



Bundesamt für
Naturschutz

Meeresökosystemleistungen der deutschen Nord- und Ostsee – Methodik der physischen Bilanzierung und Monetarisierung



Impressum

Herausgeber:

Bundesamt für Naturschutz (BfN)
Konstantinstr. 110
53179 Bonn
Telefon: 0228 8491-0
E-Mail: info@bfm.de
Internet: www.bfn.de

Diese Veröffentlichung ist im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) im Rahmen des Projekts „Erfassung und Bewertung von Meeresökosystemen und Ökosystemleistungen der deutschen Nord- und Ostsee“ entstanden (FKZ: 3519 53 2210).

Autor*innen:

Dr. Malte Oehlmann, adelphi research gGmbH ; TUM School of Management
Lucca Maixner, adelphi research gGmbH
Dr. Bastian Schuchardt, Bioconsult GmbH & Co. KG
Dr. Swaantje Bennecke, Bioconsult GmbH & Co. KH
Marlon Krüger, Bioconsult GmbH & Co. KG
Mike Martens, Bioconsult GmbH & Co. KG
Eduard Interwies, InterSus
Stefan Görlitz, InterSus
Professor Dr. Benjamin Burkhard, Leibniz-Universität Hannover
Tinka Kuhn, Leibniz-Universität Hannover
Ulrike Niedergesäß, imug Beratungsgesellschaft für sozial-ökologische Innovation mbH
Dr. Jürgen Meyerhoff, Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin

Fachbetreuung im BfN:

Dr. Harry Gölz, Fachgebiet I 2.3 „Ökonomie und Naturschutz“

Redaktionelle und technische Unterstützung:

Laura Hoffmann, Fachgebiet I 2.3 „Ökonomie und Naturschutz“
Britta Schmitz, I 2 „Gesellschaft, Ökonomie und internationaler Naturschutz“

Gestaltung:

Tilman Zastrow, Media Design & Web Development, adelphi research gGmbH

Bildnachweis:

Titelbild: Marten Bjork / unsplash

DOI 10.19217/brs254

Bonn, Juli 2025



Diese Broschüre wird unter den Bedingungen der Creative Commons Lizenz Namensnennung – keine Bearbeitung 4.0 International (CC BY - ND 4.0) zur Verfügung gestellt (creativecommons.org/licenses).

Diese Veröffentlichung wird aufgenommen in die Literaturdatenbank „DNL-online“ (www.dnl-online.de)



Bundesamt für
Naturschutz

Meeresökosystemleistungen der deutschen Nord- und Ostsee – Methodik der physischen Bilanzierung und Monetarisierung

Dr. Malte Oehlmann
Lucca Maixner
Dr. Bastian Schuchardt
Dr. Swaantje Bennecke
Marlon Krüger
Mike Martens
Eduard Interwies
Stefan Görlitz
Prof. Dr. Benjamin Burkhard
Tinka Kuhn
Ulrike Niedergesäß
Dr. Jürgen Meyerhoff

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	4
ZUSAMMENFASSUNG	5
SUMMARY	6
EINFÜHRUNG.....	7
1 HINTERGRUND UND RELEVANZ DES VORHABENS	9
2 2 PHYSISCHER BILANZIERUNG UND MONETARISIERUNG DER ÖSL.....	12
2.1 BIODIVERSITÄT.....	12
2.1.1 Physische Bilanzierung	12
2.1.2 Monetarisierung.....	13
2.2 ERHOLUNG.....	15
2.2.1 Physische Bilanzierung	15
2.2.2 Monetarisierung.....	17
2.3 KÜSTENSCHUTZ.....	19
2.3.1 Physische Bilanzierung	19
2.3.2 Monetarisierung.....	20
2.4 KOHLENSTOFF-FIXIERUNG	21
2.4.1 Physische Bilanzierung	21
2.4.2 Monetarisierung.....	23
3 VERWENDUNG DER PROJEKTERGEBNISSE	24
3.1 KOSTEN-NUTZEN-ANALYSE NACH ART. 13, ABS. 3 MSRL	25
3.2 INWIEFERN LASSEN SICH DIE ERGEBNISSE VON EBEMÖS FÜR DIE ANALYSE DER „KOSTEN DER VERSCHLECHTERUNG“ NACH ART. 8.1C MSRL VERWENDEN?	25
3.3 INWIEFERN LASSEN SICH DIE ERGEBNISSE VON EBEMÖS FÜR DIE EU BIODIVERSITÄTSSTRATEGIE 2020 SOWIE DAS ÖKOSYSTEM-ACCOUNTING VERWENDEN?.....	26
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	27
TABELLENVERZEICHNIS.....	28
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	29
LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS.....	30

Zusammenfassung

Übergeordnetes Ziel des Forschungsvorhabens „Erfassung und Bewertung von Meeresökosystemen und Ökosystemleistungen der deutschen Nord- und Ostsee“ war es, Ökosystemleistungen (ÖSL) der deutschen Meeresgebiete in den Bereichen der 12-Seemeilen-Zonen und im Gebiet der ausschließlichen Wirtschaftszone beispielhaft zu erfassen und diese physisch zu quantifizieren sowie monetär zu bewerten. Im Rahmen des Projekts wurden die als gesellschaftlich besonders relevant erachteten ÖSL Biodiversität, Erholung, Küstenschutz und Kohlenstoffbindung untersucht und als Grundlage für die monetäre Bewertung zunächst physisch bilanziert. In der vorliegenden Fachbrochure, die als zentrale Ergebnisdokumentation des Forschungsvorhabens dient, liegt der Schwerpunkt auf der exemplarischen Erläuterung der methodischen Vorgehensweise.

Biodiversität lässt sich sowohl als regulierende als auch als kulturelle ÖSL klassifizieren und stellt zudem die natürliche Grundlage dafür dar, dass zahlreiche weitere ÖSL erbracht werden können. Biodiversität wurde physisch über den Erhaltungszustand von Meerestieren, Meeressäugern, Fischen und Lebensräumen am Meeresboden bewertet. Der Wert der marinen Biodiversität wurde im Rahmen des Projektes anhand eines Auswahlexperimentes bestimmt, welches im Zuge einer bundesweiten Bevölkerungsbefragung durchgeführt wurde. Es wurde eine Zahlungsbereitschaft für einen verbesserten Erhaltungszustand der Arten in der Nord- und Ostsee von rund 114 Euro pro Jahr und Person ermittelt.

Die naturnahe **Erholung** an den deutschen Nord- und Ostseeküsten stellt eine kulturelle ÖSL dar, die über touristische und erhobene Daten, die im Rahmen einer Bevölkerungsbefragung gewonnen wurden, gemessen wurde. Die Präferenzen der Urlauber*innen und somit der Wert von Meeresökosystemen für die

naturnahe Erholung wurde über deren Reiseausgaben geschätzt.

Salzwiesen im Vorland von Deichen weisen eine wellenreduzierende Wirkung auf und stellen daher eine regulierende ÖSL für den **Küstenschutz** dar. Die durch das Vorkommen der Salzwiesen durchschnittlich eingesparte Deichhöhe wurde für die Nordsee auf rund 50 Zentimeter geschätzt. Der monetäre Wert dieser ÖSL wurde anhand von potenziellen Kosten geschätzt, die bei dem Ersetzen der ÖSL durch eine technische Alternative anfallen würden. Bspw. liegt für Niedersachsen der geschätzte Wert insgesamt bei 27.490.490 € bei angenommenen Kosten von 5 € pro Kubikmeter zu bewegender Erde und 82.471.470 € bei entsprechenden Kosten von 15 €.

Schlickgründe, Seegras- und Salzwiesen können in ihren Böden und Sedimenten große Mengen **Kohlenstoff** langfristig binden und erbringen somit eine wertvolle Regulierungsleistung. Die flächenmäßige Ausbreitung an Nord- und Ostsee beträgt für die Salzwiesen 31.369 ha und für die Seegraswiesen 46.000 ha. Der Wert der Klimaschutzleistung wurde anhand fixierter CO₂-Mengen und gängiger Kostensätze für CO₂ ermittelt.

Ausgewählte Teilergebnisse des Projektes tragen bereits heute sowohl zur Umsetzung der Europäischen Meeresstrategierahmenrichtlinie (MSRL) im Rahmen der Maßnahmenfolgenabschätzung und der Zustandsbewertung als auch zur Maßnahme 5 aus Ziel 2 der EU Biodiversitätsstrategie 2020 (Verbesserung der Kenntnisse über Ökosysteme und Ökosystemleistungen in der EU, nationaler MAES-Bericht) bei. Darüber hinaus könnten die Methoden sowie Ergebnisse dieses Vorhabens Anwendung im Rahmen der Ökosystemrechnungen finden.

Summary

The overarching goal of the research project “Mapping and assessment of marine ecosystems and ecosystem services of the German North and Baltic Sea” was to assess example Ecosystem Services (ES) of the German marine areas in the 12 nautical mile zones and in the Exclusive Economic Zone and to quantify these physically and value them in monetary terms. As part of the project, the societally particularly relevant ES biodiversity, recreation, coastal protection and carbon sequestration were examined and initially physically quantified as a basis for the monetary valuation. This specialist brochure, which serves as the central documentation of the research project's results, focuses on an exemplary explanation of the methodological approach.

Biodiversity can be classified as both a regulating and a cultural ES and provides the natural base for the supply of many ES. Biodiversity was physically measured through the conservation status of marine birds, marine mammals, fish and seabed habitats. The economic value of biodiversity was quantified in the project by using a choice experiment that was carried out as part of a nationwide population survey. The willingness to pay for an improved conservation status of species in the North and Baltic Seas was determined to be around 114 Euros per person per year.

Nature-based **recreation** on the German North and Baltic Sea coasts represents a cultural ES that is measured using tourism data and data collected as part of the population survey. The preferences of vacationers and thus the economic value of marine ecosystems for nature-based recreation were estimated through their travel expenditures.

Salt marshes in the foreland of dikes have a wave-reducing effect and therefore represent a regulating ES for **coastal protection**. The average dike height saved by the presence of salt marshes was estimated at around 50

centimetres for the North Sea. The monetary value of this ES was estimated based on the potential costs that would be incurred if the ES were replaced by a technical alternative. For example, the total estimated value for Lower Saxony is €27,490,490 at an assumed cost of €5 per cubic meter of earth to be moved and €82,471,470 at a corresponding cost of €15.

Muddy sediments, seagrass meadows and salt marshes can store large amounts of **carbon** in their soils and sediments over the long term and thus provide a valuable regulating service. The area spread in the North and Baltic Seas is 31,369 hectares for the salt marshes and 46,000 hectares for the seagrass meadows. The economic value of the climate protection performance was determined based on the fixed CO₂ quantities and standard cost rates for CO₂.

