlreiche Stiftungen und Nichtregierungsorganisationen Forschungs- und Meeresschutzprojekte. Sie spielen eine wichtige Rolle bei der Umsetzung innovativer Ansätze und bei der Unterstützung praxisnaher Vorhaben zum Schutz der marinen Umwelt.

1.1.3 Handlungsoptionen für resiliente Ökosysteme und Anpassung an den Klimawandel

Für resiliente Ökosysteme in der Nord- und Ostsee und die Anpassung an den Klimawandel in der Region gibt es verschiedene Handlungsoptionen. Wie schon beschrieben, überlagern sich und interagieren die Auswirkungen des Klimawandels mit anderen anthropogenen Belastungen. Diese setzen marine Ökosysteme unter Druck und verringern ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Klimawandelfolgen. Die flächendeckende Reduzierung von anthropogenen Belastungen und Meeres(natur)schutz in der Nord- und Ostsee sind daher eine Grundvoraussetzung für die Anpassung an den Klimawandel. Die Folgenabschätzung sich überlagernder Stressoren hat sich in Fallstudien in der Nord- und Ostsee als erster Schritt einer ökosystembasierten Meeresraumplanung als vielversprechend erwiesen, um Umweltbelastungen weiter zu verringern (Hammar et al., 2020). Der Aspekt der Resilienz ist für das Projekt von zentraler Bedeutung.

MEER:STARK Definition von Resilienz

Resilienz bedeutet im Kontext von MEER:STARK, dass marine und küstennahe Ökosysteme, ebenso wie die Gesellschaften, die von ihnen abhängen, in der Lage sind, Störungen zu überstehen, sich zu erholen und sich an den Wandel anzupassen.

Die Einrichtung von Meeresschutzgebieten („marine protected areas“ - MPAs) ist ein wichtiges Instrument zur Reduktion von Stressoren auf marine Ökosysteme. Diese Gebiete dienen nicht nur der Erholung einzelner Gebiete oder als Refugien für besonders gefährdete Arten, sondern schützen auch biologische Prozesse, welche die Klimaanpassung und Widerstandsfähigkeit des gesamten Meeres unterstützen. Zum Beispiel schützen und fördern sie die genetische Vielfalt, die eine mögliche Anpassung der Artenzusammensetzung an Klimafolgen bewahren (Roberts et al., 2017). In den deutschen Meeresgebieten sind ca. 45 Prozent der Fläche unter Schutz gestellt: in der Nordsee etwa 43 Prozent und in der Ostsee circa 51 Prozent, sowohl in der AWZ als auch in den Küstenmeeren (BfN, 2025). In der deutschen AWZ sind knapp über 10.000 km² als Schutzgebiet ausgewiesen, davon 7.920 km² in der Nordsee und 2.472 km² in der Ostsee, verteilt auf jeweils drei Gebiete (BfN, 2025). Im Jahr 2022 sind die Managementpläne für die Schutzgebiete in der AWZ der Nord- und Ostsee in Kraft getreten. Mit ihrer Hilfe sollen beispielsweise Unterwasserlärm reduziert, Schadstoffeinträge reduziert und naturverträglichere Fischfangmethoden erforscht werden (BfN, 2022). Darüber hinaus hat sich Deutschland zum Ziel gesetzt, „10 Prozent der geschützten Meeresfläche unter strengen Schutz [zu] stellen“ (BfN, 2022). Im europäischen Vergleich zählt Deutschland hinsichtlich der Fläche der Naturschutzgebiete zu den Ländern mit hohen Schutzflächenanteilen. In Frankreich liegen diese bei ebenfalls bei etwa 45 Prozent, in Dänemark bei 23 Prozent und in den Niederlanden bei 31,6 Prozent (EEA, 2025).

Die Ausweisung von Schutzgebieten ist jedoch nicht *per se* eine Garantie für eine verbesserte Biodiversität oder einen hohen Beitrag zur Klimaanpassung und -resilienz in den betreffenden Gebieten und Ökosystemen. Zahlreiche Studien weisen darauf hin, dass der Schutzgrad der Gebiete entscheidend für ihren tatsächlichen Nutzen ist (Hopkins et al., 2016; Roberts et al., 2017). So umfassen beispielsweise streng geschützte ‚No-Take-Zonen‘, in denen jegliche Form der Fischerei verboten sind, nur sehr minimale Flächen in der AWZ (Barz et al., 2025) und sind nur auf der Amrumbank und zwischen Sylt und Föhr implementiert (Stelzenmüller et al., 2024). Grundschleppnetzfisherei ist beispielsweise am Sylter Außenriff, der Borkumbank und der Doggerbank verboten (Stelzenmüller et al., 2024).

Analysen über die Effektivität des Managements von Meeresschutzgebieten wurden bisher nur für 14,62 Prozent der deutschen Meeresschutzgebiete durchgeführt (UNEP, 2022). Für die Ostsee wurde festgestellt, dass die einzelnen Schutzgebiete noch kein ökologisch kohärentes Netzwerk ergeben, welches die Migration und Ausbreitung von Arten ausreichend unterstützen könnte (Berkström et al., 2022). Zusätzlich zum Schutzniveau sind Faktoren wie die ökologische Vernetzung, ein effektives Management mit festgeschriebenen Plänen sowie eine konsequente Durchsetzung von Vorschriften und die Überwachung spezifischer Erhaltungsziele und gegebenenfalls die Anpassung geeigneter Erhaltungsmaßnahmen für ihren Erfolg entscheidend (Pendleton et al., 2018).

Ein vielversprechender Ansatz des Meeresschutzes und der Klimaanpassung ist das ökosystembasierte Management (‚ecosystem based management‘ EBM) von Schutzgebieten, als auch von Meeresgebieten im Allgemeinen. EBM integriert biologische, soziale und wirtschaftliche Faktoren in eine umfassende Strategie zum Schutz und zur Verbesserung der Nachhaltigkeit, Vielfalt und Produktivität der natürlichen Ressource (Kirkfeldt, 2019). Entscheidende Merkmale sind die Berücksichtigung von Ökosystemzusammenhängen und ihrer dynamischen Natur, die Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse, Interdisziplinarität und die Überwachung und Berücksichtigung von Unsicherheiten (Long et al., 2015). Weiterhin sollte es gekoppelte sozial-ökologische Systeme anerkennen (O’Higgins, 2020), sowie adaptiv auf sich verändernde Rahmenbedingungen wie den Klimawandel reagieren (Alexander et al. 2018).

EBM ist eine der Anforderungen an die marinen Raumordnungspläne, die alle EU-Küstenländer laut der EU-Richtlinie 2014/89 bis 2021 erstellen mussten. Deutschland hat im Mai 2021 seinen Raumordnungsplan für Nord- und Ostsee vorgestellt (BSH, 2021). Die Marine Raumordnungsplanung (MRO) hat das Ziel die menschlichen Nutzungen des Ozeans räumlich und zeitlich zu verteilen, sodass Konflikte minimiert werden. Dies hat auch Potenzial für den Schutz der marinen Biodiversität sowie für die Anpassung von Klimafolgen (Frazão Santos et al., 2020; Queirós et al., 2021). Die Europäische Kommission hat in ihrem Bericht zur Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) die Bedeutung der MRO für die Verbesserung des Zustandes der Nord- und Ostsee hervorgehoben (European Commission, 2020b). Der Fortschrittsbericht von 2022 betont zudem die zentrale Rolle der MRO zur Verringerung von Nutzungskonflikten (European Commission, 2022). Um „klimafähig“ zu sein, muss die MRO neueste Erkenntnisse zu Klimaauswirkungen auf die sozial-ökologischen Meeressysteme miteinbeziehen, flexibel sein und gleichzeitig Verlässlichkeit für die verschiedenen Meeresnutzungen bieten und mit Klimaanpassungsmaßnahmen in anderen Sektoren übereinstimmen (Frazão Santos et al., 2020). Neue Studien zeigen, dass der Ökosystemansatz in den strategischen Umweltprüfungen der marinen Raumplanung zwar meist genannt, jedoch noch nicht konsequent umgesetzt wird (Zaucha et al., 2025).

Eng verwandt mit der MRO ist das integrierte Küstenzonenmanagement (IKZM), welches auf die Schnittstelle zwischen Land und Meer ausgerichtet ist (Kerr et al., 2014). Das IKZM zeichnet sich durch einen horizontalen, sektorübergreifenden und integrierten Planungsansatz aus und ist

besonders wirksam, wenn es sich auf einen partizipativen Bottom-up-Ansatz stützt (Hietala et al., 2021). Das IKZM kann ein starker Mechanismus für eine verbesserte Klimaanpassung sein, insbesondere weil analoge Verfahren und ähnliche Prinzipien angewandt werden (O'Mahony et al., 2020). Das IKZM bietet großes Potential für die verbesserte Klimaanpassung, da es ähnliche Prinzipien wie die MRO nutzt, aber als wesentlichen Vorteil die Land-Meer-Interaktion explizit mit adressiert (Innocenti & Attombri, 2024). Allerdings wird das IKZM-Konzept in Europa bisher kaum genutzt, obwohl die MRO-Richtlinie die Möglichkeit vorsieht, die MRO durch IKZM zu ergänzen. Ein Grund dafür liegt sicherlich darin, dass das IKZM nie ein formaler Prozess wurde (Innocenti & Attombri, 2024). In Deutschland führte es dazu, dass die marine Raumplanung als Mediator zwischen verschiedenen Interessen fungierte, jedoch selten unter dem IKZM-Label (Glaeser et al., 2023). Aktuelle Analysen unterstreichen die Bedeutung von systemübergreifenden Mehrebenenansätzen, wie dem IKZM und adaptiver Planungskonzepte, um die Resilienz von Küstenzonen gegenüber der Folgen des Klimawandels zu stärken (EEA, 2024).

Während MRO und IKZM vor allem planerische Rahmenbedingungen adressieren, ergänzen naturbasierte Lösungen (NbS) diese Ansätze durch konkrete ökologische Maßnahmen. Sie nutzen natürliche Prozesse, um die Küsten zu schützen, die Biodiversität zu erhalten und die Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel zu stärken (Seddon et al., 2021). Ein Beispiel ist der Schutz und die Restaurierung von Wattenmeer und Sandbänken in der südlichen Nordsee. Sie dienen als natürlicher Küstenschutz, indem sie die Kraft auflaufender Wellen dämpfen, und können daher zur Anpassung an den steigenden Meeresspiegel und stärkere Stürme beitragen (Cohen-Shacham et al., 2019; Sánchez-Arcilla et al., 2016). Auch Küstenfeuchtgebiete wie Salzwiesen, Seegraswiesen und Gezeitensümpfe bergen ein enormes Potenzial für Klimaanpassung und Klimaschutz. Sie sind nicht nur „Hotspots“ der Biodiversität und stabilisieren die Küstenlinie, sondern binden auch große Mengen atmosphärischen Kohlendioxids (Macreadie et al., 2017; Reise et al., 2023). In der Praxis gibt es allerdings verschiedene Schwierigkeiten beim Einsatz naturbasierter Lösungen von NbS. Eine Potenzialanalyse für naturbasierten Küstenschutz an der Ostseeküste von Mecklenburg-Vorpommern hat ergeben, dass intensive Bebauung küstennaher Gebiete und damit einhergehenden Sicherungspflichten die Möglichkeiten zum Rückzug und Renaturierung der Küstenlinie stark einschränken. Die Umsetzung naturbasierter Lösungen als Küstenbefestigung würde eine Änderung von sowohl Bebauungstrends und des rechtlichen Rahmens für den Küstenschutz erfordern (Tiede et al., 2022).

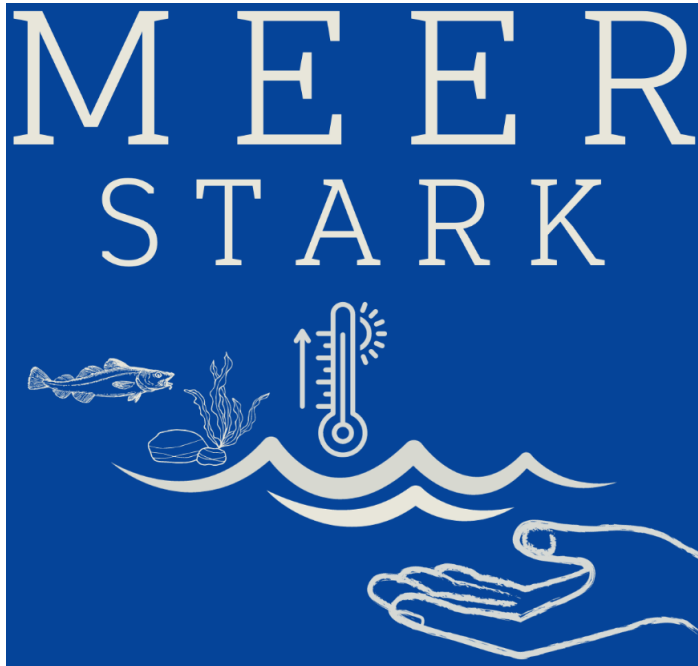
1.2 Zielsetzung des Projektes

Das Projekt „MEER:STARK - Meeresentlastung und Resilienzstärkung: Sektorübergreifende Transformation, Anpassung, Revitalisierung und Klimaschutz für Nord- und Ostsee“ hatte das Ziel, konkrete, sektorübergreifende Maßnahmenvorschläge für die Stärkung von Meeresschutz und Klimawandelanpassung zu erarbeiten. Das Vorhaben förderte grundsätzlich den sektorübergreifenden Dialog zu Meeresschutz und Klimawandelanpassung auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene. Konkret umfasste das Projekt die folgenden Aspekte:

- ▶ Analyse der Wechselwirkungen zwischen Belastungen der Meere, Meeres(natur)schutz und aktuellen Klimaschutz- und Klimaanpassungsprozessen. Dies bildete die Grundlage für konkrete Handlungsvorschläge für eine sektorübergreifende Meeres- und Anpassungspolitik;
- ▶ Identifizierung und Einbindung sektorübergreifender Stakeholder;

- ▶ Organisation und Durchführung von Fachdialogen zur Erarbeitung/Diskussion von Handlungsempfehlungen für die Umsetzung möglicher neuer oder neu bewerteter Maßnahmen zur Klimaanpassung und dem Schutz der Meere;
- ▶ Aufbereitung der gewonnenen Erkenntnisse anhand von Kommunikationsmaterialien für verschiedene Zielgruppen.

Abbildung 1: MEER:STARK Logo



Das MEER:STARK Logo, das die sektorübergreifende Transformation, Anpassung, Revitalisierung und Klimaschutz für Nord- und Ostsee widerspiegeln soll. Quelle: eigene Darstellung, Ecologic Institut & AquaEcology

Das Projekt widmete sich der Analyse der Wechselwirkungen zwischen Belastungen der Meeresumwelt, Meeres(natur)schutz sowie bestehenden Klimaschutz- und Klimaanpassungsprozessen. Hierzu wurden zunächst die Wechselwirkungen zwischen den Themen untersucht. Diese Analyse wurde mit Hilfe einer Literaturrecherche durchgeführt und die Ergebnisse in einem wissenschaftlichen Artikel (Fuchs et al., 2025) veröffentlicht und in sind Kapitel 2 zusammengefasst. Zusätzlich wurden drei wesentliche Schwerpunktthemen des Projektes identifiziert: 1. Eutrophierung, 2. naturnaher Küstenschutz und 3. klimaresiliente Meeresschutzgebiete. Zur Bearbeitung der Schwerpunktthemen wurde jeweils ein Fachdialog durchgeführt, der durch eigene Beiträge und Beiträge von Externen, zum Beispiel von anderen relevanten Projekten, sowie durch eine anschließende Diskussion das Thema beleuchtet. Ergebnisse dieser Fachdialoge finden sich in den Kapiteln 3-5.

Die dabei gewonnenen Erkenntnisse bildeten die fachliche Grundlage für die Entwicklung konkreter Handlungsvorschläge zur Förderung einer sektorübergreifenden Meeres- und Anpassungspolitik, die auch auf dem finalen MEER:STARK Workshop (siehe Kapitel 6.4) präsentiert, diskutiert und überarbeitet wurden.

Weiterhin hatte das Projekt die Identifikation und Einbindung relevanter Stakeholder aus verschiedenen gesellschaftlichen und fachlichen Bereichen zum Ziel. In Form eines Stakeholder-Mapping und einer Expert*innen-Umfrage konnte dem Projekt eine fundierte inhaltliche Grundlage sowie sichergestellt werden, dass unterschiedliche Perspektiven und Expertisen frühzeitig in den Projektverlauf integriert werden (siehe Kapitel 6.1 und 6.2).

2 Nexus: Meeres(natur)schutz und Klimaanpassung

2.1 Einleitung in das Thema

In Europas Küsten und Meeren äußern sich die Folgen des Klimawandels unter anderem durch steigende Wassertemperaturen, zunehmende Meeresversauerung, einen ansteigenden Meeresspiegel und häufigere Extremereignisse wie Sturmfluten und Küstenerosion. Diese Prozesse gefährden nicht nur die biologische Vielfalt, sondern auch die lebenswichtigen Ökosystemleistungen der Meere, darunter Klimaregulation, Küstenschutz, Kohlenstoffbindung sowie die Bereitstellung von Nahrung und Ressourcen (vgl. Duarte et al., 2013; EEA, 2019a; Spalding et al., 2014). Gleichzeitig wirken menschliche Nutzungen der Meere wie Fischerei, Tourismus, Schifffahrt und Siedlungsentwicklung als zusätzliche Stressoren. Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass sowohl der Schutz mariner Ökosysteme als auch ihre gezielte Wiederherstellung zentrale Bausteine für die Anpassung an den Klimawandel darstellen (vgl. Folke et al., 2004; Lavorel et al., 2020).

In der wissenschaftlichen und politischen Diskussion wächst daher das Interesse an einem integrierten „Nexus“-Ansatz, der Meeres(natur)schutz und Klimaanpassung nicht als getrennte Aufgabenfelder, sondern als sich gegenseitig verstärkende Strategiebereiche begreift (vgl. Hoegh-Guldberg et al., 2019; vgl. Macreadie et al., 2021). Besonders in Europa, wo zahlreiche politische Rahmenwerke wie die EU-Biodiversitätsstrategie 2030, die EU-Anpassungsstrategie und die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie bestehen, mangelt es bislang an kohärenter Umsetzung und sektorübergreifender Integration (Kyrönviita et al., 2024; Paramana et al., 2023).

Innerhalb dieses Nexus-Rahmens gewinnen NbS, ökosystembasierte Anpassung (EbA) und adaptive Managementansätze an Bedeutung. Sie bieten konkrete Handlungspfade, um sowohl die ökologische Funktionsfähigkeit und Widerstandsfähigkeit mariner Ökosysteme als auch die gesellschaftliche Anpassungsfähigkeit gegenüber klimatischen Veränderungen zu stärken. Ziel solcher integrierten Strategien ist es, Synergien zwischen ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Zielen zu nutzen, potenzielle Zielkonflikte zu minimieren und durch vorausschauende, systemische Planung tragfähige Perspektiven für den Schutz und die nachhaltige Entwicklung von Küsten- und Meeresräumen zu schaffen.

2.2 Erkenntnisse aus dem Projekt

Im Rahmen des Projektes wurde ein Review Paper erstellt, das in *Frontiers in Marine Science* im Frühjahr 2025 veröffentlicht wurde. Das Paper, mit dem Titel „Exploring Marine Conservation and Climate Adaptation Synergies and Strategies in European Seas as an Emerging Nexus“ (Fuchs et al., 2025), untersucht Synergien und Schnittstellen („Nexus“) zwischen Meeres(natur)schutz und Klimaanpassung in europäischen Küsten- und Meeresgebieten. Beide Bereiche sind essenziell für den Erhalt von Biodiversität, die Sicherstellung ökosystemarer Dienstleistungen sowie die Resilienz sozial-ökologischer Systeme gegenüber den zunehmenden Folgen des Klimawandels (vgl. Folke et al., 2004; Lavorel et al., 2020). Dennoch wurden Naturschutz und Klimaanpassung bisher weitgehend unabhängig voneinander betrachtet, sowohl in Forschung als auch Politik. Ziel der Studie ist es, integrierte Strategien zu identifizieren, die die Potenziale beider Felder verbinden, praktische Umsetzungshürden analysieren und Impulse für eine effektive Governance geben.