Selected results of the project are already contributing to the implementation of the EU Marine Strategy Framework Directive (MSFD) in the context of the impact assessment of measures and status assessment as well as to Action 5 from Target 2 of the EU Biodiversity Strategy 2020 (improving knowledge of ecosystems and their services in the EU, German MAES-Report). In addition, the methodologies and results of this project could be used in the context of ecosystem accounting.

Einführung

Ökosysteme mit ihren vielfältigen ökologischen Prozessen und Strukturen erbringen auch wichtige Leistungen für unsere Gesellschaft, sogenannte Ökosystemleistungen (ÖSL). Diese haben für uns Menschen einen direkten oder indirekten wirtschaftlichen, gesundheitlichen oder psychischen Nutzen.

Das interdisziplinäre Konzept der ÖSL zeigt die Bedeutung der vielfältigen ÖSL für das menschliche Wohlergehen auf und sorgt für deren Systematisierung. Mit dem Konzept der ÖSL wird zudem eine Brücke zur ökonomischen Bewertung von Ökosystemen sowie ihren Leistungen für den Menschen geschaffen. Ökonomisch betrachtet sind Ökosysteme und der Großteil ihrer Leistungen Kollektivgüter, die zum überwiegenden Teil sowohl frei zugänglich sind als auch nicht auf Märkten gehandelt werden. Somit wird der gesellschaftliche Wert der Ökosysteme, bis auf vor allem Versorgungsleistungen, wie bspw. Fischereiprodukte, im Bruttoinlandsprodukt nicht erfasst und dementsprechend nicht den Ökosystemen, in denen sie bereitgestellt werden, zugerechnet.

Marine Ökosysteme, die 71 % der Erdoberfläche bedecken und reich an biologischer Vielfalt sind, stellen ebenfalls eine Vielzahl an ÖSL bereit. Die Küsten sind dabei für die Menschen von besonderem Wert. Weltweit liegen die meisten Mega-Städte an Küsten und je nach Schätzung leben bis zu 60 % der Weltbevölkerung am Meer. Die ÖSL an den Küsten sind darum vielfältig wie an Land und umfassen u. a. ÖSL wie Erholung, Küstenschutz und Schadstofffilterung sowie einer kulturellen Identitätsstiftung. Die ÖSL reduzieren sich küstenfern in den nicht besiedelten Meeren und Ozeanen vor allem auf die Zurverfügungstellung von Nahrung, in deren Bereich sie auch in einem oft überschätzten Umfang Beschäftigung schaffen. Die Produktion von Sauerstoff sowie die Fixierung von Kohlenstoff stellen vor allem die Meere bereit. Biodiversität ist eine

herausragende Leistung der Küsten- und der Meeresökosysteme. Allerdings sind die Kenntnisse über die Meeresökosysteme hierzu wesentlich geringer verglichen mit terrestrischen Ökosystemen. Die Leistungsfähigkeit der Meeresökosysteme wird zunehmend durch intensive menschliche Nutzungsformen wie bspw. Fischerei, Schifffahrt, Tourismus oder Offshore-Windparks degradiert. Um die Leistungsfähigkeit der Küsten- und Meeresökosysteme durch gezielte Schutz- oder Wiederherstellungsmaßnahmen oder eine nachhaltigere Nutzung verbessern und langfristig erhalten zu können, ist es hilfreich, deren Zustand und die gesellschaftliche Bedeutung ihrer ÖSL physisch zu quantifizieren und anschließend monetär zu bewerten.

Im Rahmen der ökonomischen Betrachtung werden nicht nur die überwiegend frei zur Verfügung gestellten ÖSL, sondern auch die durch Belastungen verursachten Schädigungen der Ökosysteme ökonomisch bewertet. Durch eine physische Quantifizierung und ökonomische Bewertung von marinen Ökosystemen und ihren ÖSL kann es gelingen, die Sichtbarkeit ihres gesellschaftlichen Wertes zu erhöhen. Dies schafft die Möglichkeit, dass ÖSL stärker in öffentliche Entscheidungsprozesse integriert werden und Bewertungsverfahren von politischen Maßnahmen entsprechend angepasst werden (Inwertsetzung), um den Zustand der Meeresökosysteme langfristig zu verbessern. Vor allem bei der Beurteilung von Naturschutzmaßnahmen oder der Planung von Infrastrukturprojekten ist eine ökonomische Bewertung von Veränderungen in der Bereitstellung von ÖSL von hoher Relevanz, um die gesellschaftlichen und ökologischen Kosten und Nutzen entsprechend abzuwägen.

Einer umfangreichen terrestrischen Erforschung von ÖSL stehen deutlich weniger umfangreiche Kenntnisse zu den Küsten- und Meeresökosystemen gegenüber. Dies hat auch mit einer Reihe von Schwierigkeiten zu tun, Kennwerte für ökonomische Bewertungsstudien mariner ÖSL zu erheben. Daher war es das

Ziel des Vorhabens „Erfassung und Bewertung von Meeresökosystemen und Ökosystemleistungen der deutschen Nord- und Ostsee“ (EBeMÖS, FKZ 3519 53 2210) Wege zu erproben, wie ausgewählte marine ÖSL physisch quantifiziert und monetär bewertet werden könnten.

Im Rahmen dieser Fachbroschüre sollen die im EBeMÖS-Vorhaben angewendeten Bewertungsmethoden veranschaulicht und gewonnene Erkenntnisse beispielhaft kommuniziert werden. Aufgrund des interdisziplinären Charakters sowie der Vielfalt der angewendeten Methodiken ist die Fachbroschüre nicht nur für Naturschutz- und Planungsbehörden, sondern auch für die Wissenschaft sowie die Fachöffentlichkeit gleichermaßen wertvoll.

1 Hintergrund und Relevanz des Vorhabens

Komplexe ökologische Prozesse und Strukturen ermöglichen die Bereitstellung von Ökosystemleistungen (ÖSL), welche die Lebensgrundlagen der Menschen sichern. Außerdem tragen sie zur wirtschaftlichen Entwicklung bei. Aus ökonomischer Sicht können Ökosysteme auch als Kapitalvermögen (Bestände) und dessen ÖSL als Dividende (Ströme) bezeichnet werden.

ÖSL können nach der Gemeinsamen Internationalen Klassifizierung von Ökosystemleistungen der Europäischen Umweltagentur (CICES¹) in die folgenden Kategorien eingeteilt werden: Versorgungsleistungen, Regulierungs- und Erhaltungsleistungen sowie kulturelle Leistungen. Der Gesamtwert von Ökosystemen und ihren ÖSL kann nach dem Konzept des Ökonomischen Gesamtwerts (engl. Total Economic Value, TEV) unter Betrachtung des Nutzwertes und Nicht-Nutzwertes analysiert werden. Der Nutzwert setzt sich aus direktem und indirektem Nutzwert und der Nicht-Nutzwert aus Existenzwert und Vermächtniswert zusammen.

Die Ökosysteme der Küsten und Meere stellen eine Vielzahl von ÖSL aller CICES Kategorien für

die Gesellschaft zur Verfügung – bspw. die küstennahe Erholung durch einen Spaziergang im Wattenmeer oder die Kohlenstoffbindung durch Seegras- oder Salzwiesen. Der Zustand der marinen Ökosysteme ist jedoch nicht gut (Abbildung 1), was die Bereitstellung der ÖSL ebenfalls beeinflusst. Die Betrachtung der biologischen Vielfalt der Küsten und Meere zeigt, dass keine der relevanten Ökosystemkomponenten (u. a. Meeressäuger, Seevögel und benthische Habitate) den in der Meeresschutzrahmenrichtlinie (MSRL) definierten „guten Umweltzustand“ (engl. good environmental status/GES) erreichen (BMUV 2024a, b).

Erklären lässt sich dieser Zustand insbesondere durch die Vielzahl menschlicher Aktivitäten, die die Meere stark belasten. Ebenso wie bei den meisten Binnengewässern überlagern sich in ihnen verschiedene Nutzungsinteressen und Schutzzielsetzungen (Kuhn et al. 2023).

Durch intensive Nutzungsformen, hierzu gehören u. a. Fischerei, Schifffahrt und Offshore-Windparks – wie in Abbildung 2 dargestellt – sind diese Meeresgewässer einer Reihe von Belastungen ausgesetzt, die sich z. B. durch den erhöhten Eintrag von Nährstoffen und Müll, die Belastung mit giftigen Substanzen oder die



Abb. 1: Zustand und Entwicklung der deutschen Ostseegewässer (Quelle: BMUV 2024b, redakt. geändert).

¹ <https://cices.eu>

Beschädigung des Meeresbodens ergeben und weiterhin Schutzanstrengungen erfordern (BMU 2018a, b). Ebenso bedeutend für den Zustand der Ökosysteme, wie die unmittelbaren Auswirkungen der menschlichen Nutzungen, sind die Auswirkungen des fortschreitenden Klimawandels. Dieser verändert z. B. schon jetzt die Wassertemperatur, welche die Ökosysteme zusätzlich belastet. Nehmen die Belastungen nicht ab, könnte es zur Degradation oder zum Verlust einzelner Komponenten oder gesamter Ökosysteme kommen.

Die räumlichen und zeitlichen Veränderungen dieser Ökosysteme durch anthropogene Nutzungen machen, in Anbetracht der fundamentalen Bedeutung dieser Ökosysteme, die kontinuierliche Überprüfung von deren Zustand und das Ergreifen von Maßnahmen zur etwaigen Verbesserung dieses Zustandes unabdingbar. Zwar existieren Strukturen, die die Wahrung eines guten Zustandes dieser Ökosysteme sicherstellen sollen, diese bedürfen aber regelmäßiger Weiterentwicklung und gegebenenfalls einer Anpassung.

In diesem Spannungsfeld ist im Juli 2008 die MSRL in Kraft getreten. Das vorgesehene Ziel

der MSRL ist es, in den Mitgliedsstaaten spätestens bis zum Jahr 2020 einen GES der Meeresgewässer zu erreichen.

In Deutschland wurde vor diesem Hintergrund im Jahr 2012 die Anfangsbewertung des Zustands der Meeresgewässer, d. h. der deutschen Gebiete von Nord- und Ostsee, vorgenommen, der GES beschrieben und Umweltziele zur Erreichung des GES festgelegt (BMU 2012a, b). Die Zustandsbewertung wurde in den Jahren 2018 und 2024 aktualisiert, wobei die relevanten Belastungen sowie der Zustand in Bezug auf Artenvielfalt, Lebensräume und Ökosysteme untersucht wurden. Darüber hinaus beinhalten die Berichte Informationen zu den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Nutzungen der Gewässer.