Ökosystemleistungen und Klimarelevanz mariner Systeme

Europas marine Ökosysteme erfüllen zentrale Funktionen: Sie regulieren das Klima, schützen Küsten vor Extremwetter, sichern Nahrung und bieten kulturelle Werte (vgl. EEA, 2019a). Besonders Küstenhabitats wie Salzwiesen, Seegraswiesen oder Wattflächen wirken als natürliche Schutzschilde, indem sie Wellen dämpfen, Sedimente binden und Sturmfluten abmildern (Narayan et al., 2016; Spalding et al., 2014). Darüber hinaus spielen sie eine Schlüsselrolle im globalen Kohlenstoffkreislauf, da sie große Mengen an CO₂ langfristig im Boden speichern, das sogenannte „Blue Carbon“ (Howard et al., 2017; Macreadie et al., 2021).

Allerdings sind diese Ökosysteme zunehmend durch Übernutzung, Verschmutzung und den Klimawandel gefährdet. Der Verlust biologischer Vielfalt schwächt ihre Fähigkeit zur Klimaanpassung und -minderung, was wiederum die soziale Resilienz beeinträchtigt (Gissi et al., 2021; O’Hara et al., 2021).

Der Nexus-Ansatz: Integration von Naturschutz und Klimaanpassung

Fuchs et al. (2025) schlagen vor, die Trennung zwischen Meeres(natur)schutz und Klimaanpassung aufzuheben und beide Felder systematisch über einen „Nexus“-Ansatz zu integrieren. Dieser Ansatz erkennt die Wechselwirkungen zwischen Ökosystemen, menschlichen Aktivitäten und Governance an und zielt darauf ab, Synergien zu nutzen, Zielkonflikte zu minimieren und sektorübergreifende Koordination zu fördern.

Als besonders vielversprechend gelten NbS, die natürliche Prozesse nutzen, um gesellschaftliche Herausforderungen zu bewältigen. Unterformen wie die EbA und das EbM verbinden Klimaanpassung, Biodiversitätsschutz und soziale Kohärenz (Delacámara et al., 2020; Donatti et al., 2020).

Auf Basis einer systematischen Literaturrecherche wurden 61 veröffentlichte wissenschaftliche Studien seit 2013 ausgewertet. Im Fokus standen europäische Meeres- und Küstenregionen. Analysiert wurden Strategien, Maßnahmen, Umsetzungsgrad, sektorale Bezüge sowie Governance-Fragen, um folgende Fragen zu beantworten:

1. Wie wird der Nexus in der Literatur dargestellt?
2. Welche Synergien bestehen zwischen Meeres(natur)schutz und Klimaanpassung?
3. Welche Maßnahmen dienen beiden Zielen und welche Vorteile bieten sie?

Ergebnisse: Sechs zentrale Nexus-Strategien

Aus der Analyse ergeben sich sechs übergeordnete strategische Ansätze:

1. **Ökosystembasierte** Strategien (EbA/NbS & hybride Ansätze): Dazu zählen Schutzgebiete, Renaturierungen (z. B. Salzwiesen, Seegraswiesen), „Managed Realignment“ (z. B. Rückverlagerung von Deichen), hybride Infrastrukturen (z. B. künstliche Riffe) sowie die gezielte Wiederherstellung degradierter Lebensräume (Hofstede, 2019; Schuerch et al., 2022). Diese Maßnahmen können Überflutungsrisiken mindern, Sedimente stabilisieren, Kohlenstoff binden und Biodiversität stärken. Entscheidend ist die planerische Gleichbehandlung mit grauer Infrastruktur (gleichwertige Prüfung/„NbS-First“).
2. **Risikobewertung und adaptives Management:** (klimasmart und lernfähig): Viele Studien betonen die Notwendigkeit von Risikoanalysen, Frühwarnsystemen und flexiblen Managementstrategien zur Bewältigung von Klimarisiken und anderen Veränderungen (Barange et al., 2016; Payne et al., 2021). Klimadaten müssen in Management-Trigger übersetzt werden (z. B. Schwellenwerte für Maßnahmenwechsel), ergänzt durch partizipative Planung und klimasmarte Raumplanung.

3. **Sozio-ökonomische Integration** (Akzeptanz, Nutzen, Fairness): Erfolgreiche Maßnahmen binden lokale Gemeinschaften frühzeitig ein, berücksichtigen kulturelle und ökonomische Faktoren und fördern ko-produziertes Wissen. Es gilt, Kosten-Nutzen sichtbar zu machen und Verteilungsfragen zu adressieren. Living Labs, partizipative Szenarientwicklung und sozio-ökonomische Vulnerabilitätsanalysen sind wichtige Werkzeuge um Akzeptanz und Datenqualität zu erhöhen (Fatorić & Morén-Alegret, 2013; Mokrech et al., 2016).
4. **Governance und Politik** (Kohärenz schaffen, Ebenen verbinden): Trotz umfangreicher EU-Rahmenwerke (z. B. MSRL, Richtlinie zur Meeresraumplanung (MSPD), EU-Biodiversitätsstrategie) fehlt es oft an Kohärenz. Nationale Umsetzungen in den Mitgliedstaaten bleiben häufig fragmentiert und ungleichmäßig. Die MSRL und MSPD sind rechtlich verbindliche Richtlinien, die in nationales Recht umgesetzt werden müssen. Die EU-Biodiversitätsstrategie hingegen ist ein politisches Steuerungsinstrument im Rahmen des European Green Deal, dessen Ziele erst über andere Rechtsakte – etwa die EU-Wiederherstellungsverordnung (Nature Restoration Law) – rechtlich bindend werden. Durch diese unterschiedlichen rechtlichen Verpflichtungsgrade und die teils variierenden nationalen Umsetzungsstände entstehen abweichende Anforderungen und Schutzniveaus zwischen den EU-Staaten. Dies erschwert die Entwicklung kohärenter, grenzüberschreitender Schutz- und Anpassungsstrategien erheblich. Gleichzeitig zeigen regionale Kooperationen wie HELCOM und OSPAR, dass sektorübergreifende Governance erfolgreich sein kann. Beide Initiativen fördern gemeinsame Indikatoren, Monitoring-Standards und Managementziele für Meeres- und Küstenschutz und leisten damit wichtige Beiträge zur Integration von Klimaanpassung und Meeresschutz auf regionaler Ebene. Eine zukunftsfähige Governance erfordert daher nicht nur eine bessere institutionelle Verzahnung und Finanzierung, sondern auch mechanismenübergreifende Koordination zwischen EU-Politiken, regionalen Abkommen und nationalen Umsetzungsstrategien, sowie eine zielgerichtete Einbindung von Stakeholdern (Kyrönviita et al., 2024).
5. **Integriertes Management und -Planung:** Instrumente wie das integrierte Küstenzonenmanagement (IKZM) und die Meeresraumplanung (MSP) sind Schlüsselhebel, um Interessen von Naturschutz, Fischerei, Tourismus, Energie usw., mit dem des Küstenschutz zu vereinen bzw. räumlich und zeitlich abzustimmen (Schernewski et al., 2023). Integration heißt, dass Daten, Zielbilder, ausgewiesene Eignungs-/Vorrangräume und festgelegte Konfliktregeln über Behörden und Planungsebenen hinweg abgestimmt, fortgeschrieben und gemeinsam genutzt werden (inkl. definierter Datenpipelines, Review-Zyklen und Zuständigkeiten).
6. **Konfliktlösung und Förderung von Synergien** (No-Regrets und klare Tauschregeln): Maßnahmen wie Salzwiesenwiederherstellung oder die Einrichtung von MPAs können Zielkonflikte mit Fischerei, Tourismus oder Landwirtschaft erzeugen. Daher sind Trade-off-Analysen und klare Abwägungs- und Kompensationsregeln, gestufte Umsetzung (Phasen, Piloten, Auswertung, Skalierung), tragfähige Stakeholder-Kompromisse und „No-regrets“-Maßnahmen besonders wichtig (Esteves, 2013; van Loon-Steensma, 2015).

Beispiel guter sektorübergreifender Governance: HELCOM und OSPAR.

Beide Regional Sea Conventions fördern die Verknüpfung von Meeres(natur)schutz und Klimaanpassung, indem sie Daten, Indikatoren und Maßnahmenprogramme zwischen Staaten und Sektoren harmonisieren. HELCOM integriert zunehmend Klimaanpassungs- und Biodiversitätsziele, zum Beispiel über den „Baltic Sea Action Plan“ oder über die ‚EN CLIME‘ (Expert Network on Climate Change). OSPAR hat seit 2021 mit der Arbeitsgruppe ‚WG COCOA‘ (Working Group on Changing Ocean Climate and Ocean Acidification) eine entsprechende Struktur etabliert und der Klimawandel wird zudem im NEAES, insbesondere unter SO10–12,

adressiert. Solche regionalen Foren können als Blaupause für die stärkere EU-weite Integration dienen. Zusammengefasst zeigen diese sechs Strategien, dass ein wirksamer Nexus-Ansatz sowohl ökologische als auch gesellschaftliche Resilienz stärkt, vorausgesetzt, Governance, Finanzierung und Akzeptanz werden konsequent gemeinsam weiterentwickelt.

Empfohlene Maßnahmen und Praxisbeispiele

Im Review Paper von Fuchs et al. (2025) werden eine Vielzahl praxisrelevanter Maßnahmen zur Verbindung von Meeres(natur)schutz und Klimaanpassung identifiziert. Insgesamt werden über 40 konkrete Ansätze beschrieben, die sowohl ökologische als auch sozioökonomische Potenziale adressieren. Dazu zählen unter anderem die Wiederherstellung von Küstenökosystemen wie Salzwiesen, Dünen und Seegraswiesen, die nicht nur als Kohlenstoffspeicher wirken, sondern auch natürlichen Küstenschutz bieten. Ebenso werden klimasmarte Meeresschutzgebiete empfohlen, die gezielt auf Klimarisiken und Anpassungsbedarfe ausgerichtet sind. Weitere relevante Maßnahmen umfassen ein integriertes Sedimentmanagement, inklusive der Rückverlegung von Deichen zur Pufferung des Meeresspiegelanstiegs, sowie Strategien zur Verbesserung der Wasserqualität und zur Reduktion von Eutrophierung. Im Bereich der Nutzung werden nachhaltige Fischereipraktiken sowie alternative Fangmethoden hervorgehoben, die zur Resilienz mariner Lebensräume beitragen können. Ergänzt wird der Maßnahmenkatalog durch den Aufbau von Frühwarnsystemen und die Entwicklung risikobasierter Karten zur Entscheidungsunterstützung. Nicht zuletzt betont die Studie die Bedeutung von Bildungsinitiativen und partizipativen Prozessen auf lokaler Ebene, um Akzeptanz zu fördern und die Wirksamkeit der Maßnahmen langfristig zu sichern.

2.3 Empfehlungen aus MEER:STARK zum Themenfeld

Das Projekt unterstreicht die Notwendigkeit, Meeres(natur)schutz und Klimaanpassung konsequent zusammenzudenken und als integrierten Gestaltungsauftrag in Forschung, Politik und Praxis zu verankern. Angesichts der zunehmenden Belastungen für Küsten- und Meeresökosysteme wird für ein transformatives Umdenken in der Governance und Planung maritimer Räume plädiert. Zentrale Empfehlungen (Erkenntnisse aus der Literaturliteraturauswertung und den thematischen Fachdialogen) sind:

► *Förderung naturbasierter Lösungen inkl. ökosystembasierter Strategien*

Naturbasierte Lösungen wie Seegraswiederherstellung, Salzwiesen- und Dünenrenaturierung oder Deichrückverlegung sollten gezielt priorisiert, finanziert und planerisch gleichgestellt mit technischer Infrastruktur werden. Diese Maßnahmen leisten gleichzeitig Beiträge zu Klimaanpassung, Biodiversitätsschutz, Kohlenstoffbindung und Küstenschutz. Empfohlen wird:

- Aufnahme eines „NbS-First“-Prinzips in nationale und regionale Küstenschutzprogramme;
- Förderung naturbasierter Retentionsmaßnahmen im Einzugsgebiet (Feuchtgebiete, Polder, Auen);
- Aufbau eines Förderrahmens für hybride Lösungen (Natur + Technik);
- Ausweitung aktiver Wiederherstellungsmaßnahmen auf mindestens 20 % der relevanten Meeres- und Küstenhabitate bis 2050 (gemäß EU Nature Restoration Law).

► *Aufbau kohärenter, sektorübergreifender Governance-Strukturen*

Die Umsetzung integrierter Maßnahmen erfordert ein besser abgestimmtes, ressortübergreifendes Management sowie klare Verantwortlichkeiten entlang Meeres-, Klima- und Raumplanungspolitiken. HELCOM und OSPAR zeigen, dass sektorübergreifende Kooperation gelingen kann, etwa durch gemeinsame Indikatoren, abgestimmtes Monitoring und regelmäßige Review-Zyklen. Empfohlen wird:

- Harmonisierung von Indikatoren und Monitoring für Wasser- und Meeresgüte, um Synergien zwischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und MSRL zu schaffen. Anbindung zu Wiederherstellungsverordnung.
- Einrichtung eines „Marine & Climate Governance Forums“ zur Koordination zwischen Bund, Ländern, Wissenschaft und Praxis;
- Harmonisierung von Indikatoren und Berichtspflichten zwischen MSRL, MSPD, Biodiversitäts- und Anpassungsstrategien;
- Langfristige Finanzierung für Umsetzung, Monitoring und Wissenstransfer über Projektlaufzeiten hinaus.

► *Verankerung klimasensitiver Raum- und Nutzungsplanung*

Klimatische Veränderungen müssen systematisch in Meeresraum- und Küstenschutzplanung integriert werden. Dazu gehören Risikokarten, Szenarien und Trigger-basierte Anpassungsmechanismen. Integriertes Küstenzonenmanagement (IKZM) und Meeresraumplanung (MSP) bilden die Plattform, um Naturschutz, Fischerei, Offshore-Energie, Tourismus und Küstenschutz gemeinsam zu steuern. Marine Schutzgebiete müssen stärker auf zukünftige Klimarisiken vorbereitet werden. Klimadaten, ökologische Konnektivität und soziale Legitimation sind zentrale Bausteine. Empfohlen wird:

- Entwicklung von klimasensitiven Eignungs- und Empfindlichkeitskarten (z. B. für Seegras- oder Sedimentdynamik) sowie MPA-Managementpläne mit definierten Schwellenwerten und Reaktionsmechanismen (z. B. bei Hitzewellen);
- Integration von flexiblen Zonen und Anpassungsschwellen in MSP-Instrumente;
- Source-to-Sea-Management (Eutrophierung, Sedimente, Süßwassereinträge).
- Ausbau von No-Take-Zonen und Schutzkorridoren für wandernde Arten; Pilotierung dynamischer oder saisonal adaptiver MPA-Zonen, wo rechtlich möglich;
- Integration von Monitoring- und Frühwarnsystemen für Temperatur- und Sauerstoffanomalien.
- Integration neuer Methoden (Satelliten, eDNA, Drohnen, KI), bessere Erfassung von Klimarisiken wie marinen Hitzewellen oder Sauerstoffanomalien.

► *Stärkung der interdisziplinären Forschung und Wissensintegration*

Die komplexen Herausforderungen im Meeres- und Küstenschutz verlangen nach einer stärkeren Verknüpfung von naturwissenschaftlicher, sozialwissenschaftlicher und planerischer Expertise. Empfohlen wird:

- Science-Policy-Brokerage professionalisieren: verständliche Synthesen, Szenarien, Leitfäden und gemeinsame Arbeitsgruppen bzw. ressortübergreifende Teams/Tandemstrukturen etablieren, die Planungsträgern, Küstenschutzbehörden und Managern frühzeitig Orientierung geben.
- Interdisziplinäre Forschungsk Kooperationen langfristig verankern: Etablierung von strukturierten Austauschformaten wie regionalen Wissensknoten (Dauerhafte Austauschstrukturen zwischen Behörden, Forschung, Verwaltung und Praxis, z. B. bei UBA, BfN, oder über HELCOM/OSPAR zur kontinuierlichen Bereitstellung von Szenarien, Entscheidungswissen, Frühwarninformationen). Gemeinsame Forschungsverbünde zwischen Naturwissenschaften, Sozialwissenschaften und Planung schaffen.

► *Frühzeitige Einbindung von Stakeholdern und Förderung partizipativer Formate*

Partizipation von Anfang an, etwa durch Dialogforen, Co-Design-Ansätze oder Reallabore, erhöht die Akzeptanz, stärkt lokales Wissen und unterstützt die Umsetzung vor Ort. Empfohlen wird:

- Integration von Ocean Literacy und Klimaanpassungsthemen in Bildung und Berufsbildung;
- Nutzung von Partizipations- und Szenarienprozessen als feste Elemente der Planung;
- Aufbau von Kapazitäten in Behörden und Kommunen zur Umsetzung ökosystembasierter Ansätze.

Durch diese integrierten Ansätze kann die Resilienz sozial-ökologischer Systeme gestärkt, Biodiversität geschützt und Klimaanpassung effektiv vorangetrieben werden, was einen zentralen Schritt zu nachhaltigen und widerstandsfähigen Küsten- und Meeresräumen in Europa darstellt.

3 Schwerpunktthema: Eutrophierung

3.1 Einleitung in das Thema

Nährstoffe, insbesondere Stickstoff und Phosphor, sind für das Wachstum aquatischer Pflanzen unerlässlich, da sie die Grundlage vieler mariner Nahrungsnetze bilden (EEA, 2019b). Natürliche Prozesse regulieren das Gleichgewicht zwischen der Verfügbarkeit von Nährstoffen und dem Wachstum mariner Pflanzen und Tiere in Ökosystemen. Ein Übermaß an Nährstoffen, das durch menschliche Aktivitäten ins Meer gelangt, kann dieses Gleichgewicht stören und zu einem beschleunigten Algenwachstum führen. Dieses durch menschliche Aktivitäten verursachte Phänomen ist generell als Eutrophierung bekannt (Ansari et al., 2011). Der Begriff stammt vom griechischen Wort 'eutroph' und bedeutet so viel wie 'gut ernährt'. Die Nährstoffe kommen vor allem aus Landwirtschaft, kommunalen Kläranlagen, der Industrie und dem Verkehr und gelangen oft über Flüsse und die Atmosphäre in unsere Küstenbereiche und Meere (HELCOM, 2018; UBA, 2021). Dies hat negative Auswirkungen auf die Wasserqualität und die Meeresökologie und kann zu einer massenhaften Vermehrung von (Mikro-) Algen (Algenblüten), erhöhte Trübung und schließlich Sauerstoffmangel (Hypoxie) führen, was möglicherweise den Tod von Fischen und Schalentieren nach sich ziehen kann (OSPAR Commission, 2023). Der Prozess der Eutrophierung stellt seit Jahrzehnten einen erheblichen Grad der Verschmutzung für die Nord- und Ostsee dar, der durch den Klimawandel zusätzlich verstärkt wird (HELCOM, 2021a).

OSPAR arbeitet im Rahmen der NEAES (OSPAR Commission, 2021) daran, Ursachen der Eutrophierung zu identifizieren und Maßnahmen zur Nährstoffreduktion für die Vertragsstaaten vorzuschlagen. Auch im BSAP unter HELCOM und der MSRL ist die Nährstoffreduktion vor allem für die Ostsee ein zentrales Ziel (European Parliament and Council, 2008; HELCOM, 2021a). Anders als bei OSPAR haben die Vertragsstaaten sich auf verbindliche staatenbezogene Reduktionsziele geeinigt. Die spezifischen Ziele und Maßnahmen von HELCOM zur Nährstoffreduktion in der Ostsee sind im aktualisierten BSAP 2021 (HELCOM, 2021a) festgeschrieben. Sie beinhalten ökologische und Management Ziele mit konkreten Maßnahmen und Aktionen, die Nährstoffkonzentrationen weiter reduzieren sollen (HELCOM, 2021a). Hier gibt es z.B. konkrete Maßnahmen in der Landwirtschaft, in denen eine Verbesserung der Bodenstruktur zur Verringerung von Phosphorverlusten führen soll. Außerdem wird konkret die Reduzierung von Ammoniak und Treibhausgasemissionen aus der Tierhaltung angegangen (HELCOM, 2021b, 2024). Im Abwassersektor wird die Stärkung der HELCOM-Empfehlung 28E/5 mit konkreten Vorgaben zur Nährstoffreduktion zur kommunalen Abwasserbehandlung gefördert (z.B. Anlagen zwischen 300 – 2000 Einwohnergleichwerten sollen 80% des Phosphors und 30% des Stickstoff entfernen) (HELCOM, 2007, 2023b). Die Überarbeitung der HELCOM-Empfehlung 28E/5 wird aber vermutlich nicht über das Ambitionsniveau der neuen Kommunalabwasserrichtlinie (KARL) hinausgehen. Die MSRL- Maßnahmen zur Nährstoffreduktion auf nationaler Ebene setzten u.a. an den größten Eintragspfaden, in der Landwirtschaft und im Abwassersektor an. Insgesamt gibt es aktuell unter den MSRL-Maßnahmen durch anthropogene Eutrophierung zehn Maßnahmen, von denen genau zwei komplett umgesetzt wurden (UZ1-01 und UZ1-04) (siehe Bund/BLANO, 2022). Für die beiden oben genannten Sektoren gibt es bisher die im Jahr 2023 umgesetzte Maßnahme zum „landwirtschaftlichen Kooperationsprojekt zur Reduzierung der Direkteinträge in die Küstengewässer über Entwässerungssysteme“. Weitere Maßnahmen sind zwar begonnen, sind aber noch nicht abgeschlossen umgesetzt worden und ziehen teilweise durch verschiedene Gründe jahrelange Verzögerungen mit sich. Das betrifft zum Beispiel UZ1-03, UZ1-05 oder UZ1-06 (Bund/BLANO, 2022). Weitere Schwerpunkte finden sich in der Reduktion atmosphärischer

Stickstoffemissionen (Industrie und Verkehr) und der Wiederherstellung und Erhaltung von Seegraswiesen als wichtige ökologische Filter und Kohlenstoffsenken (BMUV, 2022). Für die Nordsee gibt es eine Kooperation der Vertragsstaaten, die in einem Berichtssystem für OSPAR die Flusseinträge und Direkteinträge für Nährstoffe und Schadstoffe erfasst. Dies beinhaltet zwar als solches keine konkrete Reduzierung von Einträgen, dient aber ähnlich wie das PLC-System bei HELCOM der Erfassung der Einträge aufgrund derer Maßnahmen festgelegt werden können (OSPAR Commission, 2025).

Im Bereich atmosphärische Stickstoffemissionen werden konkrete NO_x-Minderungsmaßnahmen bei Schiffen ergriffen. Seit 2021 gelten in der Nord- und Ostsee als NECA-Gebiete strengere IMO Tier III-Grenzwerte für NO_x-Emissionen von Neubauten (HELCOM, 2021a; Jonson et al., 2019). Außerdem wird das Göteborg-Protokoll im Rahmen der UNECE-Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (CLRTAP) regelmäßig überprüft. Dabei werden neue Verpflichtungen zur Minderung von NO_x- und Ammoniakemissionen ausgehandelt (UNECE, 2019).

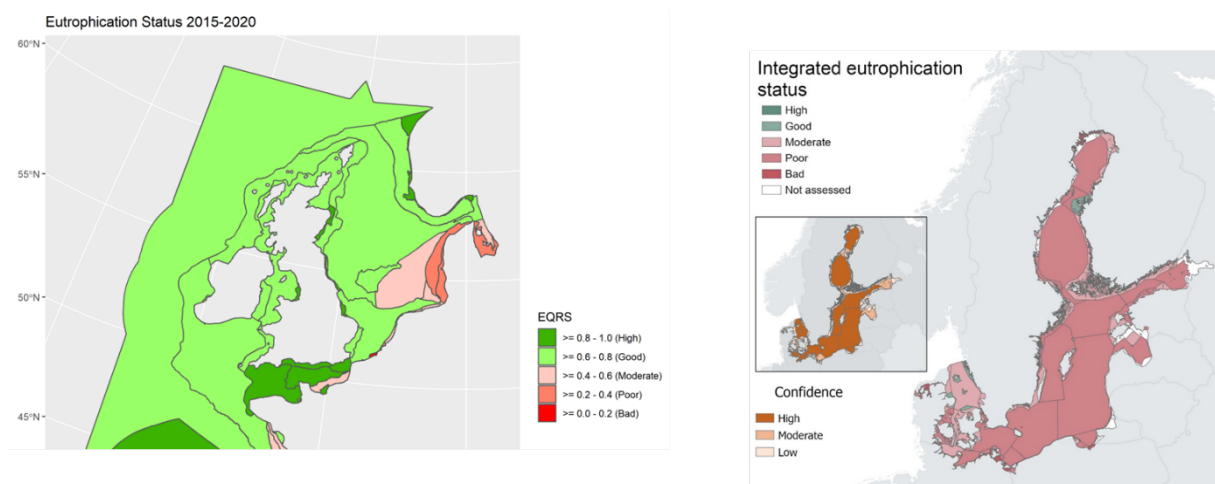
3.2 Erkenntnisse aus dem Fachdialog zum Thema Nährstoffreduktion und Eutrophierung

Im MEER:STARK Vorhaben wurde die Maßnahme der Nährstoffreduktion aus der Klimaanpassungsperspektive für Nord- und Ostsee diskutiert. Dies geschah vor allem im ersten Fachdialog, der am 21.11.2023 am IOW in Warnemünde durchgeführt wurde. Unter dem Thema "Schutz der Flussmündungsgebiete und Meere im Klimawandel: Eine Herausforderung für Stakeholder*innen" diskutierten ca. 30 Teilnehmende aus der Wissenschaft, von Behörden, NGOs und aus dem praxisnahen Bereich auf dem Fachdialog. Ziel des Fachdialogs war es, eine Diskussion anzustoßen und Handlungsempfehlungen für Klimaanpassungsmaßnahmen und den Schutz der Meere, Küsten und Ästuarie zu entwickeln.

Zum Thema Eutrophierung wurden folgende Kernfragen gestellt und bearbeitet: Sind die vorherrschenden Bewertungskriterien/schwellen und somit die Reduktionsziele aus der MSRL, dem aktualisierten BSAP 2021 oder auch der EU-Nitratrichtlinie in Anbetracht des Klimawandels noch gültig? Wer sind die Adressaten, die Anpassungen im Bewertungssystem vornehmen können und wer kann die Maßnahmen entsprechend anpassen, d.h. welche konkreten Zuständigkeiten gibt es und sind die klar geregelt? Welche Synergien aus Reduktionsmaßnahmen zur Bekämpfung von Eutrophierungseffekten und Klimaschutzmaßnahmen gibt es?

Birgit Heyden (AquaEcology) gab einen Überblick über die aktuellen Bewertungsergebnisse für Eutrophierung aus den holistischen Bewertungen der Regionalen Übereinkommen von OSPAR (QSR 2023) und HELCOM (HOLAS 3) im Zusammenhang mit weiterhin erforderlichen Nährstoffreduktionen. Für die Ostsee ist der gute Umweltzustand hinsichtlich Eutrophierung fast flächendeckend bisher nicht erreicht (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2: Eutrophierung in Nord- und Ostsee



Regionale Bewertungen des Eutrophierungszustands 2015 – 2020 in der Nordsee (OSPAR, links) und in der Ostsee (HELCOM, rechts). Quelle: OSPAR (2023) und HELCOM (2023a).

Die gestellte Frage, ob die Reduktionsziele aus der MSRL und der EU-Nitratrichtlinien auch in Anbetracht des Klimawandels so noch gelten, wurden deutlich mit „Ja“ beantwortet. Birgit Heyden verwies dabei auf die Notwendigkeit von Maßnahmen zur weiteren Reduktion von Nährstoffen. Das Erreichen dieser Ziele wird durch den Klimawandel noch dringlicher, da ökologische Belastungen kumulieren und der Klimawandel Eutrophierungsprozesse verstärkt z.B. durch höhere Wassertemperaturen, veränderte Niederschläge und erhöhte Frequenz und Intensität von Algenblüten. Birgit Heyden hob weiterhin deutlich hervor, dass der unterschiedliche Umsetzungsstand bestehender Maßnahmen für Nord- und Ostsee auf lokaler, regionaler, nationaler und internationaler Ebene eine Herausforderung ist. Eine wirksame Umsetzung erfordert eine enge Verknüpfung der Anforderungen des Ostsee-Aktionsplans mit den nationalen Maßnahmen für die MSRL und WRRL, um den guten Umweltzustand in Bezug auf Nährstoffe zu erreichen. Hierfür ist es essenziell, dass die vereinbarten Ziele enger abgestimmt werden, was z.B. durch verstärkte Zusammenarbeit der verschiedenen Stakeholder zu erreichen wäre. Dies würde dann auch zu einer schnelleren und effizienteren Umsetzung der Maßnahmen führen. Die Adressaten, die hier ins Boot geholt werden müssen, sind primär die Landwirtschaft als Hauptverursacher von Nährstoffeinträgen durch Düngemiteleinsatz und hohe Viehbesatzdichten und damit verbundene Ammoniakemissionen. Aber auch die Wasserwirtschaft muss einbezogen werden, da sie zuständig ist für Genehmigungen von Einleitungen, z.B. an Industriestandorten, sowie für Monitoring und Maßnahmenplanung und die Länder und Kommunen, da sie die Maßnahmenpläne umsetzen. Auch indirekte Stakeholder müssen mitgenommen werden, wie Verbraucher z.B. durch Konsumentscheidungen und Umweltverhalten, die Industrie, hier vor allem die Ernährungswirtschaft über Umweltauflagen und Standards, Umwelt- und Naturschutzorganisationen, da sie Druck auf die Politik ausüben können und letztlich die EU-Kommission, da sie die Umsetzung überwacht und Verfahren einleiten kann.

Die Synergien, die es zwischen Nährstoffreduktions- und Klimaschutzmaßnahmen gibt, sind vielfältig, aber oft aufgrund sektoraler Politiken bei der Planung nicht integriert. Synergien gibt es z.B. bei der extensiven Landwirtschaft, wobei Ökolandbau und Humusaufbau sowohl Wasser- als auch Klimaschutz fördern. Auch die Vermeidung von Stickstoffemissionen bspw. in der Landwirtschaft oder Industrie trägt zur Verringerung von Treibhausgasemissionen (z.B. Lachgas) bei. Zielkonflikte hingegen kann es bei der Intensivierung zur Ertragssteigerung wegen Klimarisiken (z.B. Ernteauffälle durch Hochwasser oder Dürre) und Nitratreduktion geben. Auch

Maßnahmen zur Steigerung der Klimaresilienz (z.B. die Wiedervernässung von Mooren) und Wasserrückhalt könnten einen Konflikt darstellen. Als ein Beispiel von dem sich sicherlich lernen lässt, gilt die grüne Transformation in Dänemark, auch wenn dies beim Fachdialog noch nicht konkret diskutiert, jedoch bei der MEER:STARK Abschlussveranstaltung aufgegriffen wurde. Dabei werden u.a. über eine Umwidmung von Flächen die landwirtschaftlich genutzten Gebiete deutlich verkleinert und Nährstoffeinträge reduziert, während gleichzeitig über Renaturierungen mehr Artenschutz und Biodiversität entstehen kann. Das auf breiter Basis unter Einbeziehung von Stakeholdern wie der Agrar- und Ernährungswirtschaft und der Politik abgestimmte Konzept sieht auch eine CO₂-Abgabe in der Landwirtschaft ab 2030 vor mit einer Besteuerung des Methanausstoßes von Nutztieren (Kühe, Schweine, Schafe). Dafür ist auch ein entsprechendes Finanzierungsmodell mit eingeplant. Die in dieser groß angelegten Transformation enthaltenen Synergien aus Klimaschutz und Gewässerschutz könnten beispielgebend sein, um sie auf kleinerem Niveau auch in Deutschland anzuwenden und umzusetzen.

Politische Integration, die zumindest in der Theorie vorhanden ist, ist in der EU-Farm-to-Fork-Strategie und in der Biodiversitätsstrategie 2030 zu finden. Dort werden Nitratreduktion, Bodenschutz und Klimaschutz explizit zusammen gedacht.

Auch auf nationaler Ebene nennt die Nationale Wasserstrategie (2023) den Klimawandel als Verstärker bestehender Herausforderungen und sieht stärkere Verzahnung von Klima-, Umwelt- und Agrarpolitik vor.

Eine offene Frage war, ob Nährstoffreduktionen für eine Klimaanpassung und Stärkung der Resilienz von Meeresökosystemen über das bisher vereinbarte Maß zur Erreichung des guten Zustands für Eutrophierung hinausgehen müssten. Diese Frage konnte im Rahmen des Fachdialogs nicht abschließend beantwortet werden und könnte im Rahmen weiterer Vorhaben oder Forschungsprojekte adressiert werden.

3.3 Empfehlungen aus MEER:STARK zum Themenfeld

Basierend auf den Ergebnissen des Fachdialogs zur Eutrophierung und der Literaturrecherche, können drei zentrale Empfehlung zur Überwindung der Herausforderungen in der Umsetzung von Maßnahmen zur Nährstoffreduktion aus der Klimaanpassungsperspektive für Nord- und Ostsee zusammengefasst werden.

► *Enge Einbindung von Stakeholdern*

Maßnahmen zur Nährstoffreduktion sollten eine sehr viel engere und frühzeitige Einbindung aller Stakeholder haben, als es derzeit der Fall ist. Hierdurch würde es zum einen eine Übersicht der Umsetzungsprozesse auf den verschiedenen Ebenen geben. Zum anderen würde es insgesamt die Kommunikation verbessern und zu einer besseren Verknüpfung führen, wodurch auch ein erhöhter Wissensaustausch gewährleistet wäre.

► *Verbesserte Organisation*

Maßnahmen würden von angepassten Austauschformaten profitieren, sodass sie eine effizientere Ressourcennutzung möglich machen würden. Dies könnte auch zu einer schnelleren Umsetzung der Maßnahmen beitragen. Dies bedeutet zum einen klarere Zuordnung der Zuständigkeiten, zum anderen konkrete Plattformen, die dem besseren Austausch und Überblick dienen. Auf dem Abschlussworkshop wurde angeregt zu prüfen, ob ein „Runder Tisch Eutrophierung“, analog zum bestehenden Runden Tisch Meeresmüll, eingerichtet werden

könnte, um den fachlichen Austausch und die Koordination zwischen relevanten Akteuren zu stärken.

► *Finanzquellen Erschließung*

Eine enge und frühzeitige Einbindung aller Stakeholder würde effizientere Ressourcenverwaltung bedeuten und somit weitere Finanzquellen erschließen, die mehr Möglichkeiten bieten, um Synergien aus Klima- und Gewässerschutzmaßnahmen effizient und schnell zu nutzen. Also ein mögliches Beispiel könnte die grüne Transformation in Dänemark fungieren.

4 Schwerpunktthema: Naturnaher Küstenschutz

4.1 Einleitung in das Thema

Viele Küstenökosysteme, darunter Salzwiesen, Seegraswiesen, Dünen und biogene Riffe, sind durch anthropogene Eingriffe, Nutzungsdruck, Umweltveränderungen und den Klimawandel in ihrer Funktionalität und Resilienz deutlich geschwächt (Friess et al., 2024; Koop-Jakobsen & Dolch, 2023; Quevedo et al., 2025). Diese Ökosysteme erbringen zentrale Ökosystemdienstleistungen, etwa durch Wellenminderung, Sedimentstabilisierung und Kohlenstoffbindung. Ihr Erhalt und ihre Wiederherstellung sind daher nicht nur aus naturschutzfachlicher Sicht, sondern auch für den Küstenschutz und die Klimaanpassung von zentraler Bedeutung.

Vor diesem Hintergrund gewinnen NbS-Ansätze im Küstenschutz zunehmend an Bedeutung. Sie bieten das Potenzial, gleichzeitig zur Klimaanpassung, zum Küstenschutz und zur Stärkung der marinen Biodiversität beizutragen, indem sie ökologische Prozesse gezielt nutzen und wiederherstellen (Narayan et al., 2016).

Als solche Maßnahmen gelten u.a.:

- ▶ die Wiederherstellung von Küstenfeuchtgebieten (z. B. Salzwiesen, Wattflächen),
- ▶ die Renaturierung von Seegraswiesen und biogenen Riffen,
- ▶ die gezielte Integration von Ökosystemen in technische Infrastrukturen („hybride Lösungen“, z. B. Deiche mit Salzwiesenfuß oder ökologische Hafenmauern),
- ▶ sowie das Konzept der „managed realignment“, also die kontrollierte Rückverlagerung von Deichen zur Wiederherstellung natürlicher Rückhalteräume.

Im Zentrum dieses Schwerpunktthemas steht die Frage, wie solche Maßnahmen in bestehende Planungs- und Entscheidungsprozesse integriert, sektorübergreifend ausgestaltet und gesellschaftlich verankert werden können.

Hierzu wurde ein interdisziplinärer Workshop durchgeführt, der verdeutlicht, dass es zur breitenwirksamen Etablierung naturbasierter Maßnahmen neben technischer insbesondere auch institutioneller, sozialer und politischer Innovationsprozesse bedarf. Diese umfassen etwa die Integration von NbS in rechtliche Prüfverfahren, neue Kooperationsformate zwischen Akteuren aus Küstenschutz, Naturschutz und Raumplanung sowie die gezielte Stärkung von Wissens- und Kommunikationsstrukturen. Die Ergebnisse aus dem Workshop werden im Folgenden zusammengefasst dargestellt. Basierend auf den Ergebnissen des Workshops und weiterer Literaturanalyse wurden Empfehlungen aus dem Themenfeld abgeleitet.

4.2 Ergebnisse aus dem Fachdialog zum naturbasierten Küstenschutz

Am 4. Juli 2024 fand am Ecologic Institut in Berlin der Workshop „Integrierte Ansätze für Meeresschutz und Klimaanpassung im sektorübergreifenden Dialog am Beispiel von naturbasiertem Küstenschutz“ statt. Die hybride Veranstaltung brachte 13 Fachpersonen vor Ort sowie über 25 virtuelle Teilnehmende aus Verwaltung, Wissenschaft und Praxis zusammen.

Ziel des Workshops war es, integrierte und ökosystembasierte Strategien zu diskutieren, die Meeresschutz und Klimaanpassung zusammenführe. Im Zentrum stand dabei der naturbasierte Küstenschutz als Lösungsansatz mit ökologischen, sozialen und ökonomischen Vorteilen, sowie

Fragen der Machbarkeit, Integration und Akzeptanz. Der Workshop war zweigeteilt: ein vormittäglicher hybrider Vortragsblock und ein nachmittäglicher interaktiver Präsenzteil.

4.2.1 Impulsvorträge am Vormittag

1. Einführung in den Nexus Meeresschutz und Klimaanpassung

Gregory Fuchs (Ecologic Institut) erläuterte die zunehmenden Belastungen für marine Ökosysteme, etwa durch Klimawandel, Übernutzung und Verschmutzung. Er stellte den Nexus-Ansatz als integrativen Rahmen für Meeresschutz und Klimaanpassung vor und betonte die Bedeutung naturbasierter Lösungen und ökosystembasierter Maßnahmen, vor allem solcher die auf die Wiederherstellung und den Schutz mariner Lebensräume wie Seegraswiesen, Austernriffe und Algenwälder setzen.

2. ECOHAL – Naturbasierte Lösungen zum Schutz der Halligen

Luisa Rieth (LKN.SH) präsentierte das Projekt ECOHAL, das Maßnahmen zur Sedimentanreicherung und Erosionsminderung auf den Halligen verfolgt. Die Beteiligung lokaler Akteure spielt eine zentrale Rolle, ebenso wie der ökologische Mehrwert und der Umgang mit Unsicherheiten bei der Planung.