Ziel des Forschungsvorhabens „Erfassung und Bewertung von Meeresökosystemen und Ökosystemleistungen der deutschen Nord- und Ostsee“ (EBeMÖS) war es, gesellschaftlich relevante ÖSL der deutschen Meeresgebiete in den Bereichen der 12-Seemeilen-Zonen und im Gebiet der ausschließlichen Wirtschaftszone (Abbildung 3) auf der Grundlage vorliegender Beschreibungen der relevanten Ökosystem-

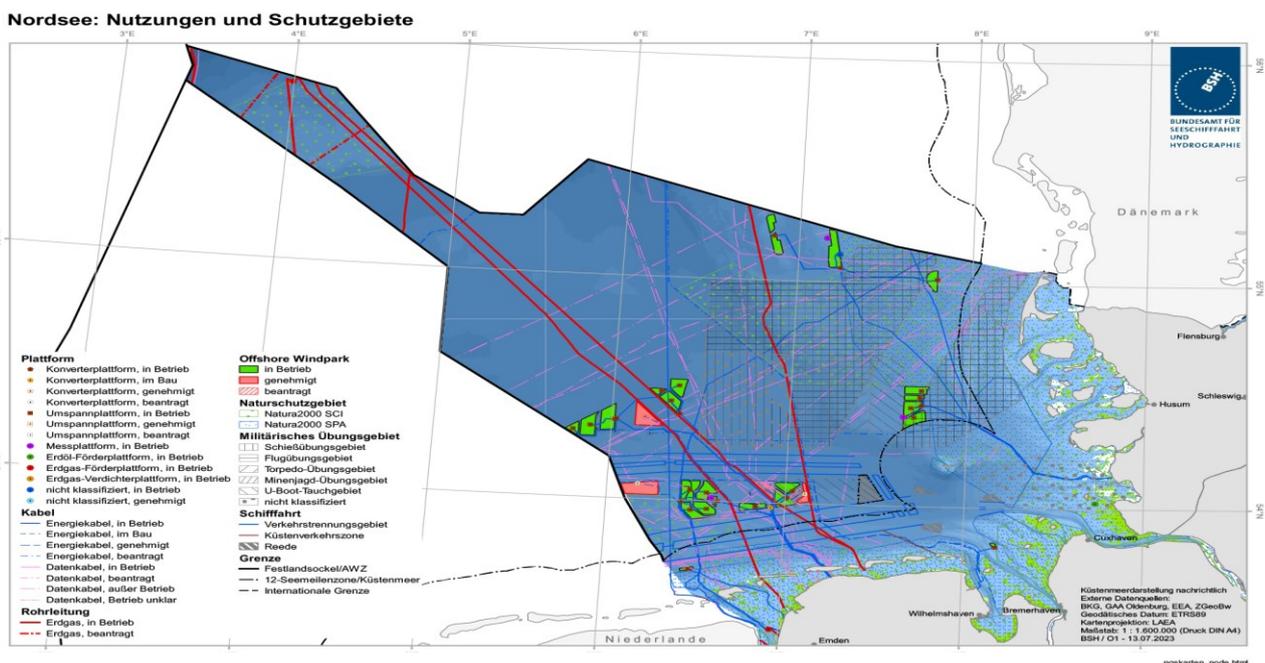


Abb. 2: Karte der Nutzungen und Schutzgebiete der Nordsee (Quelle: BSH 2023).

Hintergrund und Relevanz des Vorhabens

komponenten zu erfassen und monetär zu bewerten. Folgende ÖSL wurden betrachtet: 1) Biodiversität; 2) Erholung; 3) Küstenschutz; 4) Kohlenstoff-Fixierung.

Durch die Erfassung und Bewertung von marinen ÖSL soll ein stärkeres Bewusstsein für deren Multifunktionalität und ihren gesellschaftlichen Wert geschaffen werden. Dies soll dafür sorgen, dass ÖSL stärker in private und öffentliche Entscheidungsprozesse integriert werden können (Inwertsetzung), um den Zustand der Meeresökosysteme langfristig zu verbessern. Bisherige Forschungen quantifizieren den Nutzen zur Erreichung des GES wie er in der MSRL gefordert ist. Diese Arbeiten erlauben es

jedoch nicht, die verschiedenen ökonomischen Werte einzelner ÖSL räumlich-differenziert zuzuordnen.

Die Projektergebnisse des beschriebenen Forschungsvorhabens tragen sowohl zur Umsetzung der MSRL im Rahmen der Maßnahmenfolgenabschätzung und der Zustandsbewertung als auch zur Maßnahme 5 aus Ziel 2 der EU Biodiversitätsstrategie 2020 (Verbesserung der Kenntnisse über Ökosysteme und deren Leistungen in der EU) bei. Darüber hinaus können die Methodiken sowie Ergebnisse dieses Vorhabens das Ökosystem-Accounting sowie die marine Raumplanung unterstützen.

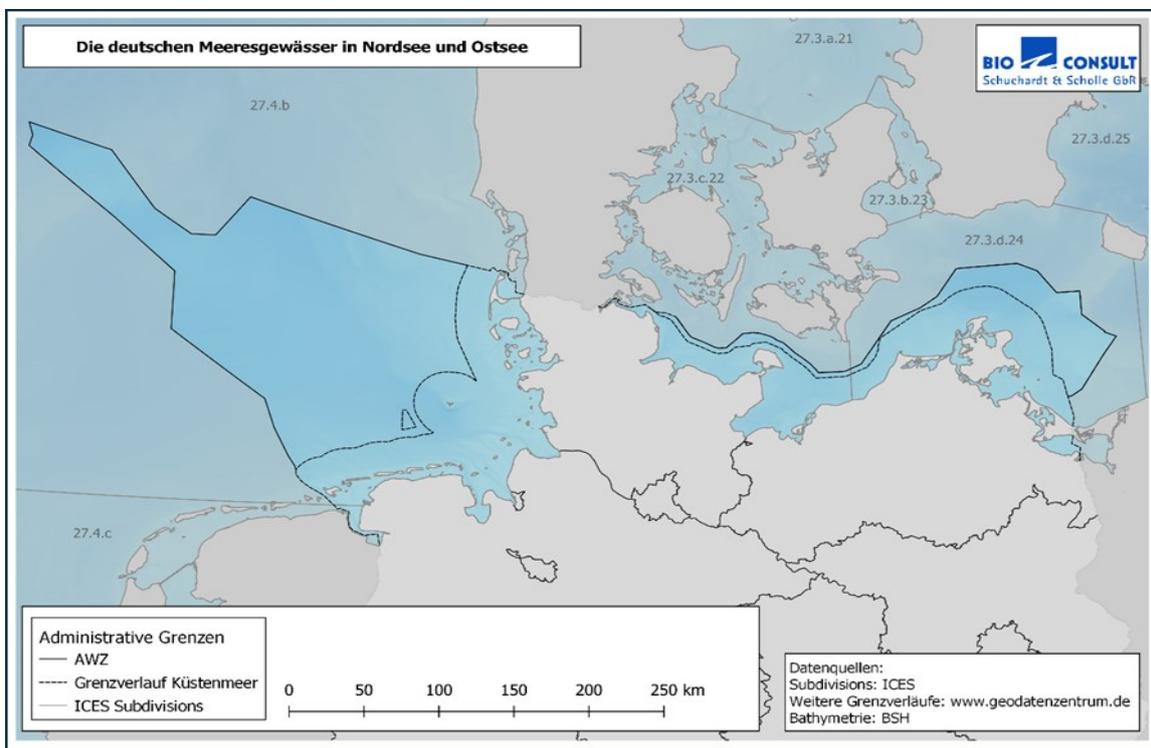


Abb. 3: Übersicht der deutschen Meeresgewässer in Nord- und Ostsee (Quelle: eigene Darstellung) Die deutschen Meeresgebiete liegen anteilig in den ICES-Unterregionen 27.4.b (Nordsee) bzw. 27.3.c.22 und 27.3.d.24 (Ostsee).

2 Physische Bilanzierung und Monetarisierung der ÖSL

2.1 Biodiversität

2.1.1 Physische Bilanzierung

Biodiversität kann nach der ÖSL-Klassifikation nach CICES sowohl als Regulierungs- und Erhaltungsleistung als auch als kulturelle ÖSL betrachtet werden.

Aus der Perspektive einer Regulierungs- und Erhaltungsleistung gewährleistet Biodiversität Prozesse, die mit dem Funktionieren des Ökosystems verbunden sind. Dies beinhaltet u. a. die Erhaltung von Populationen und Habitaten sowie den Schutz des Genpools. Die Regulierungs- und Erhaltungsleistung der Biodiversität stellt somit alle anderen ÖSL sicher. WORM et al. (2006) stellten fest, dass mit sinkender Biodiversität Ressourcen schneller zusammenbrechen und die Stabilität sowie das Erholungspotential von Meeresökosystemen abnimmt.

Im Rahmen dieses Vorhabens wurde der Existenzwert der Biodiversität bzw. der Wert der Ökosysteme als Vermächtnis an zukünftige Generationen als kulturelle ÖSL betrachtet. Dieser deckt die spirituelle und symbolische Bedeutung von Lebewesen, Lebensräumen und Landschaften für den Menschen ab. Dahinter steht die Annahme, dass Menschen eine Ressource (in diesem Fall die Biodiversität) allein aufgrund

ihrer Existenz wertschätzen. Der Vermächtniswert beschreibt die Annahme, dass eine Ressource zukünftigen Generationen vermacht sowie von diesen genutzt und geschätzt werden kann (Börger et al. 2020).

Der Zustand der Biodiversität wurde mit Hilfe des MSRL-Zustandsberichts (BMU 2018a, b) bewertet, für bestimmte Arten wurden die Bewertungen gemäß Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) hinzugezogen. Auch die Bewertung des ökologischen Zustands nach der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wurde berücksichtigt (Abbildung 4). Deren Ziele und Bewertungen fließen auch in die Berichte gemäß MSRL ein. Der gute Umweltzustand wurde für keine der betrachteten Ökosystemkomponenten erreicht. Dies umfasst Meeressäuger, See- und Küstenvögel, Fische sowie benthische und pelagische Habitate (Abbildung 5). Aus den Zustandsberichten geht außerdem hervor, dass die Biodiversität vor allem durch menschliche Aktivitäten stark beeinträchtigt wird. So sind Fische z. B. durch Fischerei, Habitatveränderung, Eutrophierung und Klimawandel maßgeblich belastet. Außerdem fehlen Meeressäugern, Seevögeln und Meerestischen ausreichende Rückzugs- und Ruheräume. Der Meeresboden, welcher Lebensraum für zahlreiche Arten bietet, wird durch Grundschleppnetzerei und Schadstoffkontamination beschädigt. Letzteres belastet ebenfalls die

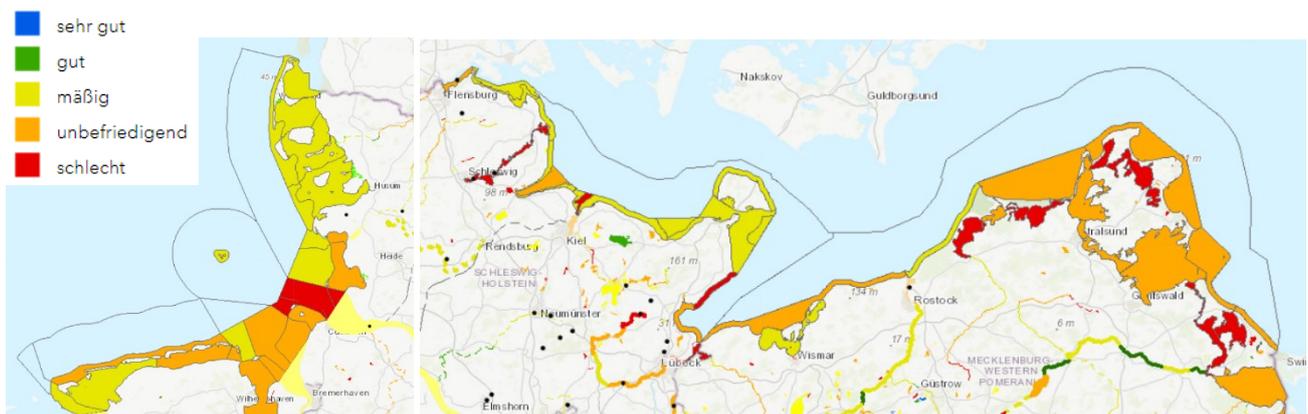


Abb. 4: WRRL-Bewertung 2015 für den ökologischen Zustand der Wasserkörper an der Nord- und Ostsee (Quelle: <https://geoportal.bafg.de/wfdmaps2017>).