3. Rewilding von marinen Ökosystemen in der Ostsee

Ulrich Stöcker & Katrin Quiring (Rewilding Oder Delta) stellten Wiederherstellungsmaßnahmen in Küsten- und Meereslebensräumen vor. Schwerpunkte waren die Wiederansiedlung von Schlüsselarten, die Verbesserung der Wasserqualität sowie strategische Allianzen zur Umsetzung von Rewilding-Maßnahmen.

4. Soziale Akzeptanz ökosystembasierter Maßnahmen

Cristina de la Vega-Leinert (Universität Greifswald) beleuchtete die Wahrnehmung von Küstenschutzmaßnahmen im ECAS-BALTIC Projekt. Besonders in Ahrenshoop zeigte sich, dass Verständnis und Einbindung der lokalen Bevölkerung entscheidend für die Akzeptanz naturbasierter Maßnahmen sind.

5. Umfrageergebnisse aus dem MEER:STARK Projekt

Nico Stelljes & Fenja Kroos (Ecologic Institut) präsentierten zentrale Ergebnisse zweier Online-Umfragen unter Fachleuten. Die Befragungen verdeutlichten Herausforderungen wie unzureichende Verwaltungskapazitäten, mangelnde institutionelle Vernetzung und Informationsdefizite, zeigten aber auch Ansätze für stärkere sektorübergreifende Zusammenarbeit.

4.2.2 Interaktives World Café am Nachmittag

Im zweiten Teil des Workshops wurden zentrale Fragestellungen im Plenum diskutiert:

- Wie lassen sich naturbasierte Maßnahmen effektiv in Natura 2000-Gebieten und Nationalparks umsetzen?

Als ein Ergebnis des Diskussionsprozesses wurde festgehalten, dass naturbasierte Maßnahmen in Natura 2000-Gebieten und Nationalparks insbesondere dann effektiv umgesetzt werden können, wenn sie mit den jeweiligen Schutzziele vereinbar sind und der Wiederherstellung degradiert Lebensräume dienen. Hervorgehoben wurde die Bedeutung einer frühzeitigen Abstimmung zwischen Naturschutz-, Küstenschutz- und Planungsbehörden, um rechtliche Rahmenbedingungen und ökologische Zielsetzungen besser zu verzahnen. Zudem wurde betont, dass Managementpläne angepasst werden sollten, um aktive Renaturierungsmaßnahmen, wie die Wiederansiedlung von Seegraswiesen oder biogenen Riffen, rechtlich zu ermöglichen. Als zentrale Erfolgsfaktoren wurden die Einbindung lokaler Akteure, transparente

Kommunikationsprozesse sowie die Nutzung von Pilotprojekten und begleitendem Monitoring identifiziert, um praktische Erfahrungen zu sammeln und Akzeptanz zu fördern.

- ▶ Welche Planungsinstrumente, wie z. B. Zonierung, können Synergien zwischen Küstenschutz, Naturschutz und Klimaanpassung fördern?

Ein Ergebnis der Diskussion war, dass insbesondere räumliche Planungsinstrumente wie Zonierung, IKZM und adaptive Managementansätze geeignet sind, Synergien zwischen Küstenschutz, Naturschutz und Klimaanpassung zu fördern. Betont wurde, dass naturbasierte Maßnahmen frühzeitig in bestehende Planungs- und Genehmigungsverfahren eingebunden werden sollten, um Zielkonflikte zu vermeiden und ökologische sowie klimarelevante Mehrwerte zu berücksichtigen. Eine sogenannte „NbS-Prüfung“, analog zur Umweltverträglichkeitsprüfung, wurde als mögliches Instrument vorgeschlagen, um die Berücksichtigung naturbasierter Optionen systematisch zu verankern. Darüber hinaus wurde hervorgehoben, dass sektorübergreifende Koordination und der Austausch zwischen Fachbehörden auf Landes- und Bundesebene entscheidend sind, um Planungsinstrumente wirksam aufeinander abzustimmen und ganzheitliche Lösungen im Küstenraum zu ermöglichen.

- ▶ Welche Rolle spielen Pilotprojekte bei der Erprobung naturbasierter Strategien?

In der Diskussion wurde deutlich, dass der Vorteil von Pilotprojekten darin liegt, innovative Ansätze unter realen Bedingungen zu testen, praktische Erfahrungen zu sammeln und Unsicherheiten in Bezug auf Wirksamkeit und Übertragbarkeit zu verringern. Besonders hervorgehoben wurde, dass Pilotprojekte dann erfolgreich sind, wenn sie interdisziplinär angelegt und eng mit Forschung, Verwaltung und lokalen Akteuren verknüpft sind. Zudem schaffen sie wichtige Lernräume für Verwaltungspraxis und Politikgestaltung, indem sie evidenzbasierte Erkenntnisse liefern und zur Skalierung erfolgreicher Maßnahmen beitragen. Beispiele wie ECOHAL oder Rewilding Oder Delta verdeutlichen, dass Pilotprojekte nicht nur technisches Wissen generieren, sondern auch Vertrauen, Akzeptanz und Kooperation zwischen unterschiedlichen Akteursgruppen fördern.

- ▶ Wie kann die Beteiligung relevanter Stakeholder verbessert und ihre Zusammenarbeit gestärkt werden?

Als Ergebnis der Diskussion wurde betont, dass eine frühzeitige, transparente und kontinuierliche Einbindung relevanter Stakeholder entscheidend ist, um die Zusammenarbeit zu stärken und naturbasierte Maßnahmen erfolgreich umzusetzen. Besonders wichtig sei es, lokale Verwaltungen, Gemeinden, Flächeneigentümer*innen sowie Verbände bereits in der Konzeptionsphase einzubinden und durch partizipative Formate, wie Workshops, Dialogforen oder Co-Design-Prozesse, aktiv in Entscheidungs- und Umsetzungsprozesse einzubeziehen. Hervorgehoben wurde zudem die Bedeutung zielgruppengerechter Kommunikation, die Fachwissen verständlich vermittelt und gemeinsame Lernprozesse unterstützt. Eine stärkere institutionelle Vernetzung, etwa durch ressortübergreifende Arbeitsgruppen oder regionale Koordinierungsstellen, wurde als Voraussetzung genannt, um Informationsflüsse zu verbessern, Vertrauen aufzubauen und langfristige Kooperationen zu sichern.

Darüber hinaus wurde u.a. diskutiert, dass klassische technische Lösungen häufig gegenüber naturbasierten Alternativen bevorzugt werden, obwohl letztere vielfältige ökologische und klimarelevante Vorteile bieten. Die Deichrückverlegung wurde als besonders komplex, aber potenziell wirksam hervorgehoben.

Es zeigte sich ein wachsendes Interesse an iterativer Projektplanung und frühzeitiger Einbindung lokaler und behördlicher Akteure, auch ohne eigene Budgetverantwortung, etwa als „Observer Partner“. Zudem wurde betont, dass eine sensible Aufklärungsarbeit, auch an Schulen, notwendig ist, um das Verständnis für dynamische Küstensysteme zu stärken und unerwünschte Eigeninitiativen zu vermeiden. Als Beispiel an der Ostsee wurde die Sturmflut im Oktober 2023 angeführt, nach der es vereinzelt zu nicht abgestimmten Sicherungsmaßnahmen an Steilufern kam, die aus Sorge um den Erhalt von Grundstücken oder Bauwerken durchgeführt wurden. Diese punktuellen Eingriffe, teils durch das Aufbringen von Findlingen oder anderen Materialien, stehen im Widerspruch zu den Grundsätzen des Natur- und Küstenschutzes, wonach Steilufer grundsätzlich freizuhalten sind und nur bei Gefährdung von Siedlungen, Infrastruktur oder erheblichen Sachwerten gesichert werden sollen (Hofstede & Aufderbeck, 2024). In der Diskussion wurde betont, dass ein dialogorientierter Ansatz mit Information und Aufklärung gegenüber den betroffenen Akteuren wirkungsvoller ist als ein ausschließlich verfahrensrechtliches Vorgehen. Internationale Beispiele, wie staatlich unterstützte Umsiedlungen in Irland oder der Zonierungsansatz in Großbritannien, boten zusätzliche Perspektiven auf mögliche Strategien im Umgang mit dem steigenden Meeresspiegel.

4.2.3 Fazit des Workshops

Der Workshop verdeutlichte das große Potenzial naturbasierter Küstenschutzmaßnahmen für den Meeresschutz und die Klimaanpassung. Gleichzeitig wurden zahlreiche Herausforderungen in Bezug auf Umsetzung, Finanzierung, Koordination und gesellschaftliche Akzeptanz identifiziert.

Ein zentrales Ergebnis war, dass integrierte, sektorübergreifende Ansätze unter aktiver Beteiligung lokaler Akteure und Verwaltung notwendig sind, um nachhaltige Lösungen zu etablieren. Pilotprojekte, interdisziplinärer Austausch, iterative Prozesse und zielgruppenspezifische Kommunikation wurden als Schlüsselfaktoren für den Erfolg identifiziert.

4.3 Empfehlungen aus MEER:STARK zum Themenfeld

Basierend auf den Ergebnissen des Workshops und weiterer Literaturanalyse können fünf zentrale Empfehlungen zum Thema naturbasierter Küstenschutz abgeleitet werden:

► Förderung integrierter, sektorübergreifender Ansätze

Maßnahmen zum Küstenschutz und zur Klimaanpassung sollten systematisch mit dem Meeresschutz verknüpft werden. Dies erfordert eine stärkere Integration verschiedener Fachbereiche, Planungsebenen und Politikinstrumente (z. B. Küstenschutz, Raumplanung, Naturschutz, Klimapolitik). Der *Nexus-Ansatz* bietet hier einen geeigneten Rahmen, um Synergien zu identifizieren und Zielkonflikte frühzeitig zu adressieren.

► Ausbau und institutionelle Verankerung naturbasierter Lösungen

Naturbasierte Maßnahmen wie die Wiederherstellung von Seegraswiesen, Salzgrasländern, Dünen oder biogenen Riffen bieten ökologische und klimabezogene Mehrwerte. Ihre Anwendung sollte systematisch geprüft, gefördert und als gleichwertige Alternative zu technischer Infrastruktur in Planungsprozessen berücksichtigt werden, z. B. durch eine verpflichtende „NbS-Prüfung“ bei Küstenschutzprojekten. Allgemein ist eine Aufnahme von NbS in wasser- und raumplanerische Leitfäden sowie in Förderinstrumente (z. B. KLIMAPRO, ANK, oder relevante EU-Finanzierungsprogramme wie LIFE, EMFAF) zu empfehlen. Die EU-Wiederherstellungsverordnung eröffnet zudem perspektivisch neue Möglichkeiten für

gebündelte Finanzierungsmechanismen („restoration funding“) innerhalb bestehender EU-Programme, die künftig gezielt für ökosystembasierte Maßnahmen nutzbar gemacht werden können. Einen spezifischen „Wiederherstellungsfonds“ gibt es derzeit nicht. Diskutiert wird jedoch, wie Finanzierungsströme besser koordiniert und mit den Zielen der Verordnung verknüpft werden können. Eine stärkere Verknüpfung von NbS mit Förderkriterien könnte dazu beitragen, dass Maßnahmen wie die Wiederherstellung von Salzwiesen, Seegraswiesen oder Riffen frühzeitig in Planungsprozesse (IKZM, MSP, Wasserwirtschaftliche Planung) eingebettet, finanziell priorisiert und langfristig unterstützt werden.

► *Stärkung von Kommunikation, Bildung und Akzeptanz*

Die soziale Akzeptanz naturbasierter Maßnahmen ist ein Schlüsselfaktor, hängt jedoch stark von Transparenz, Beteiligung und Kommunikation ab. Lokale Gemeinschaften müssen frühzeitig einbezogen werden, insbesondere dort, wo Nutzungsänderungen (z. B. Rückverlegung von Deichen) notwendig sind. Aufklärungsarbeit über die Wirkweise und Vorteile dieser Ansätze ist essenziell, um Widerstände abzubauen und gemeinsames Handeln zu fördern. Zum Beispiel ist die möglich durch Pilotprojekte, Schulungsprogramme oder Beteiligungsverfahren welche eine zielgruppengerechte Vermittlung von Co-Benefits und Erfolgsbeispielen anstreben.

► *Verbesserung institutioneller Kooperation und Kapazitäten*

Die Umsetzung integrierter Ansätze wird häufig durch mangelnde Koordination, sektorale Zuständigkeiten und begrenzte Ressourcen behindert. Ein „Nexus-Ansatz“ kann helfen, Synergien zu erkennen und Zielkonflikte transparent zu machen. Es bedarf besser vernetzter Strukturen auf allen Ebenen (kommunal, regional, national) sowie gezielter Förderinstrumente, die kooperative und ressortübergreifende Ansätze unterstützen. Zum Wissenstransfer und für verbesserte Netzwerke bietet sich der Aufbau regionaler „Living Labs“ für naturbasierten Küstenschutz an, um den Austausch zwischen Wissenschaft, Verwaltung und Wirtschaft zu fördern.

► *Stärkere Evidenzbasis und adaptive Planung*

Forschungslücken in Bezug auf Wirkung, Umsetzbarkeit und Monitoring naturbasierter Küstenschutzmaßnahmen müssen systematisch adressiert werden. Dies erfordert langfristige Begleitforschung, Evaluationszyklen und adaptive Planungsprozesse. Pilotprojekte spielen eine Schlüsselrolle zur Erprobung und Weiterentwicklung innovativer Ansätze unter realen Bedingungen. Für eine finanzielle Verstetigung wäre es wichtig, Demonstrationsprojekte mit längerfristigen Umsetzungszeiträumen und institutioneller Begleitung zu fördern.

5 Schwerpunktthema: klimaangepasste marine Schutzgebiete

5.1 Einleitung in das Thema

Klimawandel und Biodiversitätsverlust stellen eine doppelte Herausforderung für marine Ökosysteme dar. Sie wirken nicht nur einzeln, sondern verstärken sich gegenseitig, was die Resilienz vieler mariner Lebensräume erheblich schwächt (IPCC, 2022; Pörtner et al., 2021). Marine Schutzgebiete (MPAs) gelten als ein zentrales Instrument, um diesen Herausforderungen zu begegnen. Sie können sowohl den Erhalt der biologischen Vielfalt fördern als auch die Anpassungsfähigkeit mariner Ökosysteme an Klimawandelfolgen stärken (Bruno et al., 2018; Roberts et al., 2017).

Allerdings zeigen Studien, dass viele existierende MPAs, auch in Europa, lediglich auf dem Papier bestehen, sogenannte „Paper Parks“ und kaum konkrete Schutzwirkungen entfalten. Über 80% der europäischen MPAs regulieren menschliche Aktivitäten nur unzureichend, was ihre Wirksamkeit erheblich einschränkt (Aminian-Biquet et al., 2024). Gleichzeitig ist absehbar, dass ein erheblicher Anteil geschützter Arten und Gebiete künftig unter neuen oder extremen klimatischen Bedingungen existieren muss (Predragovic et al., 2024).

Klimaanpassung in MPAs bedeutet daher mehr als die Ausweisung neuer Gebiete: Es geht um einen Paradigmenwechsel hin zu „klimabereiten“ oder klimaangepassten MPAs. Diese sollen gezielt so gestaltet und gemanagt werden, dass sie klimatische Risiken antizipieren, ökologische Schwellenwerte erkennen und flexibel auf neue Herausforderungen reagieren können (Wilson et al., 2020). Voraussetzung dafür sind robuste Monitoring-Systeme, sektorenübergreifende Governance-Strukturen, soziale Einbindung und langfristige Finanzierung.

Der hier vorgestellte Bericht fasst die Erkenntnisse aus dem MEER:STARK-Workshop vom Dezember 2024 sowie aus einem vertiefenden Expertenworkshop im Februar 2025 zusammen. Ziel ist es, praktische Ansatzpunkte und strategische Empfehlungen für klimabereite MPAs in Deutschland und Europa abzuleiten.

5.2 Erkenntnisse aus dem Fachdialog zum Thema klimaangepasste marine Schutzgebiete

Am 10. Dezember 2024 fand der Workshop „Klimaangepasste Meeresschutzgebiete: Aufbau von Resilienz und Unterstützung der marinen Anpassung“ statt. Die internationale Online-Veranstaltung brachte Expert*innen aus Wissenschaft, Verwaltung und Praxis zusammen, um strategische und räumliche Ansätze zur klimaresilienten Planung und Bewirtschaftung von Meeresschutzgebieten zur Stärkung des Meeresschutzes im Angesicht des Klimawandels zu diskutieren. Beiträge aus den EU-Projekten FutureMARES, MSP4BIO und MPA4Change lieferten zentrale Impulse für eine vorausschauende, klimaangepasste Schutzgebietsplanung, darunter innovative Strategien, und sektorübergreifende Ansätze.

In verschiedenen Fachbeiträgen und -diskussionen wurde deutlich, dass viele MPAs in ihrer aktuellen Form noch unzureichend auf zukünftige Klimarisiken vorbereitet sind und damit wichtige Anpassungspotenziale bislang ungenutzt bleiben. Zwar nimmt die Forschung zu klimabedingten Veränderungen in marinen Ökosystemen zu, jedoch bleibt der Transfer dieses Wissens in konkrete Schutzmaßnahmen und Managementpläne lückenhaft und angesichts der Herausforderungen unzureichend.

Ein zentrales Thema war die bessere Verzahnung von Wissenschaft, Politik und Umsetzungspraxis, um wissenschaftliche Erkenntnisse systematisch in das Management von Schutzgebieten zu überführen. Dafür braucht es abgestimmte Monitoring-Systeme, belastbare Grundlagendaten (z.B. zu Artenverteilungen und deren klimabedingten Veränderungen oder Kohlenstoffspeicherung) sowie einheitliche Indikatoren, mit denen sich Managementenerfolge bewerten lassen. Die Teilnehmenden betonten, dass es keine völlig neuen Instrumente brauche, sondern eher schrittweise Verbesserungen bestehender Systeme, also ‚mehr nutzen, was schon da ist‘.