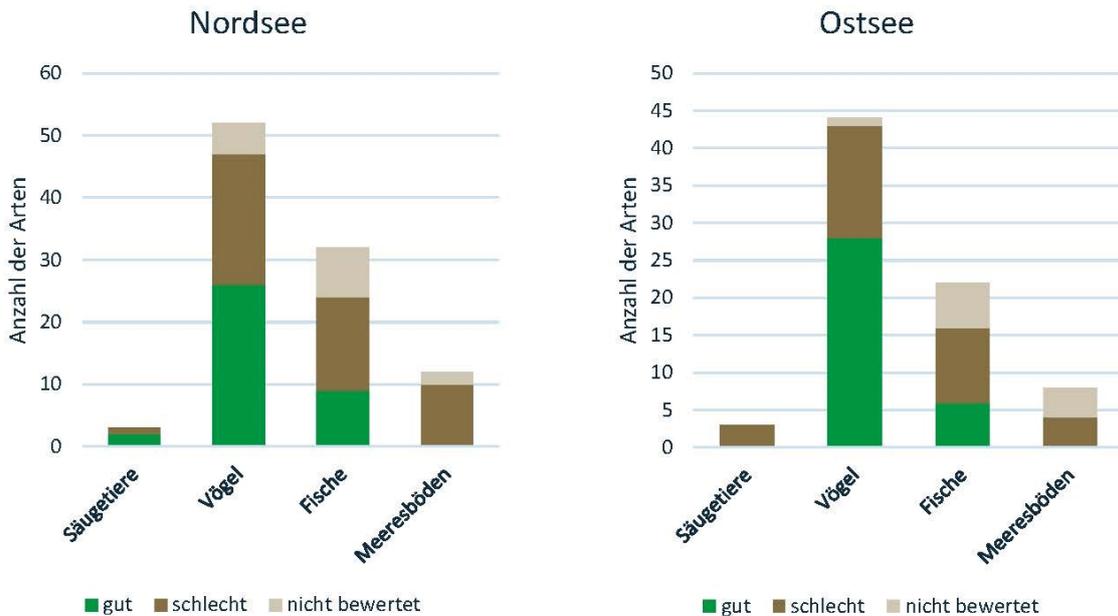


Abb. 5: Zustandsbewertung der Nordsee (links) und Ostsee (rechts) nach MSRL-Bericht 2018 (Quelle: BMU 2018a, b).

pelagischen Bereiche, d. h. die Lebensräume in der Wassersäule.

Die Analyse der Status quo-Situation der Nord- und Ostsee zeigt deutlich die Defizite gegenüber einer natürlichen Ausprägung der Artvorkommen, die durch das menschliche Handeln der Vergangenheit und Gegenwart entstanden ist.

Für die anschließende Monetarisierung wurde zudem ein positives Zukunftsszenario betrachtet, in dem die im Rahmen der MSRL ergriffenen Maßnahmen zur Erreichung des GES der einzelnen Ökosystemkomponenten führen.

2.1.2 Monetarisierung

Im November 2021 wurde, unter anderem auch für die ökonomische Bewertung des Existenzwertes der Biodiversität als kulturelle ÖSL,

eine bundesweite Online-Bevölkerungsumfrage durchgeführt¹. Die insgesamt 2.000 Teilnehmer*innen wurden über die imug Beratungsgesellschaft aus dem Norstatpanel rekrutiert. Um die Repräsentativität der Befragung zu gewährleisten, startete die Befragung mit der Abfrage von soziodemographischen Charakteristika (Teil I). Teil II begann mit der Darstellung einer Karte, auf welcher diejenigen Meeresgebiete hervorgehoben wurden, welche den Untersuchungsgegenstand der Befragung bildeten. Im direkten Anschluss wurden die Teilnehmer*innen nach ihrem letzten Freizeitaufenthalt an der Nord- und bzw. oder Ostsee gefragt. Unter der Voraussetzung, dass die / der Befragte schon einmal an den deutschen Meeren war, wurde zusätzlich nach den

¹ Jobstvogt et al. (2014) verwenden ebenfalls ein Auswahlexperiment, um die Zahlungsbereitschaft für zwei Wertkomponenten der Biodiversität der Tiefsee, den Existenzwert von Tiefseearten und den Optionswert von

Tiefseeorganismen als Quelle für zukünftige Medizinprodukte zu schätzen.

Aktivitäten gefragt, die während des letzten Aufenthaltes unternommen wurden.

		Zustand 1	Zustand 2
Anzahl Arten Meeresvögel in gutem Erhaltungszustand		54 von 96	54 von 96
Anzahl Arten Meeressäuger in gutem Erhaltungszustand		2 von 6	2 von 6
Anzahl Arten Fische in gutem Erhaltungszustand		15 von 54	54 von 54
Anzahl Lebensräume am Meeresboden in gutem Erhaltungszustand		0 von 20	20 von 20
Abgabe für Ihren Haushalt pro Jahr		0 Euro	370 Euro

Abb. 6: Beispiel aus dem Choice Experiment für ein Auswahlset Nord- und Ostsee (Quelle: Eigene Darstellung).

Teil III der Befragung bildete die Bewertung der Biodiversität – für die Befragten wurde der Ausdruck „biologische Vielfalt“ benutzt. Die Befragten wurden zufällig genau einem der folgenden Bewertungsgegenstände zugeordnet: Nordsee, Ostsee oder Nord- und Ostsee. Verwendet wurde ein Choice Experiment (CE), welches spezifisch für die einzelnen Bewertungsgegenstände ausgestaltet wurde. Die marine Biodiversität wurde in Anlehnung an den MSRL Zustandsbericht durch vier Attribute operationalisiert: Anzahl Arten Meeresvögel (Vögel), Anzahl Arten Meeressäuger (Säuger), Anzahl Arten Fische (Fische) sowie Anzahl Arten Lebensräume am Meeresboden (Lebensräume).

Im Anschluss wurden die Befragten mit den Attributen des CE vertraut gemacht. Hierbei wurden die Attribute inklusive deren grafischer Illustration, Beispielen sowie deren Ist- und guter Erhaltungszustand eingeführt und Beispielmaßnahmen zur Erreichung des guten Erhaltungszustands genannt. Darüber hinaus wurde darüber informiert, dass für die Finanzierung

der Maßnahmen neben Unternehmen auch private Haushalte herangezogen werden sollen. Hierzu solle eine Abgabe eingeführt werden, die von jedem Haushalt in Deutschland jährlich im Zeitraum von 2022 bis 2030 gezahlt werden müsse.

Anschließend wurden den Befragten zwölf Auswahlsets gezeigt. Diese zwölf Auswahlsets wurden zufällig aus einem Pool von insgesamt 48 Sets ohne Zurücklegen gezogen. Die Reihenfolge der Präsentation der Sets wurde für jeden Befragten ebenfalls randomisiert.

Für die Auswahlsets wurde ein Design mit zwei Alternativen gewählt (Beispiel Abbildung 6). Auf jeder Alternative wurde angegeben, wie viele Arten und Lebensräume im Jahr 2030 in einem guten Erhaltungszustand sein können:

- Zustand 1: Gleiche Anzahl von Arten und Lebensräumen im guten Erhaltungszustand wie heute, Auswahl hat keine Zahlung zur Folge.
- Zustand 2: Mehr Arten und Lebensräume als heute im guten Erhaltungszustand. Eine jährliche Abgabe ist von Ihrem Haushalt ab dem Jahr 2022 bis zum Jahr 2030 zu zahlen.

Tabelle 4 zeigt die marginalen Zahlungsbereitschaften für jede Art, die den guten Erhaltungszustand erreicht. Alle Angaben beziehen sich auf Euro pro Jahr und Haushalt und den Zeitraum 2022 bis 2030. Für jede zusätzliche Meerestierart, die den guten Erhaltungszustand erreicht, wären die Befragten im Durchschnitt 60 Cent (Nordsee) 1,71 Euro (Ostsee) und 53 Cent (Nord- und Ostsee) bereit zu zahlen. Für die Meeressäuger betragen die entsprechenden Werte 9,30, 8,34 und 4,53 Euro. Für jede zusätzliche Fischart ergibt sich eine Zahlungsbereitschaft von 1,17 Euro (Nordsee), 2,38 Euro (Ostsee) und 1,02 Euro (Nord- und Ostsee). Für jeden Lebensraum am Meeresboden, welcher den guten Erhaltungszustand erreicht, sind es 3,26 Euro (Nordsee) 4,60 Euro (Ostsee) sowie 1,69 Euro (Nord- und Ostsee).

Tab. 1: Marginale Zahlungsbereitschaften je Art und Lebensraum in Euro pro Person und Jahr für den Zeitraum 2022 bis 2030 (Quelle: Eigene Berechnungen).

Attribut	MZB Nordsee	MZB Ostsee	MZB Nord- und Ostsee
Vögel	0,60	1,71	0,53
Säuger	9,30	8,24	4,53
Fische	1,17	2,38	1,02
Lebensräume	3,26	4,60	1,69

Für die vollständige Erreichung des guten Erhaltungszustandes wurden die marginalen Zahlungsbereitschaften mit der Anzahl der Arten, die den guten Erhaltungszustand noch nicht erreicht haben, multipliziert. In der Nordsee bspw. sind heute 9 von 32 Fischarten in einem guten Erhaltungszustand. 1,17 Euro mussten also mit 23 multipliziert werden. Durch die Summenbildung der vier Attribute berechnet sich die gesamte Zahlungsbereitschaft für die Nordsee auf durchschnittlich rund 92 Euro jährlich. Für die Ostsee sind es 127 Euro. Die Berechnungen auf Basis des Treatments Nord- und Ostsee führen zu einer Zahlungsbereitschaft von rund 114 Euro pro Jahr und Person.

2.2 Erholung

2.2.1 Physische Bilanzierung

Naturnahe Küstenräume leisten einen wesentlichen Beitrag für Erholung und menschliche Gesundheit bzw. Wohlergehen. Nach CICES (Haines-Young & Potschin 2018) wird die Erholung als kulturelle ÖSL kategorisiert. Dies umfasst die Nutzung der Umwelt für Sport und Erholung ebenso wie das Beobachten und Interagieren mit Pflanzen und Tieren in ihrer natürlichen Umgebung. Die physische und kognitive Erfahrung von Lebewesen, Lebensräumen und

Landschaften führt zur Stressreduktion und hat daher einen erholenden Effekt. Die physische Bilanzierung der ÖSL Erholung wurde auf der Grundlage vorliegender Statistiken zum Tourismus durchgeführt, da er für die Regionen von zentraler wirtschaftlicher Bedeutung ist. Hauptsächlich wurden aus den Statistiken die Ankünfte und Übernachtungen in Beherbergungsbetrieben erfasst. Amtlich erhoben werden Übernachtungszahlen in Beherbergungsbetrieben, die über mindestens 10 Schlafgelegenheiten bzw. über mindestens 10 Stellplätze verfügen. Übernachtungszahlen für Beherbergungsbetriebe ab 10 Betten / Stellplätzen werden von Statistischen Landesämtern veröffentlicht und zur Verfügung gestellt. Sie liegen daher getrennt nach Reisegebieten für die verschiedenen Bundesländer vor.

Neben den amtlich erhobenen Übernachtungszahlen sind im Übernachtungstourismus u. a. Beherbergungen in kleineren Betrieben, Campingplätze sowie Übernachtungen bei Freunden oder Verwandten von Bedeutung. Auch der Tagestourismus ist vielerorts von Relevanz. Die amtlichen Übernachtungszahlen können zwar als Proxy für die Intensität des Tourismus in den verschiedenen Küstenregionen betrachtet werden, bilden diesen jedoch nicht vollständig ab.

Aus vorliegenden Studien (u. a. Grimm & Koch 2014; NTS 2019; Bertram et al. 2020) lässt sich grob abschätzen, dass das Meer bei etwa 70 % der Übernachtungsreisen im deutschen Küstenraum eine vordergründige Rolle spielt. Zudem sind ein guter Umweltzustand und eine entsprechende Badewasserqualität für Reisen an die Küste von Bedeutung.

Für das Jahr 2019 wurden an der Nordsee insgesamt 5,1 Mio. Ankünfte und 26,8 Mio. Übernachtungen in den amtlichen Statistiken erfasst. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Aufenthaltsdauer von 5,2 Tagen. An der Ostsee lagen die Zahlen deutlich höher. Hier wurden

für das Jahr 2019 insgesamt 10,9 Mio. Ankünfte und 45,1 Mio. Übernachtungen in den amtlichen Statistiken erfasst (Tabelle 5). Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Aufenthaltsdauer von 4,1 Tagen, die somit unter der Verweildauer an der Nordsee liegt.

Die Bedeutung von Tagesreisen ist je nach Reiserregion unterschiedlich, wobei Tagesreisen insbesondere an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste mit 44 % einen sehr zentralen Anteil am touristischen Gesamtumsatz hatten (DWIF 2016). Der Bezug zum Ökosystem Meer erscheint hier jedoch weniger deutlich als bei Übernachtungsreisen. Ein klarer Zusammenhang zwischen touristischen Aktivitäten und der ÖSL Erholung lässt sich bei naturnahen

Aktivitäten wie Wattwanderungen oder vogelkundlichen Exkursionen zeigen. Diese sind besonders bedeutsam bei Reisen in den Nationalpark Wattenmeer, während vergleichbare Aktivitäten in anderen Küstenregionen weniger präsent sind. Um mögliche zukünftige Veränderungen abschätzen zu können, wurde ein Positiv-Szenario für den Küstentourismus und die ÖSL Erholung um das Jahr 2050 auf der Grundlage vorliegender Studien (u. a. Matzarakis & Tinz 2008) beschrieben. Klimawandelbedingt ist in diesem Szenario mit steigender Beliebtheit der deutschen Küsten als Urlaubsziel zu rechnen, was insbesondere durch wärmere Temperaturen und eine verlängerte Badesaison hervorgerufen wird. Dieses schlägt sich auch in höheren Übernachtungszahlen nieder.

Tab. 2: Ankünfte und Übernachtungen in Beherbergungsbetrieben ab 10 Betten / Stellplätzen für das Jahr 2019 von den Statistischen Landesämtern der Küstenbundesländer (Quelle: Landesamt für Statistik Niedersachsen 2020; Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein 2020; Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern 2020).

Reisegebiete	Nordsee		Ostsee	
	Ankünfte	Übernachtungen	Ankünfte	Übernachtungen
Schleswig-Holstein				
Küstenreisegebiete gesamt	2.217.767	12.526.008	4.419.609	17.195.921
Niedersachsen				
Nordseeküste	1.978.152	8.503.797		
Ostfriesische Inseln	913.863	5.764.671		
Küstenreisegebiete gesamt	2.892.015	14.268.468		
Mecklenburg-Vorpommern				
Rügen/Hiddensee			1.485.659	7.153.946
Vorpommern			2.478.564	11.224.719
Mecklenburgische Ostseeküste			2.484.929	9.501.524
Küstenreisegebiete gesamt			6.449.152	27.880.189
Gesamt	5.109.782	26.794.476	10.868.761	45.076.110

2.2.2 Monetarisierung

Anders als bei den ökonomischen Betrachtungen der anderen ÖSL kann mit Blick auf die Erholung nicht auf die Analysen aus der physischen Bilanzierung zurückgegriffen werden. Grund hierfür ist, dass dort zwar die Übernachtungszahlen, jedoch nicht die zurückgelegte Distanz erhoben wurde. Diese ist die zentrale Eingangsgröße zur Ermittlung des ökonomischen Nutzens mit Hilfe der Reisekostenmethode (s. z. B. Hanley & Barbier 2009; für ein aktuelles Beispiel Börger et al. 2020). Die Daten zur Bewertung der ÖSL Erholung wurden deshalb wie die Biodiversität ebenfalls im Rahmen der bundesweiten Bevölkerungsumfrage im November 2021 erhoben.

Neben der Abfrage der persönlichen Verbundenheit zu Nord- und Ostsee sowie weiterer Einstellungsmerkmale (Tabelle 6) wurden in Teil IV der Umfrage Rückfragen zum am häufigsten besuchten Ort an der Nord- und/oder Ostsee gestellt. Diese Fragen sahen nur diejenigen, die zu Beginn der Befragung angegeben hatten, dass sie sich in ihrer Freizeit im Jahr 2021 an der Nord- und bzw. der Ostsee aufgehalten haben.

Entsprechend wurden diese Teilnehmer*innen der Umfrage gebeten, den zuletzt besuchten Ort an der Küste anzugeben. Hierfür wurde eine in die Umfragesoftware integrierte Landkarte verwendet. Die daraus gewonnenen Angaben wurden genutzt, um die Distanzen zwischen den besuchten Orten und dem Postleitzahlbezirk, in dem die jeweilige Person wohnt, zu bestimmen. Berechnet wurde auf Grundlage dieser Informationen die Luftlinie als eine Näherung für die Distanz zwischen besuchtem Ort und Wohnort. Diese Distanz kann als ein Indikator für die Wertschätzung eines Besuches an der Küste angesehen werden, da die jeweilige Person mindestens diese Distanz zurücklegen, und damit die entsprechenden Aufwendungen, z. B. Kosten für Treibstoff, auf sich nehmen muss. Weiterhin wurden die Teilnehmer*innen gebeten, die Anzahl der Besuche im Jahr 2021

an dem auf der Landkarte markierten Ort anzugeben.

Tab. 3: Aktivitäten letzter Besuch Nord- oder Ostsee (Quelle: Eigene Berechnungen).

Aktivität	Nord-	Ostsee	Total
Spaziergehen / Wandern	1180	1099	2279
Am Strand liegen / Sonnenbaden	757	805	1562
Schwimmen / Baden	540	650	1190
Fahrradfahren	457	462	919
Treffen / Events / Picknick	278	318	596
Vögel beobachten	281	232	513
Strandsport (Volleyball etc.)	104	121	225
Wassersport (Segeln, Paddeln etc.)	96	117	213
Angeln	57	71	128
Tauchen	39	45	84

Aufbauend auf diesen Informationen wurde als Regressionsmodell ein Count-Data Modell geschätzt. Der Grund hierfür ist, dass es sich bei der Anzahl der Besuche immer um ganzzahlige Ereignisse handelt.

Im Rahmen der Count-Data Modelle wurde die Anzahl der Aufenthalte an dem am häufigsten besuchten Ort an der Nord- und/oder Ostsee durch die Kosten für Hin- und Rückfahrt (mit einem Kostensatz von 0,30 Euro pro Kilometer monetarisiert) erklärt. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Personen der Stichprobe insgesamt 607 verschiedene Destinationen an der Nord- oder Ostsee auf den Landkarten markiert haben. Davon lagen 313 an der Nordsee und 294 an der Ostsee. Die errechnete Distanz zur Nordsee liegt bei durchschnittlich 263 Kilometern und die für die Ostsee bei 280 Kilometern.

Somit war die zurückgelegte Entfernung für einen Besuch der Ostsee um rund 17 Kilometer länger.

Die Ergebnisse der Count Data-Modelle zeigen (Tabelle 7), dass der Zusammenhang zwischen der Anzahl der Aufenthalte und der zurückzulegenden Distanz bzw. den damit verbundenen Kosten, wie erwartet, negativ ist, und zudem statistisch hoch signifikant ist. Je weiter eine Person von einer der Küsten entfernt wohnt, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit einer geringeren Anzahl an Besuchen. Aus der Umrechnung der Koeffizienten der Kosten ergibt sich im Fall der Nordsee ein Wohlfahrtsmaß in Höhe von rund 88 Euro und für die Ostsee in Höhe von 95 Euro. Dies ist der durchschnittliche Betrag, den ein Besuch einer Besucherin wert ist, d. h., die Person müsste in dieser Höhe

kompensiert werden, um nicht auf ein niedrigeres Nutzenniveau zu fallen, wenn sie auf den Besuch an Nord- oder Ostsee verzichten müsste. Der leichte Unterschied in den beiden Werten ist auf die im Durchschnitt etwas größere zurückgelegte Distanz bei Besuchen an der Ostsee zurückzuführen.