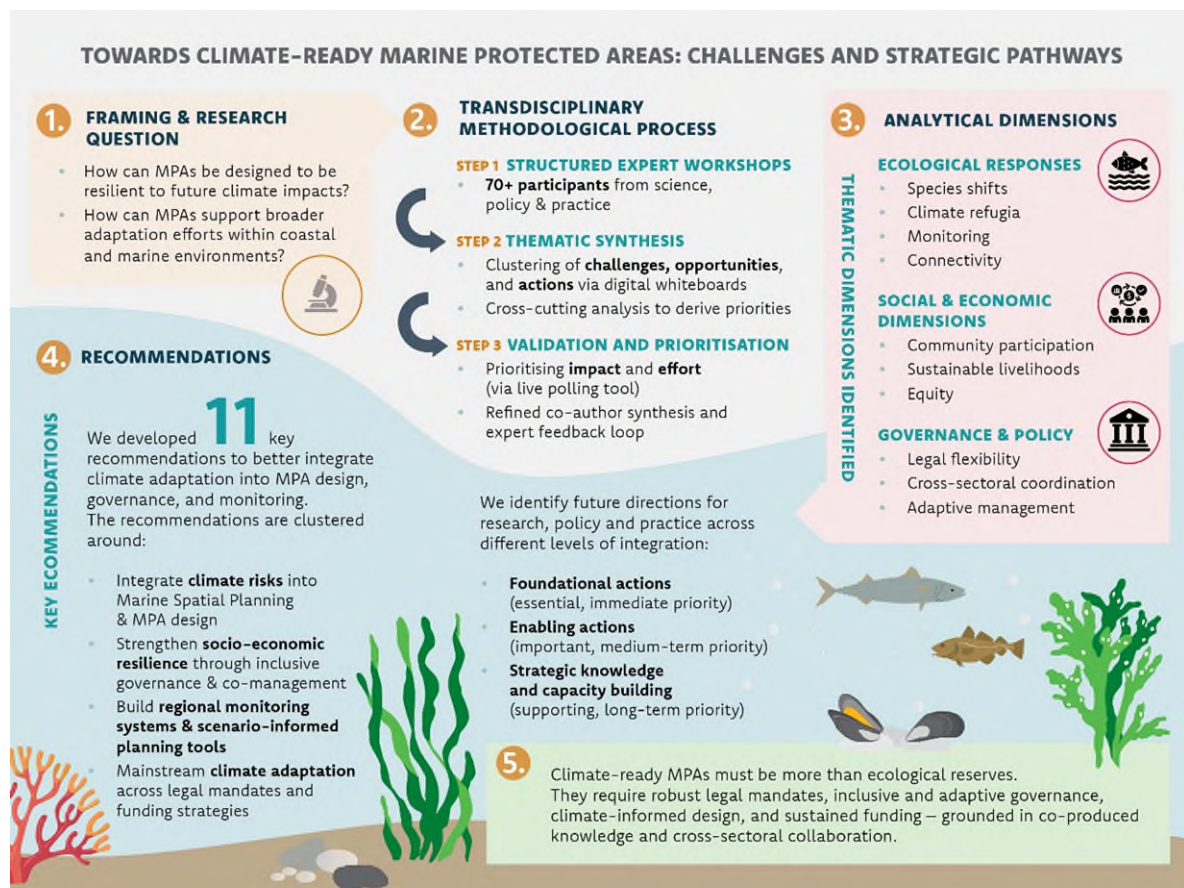
Auch die Diskussion um ökologisches Design von MPAs zeigte, dass Schutzmaßnahmen dynamischer und vorausschauender gestaltet werden müssen. Anstatt historische Zustände zu konservieren, sollte sich das Management stärker an beobachteten und erwarteten Umweltveränderungen orientieren, wie etwa an steigenden Temperaturen, dem Auftreten neuer Arten oder der Verlagerung von Lebensräumen. Dabei wurde auch die Frage aufgeworfen, ob und wie sich MPAs räumlich flexibel gestalten lassen, etwa mit anpassbaren Zonen, die auf aktuelle ökologische Veränderungen reagieren. Diese Idee wurde als vielversprechend eingestuft, aber auch rechtlich und praktisch noch als schwer umsetzbar. Dynamische Schutzkonzepte (von flexiblen Zonen bis hin zu voll dynamischen Gebieten) stoßen bislang vor allem auf rechtliche, administrative und datenbezogene Hürden. Bestehende Schutzgebietskategorien sind rechtlich meist räumlich fixiert (z. B. OSPAR, Natura 2000, MSFD), Zuständigkeiten für adaptive Anpassungen (z.B. innerhalb bestehender Verwaltungsstrukturen) unklar, und Monitoring-Systeme liefern selten Daten in der zeitlichen und räumlichen Auflösung, die für flexible Managemententscheidungen nötig wäre. Zugleich verdeutlicht dies, dass dynamisches Management nur durch enge Abstimmung zwischen Wissenschaft, Verwaltung und Nutzergruppen tragfähig werden kann. Auch sozio-politische Faktoren erschweren die Umsetzung dynamischer Schutzkonzepte: Nutzungen wie Fischerei, Offshore-Wind oder Tourismus benötigen Planungssicherheit, wodurch flexible oder temporäre Maßnahmen oft auf begrenzte Akzeptanz stoßen.

Marine Schutzgebiete müssen insgesamt stärker mit lokalen Akteuren abgestimmt und so gestaltet werden, dass sie gesellschaftliche Akzeptanz finden. Beteiligungsprozesse sind vielerorts noch unzureichend. Zudem fehlt es an langfristiger Finanzierung für Monitoring, Umsetzung und Kommunikation. Während MPAs, insbesondere solche mit hohen Schutzniveaus und effektivem Management, nachgewiesenermaßen viele ökonomische und soziale Vorteile bieten, etwa durch Tourismus oder verbesserte Fischbestände, werden diese in der Praxis oft nicht ausreichend sichtbar oder messbar gemacht.

Abschließend wurde der politische und institutionelle Rahmen thematisiert. Fehlende Koordination zwischen Sektoren, beispielsweise zwischen Fischerei und Naturschutz, erschwert die Umsetzung. Ebenso fehlt es an langfristig stabiler Finanzierung und an wirksamen Durchsetzungsmechanismen, insbesondere bei großflächigen MPAs, deren Überwachung und Management aufgrund begrenzter Ressourcen erschwert sind.

Ein vertiefendes Fachgespräch im Februar 2025 mit einer kleineren Expert*innengruppe bestätigte diese Einschätzungen. Dort wurde besonders deutlich, dass ein ‚weiter so‘ nicht ausreicht. Zusammenfassend müssen MPAs zu aktiven Instrumenten der Klimaanpassung weiterentwickelt werden, dafür ist es wichtig, dass sie ökologisch belastbar, sozial akzeptiert, institutionell gut verankert und finanziell tragfähig sind. Die folgende Abbildung 3 zeigt den methodischen Aufbau und wesentliche Forschungsfragen dieses Fachdialogs auf.

Abbildung 3: Auf dem Weg zu klimaangepassten Meeresschutzgebieten: Herausforderungen und strategische Wege



Die Abbildung fasst die zentralen Forschungsfragen sowie die transdisziplinäre Methodik zusammen, darunter strukturierte Expert*innen-Workshops, thematische Synthesen und Priorisierungsprozesse, mit denen zentrale Handlungsprioritäten für klimaresiliente Meeresschutzgebiete („climate-ready MPAs“) identifiziert wurden. Sie zeigt die drei zentralen analytischen Dimensionen und veranschaulicht die Integrationsebenen, auf deren Grundlage die Empfehlungen gebündelt wurden. Quelle: eigene Darstellung, Ecologic Institute, basierend auf Fuchs et al. (Under review).

5.2.1 Impulsvorträge

1. Prof. Myron A. Peck (FutureMARES) sprach über die klimaangepasste Naturschutzplanung mit dem Schwerpunkt auf naturbasierten Lösungen für die Anpassung an den Klimawandel und dessen Abschwächung, um die künftige biologische Vielfalt und die Funktionen der Ökosysteme zu sichern und das Naturkapital und seine Leistungen aus den Meeresökosystemen zu maximieren
2. Dr. Eleonore Cambra & Ivana Stojanovic (MSP4BIO) stellten auf der Grundlage der Ergebnisse des MSP4BIO-Projekts Techniken zur Erstellung von Szenarien für eine anpassungsfähige Naturschutzplanung vor. Besonderer Schwerpunkt lag auf einer Anleitung für die Einbeziehung von Klimawandelszenarien in Schutz- und Priorisierungsstrategien für MPAs.
3. Dr. Ernesto Azzurro (MPA4Change) zeigte auf, wie MPAs als naturbasierte Lösungen fungieren können, die den Schutz der biologischen Vielfalt mit der Klimaresilienz verbinden. Er konzentrierte sich auf einsatzbereite Instrumente zur Verbesserung der Wirksamkeit von MPAs im Mittelmeerraum.

5.2.2 Zentrale Erkenntnisse aus den beiden Workshops

- ▶ MPAs müssen gezielt auf ökologische Dynamiken wie Artenwanderung und veränderte Habitatbedingungen reagieren.
- ▶ Monitoring und Datenmanagement benötigen dringend mehr Koordination, Standardisierung und Finanzierung.
- ▶ Governance-Strukturen sind oft fragmentiert; sektorübergreifende Ansätze sind notwendig.
- ▶ Soziale Akzeptanz, Beteiligung und faire Nutzenverteilung sind zentrale Erfolgsfaktoren für klimaresiliente MPAs.
- ▶ Innovative Ansätze wie dynamische Zonen, Klima-Risiko-Szenarien und naturbasierte Lösungen sollten erprobt und weiterentwickelt werden.

5.3 Empfehlungen aus MEER:STARK zum Themenfeld

Die Diskussionen im Rahmen des MEER:STARK-Projekts zeigen deutlich, dass MPAs in Zeiten des Klimawandels weiterentwickelt werden müssen, und zwar hin zu anpassungsfähigen, sozial eingebetteten und ökologisch belastbaren Instrumenten. Die nachfolgenden Empfehlungen beruhen auf den Erkenntnissen der beiden Workshops, sowie des Papers „Towards climate-ready Marine Protected Areas: challenges and strategic pathways“, welches im Rahmen des Projektes geschrieben wird (siehe Fuchs et al., Under review). Sie fassen zusammen, welche Maßnahmen auf wissenschaftlicher, politischer und praktischer Ebene besonders wichtig sind.

- ▶ *Klimarisiken sollten aktiv integriert und mitgedacht werden*

MPAs sollten von Beginn an so geplant und gemanagt werden, dass sie auf zukünftige Klimaveränderungen und -risiken reagieren können. Dazu gehört insbesondere die Integration von Klimaszenarien, von z. B. Temperaturanstiegen, Artenwanderung oder Küstenerosion, in Managementpläne, die Nutzung des Vorsorgeprinzips, insbesondere bei Datenunsicherheiten und die Entwicklung von dynamischen oder flexiblen Schutzkonzepten, z. B. durch anpassbare Zonierung. Konkrete Managementmaßnahmen können z. B. der präventive Ausschluss von Fischerei in identifizierten Klima- bzw. Kältereferugien sein, die für bestimmte Arten an Bedeutung gewinnen. Auch Wiederherstellungsmaßnahmen sollten klimaangepasst erfolgen, etwa durch die Auswahl temperaturrobuster Genotypen bei der Anpflanzung von Seegras oder Makroalgen. Priorität sollte dabei der Renaturierung von Lebensräumen eingeräumt werden, die selbst zur Klimawandelanpassung beitragen – z. B. Salzwiesen, Seegraswiesen oder Muschelriffe, die natürliche Küstenschutzfunktionen übernehmen.

- ▶ *Monitoring und Datenbasis verbessern*

Bestehende Monitoring-Programme sollten schrittweise weiterentwickelt (nicht ersetzt) werden, um Klimasignale wie Artenverschiebungen oder Veränderungen in Kohlenstoffkreisläufen frühzeitig zu erkennen. Es braucht einheitliche Indikatoren sowie regionale Datenstandards, um Vergleichbarkeit und Wirksamkeit zu sichern. Kooperationen zwischen Schutzgebieten und Forschungseinrichtungen sollten gezielt gefördert werden.

- ▶ *Governance flexibler und koordinierter gestalten*

Es braucht bessere Koordination zwischen verschiedenen Bereichen der Politik, insbesondere zwischen Naturschutz, Fischerei, mariner Raumordnung und Klimaanpassung. Verantwortlichkeiten für Umsetzung, Überwachung und Fortschreibung müssen klar geregelt

sein, auch über nationale Grenzen hinweg. Die Diskussion über rechtlich und praktisch umsetzbare Modelle für dynamische MPAs sollte fortgeführt und konkretisiert werden.

► *Soziale Akzeptanz und Mitwirkung stärken*

Beteiligung muss früh, langfristig und zielgruppenorientiert erfolgen, nicht nur punktuell. Die sozioökonomischen Auswirkungen von Schutzmaßnahmen sollten systematisch mitgedacht und betroffene Gruppen aktiv eingebunden werden. Zudem sind Co-Management-Modelle mit gemeinsamer Verantwortung von Verwaltung, Forschung und lokalen Akteuren wichtig für den Erfolg der MPAs.

► *Langfristige Finanzierung sicherstellen*

Viele MPAs leiden unter Projektlogiken mit kurzer Laufzeit. Klimaanpassung braucht dagegen langfristige Perspektiven. Verlässliche Finanzierungsmechanismen für Monitoring, Umsetzung und Kommunikation sind erforderlich, idealerweise ressortübergreifend. Innovative Finanzierungsinstrumente, z. B. Zahlungen für Ökosystemleistungen, touristische Abgaben oder Fondsmodelle sollten erprobt und weiterentwickelt werden. Öffentliche Mittel sollten gezielt mit privatem Engagement (z. B. nachhaltiger Tourismus, lokale Wertschöpfung) kombiniert werden.

6 Ergebnisse Sektorübergreifende Stakeholder-Einbindung & Kommunikation von Projektergebnissen

6.1 Akteursmapping im Kontext von Meeres(natur)schutz und Klimaanpassung

Am Anfang des Projektes wurde ein systematisches Akteursmapping durchgeführt, um relevante Akteursgruppen an der Schnittstelle von Meeres(natur)schutz und Klimaanpassung zu identifizieren und ihre Rollen sowie Kooperationspotenziale zu analysieren. Das Mapping berücksichtigte insgesamt 53 Organisationen aus verschiedenen Bereichen, darunter Ministerien, Umwelt- und Naturschutzbehörden, Forschungseinrichtungen, NGOs, Küstenschutzinstitutionen sowie sektorale Interessenvertretungen aus Fischerei, Tourismus und Landwirtschaft.

Die Analyse wurde entlang von Kriterien wie Zuständigkeit, Wissensstand, Zugriff auf Ressourcen, Einflussmöglichkeiten und Schnittstellenrelevanz strukturiert. Dabei zeigte sich, dass insbesondere Akteure auf Landes- und Kreisebene eine Schlüsselrolle in der konkreten Umsetzung von Maßnahmen zur Klimaanpassung und Meeres(natur)schutz einnehmen, während überregionale und Bundesinstitutionen verstärkt als Impulsgeber und Fördermittelgeber agieren.

Als zentrales Ergebnis wurde deutlich, dass die Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern bereits über mehrere Facharbeitsgruppen institutionell verankert ist, jedoch eine stärkere Integration von Klimaanpassungsaspekten in bestehende Meeres(natur)schutzstrukturen erforderlich bleibt. Forschungsinstitute und wissenschaftliche Einrichtungen fungieren als wichtige Wissensvermittler zwischen Verwaltung und Praxis, während NGOs und regionale Initiativen eine Brückenfunktion in der öffentlichen Kommunikation und Sensibilisierung einnehmen. Zugleich wurden Lücken in der systematischen Einbindung sektoraler Akteure, insbesondere aus Landwirtschaft und Tourismus, festgestellt. Im Rahmen des Projektes wurde eine interaktive Akteurslandkarte erstellt, die im Detail im Anhang eingesehen werden kann (siehe Abbildung 6). Hier wird sie vereinfacht dargestellt (siehe Abbildung 4). Sie visualisiert die institutionellen Verbindungen, verdeutlicht bestehende Kooperationsnetzwerke und zeigt, an welchen Schnittstellen künftig Synergien für integrierte Maßnahmen zur Klimaanpassung und zum Meeresschutz gestärkt werden können. Diese Akteurslandkarte ist nicht zu 100% vollständig und ist seit ihrer Erstellung im Jahr 2023 nicht aktualisiert worden. Dennoch gibt sie das generelle Beziehungsnetzwerk zwischen Gesetzen und relevanten Akteuren wieder, wie z.B. Bundes- und Landesbehörden, internationale Organisationen, NGOs und Nutzergruppen sowie Wissenschaftliche Institute und Arbeitsgruppen & Kooperationseinheiten.

Abbildung 4: nationale Akteurslandschaft im Kontext von Meeres(natur)schutz und Klimaanpassung



Die Abbildung stellt ein vereinfachtes Organigramm der Umwelt-Governance in Deutschland dar. Zentral sind die „Gesetze & Richtlinien“, um die herum die wichtigsten beteiligten Gruppen angeordnet sind: Bundesbehörden, Landesbehörden, internationale Organisationen, wissenschaftliche Einrichtungen, Nutzergruppen (z. B. Fischerei, Landwirtschaft, Kommunen), nichtstaatliche Umweltorganisationen (NGOs) sowie inter- und nationale Kooperationsplattformen und Arbeitsgruppen. Linien zeigen die funktionalen Beziehungen zwischen diesen Ebenen und dem Gesetzgebungsprozess. Farben heben die jeweiligen Bereiche ab. Quelle: eigene Darstellung, AquaEcology, Stand 2023

6.2 Expert*innen-Umfrage

Zur Einschätzung bestehender Herausforderungen, Wissensstände und Unterstützungsbedarfe wurde im Projekt eine Online-Umfrage unter Fachakteur*innen durchgeführt. Im Zeitraum von September bis Dezember 2023 konnte der Online-Fragebogen ausgefüllt werden und insgesamt haben 13 Personen die Fragen beantwortet. Aufgrund der eher geringen Antwortzahl kann die Umfrage keinen Anspruch auf Repräsentativität legen, sondern gibt vielmehr ein Stimmungsbild unter Entscheidungsträger*innen wieder.

Die zentralen Ergebnisse der Umfrage verdeutlichen die hohe Relevanz des Themas für die befragten Fachakteur*innen: 89 % bewerteten den Zusammenhang von Klimaanpassung und Meeresschutz als sehr relevant für ihre tägliche Arbeit. Gleichzeitig wurden deutliche Wissenslücken und ein erheblicher Unterstützungsbedarf sichtbar: über 60 % der Teilnehmenden gaben an, dass ihnen konkrete Leitfäden sowie standardisierte Bewertungsmethoden für einen klimaangepassten Meeresschutz fehlen. Auch beim Thema

Beteiligung wurden klare Potenziale benannt. Die Mehrheit der Befragten wünscht sich mehr praxisnahe Austauschformate und einen besseren Zugang zu Entscheidungsprozessen, insbesondere durch regelmäßige Dialoge zwischen Verwaltung, Wissenschaft und Praxisakteuren. Als zentrale Herausforderungen wurden vor allem personelle Engpässe, fragmentierte Zuständigkeiten und die unzureichende Integration des Themas in bestehende Planungs- und Förderstrukturen genannt.

6.3 MEER:STARK Präsentationen

Ergebnisse aus dem MEER:STARK Projekt wurden auf verschiedenen Fachveranstaltungen präsentiert und vorgestellt. In zeitlicher Reihenfolge werden im Folgenden die Beiträge dargestellt.

6.3.1 Dialogforum Bevölkerungsschutz 2023

Eine Präsentation von Gregory Fuchs im Rahmen des Dialogforums Bevölkerungsschutz thematisiert die gravierenden Auswirkungen des Klimawandels auf die Ostseeregion und stellt Maßnahmen zur Anpassung und Risikoreduzierung vor. Zentrale Punkte sind der deutliche Temperaturanstieg von Luft und Wasser, der seit 1900 bereits rund 0,85 °C beträgt, sowie die daraus resultierenden Veränderungen in der Meeresökologie, wie Sauerstoffmangel, Algenblüten, Versauerung und der Rückgang der Artenvielfalt. Küstengemeinden sind zudem durch steigenden Meeresspiegel, häufigere Starkregenereignisse und zunehmende Küstenerosion besonders gefährdet. Als Gegenmaßnahmen werden eine systematische Risikoanalyse, resiliente Infrastrukturen, naturnaher Küstenschutz (z. B. durch Dünen und Salzwiesen) sowie internationale Kooperationen, wie der Ostseeaktionsplan (BSAP), hervorgehoben. Besonderer Fokus liegt auf dem Schutz der marinen Ökosysteme, die eine zentrale Rolle im Klimaschutz spielen. Insgesamt wird betont, dass sowohl Vorsorge als auch Bewusstseinsbildung essenziell sind, um die Resilienz der Region nachhaltig zu stärken.

Die Präsentation fand im Rahmen des zweiten Dialogforum der DRK-Regionalvertretung Mecklenburg-Vorpommern am 1. Juli 2023 am Strand von Prora auf der Insel Rügen statt, organisiert in Kooperation mit dem Ministerium für Inneres, Bau und Digitalisierung des Landes M-V.

6.3.2 BSH Meeresumweltsymposium 2024

Auf dem BSH Meeresumweltsymposium 2024 wurde das Poster „Synergien und Strategien für Meeresschutz und Klimaanpassung“ präsentiert. Im Wesentlichen zeigt das Poster Ergebnisse aus Analyse zum Nexus von Meeres(natur)schutz und Klimaanpassung (siehe Kapitel 2). Die Analyse von 57 Studien zeigt, dass ökosystembasierte und integrierte Strategien, etwa Meeresschutzgebiete, die Wiederherstellung von Lebensräumen wie Seegraswiesen und Dünen oder weicher Küstenschutz, vielfältige Synergien schaffen: Sie stärken Küstenschutz und Resilienz, fördern Biodiversität, verbessern Wassermanagement und leisten Beiträge zum Klimaschutz. Politisch-strategische Verankerung, sektorübergreifende Kooperation und eine aktive Einbindung der Öffentlichkeit sind entscheidend für die Umsetzung solcher Nexus-Ansätze. Der Forschungsbedarf bleibt hoch, insbesondere hinsichtlich sozioökonomischer Wirkungen und der konkreten Integration in Praxis und Politik.

Das Poster wurde im Rahmen des 27. Meeresumwelt-Symposiums des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) am 8. und 9. Mai 2024 in Hamburg präsentiert. Die Veranstaltung bot eine Plattform für den Austausch zwischen Wissenschaft, Verwaltung und

Praxis zu aktuellen Entwicklungen im Meeresschutz. Eine Kopie des Posters findet sich in Anhang (Abbildung 5).

6.3.3 Landkreis Wittmund, 2024

Am 14. November 2024 fand im Landkreis Wittmund ein interdisziplinärer Kooperationsworkshop zur Verbindung von Meeresschutz, nachhaltigem Tourismus und Klimaanpassung statt. Gregory Fuchs (Ecologic Institut) stellte zentrale Strategien zur Integration von Meeresschutz und Klimaanpassung vor. Fokus lag auf naturbasierte Lösungen wie Deichrückverlegung und die Wiederherstellung von Salzwiesen. Diese ökosystembasierten Ansätze stärken die Resilienz von Küstenökosystemen, mindern Risiken durch Meeresspiegelanstieg und Erosion und fördern zugleich Biodiversität und nachhaltige regionale Entwicklung.

Im Mittelpunkt standen „weiche“ Küstenschutzmaßnahmen, ökologische Konnektivität, die Einbindung sozioökonomischer Aspekte (z. B. Tourismus) und flexible Managementansätze, die Mensch und Natur gleichermaßen berücksichtigen. Der Workshop betonte die Notwendigkeit einer koordinierten, kooperativen Vorgehensweise, die lokale Akteure, Behörden und Zivilgesellschaft einbindet. Die auf dem Workshop erarbeiteten Ergebnisse fließen in die zukünftigen Klima- und Schutzkonzepte des Landkreises ein und markieren einen wichtigen Schritt zur klimaresilienten Entwicklung der Nordseeregion.

6.3.4 Salzgrasländer Workshop 2024

Im Rahmen eines Stakeholder-Workshops zur Wiederherstellung mariner und küstennaher Lebensräume in der Ostsee diskutierten Fachleute aus Wissenschaft, Verwaltung und Praxis im Juni 2024 über notwendige Maßnahmen zur Stärkung ökologischer Resilienz. Die Veranstaltung mit dem Titel „Wiederherstellung von Salzgrasländern an der Ostseeküste“ wurde von Rewilding Oder Delta e.V. organisiert und betonte die zentrale Rolle naturbasierter Lösungen (NbS) wie Seegrasswiederherstellung, Salzwiesenrenaturierung und biogener Riffaufbau. Diese Maßnahmen tragen zum Schutz der Biodiversität bei, bieten natürlichen Küstenschutz und unterstützen die Anpassung an den Klimawandel. Die Veranstaltung fand am 9. und 10. Juli 2024 in Stralsund sowie in Drammendorf statt. In Drammendorf fand am 9.7.2024 eine Exkursion zur einer renaturierten Salzgrasfläche statt, die von der Ostseestiftung durchgeführt wurde.

Auf dem Workshop am 10.7.2024 wurden in mehreren Fachinputs und Diskussionen verschiedene Aspekte der Renaturierung von Salzgrasländern adressiert. Für das MEER:STARK Projekt wurde der Nexus zwischen Meeresschutz und Klimaanpassung von Nico Stelljes (Ecologic Institut) hervorgehoben. Hierbei wurde betont, dass die Ostsee durch Übernutzung, Schadstoffeinträge und den Klimawandel besonders gefährdet ist und dringender Handlungsbedarf besteht. Der Workshop diente dem Austausch über effektive Maßnahmen, Governance-Ansätze und erforderliche Rahmenbedingungen für die Renaturierung von Salzgrasländern mit dem Ziel, integrierte Lösungen in Politik und Praxis zu verankern.

6.4 Abschlussveranstaltung: Bridging Science and Policy – Exploring the Marine Protection and Climate Adaptation Nexus

Die Abschlussveranstaltung des Projekts MEER:STARK fand am 3. und 4. November 2025 am Ecologic Institut in Berlin statt. Unter dem Titel „Bridging Science and Policy – Exploring the Marine Protection and Climate Adaptation Nexus“ brachte sie rund 30 Fachpersonen aus Wissenschaft, Verwaltung und Praxis zusammen. Etwa zehn Teilnehmende vor Ort und zwanzig im digitalen Format nahmen an der Veranstaltung teil. Ziel des Workshops war es, die im Projekt

erarbeiteten Erkenntnisse zu reflektieren, zentrale Ergebnisse zu validieren und praxisorientierte Empfehlungen für eine integrierte Meeresschutz- und Klimaanpassungspolitik zu formulieren. Dabei orientierte sich der Workshop an den drei thematischen Schwerpunkten des Projektes, in denen Nutzungsdruck, Klimawirkungen und ökologische Resilienz in besonderer Weise zusammenwirken: Eutrophierung, naturbasierter Küstenschutz und klimaangepasste Meeresschutzgebiete („climate-ready MPAs“).

6.4.1 Tag 1 – Building the Nexus

Der erste Veranstaltungstag stand im Zeichen der Leitfrage, wie Maßnahmen zum Meeresschutz und zur Klimaanpassung besser miteinander verknüpft werden können. Zunächst wurden zentrale Ergebnisse aus dem Projekt vorgestellt, die bestehende Governance-Strukturen, wissenschaftliche Grundlagen und Umsetzungshemmnisse beleuchteten. Die Diskussionen zeigten deutlich, dass Sektorfragmentierung und institutionelle Trennungslinien nach wie vor zentrale Hindernisse für integrierte Ansätze darstellen. Teilnehmende betonten die Notwendigkeit, Klimaanpassung stärker als Querschnittsaufgabe zu verankern und in bestehende Meeres- und Küstenschutzstrategien einzubetten. Gleichzeitig wurde hervorgehoben, dass Meeresschutzmaßnahmen selbst zur Klimaanpassung beitragen können, zum Beispiel durch Kohlenstoffspeicherung in Seegraswiesen, Wellenminderung durch Dünen oder Sedimentbindung in Salzwiesen.

6.4.1.1 Themenblock 1: Eutrophierung

Im ersten Fachblock stand die Frage im Vordergrund, wie Nährstoffmanagement entlang der Land-Meer-Kontinua („source-to-sea“) verbessert werden kann. Diskutiert wurde, dass bislang getrennte Verantwortlichkeiten, wie etwa zwischen Wasserwirtschaft, Landwirtschaft und mariner Schutzpolitik, eine wirksame Reduktion von Nährstoffeinträgen erschweren. Hervorgehoben wurde die Bedeutung kooperativer Steuerungsansätze, die landseitige Maßnahmen (z. B. Gewässerschutzberatung, Agrarumweltprogramme) mit marinen Zielen (z. B. Wasserrahmenrichtlinie, MSRL) verzahnen.

Mehrere Beiträge betonten zudem, dass Vertrauen und Kommunikation mit landwirtschaftlichen Akteuren entscheidend für langfristige Nährstoffminderungen sind. Als positiv hervorgehoben wurde die Rolle von Pilotregionen, in denen modellhafte Kooperationen zwischen Landwirtschaft, Wasserwirtschaft und Küstenschutzinstitutionen etabliert wurden.

6.4.1.2 Themenblock 2: Naturbasierter Küstenschutz

Im zweiten Block wurde der Fokus auf ökosystembasierte und hybride Schutzlösungen gelegt. Fachbeiträge aus Projekten wie METASCALES, RestCoast und dem Global Nature-based Solutions Program der Weltbank illustrierten, wie natürliche Prozesse gezielt genutzt werden können, um Küstenresilienz zu erhöhen.

Diskutiert wurde, dass naturbasierte Maßnahmen, wie etwa die Wiederherstellung von Salzwiesen, die Renaturierung von Seegraswiesen oder die Förderung biogener Strukturen wie Austernriffe, nicht nur Küstenschutzfunktionen erfüllen, sondern zugleich Biodiversität fördern und Kohlenstoff binden. Die Teilnehmenden betonten, dass hierfür institutionelle Integration und langfristige Finanzierung entscheidend sind, da viele Projekte bislang zeitlich befristet und stark drittmittelabhängig sind.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Frage, wie naturbasierte Maßnahmen in rechtliche Prüf- und Planungsverfahren integriert werden können. Genannt wurden die Möglichkeit einer verpflichtenden „Nbs-Prüfung“ analog zur Umweltverträglichkeitsprüfung sowie eine stärkere Einbindung solcher Ansätze in Raumordnungs- und Küstenschutzrichtlinien.

6.4.1.3 Themenblock 3: Klimaangepasste Meeresschutzgebiete („climate-ready MPAs“)

Der letzte Themenblock des ersten Tages widmete sich der Anpassungsfähigkeit von Meeresschutzgebieten an den Klimawandel. Diskutiert wurde, dass sich ökologische Bedingungen in Schutzgebieten (z.B. Temperatur, Sauerstoffgehalt oder Artenzusammensetzung) dynamisch verändern, während rechtliche Rahmen häufig statisch bleiben.

Die Teilnehmenden plädierten dafür, Klimadaten systematisch in das Schutzgebietsmanagement zu integrieren, um adaptive Planungen zu ermöglichen. Als Erfolgsfaktoren wurden ökologische Konnektivität, Monitoring-Systeme und soziale Akzeptanz identifiziert. Besonders hervorgehoben wurde die Rolle gemeinschaftlicher Managementansätze mit Stakeholdern, um Konflikte zu reduzieren und Akzeptanz zu stärken.

Der erste Tag endete mit der gemeinsamen Erkenntnis, dass wirksamer Meeresschutz und erfolgreiche Klimaanpassung in Küstenregionen nur durch sektorübergreifende Kooperation und den Ausbau verlässlicher Finanzierungs- und Monitoringstrukturen erreicht werden können.

6.4.2 Tag 2 – From Insights to Action

Der zweite Veranstaltungstag stand im Zeichen der operativen Weiterentwicklung der Ergebnisse. Nach einer Keynote von HELCOM (Protect Baltic-Projekt), die neue Erkenntnisse zum Zustand der Ostsee-Schutzgebiete präsentierte, wurden in einer gemeinsamen Arbeitsgruppe konkrete Empfehlungen für Politik und Praxis aus den drei Themenschwerpunkten diskutiert und weiterentwickelt.

Die Diskussionen machten deutlich, dass sowohl auf nationaler als auch europäischer Ebene die Integration von Klima- und Meeresschutzpolitik weiter vorangetrieben werden muss. Teilnehmende betonten, dass Anpassungsstrategien und Meeresschutzpolitik bislang zu stark nebeneinanderstehen, anstatt sich gegenseitig zu verstärken.

In den Working Sessions wurden die drei Schwerpunktthemen des Projekts erneut aufgegriffen und mit Handlungsempfehlungen vertieft:

- ▶ Reduktion von Eutrophierung: Teilnehmende betonten die Notwendigkeit, Governance-Strukturen zu verbessern und kooperative Steuerungsmechanismen zu etablieren, um sektorale Zuständigkeiten zu überwinden. Besonders hervorgehoben wurde die Rolle von Förderinstrumenten, die landwirtschaftliche und wasserwirtschaftliche Maßnahmen stärker an marine Ziele koppeln.
- ▶ Ausweitung naturbasierter und hybrider Küstenschutzlösungen: Diskutiert wurde, dass naturbasierte Ansätze noch stärker institutionell verankert und über Leitfäden, Standards und Pilotvorhaben verbreitet werden müssen. Pilotprojekte sollten als Lernräume dienen, um institutionelle Akzeptanz und methodische Sicherheit aufzubauen.
- ▶ Verbesserung der Integration von Meeresschutz, Klimaanpassung und Raumplanung: Empfohlen wurde, bestehende Planungsinstrumente, wie etwa das marine Raumordnungswesen, gezielt zu nutzen, um Synergien zwischen Küstenschutz und Biodiversitätsschutz zu fördern. Hierzu zählen Anpassungen an dynamische ökologische Bedingungen, die stärkere Einbindung von Klimadaten und eine transparente Abstimmung zwischen Bundes- und Landesebene.

Ein Querschnittsthema aller Diskussionen war die Notwendigkeit eines kontinuierlichen Wissenstransfers zwischen Forschung, Verwaltung und Praxis. Dafür wurden transdisziplinäre Netzwerke und dauerhafte Kommunikationsplattformen als zentrale Erfolgsfaktoren identifiziert.

6.4.3 Ergebnisse – Kernbotschaften aus dem Projekt

Die Ergebnisse von MEER:STARK zeigen, wie wissenschaftliche Erkenntnisse, politische Strategien und praktische Erfahrungen zusammengeführt werden können, um integrierte Lösungen für Meeresschutz und Klimaanpassung zu entwickeln. Auf dem Workshop wurden zentrale Botschaften und Lehren des Projekts vorgestellt und diskutiert, die zugleich Impulse für zukünftige Maßnahmen und Politiken liefern.

Integration ist entscheidend

Eine der zentralen Erkenntnisse von MEER:STARK ist, dass Meeresschutz und Klimaanpassung gemeinsam gedacht und umgesetzt werden müssen. Bisher bestehen in vielen Verwaltungs- und Politikfeldern noch deutliche sektorale Trennlinien – zwischen marinen Schutzstrategien einerseits und Klimaanpassungs-, Raumordnungs- oder Küstenschutzmaßnahmen andererseits. Das Projekt zeigt: Langfristige Resilienz mariner Ökosysteme kann nur erreicht werden, wenn Biodiversitätsschutz, Ökosystemfunktion, Governance und menschliche Nutzung in einem integrierten Rahmen betrachtet werden.

Für die Nord- und Ostseeregion ist dieses integrierte Denken besonders dringlich. Hier wirken multiple Belastungen gleichzeitig: Eutrophierung, Erwärmung, Meeresspiegelanstieg, Sauerstoffmangel und Lebensraumverluste. Eine isolierte Betrachtung einzelner Sektoren wird diesen komplexen Wechselwirkungen nicht gerecht. MEER:STARK verdeutlicht daher, dass integrierte Governance-Ansätze – von der Nährstoffbewirtschaftung über Küstenschutz bis hin zur marinen Raumplanung – Voraussetzung für klimaresiliente Küsten- und Meeresökosysteme sind.

Naturbasierte und ökosystembasierte Ansätze schaffen Synergien

Einen weiteren zentralen Beitrag liefert das Projekt im Hinblick auf naturbasierte und ökosystembasierte Strategien (NbS, EbA, EBM). Diese bieten die Möglichkeit, ökologische und klimabezogene Ziele miteinander zu verbinden und so „Win-Win-Effekte“ zu erzielen. Beispiele sind die Wiederherstellung von Seegrasswiesen, Salzwiesen oder Dünenlandschaften, die sowohl die Küstenstabilität erhöhen als auch Kohlenstoff binden und darüber hinaus wichtige biodiverse Ökosysteme im marinen und Küstenbereich schaffen.

Zugleich betont MEER:STARK, dass die Umsetzung solcher Maßnahmen ein robustes Governance-Gefüge erfordert. Fehlende institutionelle Zuständigkeiten, sektorale Silos und begrenzte Kapazitäten hemmen bislang eine breitere Anwendung von NbS im marinen Raum. Hier setzt das Projekt an und formulierte Vorschläge, wie naturbasierte Maßnahmen stärker in bestehende Planungs- und Entscheidungsprozesse integriert werden können. Zum Beispiel durch verpflichtende „NbS-Prüfungen“ bei Küstenschutzprojekten, gezielte Förderinstrumente oder die Anpassung rechtlicher Rahmenbedingungen.

Kontextspezifität und Flexibilität sind entscheidend

Ein weiterer Befund ist, dass es keine universelle Lösung gibt. Nord- und Ostsee unterscheiden sich in ihren ökologischen Ausgangsbedingungen, in Governance-Strukturen und in Nutzungsintensitäten erheblich. Das Projekt unterstreicht daher, dass Maßnahmen zur Klimaanpassung orts- und kontextspezifisch ausgestaltet sein müssen. Adaptives Management, Monitoring und iteratives Lernen sind essenzielle Bestandteile erfolgreicher Strategien. Vor

allem der Klimawandel erfordert flexible Instrumente, die auf dynamische Veränderungen reagieren können. MEER:STARK betont, dass kontinuierliche Evaluation und Wissensaustausch, wie etwa über regionale Netzwerke, entscheidend sind, um Strategien regelmäßig anzupassen und zu verbessern.

Governance und sektorübergreifender Dialog als Schlüssel

Wirksame Maßnahmen im Meeresschutz lassen sich nur dann umsetzen, wenn institutionelle Rahmenbedingungen, rechtliche Instrumente und politische Koordination aufeinander abgestimmt sind. MEER:STARK ist eingebettet in eine wachsende politische Dynamik, die den Schutz und die Wiederherstellung mariner Ökosysteme in den Mittelpunkt stellt. Deutschland nimmt hierbei eine Vorreiterrolle ein, zum Beispiel durch Initiativen wie die Meeresoffensive und das Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz. Transnationale Kooperationen, insbesondere über HELCOM und OSPAR, bleiben zentrale Plattformen, um gemeinsame Standards und Maßnahmen in Nord- und Ostsee abzustimmen. Gleichzeitig zeigen bestehende Programme, wie etwa der BSAP oder die MSRL, dass trotz gemeinsamer Verpflichtungen beim Meeresschutz weiterhin erhebliche Umsetzungsdefizite bestehen. MEER:STARK verdeutlicht, dass eine konsequente Umsetzung dieser Programme essenziell ist, um einen „guten ökologischen Zustand“ zu erreichen. Auf EU-Ebene schafft die WVO einen neuen verbindlichen Rahmen. Artikel 5 der WVO betont dabei ausdrücklich, dass Wiederherstellung, Schutz und Erhaltung Hand in Hand gehen müssen, um eine erneute Degradation zu verhindern.

Aufbauend auf der Erkenntnis, dass effektiver Meeresschutz nicht isoliert, sondern nur im Zusammenspiel unterschiedlicher Politik- und Nutzungsbereiche gelingen kann, zeigt MEER:STARK, dass ein sektorübergreifender Dialog entscheidend ist, um Zielkonflikte zu vermeiden und Synergien zu fördern. Besonders die Einbindung von Akteuren außerhalb des klassischen Meeresschutzes, wie etwa aus Tourismus, Schifffahrt, Landwirtschaft oder Raumplanung, ist zentral, um ein gemeinsames Verständnis über Ziele, Zuständigkeiten und Handlungsspielräume zu entwickeln. Insbesondere verschiedene Dialog- und Beteiligungsformate mit den verschiedenen Akteuren sind entscheidend um Vertrauen aufzubauen, Wissenstransfer zu ermöglichen und gemeinsame Planungsprozesse zu unterstützen. Partizipative Ansätze erhöhen nicht nur die Akzeptanz von Maßnahmen, sondern können auch deren Qualität und Umsetzungswahrscheinlichkeit steigern. Darüber wurde deutlich, dass regelmäßige sektorübergreifende Austauschstrukturen, wie beispielsweise in Form von Arbeitsgruppen, Runden Tischen oder regionalen Plattformen, langfristig erforderlich sind, um den Wissenstransfer zwischen den beteiligten Akteuren zu institutionalisieren und kontinuierlich an sich wandelnde ökologische und politische Rahmenbedingungen anzupassen.