Da die Länge der Aufenthalte nicht in die Berechnungen einfluss, ist dieses Ergebnis tendenziell eine konservative Schätzung. Ein Grund hierfür ist, dass nur die Kosten für die Zurücklegung der Distanz mit dem Auto angesetzt wurden. Die Personen, die an Nord- und Ostsee waren, haben jedoch mit großer Wahrscheinlichkeit weitere Ausgaben während ihres Besuches getätigt. Weiterhin wurde nicht berücksichtigt, ob es sich um einen Tagesausflug oder um einen mehrtägigen Aufenthalt handelt.

Tab. 4: Regressionsergebnis Besuche Nord- oder Ostsee (Quelle: Eigene Berechnungen; Anmerkungen: T-Werte in Klammern, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$).

	Nordsee		Ostsee	
Anzahl Besuche	(Abhängige Variable)			
Kosten Distanz	-0.011***	(13.24)	-0.010***	(13.89)
_cons	-17.106	(0.08)	-14.576	(0.04)
Lnalpha	21.424		19.247	
Beobachtungen	313		294	
Wohlfahrt pro Besuch (Mittelwert / 95%-Intervall)	87,8 Euro (74,8 – 100,8)		94,8 Euro (81,4 – 108,2)	

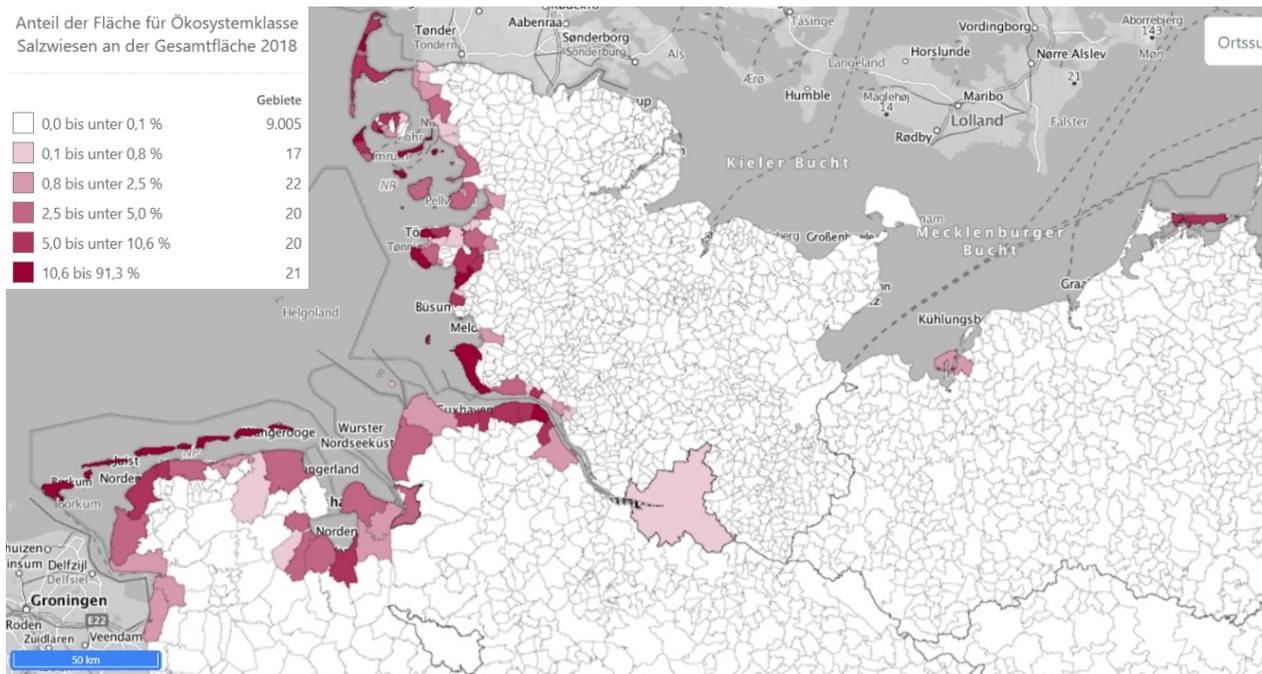


Abb. 7: Anteil der Fläche für Salzweiden an der Gesamtfläche der Gemeinden 2018 im Ökosystematlas (Quelle: Statistisches Bundesamt 2023).

2.3 Küstenschutz

2.3.1 Physische Bilanzierung

In großen Teilen der Nordsee- Küstenregion wird der Küstenschutz von der Bevölkerung als eine zwingende Voraussetzung für die Nutzung des Hinterlandes als Siedlungs-, Wirtschafts- und Kulturraum angesehen. Umgesetzt wird dies durch umfassende Küstenschutzmaßnahmen. Die Wirksamkeit der Deiche ist auch von der Höhe, Breite und Vegetation des Vorlandes abhängig, welche die energetische Belastung des Hauptdeiches und die Höhe des Wellenaufbaus beeinflusst.

Da die Salzweidenvegetation des Vorlandes die Höhe und Breite des Vorlandes fördert und damit direkt und indirekt die erforderliche Deichhöhe beeinflusst, wird ihr Beitrag zur Deichsicherheit nach CICES als regulierende ÖSL Küstenschutz definiert. Existiert ein breiteres und höheres Vorland, kann die Deichhöhe meist etwas geringer bemessen werden.

Im deutschen Nordseeraum beträgt die Fläche der Salzweiden ca. 26.743 ha und diese sind im Wattenmeer entlang der Küste und hinter den

Inseln weit verbreitet. Im deutschen Ostseeraum beträgt die Flächenausdehnung 4.626 ha. Hier kommt der Lebensraum Salzweide wesentlich kleinflächiger und in Abhängigkeit von einer Beweidung vor. Nur ein Teil liegt vor bedachten Küstenabschnitten. Daher ist diese ÖSL für die deutsche Ostseeküste insgesamt vernachlässigbar (Abbildung 7).

Die ÖSL wurde ausschließlich für die deutsche Nordseeküste auf der Grundlage vorliegender Daten zu den Bemessungshöhen der Deiche und im GIS generierter Vorlandbreiten abgeschätzt. Dabei wurde für alle Vorlandsalzweiden mit einer Breite von mehr als 40 m eine Wellenreduktion von 20 % veranschlagt. Die Quantifizierung der ÖSL für alle Deichabschnitte mit einer Vorlandsalzweidenbreite von mehr als 40 m erfolgte dann anhand einer zentralen Messgröße: Die durch die wellenaufbau-reduzierende Wirkung von Vorlandsalzweiden „eingesparte“ Deichhöhe der Landesschutzdeiche der deutschen Küste.

In Folge der wellenaufbau-reduzierenden Wirkung von Vorland-Salzweiden können durch sie beeinflusste Landesschutzdeiche entlang der

deutschen Nordseeküste auf 156,583 km im Durchschnitt mindestens 46,3 cm (Niedersachsen) und auf 152,757 km im Durchschnitt mindestens 52,5 cm (Schleswig-Holstein) niedriger bemessen werden, als ohne das Zuwirken der ÖSL Küstenschutz notwendig wäre. Die Ergebnisse sind dabei jeweils als Mindestreduktion zu verstehen.

In einem negativen Zukunftsszenario wurde der Verlust der ÖSL im Jahr 2100 unter Annahme eines um 110 cm gestiegenen Meeresspiegels dargestellt. In Folge des gesteigerten Wellenaufbaus auf die Hauptdeichlinie der deutschen Nordsee, sowie des angestiegenen Meeresspiegels würden auf 156,583 km im Durchschnitt mindestens 106,2 cm (Niedersachsen) und auf 152,757 km im Durchschnitt mindestens 112,5 cm (Schleswig-Holstein) Deicherhöhungen erforderlich sein, um den Schutz des Hinterlandes gewährleisten zu können. Die zusätzliche Belastung in Folge des Wegfalls der ÖSL Küstenschutz beläuft sich dabei in Niedersachsen im Durchschnitt auf mindestens 46,3 cm, in Schleswig-Holstein im Durchschnitt auf mindestens 52,5 cm.



Abb. 8: Salzwiesen und Küstendünen bei Sahlenburg (Bastian Schuchardt).

2.3.2 Monetarisierung

Die physische Bilanzierung der ÖSL Küstenschutz anhand der Messgröße „eingesparte Deichhöhe“ impliziert bereits eine technische

Alternative anhand derer sich der monetäre Gegenwert der ÖSL Küstenschutz bestimmen lässt. Für die Monetarisierung wurde in diesem Fall die sogenannte Ersatzkostenmethode herangezogen. Dabei basiert die Monetarisierung auf der Betrachtung eines hypothetischen Szenarios in welchem die betrachtete ÖSL wegfällt und durch eine technische Alternative ersetzt werden muss. Die technische Alternative, die in diesem Fall betrachtet wird, ist eine Erhöhung der Deiche.

Um die dabei anfallenden Kosten zu berechnen, wurde ein vereinfachtes Deichmodell verwendet, welches neben der Höhe des Deiches zudem die Breite sowie die Neigung berücksichtigt. In einem ersten Schritt wird hierbei für den betrachteten Deichabschnitt die Fläche des Deichs im Querschnitt berechnet. Dann wird die Flächendifferenz zwischen dem bestehenden Deich und dem Deich, der ohne die wellendämpfende Wirkung der Salzwiesen nötig wäre, berechnet. Diese Flächendifferenz wird dann mit der Länge des betrachteten Deichabschnitts multipliziert, umso das Volumen der zu bewegenden Erde zu erhalten. In einem letzten Schritt wird dieses Volumen dann mit den Preissätzen von 5 € bzw. 15 € für einen Kubikmeter Erde gewichtet, um die Kosten für die notwendige Deicherhöhung zu erhalten.

Im Ergebnis erhält man für Niedersachsen dabei anfallende Kosten für eine Deicherhöhung, bei einem Verlust der Salzwiesen, bzw. einen Wert der ÖSL, von 27.490.490 € bei postulierten Kosten von 5 € pro Kubikmeter zu bewegender Erde und 82.471.470 € bei entsprechenden Kosten von 15 €. Die Kosten einer Deicherhöhung bei einem Verlust der Salzwiesen in Schleswig-Holstein sind hier, aufgrund der durchschnittlich größeren bisherigen Deichhöhe und der größeren durchschnittlich notwendigen Deicherhöhung, deutlich höher und belaufen sich auf 31.782.694 € bei postulierten Kosten von 5 € pro Kubikmeter zu bewegender Erde und 95.348.081 € bei Kosten von 15 €.

Somit zeigt sich für alle betrachteten Küstenabschnitte ein beträchtlicher Wert der ÖSL Küstenschutz. Hier gilt es außerdem darauf hinzuweisen, dass die Ergebnisse dieser Monetarisierung, aufgrund einer Reihe von Einschränkungen, den tatsächlichen Wert der ÖSL eher unterschätzen.