6.4.4 Ausblick – The Legacy of MEER:STARK

Zum Abschluss der Veranstaltung reflektierten die Teilnehmenden, wie die Ergebnisse von MEER:STARK über das Projektende hinaus verstetigt werden können. Einigkeit bestand darin, dass die im Projekt entwickelten Empfehlungen sowohl in nationale Strategien als auch in europäische Prozesse eingebracht werden sollten.

Darüber hinaus wurde betont, dass MEER:STARK nicht nur analytische Ergebnisse hervorgebracht, sondern auch neue Verbindungen zwischen Politikbereichen und Akteuren geschaffen hat. Besonders die Vernetzung zwischen Meeresschutz, Raumplanung und Klimaanpassung wurde als bedeutender Mehrwert hervorgehoben.

Die Teilnehmenden verständigten sich darauf, die erarbeiteten Empfehlungen in einer gemeinsamen wissenschaftlich-politischen Publikation zu veröffentlichen und sie über bestehende Netzwerke – insbesondere das MPA Community Network – weiterzutragen. Diese

Plattform soll künftig dazu beitragen, Erkenntnisse aus MEER:STARK in neue Forschungs- und Politikinitiativen zu integrieren und den Dialog zwischen Wissenschaft und Verwaltung langfristig fortzuführen.

Damit stellte die Abschlussveranstaltung nicht nur den formalen Schlusspunkt des Projekts dar, sondern trug wesentlich zur Verstetigung der Projektergebnisse bei, indem sie gemeinsame Strukturen und Kooperationen anstieß, die den Transfer der im Projekt entwickelten Ansätze über dessen Laufzeit hinaus sichern.

7 Quellenverzeichnis

- Aminian-Biquet, J., Gorjanc, S., Sletten, J., Vincent, T., Laznya, A., Vaidianu, N., Claudet, J., Young, J., & Costa, B. H. e. (2024). Over 80% of the European Union's marine protected area only marginally regulates human activities. *One Earth*, 7(9), 1614–1629. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2024.07.010>
- Ansari, A. A., Singh Gill, S., Lanza, G. R., & Rast, W. (Hrsg.). (2011). *Eutrophication: Causes, consequences and control*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-9625-8>
- BACCII Author Team (Hrsg.). (2015). *Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16006-1>
- Barange, M., King, J., Valdés, L., & Turra, A. (2016). *The evolving and increasing need for climate change research on the oceans*. 73(5), 1267–1271. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw052>
- Barz, F., Lasner, T., von Dorrien, C., Doering, R., Goti, L., Probst, W. N., Kraus, G., Kreiß, C. M., Krumme, U., Reiser, S., Schulze, T., Stelzenmüller, V., Stepputtis, D., Simons, S., Strehlow, H. V., & Zimmermann, C. (2025). An analysis of stakeholders' vision of the future of coastal fisheries in Germany. *ICES Journal of Marine Science*, 82(6). <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaf074>
- Berkström, C., Wennerström, L., & Bergström, U. (2022). Ecological connectivity of the marine protected area network in the Baltic Sea, Kattegat and Skagerrak: Current knowledge and management needs. *Ambio*, 51(6), Article 6. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01684-x>
- BfN. (2022). *BMUV und BfN aktiv im Meeresnaturschutz für Nord- und Ostsee* [Pressemitteilung]. <https://www.bfn.de/pressemitteilungen/bmuv-und-bfn-aktiv-im-meeresnaturschutz-fuer-nord-und-ostsee>
- BfN. (2025, November). *Nationale Meeresschutzgebiete*. <https://www.bfn.de/nationale-meeresschutzgebiete>
- BMUV. (2022). *MSRL-Maßnahmenprogramm zum Schutz der deutschen Meeresgewässer in Nord- und Ostsee*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. https://mitglieder.meeresschutz.info/de/berichte/massnahmenprogramm-art-13.html?file=files/meeresschutz/berichte/art13-massnahmen/zyklus22/MSRL_Art13_Aktualisierung_Massnahmenprogramm_2022_Rahmentext.pdf
- BMUV. (2023). *Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz*. <https://www.bundesumweltministerium.de/publikation/aktionsprogramm-natuerlicher-klimaschutz>
- BMUV. (2024). *Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2024*. <https://www.bundesumweltministerium.de/publikation/deutsche-anpassungsstrategie-an-den-klimawandel-2024-vorsorge-gemeinsam-gestalten>
- Brodie Rudolph, T., Ruckelshaus, M., Swilling, M., Allison, E. H., Österblom, H., Gelcich, S., & Mbatha, P. (2020). A transition to sustainable ocean governance. *Nature Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17410-2>
- Bruno, J. F., Bates, A. E., Cacciapaglia, C., Pike, E. P., Amstrup, S. C., Van Hooidek, R., Henson, S. A., & Aronson, R. B. (2018). Climate change threatens the world's marine protected areas. *Nature Climate Change*, 8(6), Article 6. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0149-2>
- BSH. (2021). *Verordnung über die Raumordnung in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone in der Nordsee und in der Ostsee*. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Offshore/Meeresraumplanung/Raumordnungsplan_2021/_Anlagen/Downloads/Raumordnungsplan_2021.pdf?__blob=publicationFile&v=10

BSH. (2024a). *BSH-Studie: Mehr Hitzewellen in der Ostsee*.

https://www.bsh.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/Text_html/html_2024/Pressemitteilung-2024-10-14.html

BSH. (2024b). *Fact Sheet – Meeresspiegelanstieg* (No. 08/2024). Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. https://www.bsh.de/DE/PUBLIKATIONEN/_Anlagen/Downloads/BSH-Informationen/Fact-Sheets/FS-Meeresspiegelanstieg.html

BSH. (2025). *Nordsee im Frühjahr 2025 so warm wie nie zuvor*.

https://www.bsh.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/Text_html/html_2025/Pressemitteilung-2025-10-06.html

Bund/BLANO. (2022). *Maßnahmenprogramm (Art. 13) – Umsetzung der Europäischen Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) in Deutschland*.

<https://mitglieder.meeresschutz.info/de/berichte/massnahmenprogramm-art-13.html>

Carstensen, J., Andersen, J. H., Gustafsson, B. G., & Conley, D. J. (2014). Deoxygenation of the Baltic Sea during the last century. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *111*(15), 5628–5633.

<https://doi.org/10.1073/pnas.1323156111>

Cohen-Shacham, E., Andrade, A., Dalton, J., Dudley, N., Jones, M., Kumar, C., Maginnis, S., Maynard, S., Nelson, C. R., Renaud, F. G., Welling, R., & Walters, G. (2019). Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions. *Environmental Science & Policy*, *98*, 20–29.

<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.04.014>

Delacámara, G., O’Higgins, T. G., Lago, M., & Langhans, S. (2020). Ecosystem-Based Management: Moving from Concept to Practice. In T. G. O’Higgins, M. Lago, & T. H. DeWitt (Hrsg.), *Ecosystem-Based Management, Ecosystem Services and Aquatic Biodiversity: Theory, Tools and Applications* (S. 39–60). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45843-0_3

Donatti, C. I., Harvey, C. A., Hole, D., Panfil, S. N., & Schurman, H. (2020). Indicators to measure the climate change adaptation outcomes of ecosystem-based adaptation. *Climatic Change*, *158*(3), 413–433.

<https://doi.org/10.1007/s10584-019-02565-9>

Duarte, C. M., Losada, I. J., Hendriks, I. E., Mazarrasa, I., & Marbà, N. (2013). The role of coastal plant communities for climate change mitigation and adaptation. *Nature Climate Change*, *3*(11), 961–968.

<https://doi.org/10.1038/nclimate1970>

EEA. (2019a). *Marine messages II*. EEA. <https://www.eea.europa.eu/publications/marine-messages-2>

EEA. (2019b). *Nutrient enrichment and eutrophication in Europe’s seas*. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/nutrient-enrichment-and-eutrophication-in>

EEA. (2025, November). *Marine protected areas in Europe’s seas*.

<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/marine-protected-areas-in-europes-seas>

Esteves, L. S. (2013). *Is managed realignment a sustainable long-term coastal management approach?* (SPEC. ISSUE 65), 933–938. <https://doi.org/10.2112/si65-158.1>

European Commission. (2020a). *EU Biodiversity Strategy for 2030: Bringing nature back into our lives (No. 380 final)* (Nummer 380 final). EU. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0380>

European Commission. (2020b). *Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the implementation of the Marine Strategy Framework Directive (Directive 2008/56/EC)*. European Commission. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0259>

- European Commission. (2022). *Fortschritt bei der Umsetzung der Richtlinie 2014/89/EU zur Schaffung eines Rahmens für maritime Raumplanung*. European Commission. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022DC0185>
- European Commission. (2023). *The European Ocean Pact*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52025DC02>
- European Commission. (2024). *Verordnung (EU) 2024/1991 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. Juni 2024 über die Wiederherstellung der Natur und zur Änderung der Verordnung (EU) 2022/869*. <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1991/oj>
- European Environment Agency (Hrsg.). (2024). *European climate risk assessment: Executive summary*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2800/204249>
- European Parliament and Council. (2008). *Marine Strategy Framework Directive (2008/56/EC)*.
- Fatorić, S., & Morén-Alegret, R. (2013). Integrating local knowledge and perception for assessing vulnerability to climate change in economically dynamic coastal areas: The case of natural protected area Aiguamolls de l'Empordà, Spain. *Ocean and Coastal Management*, 85, 90–102. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.09.010>
- Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Elmqvist, T., Gunderson, L., & Holling, C. S. (2004). Regime Shifts, Resilience, and Biodiversity in Ecosystem Management. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35(Volume 35, 2004), 557–581. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105711>
- Frazão Santos, C., Agardy, T., Andrade, F., Calado, H., Crowder, L. B., Ehler, C. N., García-Morales, S., Gissi, E., Halpern, B. S., Orbach, M. K., Pörtner, H.-O., & Rosa, R. (2020). Integrating climate change in ocean planning. *Nature Sustainability*, 3(7), 505–516. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0513-x>
- Friess, D. A., Shribman, Z. I., Stankovic, M., Iram, N., Baustian, M. M., & Ewers Lewis, C. J. (2024). Restoring blue carbon ecosystems. *Cambridge Prisms: Coastal Futures*, 2. <https://doi.org/10.1017/cft.2024.9>
- Fuchs, G., Kroos, F., Scherer, C., Seifert, M., & Stelljes, N. (2025). Exploring marine conservation and climate adaptation synergies and strategies in European seas as an emerging nexus: A review. *Frontiers in Marine Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fmars.2025.1542705>
- Fuchs, G., Stelljes, N., Kroos, F., Scherer, C., Lønborg, C., Bauer, B., Cambra, E., Gissi, E., Cortez, E., & Peck, M. A. (Under review). Towards climate-ready Marine Protected Areas: Challenges and strategic pathways. *npj Ocean Sustainability*. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0513-x>
- Gissi, E., Manea, E., Mazaris, A. D., Frascchetti, S., Almpandou, V., Bevilacqua, S., Coll, M., Guarnieri, G., Lloret-Lloret, E., Pascual, M., Petza, D., Rilov, G., Schonwald, M., Stelzenmüller, V., & Katsanevakis, S. (2021). A review of the combined effects of climate change and other local human stressors on the marine environment. *Science of The Total Environment*, 755, 142564. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142564>
- Glaeser, B., Gee, K., Kannen, A., & Sterr, H. (2023). Germany going coastal. The national ICZM strategy—a spatial planning approach. In *Coastal Management Revisited: Navigating Towards Sustainable Human-Nature Relations* (1st ed, S. 203–212). Cambridge Scholars Publishing.
- Hammar, L., Molander, S., Pålsson, J., Schmidtbauer Crona, J., Carneiro, G., Johansson, T., Hume, D., Kågesten, G., Mattsson, D., Törnqvist, O., Zillén, L., Mattsson, M., Bergström, U., Perry, D., Caldow, C., & Andersen, J. H. (2020). Cumulative impact assessment for ecosystem-based marine spatial planning. *Science of The Total Environment*, 734, 139024. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139024>
- HELCOM. (2007). *Recommendation 28E/5 – Municipal Wastewater Treatment*. <https://indicators.helcom.fi/indicator/wastewater-treatment/>

- HELCOM. (2018). *State of the Baltic Sea HOLA assessment report*. <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/holistic-assessments/state-of-the-baltic-sea-2018/>
- HELCOM. (2021a). *Baltic Sea Action Plan*.
- HELCOM. (2021b). *Baltic Sea Regional Nutrient Recycling Strategy*. <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2021/10/Baltic-Sea-Regional-Nutrient-Recycling-Strategy.pdf>
- HELCOM. (2023a). *State of the Baltic Sea 2023 – Third HELCOM holistic assessment 2016–2021*. <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/holistic-assessments/state-of-the-baltic-sea-2023/>
- HELCOM. (2023b). *Wastewater treatment. HELCOM driver indicator report*.
- HELCOM. (2024). *HELCOM adopts new measures to mitigate ammonia emissions from agriculture*. <https://helcom.fi/helcom-adopts-new-measures-to-mitigate-ammonia-emissions-from-agriculture/>
- HELCOM & Baltic Earth. (2024). *Climate Change in the Baltic Sea – Fact Sheet 2024* (Baltic Sea Environment Proceedings n°198). Baltic Marine Environment Protection Commission (HELCOM). https://www.helcom.fi/wp-content/uploads/2024/10/Baltic-Sea-Climate-Change-Fact-Sheet_2024.pdf
- Hietala, R., Ijäs, A., Pikner, T., Kull, A., Printsman, A., Kuusik, M., Fagerholm, N., Vihervaara, P., Nordström, P., & Kostamo, K. (2021). Data integration and participatory process in developing integrated coastal zone management (ICZM) in the northern Baltic Sea. *Journal of Coastal Conservation*, 25(5). <https://doi.org/10.1007/s11852-021-00833-4>
- Hoegh-Guldberg, O., Northrop, E., & Lubchenco, J. (2019). The ocean is key to achieving climate and societal goals. *Science*, 365(6460), 1372–1374. <https://doi.org/10.1126/science.aaz4390>
- Hofstede, J., & Aufderbeck, J. (2024). *Die Ostseesturmflut im Oktober 2023: Schäden an Küstenschutzanlagen und Konsequenzen für den Küstenschutz in Schleswig-Holstein* [Application/pdf/a]. 21 pages. <https://doi.org/10.18171/1.094102>
- Hofstede, J. L. A. (2019). On the feasibility of managed retreat in the Wadden Sea of Schleswig-Holstein. *Journal of Coastal Conservation*, 23(6), 1069–1079. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s11852-019-00714-x>
- Hopkins, C. R., Bailey, D. M., & Potts, T. (2016). Perceptions of practitioners: Managing marine protected areas for climate change resilience. *Ocean & Coastal Management*, 128, 18–28. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.04.014>
- Howard, J., Sutton-Grier, A., Herr, D., Kleypas, J., Landis, E., Mcleod, E., Pidgeon, E., & Simpson, S. (2017). Clarifying the role of coastal and marine systems in climate mitigation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(1), 42–50. <https://doi.org/10.1002/fee.1451>
- Innocenti, A., & Attombri, C. (2024). The current policyscape affecting land-sea interactions in the European Union. *Ocean & Coastal Management*, 251, 107093. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2024.107093>
- IPCC. (2022). *The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (1. Aufl.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157964>
- Jonson, J. E., Gauss, M., Jalkanen, J.-P., & Johansson, L. (2019). Effects of strengthening the Baltic Sea ECA regulations. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19(21), 13469–13487. <https://doi.org/10.5194/acp-19-13469-2019>
- Kerr, S., Johnson, K., & Side, J. C. (2014). Planning at the edge: Integrating across the land sea divide. *Marine Policy*, 47, 118–125. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.01.023>
- Kirkfeldt, T. S. (2019). An ocean of concepts: Why choosing between ecosystem-based management, ecosystem-based approach and ecosystem approach makes a difference. *Marine Policy*, 106, 103541. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103541>

- Kniebusch, M., Meier, H. E. M., Neumann, T., & Börgel, F. (2019). Temperature Variability of the Baltic Sea Since 1850 and Attribution to Atmospheric Forcing Variables. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 124(6), 4168–4187. <https://doi.org/10.1029/2018JC013948>
- Koop-Jakobsen, K., & Dolch, T. (2023). Future climate conditions alter biomass of salt marsh plants in the Wadden Sea. *Marine Biodiversity*, 53(3), 41. <https://doi.org/10.1007/s12526-023-01347-y>
- Kyrönviita, J., Puharinen, S.-T., Soininen, N., Platjouw, F. M., & Passarello, C. (2024). *Horizontal coherence in EU law and policy: Analysing, explaining and improving the horizontal coherence of EU policy design* (S. 157) [Project Deliverable (D2.2)]. <https://www.crossgov.eu/wp-content/uploads/2024/08/D2.2-Policy-landscape-and-design.pdf>
- Landtag Schleswig Holstein. (2019). *Schleswig-Holsteinischer Landtag Umdruck 19/3469*. <https://www.landtag.ltsh.de/infothek/wahl19/umdrucke/03400/umdruck-19-03469.pdf>
- Lavorel, S., Locatelli, B., Colloff, M. J., & Bruley, E. (2020). Co-producing ecosystem services for adapting to climate change. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 375(1794), 20190119. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0119>
- Long, R. D., Charles, A., & Stephenson, R. L. (2015). Key principles of marine ecosystem-based management. *Marine Policy*, 57, 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.01.013>
- Macreadie, P. I., Costa, M. D. P., Atwood, T. B., Friess, D. A., Kelleway, J. J., Kennedy, H., Lovelock, C. E., Serrano, O., & Duarte, C. M. (2021). Blue carbon as a natural climate solution. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2(12), 826–839. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00224-1>
- Macreadie, P. I., Nielsen, D. A., Kelleway, J. J., Atwood, T. B., Seymour, J. R., Petrou, K., Connolly, R. M., Thomson, A. C., Trevathan-Tackett, S. M., & Ralph, P. J. (2017). Can we manage coastal ecosystems to sequester more blue carbon? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(4), 206–213. <https://doi.org/10.1002/fee.1484>
- Meier, H. E. M., Dieterich, C., Gröger, M., Dutheil, C., Börgel, F., Safonova, K., Christensen, O. B., & Kjellström, E. (2021). *Oceanographic regional climate projections for the Baltic Sea until 2100*. Copernicus GmbH. <https://doi.org/10.5194/esd-2021-68>
- Meier, H. E. M., Dieterich, C., Gröger, M., Dutheil, C., Börgel, F., Safonova, K., Christensen, O. B., & Kjellström, E. (2022). Oceanographic regional climate projections for the Baltic Sea until 2100. *Earth System Dynamics*, 13(1), 159–199. <https://doi.org/10.5194/esd-13-159-2022>
- Meinke, I. (2021). *Meeresspiegelanstieg an der deutschen Ostseeküste* (S. 1–22). Helmholtz-Zentrum Hereon, Norddeutsches Küsten- und Klimabüro. https://hereon.de/imperia/md/content/klimabuero/publikationen/web_ostseekueste_interaktiv.pdf
- Meinke, I., & Weisse, R. (with Norddeutsches Klimabüro & Helmholtz-Zentrum Hereon). (2024). *Nordseesturmfluten im Klimawandel: Perspektiven der Küstenentwicklung*. Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- MLLEV. (2019). *Strategie für das Wattenmeer 2100*. Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur des Landes Schleswig-Holstein. <https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/K/kuestenschutz/strategieWattenmeer2100>
- Mokrech, M., Kebede, A. S., & Nicholls, R. J. (2016). Assessing flood impacts, wetland changes and climate adaptation in Europe: The CLIMSAVE approach. In *Environmental Modeling with Stakeholders: Theory, Methods, and Applications* (S. 327–344). Scopus. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25053-3_16
- Narayan, S., Beck, M. W., Reguero, B. G., Losada, I. J., Wesenbeeck, B. van, Pontee, N., Sanchirico, J. N., Ingram, J. C., Lange, G.-M., & Burks-Copes, K. A. (2016). The Effectiveness, Costs and Coastal Protection Benefits of

Natural and Nature-Based Defences. *PLOS ONE*, 11(5), e0154735.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154735>

O'Hara, C. C., Frazier, M., & Halpern, B. S. (2021). At-risk marine biodiversity faces extensive, expanding, and intensifying human impacts. *Science*, 372(6537), 84–87. <https://doi.org/10.1126/science.abe6731>

O'Higgins, T. G. (with Lago, M., & DeWitt, T. H.). (2020). *Ecosystem-Based Management, Ecosystem Services and Aquatic Biodiversity: Theory, Tools and Applications*. Springer International Publishing AG.