2.4 Kohlenstoff-Fixierung

2.4.1 Physische Bilanzierung

Die steigenden CO₂-Gehalte und deren Auswirkungen auf das globale Klima in der Atmosphäre haben zur intensiven Erforschung natürlicher Prozesse geführt, mit deren Hilfe sich die atmosphärischen Veränderungen verlangsamen oder abmildern lassen. Marine bzw. Küstenökosysteme wie bspw. Mangroven, Salz- und Seegraswiesen (Abbildungen 7 & 8) entziehen der Atmosphäre CO₂, wandeln diese in organisches Material um und speichern dies anschließend für lange Zeiträume in Rhizomen, Böden und Sedimenten. Ihre Leistung besteht vor allem in der langfristigen Speicherung in den anoxischen Bereichen ihrer Böden, vergleichbar den Mooren an Land. Im Sediment der Seegraswiesen und Mangroven bzw. im Boden der Salzwiesen wird nicht nur der von ihnen selbst produzierte organische Kohlenstoff gespeichert. Diese Ökosysteme fungieren vor allem auch als Sedimentfallen für organische Partikel anderen Ursprungs (allochthoner Kohlenstoff). Dies erklärt die hohe Speichereffizienz dieser Lebensräume. Neben den aufgeführten Lebensräumen gelten aber auch noch andere Lebensräume als bedeutende Kohlenstoffsenken. Unbewachsene marine Sedimente stellen aufgrund ihrer weiten Ausdehnung den größten natürlichen Kohlenstoffspeicher der Erde dar. Die Rolle von Algenwäldern und biogenen Riffen (z. B. Miesmuschel- und Austernbänke) für die langfristige Kohlenstoffspeicherung ist noch nicht ausreichend erforscht.

Die besondere Rolle dieser Ökosysteme im globalen Kohlenstoffkreislauf wird deshalb auch



Abb. 9: Seegraswiesen
(Alexandros Giannakakis/Unsplash).

unter dem Begriff des „Blue Carbon“ behandelt. Damit ist eine räumliche Abgrenzung zu terrestrischen Ökosystemen wie Wäldern (Green Carbon) sowie zu Binnengewässern und sonstigen Feuchtgebieten (Teal Carbon), darunter Mooren, möglich. Im Fokus dieser Betrachtung liegt die Kohlenstoffspeicherkapazität von Seegras- und Salzwiesen. Diese Habitate weisen im globalen Vergleich hohe Kohlenstoffspeicherraten auf und sind damit im Kontext des Klimawandels von besonderer Relevanz.

Die rezente Ausdehnung von Salzwiesen wird im Rahmen der FFH-RL im mehrjährigen Turnus durch die Küstenbundesländer erhoben. Für die intertidalen Seegrasbestände der Nordsee erfolgt dies im Rahmen der WRRL. Für die Seegraswiesen der Ostsee erfolgt dagegen keine einheitliche Erfassung; hier konnte auf aggregierte Daten des GEOMAR in Kiel zurückgegriffen werden. Angaben zu C-Fixierungsraten und C-Reservoirs sind aus der Literatur zusammengestellt und plausibel auf den Betrachtungsraum übertragen worden.

Tab. 5: Fläche der Seegras- und Salzwiesen der deutschen Nord- und Ostsee und ihre C-Fixierung. (*): mangels Daten Übertragung aus Ostsee; unsicher. (**): mangels Daten Übertragung aus Nordsee; unsicher.

Fläche (ha)	Seegras Nordsee	Seegras Ostsee	Salzwiese Nordsee	Salzwiese Ostsee
Fläche (ha)	17.500	28.500	26.743	4.626
Fixierungsrate (g C/m²/a)	11,3 (*)	11,3	109	109 (**)
Gesamt C-Fixierung (t C/a)	1.997	3.220	29.150	5.042
Autochthoner C-Anteil (t C/a)	663	1.069	16.761	2.899
C-Reservoir (t C/ha)	k.A.	5-25	134-207	k.A.

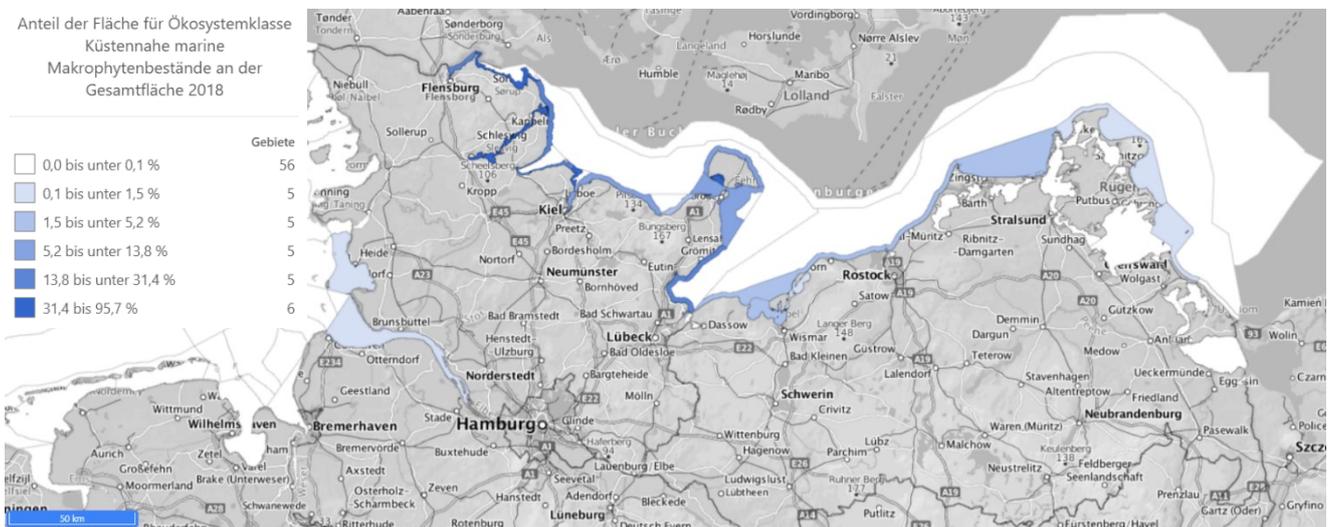


Abb. 10: Anteil der Fläche der küstennahen marinen Makrophytenbestände an der Fläche der maritimen Berichtseinheit 2018 im Ökosystematlas (Quelle: Statistisches Bundesamt 2023).

Der aktuelle Zustand der ÖSL „C-Fixierung“ wurde für die Salzwiesen und Seegraswiesen jeweils für die deutsche Nord- und Ostsee bilanziert. Diese ÖSL entspricht laut CICES einer Regulierungs- und Erhaltungsleistung (biotisch) mit dem Effekt der Regulierung physikalischer, chemischer und biologischer Bedingungen. Auf Basis ihrer Flächenausdehnung sowie der – nach Möglichkeit regionstypischen – C-Fixierungsraten konnte die jährliche Gesamt-C-

Fixierung beider Habitats grob quantifiziert werden. Darüber hinaus wurde der ungefähre Umfang der langfristigen C-Reservoirs beschrieben. Anschließend wurde die Entwicklung beider Habitats vor dem Hintergrund eines positiven („GES erreicht“ für die Seegraswiesen) und eines negativen Zukunftsszenarios („Beschleunigter Meeresspiegelanstieg“ für die Salzwiesen) skizziert und die zuvor

durchgeführte Bilanzierung für ihren zukünftigen Zustand wiederholt.

Die in Tabelle 8 zusammengefassten Ergebnisse zeigen, dass die Salzwiesen im Betrachtungsraum pro Flächeneinheit deutlich mehr Kohlenstoff fixieren und langfristig speichern können als die Seegraswiesen.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch andere Blue Carbon Studien wie bspw. Koplin et al. (2024). Die C-Fixierungsraten und C-Speicherkapazitäten der Seegras- und Salzwiesen sind in der Nord- und Ostsee insgesamt geringer als in anderen Regionen. Im Ergebnis der Bilanzierung übersteigt die ermittelte Gesamt-C-Fixierung der Salzwiesen die der Seegraswiesen deutlich – auch in der Ostsee, wo Seegräser zu den ökologisch bedeutendsten und am weitesten verbreiteten Küstenlebensräumen gehören und Salzwiesen nur sehr kleinräumig vorkommen.

Die Bilanzierungsergebnisse der Zukunftsbeurteilungen zeigen entsprechend des positiven (Seegraswiesen) und negativen Szenarios (Salzwiesen) auch eine Zu- bzw. Abnahme bei der Gesamt-C-Fixierung. Die Änderungen sind im Wesentlichen auf den Flächenzuwachs bzw. Flächenverlust zurückzuführen. Die potenziellen Veränderungen der C-Fixierungsrate wurden zwar beschrieben, konnten aber nicht quantifiziert und in der Bilanzierung berücksichtigt werden. Dasselbe gilt für die zukünftige Entwicklung der C-Reservoirs.

2.4.2 Monetarisierung

Die Monetarisierung der ÖSL C-Fixierung erfolgte mit Hilfe des Ansatzes der vermiedenen Klimakosten und auf Basis der zuvor erfassten jährlichen C-Fixierungsraten für die Salz- und Seegraswiesen der Nord- und Ostsee. Es handelt sich hierbei um sogenannte indirekte Gebrauchswerte. Die betrachteten

Ökosysteme produzieren also mit Blick auf die ÖSL C-Fixierung einen Fluss an Nutzen, welcher hier für ein Jahr monetarisiert wird. Die ebenfalls relevanten C-Reservoirs fließen nicht in die Monetarisierung ein. Konkret wird bei der Monetarisierung der ÖSL C-Fixierung demnach folgendermaßen vorgegangen. Für beide Habitate wird in einem ersten Schritt die jährliche C-Fixierungsrate in vermiedene CO₂-Äquivalente umgerechnet, in dem die C-Fixierungsrate (t C/a) mit dem Massenverhältnis von CO₂ zu Kohlenstoff multipliziert wird. Dies geschieht dabei jeweils für die gesamte C-Fixierung sowie deren autochthonen Anteil. Anschließend werden die vermiedenen CO₂-Äquivalente für die Gesamtheit der betrachteten Biotopflächen für Nord- und Ostsee mit gängigen Klimakostensätzen für CO₂ aus der UBA Methodenkonvention 3.1 (Zeitpräferenzraten von 1 % und 0 %; UBA 2018) multipliziert.

Hierbei zeigte sich zum einen der hohe Wert der ÖSL C-Fixierung. Im Status quo beläuft sich dieser, über die verschiedenen Gebiete und Kostensätze hinweg, auf durchschnittlich bis zu 27.700.896 € für die insgesamt vermiedenen CO₂-Äquivalente. Für die Seegraswiesen liegt dieser Wert immerhin noch bei 4.227.376 € (Tabelle 9). Daneben wurde vor allem die hohe Varianz der Ergebnisse deutlich. In Abhängigkeit von den angenommenen CO₂-Kostensätzen und der Frage danach welcher Anteil der C-Fixierung betrachtet wird, liegen die Werte der ÖSL C-Fixierung mehr als 60.000.000 € auseinander.