<https://doi.org/10.1007/978-3-030-45843-0>

Oliver, E. C. J., Burrows, M. T., Donat, M. G., Sen Gupta, A., Alexander, L. V., Perkins-Kirkpatrick, S. E., Benthuisen, J. A., Hobday, A. J., Holbrook, N. J., Moore, P. J., Thomsen, M. S., Wernberg, T., & Smale, D. A. (2019). Projected Marine Heatwaves in the 21st Century and the Potential for Ecological Impact. *Frontiers in Marine Science*, 6, 734. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00734>

O'Mahony, C., Gray, S., Gault, J., & Cummins, V. (2020). ICZM as a framework for climate change adaptation action – Experience from Cork Harbour, Ireland. *Marine Policy*, 111, 102223.

<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.10.008>

OSPAR Commission. (2021). *North-East Atlantic Environment Strategy 2030 (Agreement 2021-01e, as amended – consolidated text)*. OSPAR Commission. [https://ospar-archive.s3.eu-west-](https://ospar-archive.s3.eu-west-1.amazonaws.com/DECRECS/AGREEMENTS/21-01e_agreement_as_amended_consolidated_text.pdf)

[1.amazonaws.com/DECRECS/AGREEMENTS/21-01e_agreement_as_amended_consolidated_text.pdf](https://ospar-archive.s3.eu-west-1.amazonaws.com/DECRECS/AGREEMENTS/21-01e_agreement_as_amended_consolidated_text.pdf)

OSPAR Commission. (2023). *Eutrophication Thematic Assessment. In: Quality Status Report 2023*.

<https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/quality-status-reports/qsr-2023/thematic-assessments/eutrophication/>

OSPAR Commission. (2025). *Comprehensive Study and Assessment of Riverine Inputs and Direct Discharges (RID) – OSPAR Contracting Parties' RID 2023 Data Report*. OSPAR Commission for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic. <https://www.ospar.org/documents?v=63807>

Paramana, Th., Dassenakis, M., Bassan, N., Dallangelo, C., Campostrini, P., Raicevich, S., Ronchi, F., Giorgi, G., Murillas-Maza, A., Uyarra, M. C., Papadopoulou, N., Smith, C., Jarni, K., Koren Bačovnik, Š., Klančnik, K., Pavičić, M., Skejić, S., Vidjak, O., Cadiou, J. F., ... Pagkou, P. (2023). Achieving coherence between the Marine Strategy Framework Directive and the Maritime Spatial Planning Directive. *Marine Policy*, 155, 105733.

<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2023.105733>

Payne, M. R., Kudahl, M., Engelhard, G. H., Peck, M. A., & Pinnegar, J. K. (2021). Climate risk to European fisheries and coastal communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(40). Scopus. <https://doi.org/10.1073/pnas.2018086118>

Pecl, G. T., Kelly, R., Lucas, C., Van Putten, I., Badhe, R., Champion, C., Chen, I., Defeo, O., Gaitan-Espitia, J. D., Evengård, B., Fordham, D. A., Guo, F., Henriques, R., Henry, S., Lenoir, J., McGhie, H., Mustonen, T., Oliver, S., Pettorelli, N., ... Verges, A. (2023). Climate-driven 'species-on-the-move' provide tangible anchors to engage the public on climate change. *People and Nature*, 5(5), 1384–1402. <https://doi.org/10.1002/pan3.10495>

Pendleton, L. H., Ahmadi, G. N., Browman, H. I., Thurstan, R. H., Kaplan, D. M., & Bartolino, V. (2018). Debating the effectiveness of marine protected areas. *ICES Journal of Marine Science*, 75(3), 1156–1159.

<https://doi.org/10.1093/icesjms/fsx154>

Pörtner, H.-O., Scholes, R. J., Agard, J., Archer, E., Bai, X., Barnes, D., Burrows, M., Chan, L., Cheung, W. L. (William), Diamond, S., Donatti, C., Duarte, C., Eisenhauer, N., Foden, W., Gasalla, M. A., Handa, C., Hickler, T., Hoegh-Guldberg, O., Ichii, K., ... Ngo, H. (2021). *IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change (Version 2)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4782538>

- Predragovic, M., Assis, J., Sumaila, U. R., Gonçalves, J. M. S., Cvitanovic, C., & Horta E Costa, B. (2024). Up to 80% of threatened and commercial species across European marine protected areas face novel climates under high emission scenario. *Npj Ocean Sustainability*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s44183-024-00068-4>
- Quante, M., & Colijn, F. (Hrsg.). (2016). *North Sea Region Climate Change Assessment*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-39745-0>
- Queirós, A. M., Talbot, E., Beaumont, N. J., Somerfield, P. J., Kay, S., Pascoe, C., Dedman, S., Fernandes, J. A., Jueterbock, A., Miller, P. I., Saille, S. F., Sará, G., Carr, L. M., Austen, M. C., Widdicombe, S., Rilov, G., Levin, L. A., Hull, S. C., Walmsley, S. F., & Nic Aonghusa, C. (2021). Bright spots as climate-smart marine spatial planning tools for conservation and blue growth. *Global Change Biology*, 27(21), 5514–5531. <https://doi.org/10.1111/gcb.15827>
- Quevedo, J. M. D., Miller, M. A., Gevaña, D. T., Marks, D., Friess, D. A., Tonoto, P., & Taylor, D. (2025). Perceptions of coastal vegetated ecosystems: A systematic review across geographical and sectoral dimensions. *Ambio*, 54(10), 1563–1580. <https://doi.org/10.1007/s13280-025-02193-x>
- Reise, K., Buschbaum, C., Lackschewitz, D., Thielges, D. W., Waser, A. M., & Wegner, K. M. (2023). Introduced species in a tidal ecosystem of mud and sand: Curse or blessing? *Marine Biodiversity*, 53(1). <https://doi.org/10.1007/s12526-022-01302-3>
- Roberts, C. M., O’Leary, B. C., McCauley, D. J., Cury, P. M., Duarte, C. M., Lubchenco, J., Pauly, D., Sáenz-Arroyo, A., Sumaila, U. R., Wilson, R. W., Worm, B., & Castilla, J. C. (2017). Marine reserves can mitigate and promote adaptation to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(24), 6167–6175. <https://doi.org/10.1073/pnas.1701262114>
- Sánchez-Arcilla, A., García-León, M., Gracia, V., Devoy, R., Stanica, A., & Gault, J. (2016). Managing coastal environments under climate change: Pathways to adaptation. *Science of The Total Environment*, 572, 1336–1352. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.124>
- Saraiva, S., Markus Meier, H. E., Andersson, H., Höglund, A., Dieterich, C., Gröger, M., Hordoir, R., & Eilola, K. (2019). Baltic Sea ecosystem response to various nutrient load scenarios in present and future climates. *Climate Dynamics*, 52(5–6), 3369–3387. <https://doi.org/10.1007/s00382-018-4330-0>
- Schernewski, G., Konrad, A., Roskothen, J., & von Thenen, M. (2023). Coastal Adaptation to Climate Change and Sea Level Rise: Ecosystem Service Assessments in Spatial and Sectoral Planning. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(4). Scopus. <https://doi.org/10.3390/app13042623>
- Schuerch, M., Mossman, H. L., Moore, H. E., Christie, E., & Kiesel, J. (2022). Invited perspectives: Managed realignment as a solution to mitigate coastal flood risks—Optimizing success through knowledge co-production. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 22(9), 2879–2890. Scopus. <https://doi.org/10.5194/nhess-22-2879-2022>
- Seddon, N., Smith, A., Smith, P., Key, I., Chausson, A., Girardin, C., House, J., Srivastava, S., & Turner, B. (2021). Getting the message right on nature-based solutions to climate change. *Global Change Biology*, 27(8), 1518–1546. <https://doi.org/10.1111/gcb.15513>
- Smale, D. A., Wernberg, T., Oliver, E. C. J., Thomsen, M., Harvey, B. P., Straub, S. C., Burrows, M. T., Alexander, L. V., Benthuyzen, J. A., Donat, M. G., Feng, M., Hobday, A. J., Holbrook, N. J., Perkins-Kirkpatrick, S. E., Scannell, H. A., Sen Gupta, A., Payne, B. L., & Moore, P. J. (2019). Marine heatwaves threaten global biodiversity and the provision of ecosystem services. *Nature Climate Change*, 9(4), 306–312. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0412-1>
- Snoeijs-Leijonmalm, P., Schubert, H., & Radziejewska, T. (2017). *Biological Oceanography of the Baltic Sea* (S. 683). Scopus. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-0668-2>

Spalding, M. D., Ruffo, S., Lacambra, C., Meliane, I., Hale, L. Z., Shepard, C. C., & Beck, M. W. (2014). The role of ecosystems in coastal protection: Adapting to climate change and coastal hazards. *Ocean & Coastal Management*, 90, 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.09.007>

Stelzenmüller, V., Rehren, J., Örey, S., Lemmen, C., Krishna, S., Hasenbein, M., Püts, M., Probst, W. N., Diekmann, R., Scheffran, J., Bos, O. G., & Wirtz, K. (2024). Framing future trajectories of human activities in the German North Sea to inform cumulative effects assessments and marine spatial planning. *Journal of Environmental Management*, 349, 119507. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119507>

Storch, H., Meinke, I., & Claußen, M. (Hrsg.). (2018). *Hamburger Klimabericht – Wissen über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Hamburg und Norddeutschland*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-55379-4>

Tiede, J., Visscher, J., Garcia Angulo, K. P., & Schlurmann, T. (2022). *Küstenschutz in Mecklenburg-Vorpommern: Meeresspiegelanstieg und Anpassungsstrategien*.

UBA. (2021). *Nitrogen – Element with Impacts. An Integrated Target Value Sets a New Framework*. Umweltbundesamt.

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/2023_uba_hg_stickstoff_engl_bf.pdf

UNECE. (2019). *Review of the Gothenburg Protocol, as amended in 2012 (Decision 2019/4)*. https://unece.org/DAM/env/documents/2019/AIR/EB_Decisions/Decision_2019_4.pdf

UNEP. (2022). *UN Environment Assembly concludes with 14 resolutions to curb pollution, protect and restore nature worldwide*. <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/un-environment-assembly-concludes-14-resolutions-curb-pollution>

van Loon-Steensma, J. M. (2015). Salt marshes to adapt the flood defences along the Dutch Wadden Sea coast. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 20(6), 929–948. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s11027-015-9640-5>

Wilson, K. L., Tittensor, D. P., Worm, B., & Lotze, H. K. (2020). Incorporating climate change adaptation into marine protected area planning. *Global Change Biology*, 26(6), Article 6. <https://doi.org/10.1111/gcb.15094>

Zaucha, J., Gee, K., Ramieri, E., Neimane, L., Alloncle, N., Blažauskas, N., Calado, H., Cervera-Núñez, C., Kuzmanović, V. M., Stancheva, M., Witkowska, J., Schütz, S. E., Zapatero, J. R., & Ehler, C. N. (2025). Implementing the EU MSP Directive: Current status and lessons learned in 22 EU Member States. *Marine Policy*, 171, 106425. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106425>

Abbildung 6: BSH Poster: Synergien und Strategien für Meeresschutz und Klimaanpassung


Dieses Poster zeigt Strategien und Maßnahmen, um Meeresschutz und Klimaanpassung zu verbinden und dadurch die Resilienz unserer Meere und Küsten zu verbessern. Es ist Teil des Projekts 'MEER:STARK', das vom Umweltbundesamt gefördert wird (Laufzeit Sept. 2022 - Nov. 2023). Projektziele sind es, konkrete Vorschläge für Maßnahmen zu entwickeln, die den Meeresschutz und die Anpassung an den Klimawandel in der Nord- und Ostsee stärken.

NEXUS-ANSÄTZE

- Räumliche Planung und Analyse
- Naturschutz und Risikomanagement
- Ökosystembasierte Strategien
- Meeresschutz** **NEXUS** **Klimaanpassung**
- Sozioökonomische Integration
- Politik und Governance
- Potenzielle Zielkonflikte

EINLADUNG ZUR UMFRAGE

Liebe NaturPhox, wir laden Sie herzlich ein, an unserer Forschung zum Thema Klimawandelanpassung und Meeresschutz teilzunehmen. Ihre Teilnahme hilft uns, weitere Synergien zwischen den Systemen zu identifizieren und gezielt zu erschließen, insbesondere im Kontext der deutschen Meere und Küsten. Ihre Expertise ist entscheidend, um nachhaltige Lösungen zu entwickeln.



Zur Teilnahme werden Sie aufgefordert, bitte den QR-Code.

SYNERGIEN UND STRATEGIEN FÜR MEERESSCHUTZ UND KLIMAAANPASSUNG

FUCHS G., KROOS F., MAUND J., DR. SEIFERT M., DR. STELLIES H., WEIK VARGOVÁ B. (Ecologic Institute); DR. MAIGRE, C. (Acasécologie)

Unsere Forschung kategorisiert Ansätze und identifiziert Maßnahmen im Nexus von Meeresschutz und Klimaanpassung und untersucht deren synergetische Bereiche. Beispiele hierfür sind die Errichtung mariner Schutzgebiete, die aktive Wiederherstellung von Lebensräumen und der ökosystembasierte „weiche“ Küstenschutz – wie sie auch an deutschen Küsten und in den Meeren zu finden sind. Wir zeigen hierbei die Vorteile/Synergien eines integrierten Ansatzes. Diese umfassen die Stärkung der sozial-ökologischen Resilienz, Resilienz gegenüber dem Klimawandel und weiteren Umweltveränderungen, die Bereitstellung von Ökosystemleistungen – wie die Reduktion von CO₂-Emissionen durch natürliche Speicher und Wasserschutz –, wirtschaftliche Vorteile, die Förderung von Gesundheit und Wohlbefinden sowie verbesserten Küstenschutz.

Durch ökosystembasierte und integrierte Managementstrategien kann die Rolle der Meere und Küsten zur Anpassung an den Klimawandel und als natürliche Klimaregulatoren gestärkt werden. Gleichzeitig bleiben ihre ökologischen Funktionen und die Biodiversität erhalten bzw. werden gestärkt. Damit wird eine nachhaltige Zukunft gesichert.

INTEGRATION VON MEERESSCHUTZ UND KLIMAAANPASSUNG: EIN NEXUS-ANSATZ

KONTEXT

- Verknüpfung von Meeresschutz und Klimaanpassung:** Entscheidend für die Bewältigung der Klimawandelfolgen in Meeres- und Küstenökosystemen.
- Forschungslücke:** Es bestehen trotz vorhandener Forschung noch Lücken im Verständnis dieser integrativen Defizite. In der praktischen Umsetzung zeigen einen Bedarf an besserer Verknüpfung von Meeresschutz und Klimaanpassung auf.

METHODEN

- Systematische Literaturrecherche** nach Studien zum Nexus von Meeresschutz und Klimaanpassung innerhalb europäischer Küstenkontexte.
- Auswahlkriterien:** Fokus auf praxisorientierte und politikunterstützende Forschungsergebnisse.
- Analyse von 57 relevanten Studien.**

ERGEBNISSE

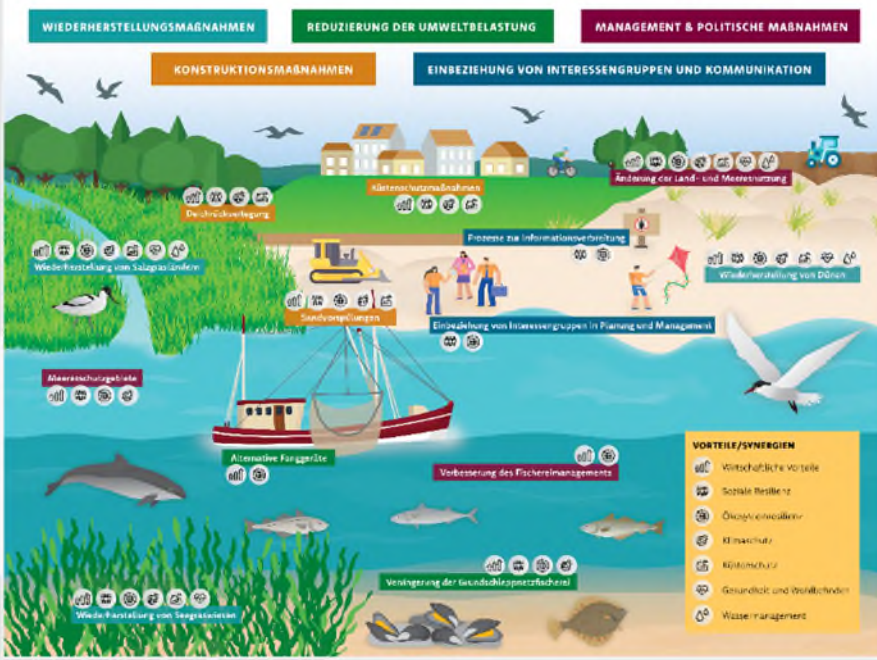
- Unsere Studie (Fuchs et al. 2024, in Vorbereitung) betont die **Notwendigkeit von integrierten, multifunktionalen Strategien für Meeresschutz und Klimaanpassung** basierend auf dem Ökosystemansatz.
- Die identifizierten Nexus-Analysen wurden kategorisiert, aufgeteilt und sind ganz links schematisch dargestellt. Die ausgewählten Analysen sind entscheidend, um Synergien zwischen Meeresschutz und Klimaanpassung zu nutzen.
- Die häufigsten Maßnahmen und deren Vorteile sind schematisch in der Mitte dargestellt.
- Insgesamt zeigen unsere Ergebnisse, dass weitere Forschung, Anwendung und Öffentlichkeitsarbeit erforderlich sind, um Wirkungen von Nexus-Maßnahmen zu maximieren.

AUSBLICK

- Effektive Verknüpfung im Nexus: Eine strategische Verschiebung in Politik und Praxis hin zu integrierten und sektorübergreifenden Ansätzen ist erforderlich, um Synergien zu maximieren und Zielkonflikte zu minimieren.
- Diese Analysen müssen flexibel und anpassungsfähig sein, um auf zukünftige klimatische Veränderungen vorzubereiten und auf neue Erkenntnisse und sich ändernde Bedingungen reagieren zu können.
- Integration von Meeresschutz- und Klimaanpassungsstrategien ist entscheidend für: Resilienz des sozial-ökologischen Systems und für transformative Veränderungsprozesse zu mehr Nachhaltigkeit.
- Zu einem effektiven Management von Zielkonflikten und Herausforderungen gehören:
 - Abwägen von Schutz- und Nutzungszielen, um ein ausgewogeneres Verhältnis zu finden.
 - Balancieren ökologischer Funktionen und Schutzziele, um sowohl die biologische Gesundheit zu fördern als auch spezifische Schutzmaßnahmen zu gewährleisten.
 - Sicherung des politischen Willens und Bereitstellung ausreichender finanzieller Mittel.
- Zukünftige Forschung sollte den Nexus weiter untersuchen, um die sozioökonomischen Vorteile zu verdeutlichen und die Implementierung integrierter Strategien zu fördern.




WIEDERHERSTELLUNGSMAßNAHMEN **REDUZIERUNG DER UMWELTBELASTUNG** **MANAGEMENT & POLITISCHE MAßNAHMEN**

KONSTRUKTIONSMÄßNAHMEN **EINBEZIEHUNG VON INTERESSEGRUPPEN UND KOMMUNIKATION**



VORTEILE/SYNERGIEN

- Wirtschaftliche Vorteile
- Soziale Resilienz
- Ökosystemleistungen
- Klimaschutz
- Küstenschutz
- Gesundheit und Wohlbefinden
- Wasser-Management

Quelle: eigene Darstellung, Ecologic Institute