Genauso gilt es auch hier wieder auf die oben diskutierten Einschränkungen der Ergebnisse zu verweisen. Diese führen dazu, dass die berechneten Werte der ÖSL C-Fixierung eher unter als überschätzt werden.

Tab. 6: Ergebnisse der Monetarisierung der ÖSL C-Fixierung für die Seegras- und Salzwiesen der deutschen Nord- und Ostsee (Quelle: Eigene Berechnungen).

	Vermiedene Kosten durch Gesamt-C-Fixierung		Vermiedene Kosten des autochthonen Anteils der C-Fixierung	
	1 % Zeitpräferenzrate	0 % Zeitpräferenzrate	1 % Zeitpräferenzrate	0 % Zeitpräferenzrate
Nordsee				
Seegraswiesen	1.458.834 €	5.014.284 €	484.355 €	1.664.818 €
Salzwiesen	21.289.046 €	73.174.411 €	12.241.207 €	42.075.305 €
Ostsee				
Seegraswiesen	2.352.028 €	8.084.357 €	780.869 €	2.683.991 €
Salzwiesen	3.682.543 €	12.657.585 €	2.117.446 €	7.278.055 €

3 Verwendung der Projektergebnisse

In diesem Kapitel werden beispielhaft einige Verwendungsmöglichkeiten der in Kapitel 2 dargestellten Ergebnisse für die behördliche Verwaltungspraxis und politische Entscheidungsfindung aufgezeigt. Dabei stand der MSRL-Umsetzungsprozess im Fokus. Neben einer möglichen Nutzung der physikalischen Bilanzierung für die Verbesserung der Maßnahmenplanung und -beschreibung (in Kennblättern, Wirksamkeitsabschätzungen oder über GES-Indikatoren) können die Ergebnisse von EBeMÖS vor allem zur Verbesserung der Kosten-Nutzen-Analysen (KNA) neuer Maßnahmen nach Art. 13.3 MSRL beitragen und werden bereits für die Analyse der „Kosten der Verschlechterung“ (Art. 8.1c MSRL) genutzt.

Ausgewählte Teilergebnisse von EBeMÖS werden darüber hinaus bereits im Rahmen der Maßnahme 5 des 2. Zieles der EU-Biodiversitätsstrategie 2020 im MAES-Prozess

(Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services, MAES) genutzt und sind für die weitere Ausgestaltung des in den EU Mitgliedsstaaten anstehenden Ecosystem Accounting relevant.



Abb. 11: Strand auf der Insel Spiekeroog (Bastian Schuchardt).

3.1 Kosten-Nutzen-Analyse nach Art. 13, Abs. 3 MSRL

Im bisherigen Umsetzungsprozess der MSRL konnten Kosten-Nutzen-Betrachtungen nur in begrenztem Maße durchgeführt werden, da Informationen über nicht-wirtschaftliche Nutzen der Maßnahmen und durch sie erreichte Umweltverbesserungen nicht verfügbar waren (z. B. fehlende Referenzstudien für einen Benefit-Transfer).

Die ermittelten Werte der ÖSL können als Grundlage für die Berechnung ökonomischer Nutzen von Maßnahmen dienen. Hier besteht eine Herausforderung darin, die Ergebnisse des Projektes auf die durch die Maßnahme erreichten Umweltverbesserungen zu beziehen.

Es wäre dafür von Nöten, die Umweltverbesserung, die durch eine Maßnahme voraussichtlich erreicht würde, zu quantifizieren. Auf dieser Basis könnte bspw. das Zukunftsszenario der betroffenen ÖSL konsultiert und auf der Basis einer Einschätzung von Expert*Innen der „Anteil“ der Maßnahme am erreichten bzw. nicht erreichten Zukunftsszenario abgeschätzt werden.

Vereinfachtes Beispiel: Bei der ÖSL Küstenschutz wurden die Mehrkosten einer zukünftigen Deicherhöhung bei Verlust von Salzwiesen monetarisiert. Einer hypothetischen Maßnahme, die Salzwiesen schützen soll, könnte bspw. eine Effektivität von 50 % attestiert werden (die Maßnahme verhindert also 50 % des sonst eintretenden Verlustes von Salzwiesen). Ein volkswirtschaftlicher Nutzen der Maßnahme wäre also die Reduzierung der Mehrkosten der zukünftigen Deicherhöhung um 50 % (wenn ein linearer Zusammenhang angenommen wird).

Ansonsten ließen sich die monetären Werte, die in EBeMÖS ermittelt wurden, auch ohne weitergehende Berechnungen recht einfach in die entsprechenden Zellen der Maßnahmenkennblätter integrieren (als Beleg für einen bestimmten volkswirtschaftlichen Nutzen, der

durch die Art der Maßnahme zumindest teilweise erreicht wird).



Abb. 12: Dünen (Henning Westerkamp/pixabay).

3.2 Inwiefern lassen sich die Ergebnisse von EBeMÖS für die Analyse der „Kosten der Verschlechterung“ nach Art. 8.1c MSRL verwenden?

Teil der Anfangsbewertung in Art. 8 MSRL ist eine Betrachtung der sog. „Kosten der Verschlechterung“ der Meeresumwelt (Art. 8.1c). Hierbei wird die „Differenz“ zwischen dem „Guten Umweltzustand“ und dem prognostizierten Umweltzustand (Business as usual/BAU-Szenario) bestimmt, und die entstehenden Kosten (durch Einkommenseinbußen/Nutzenentgang) qualitativ oder quantitativ beschrieben.

Deutschland folgt dem sogenannten „thematischen Ansatz“ des EU MSRL CIS-Leitfadens zur wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Analyse. Je nachdem, wie die zukünftige Analyse der Kosten der Verschlechterung aufgebaut ist, lassen sich aus EBeMÖS - wie folgend beispielhaft dargestellt - verschiedene Ergebnisse nutzen. Dies gilt insbesondere für den thematischen Ansatz, bei dem selektierte Umweltkompartimente analysiert und bewertet werden (in der Regel diejenigen, für die Daten vorliegen).

- A. Die ÖSL Küstenschutz wurde über die Wirkung von Salzwiesen auf die notwendige Deichhöhe bewertet, hier wurde im Zukunftsszenario der vollständige Verlust der Salzwiesen bis zum Jahr 2100 angenommen. Auch dieses

Zukunftsszenario kann im Rahmen eines thematischen Ansatzes genutzt werden. Allerdings sind hier Fragen zum Zeitrahmen (das Jahr 2100 ist ein Zeitraum, der über die üblicherweise genutzten Zeiträume weit hinausgeht) und zum Ausmaß des Verlustes der Salzwiesen zu klären (in EBeMÖS wurde der vollständige Verlust durch einen Klimawandel-bedingten Anstieg des Meeresspiegels begründet; in der Analyse der Kosten der Verschlechterung muss jedoch nicht unbedingt mit einem Totalverlust gerechnet werden).

- B. Die Ergebnisse der Bewertung der Biodiversität lassen sich ebenfalls gut in eine Analyse der Kosten der Verschlechterung integrieren, da hier direkt die Zahlungsbereitschaft für das Erreichen des „Guten Umweltzustandes“ in den MSRL-Biodiversitätsdeskriptoren (vor allem Deskriptoren 1-3) erfragt wurde. Das Zieljahr ist 2030, die Zahlungsbereitschaft kann direkt als gesellschaftliche Kosten der Verschlechterung (der Nicht-Zielerreichung) interpretiert werden.



Abb. 13: Säbelschnäbler im Watt bei Bremerhaven (BioConsult).

3.3 Inwiefern lassen sich die Ergebnisse von EBeMÖS für die EU Biodiversitätsstrategie 2020 sowie das Ökosystem-Accounting verwenden?

Ein weiteres Ziel des Vorhabens war es, die Umsetzung der Maßnahme 5 aus Ziel 2 der EU Biodiversitätsstrategie 2020 (Verbesserung der Kenntnisse über Ökosysteme und deren Leistungen in der EU) zu unterstützen. Im Zuge der Maßnahme 5 sollen u. a. ÖSL in Karten erfasst, ihr wirtschaftlicher Wert geprüft und die Einbeziehung dieser Werte in die Rechnungslegungs- und Berichterstattungssysteme auf EU- und nationaler Ebene gefördert werden. Die Ergebnisse von EBeMÖS tragen durch die Entwicklung und flächenhafte Anwendung von Methoden zur physischen Bilanzierung (Kartierung) und Monetarisierung von vier zentralen ÖSL für die deutsche Nord- und Ostsee wesentlich zur Erreichung der Ziele der Maßnahme 5 bei, zeigen aber auch die Grenzen und vorhandenen Unsicherheiten auf, die durch weitere Methodenentwicklungen und v. a. weitere Datenerhebungen geschlossen werden müssen.

Somit sind die Erkenntnisse des Vorhabens zudem potenziell für die vom Statistischen Bundesamt erstellten Ökosystemgesamtrechnungen wertvoll. Elementarer Bestandteil dessen sind die physischen und monetären Bilanzen der ÖSL. In diesem Zusammenhang können die im Rahmen des Vorhabens entwickelte Methodologie sowie die konkreten Ergebnisse zu den einzelnen ÖSL wichtige Erkenntnisse für die anfallenden Berechnungen liefern. Auch da wo im Rahmen des Vorhabens notwendige Vereinfachungen vorgenommen wurden, können die Berechnungen durch deren Benennung und das Aufzeigen etwaiger Erweiterungen als Grundlage für weitreichendere Arbeiten im Rahmen des Ökosystem-Accountings dienen.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Zustand und Entwicklung der deutschen Ostseegewässer (Quelle: BMUV 2024b, redakt. geändert).	9
Abb. 2:	Karte der Nutzungen und Schutzgebiete der Nordsee (Quelle: BSH 2023).	10
Abb. 3:	Übersicht der deutschen Meeresgewässer in Nord- und Ostsee (Quelle: eigene Darstellung). Die deutschen Meeresgebiete liegen anteilig in den ICES-Unterregionen 27.4.b (Nordsee) bzw. 27.3.c.22 und 27.3.d.24 (Ostsee).....	11
Abb. 4:	WRRL-Bewertung 2015 für den ökologischen Zustand der Wasserkörper an der Nord- und Ostsee (Quelle: https://geoportal.bafg.de/wfdmaps2017).	12
Abb. 5:	Zustandsbewertung der See- und Küstenvögel in der Nordsee (links) und Ostsee (rechts) nach MSRL-Bericht 2018 (Quelle: BMU 2018a,b).	13
Abb. 6:	Beispiel aus dem Choice Experiment für ein Auswahlset Nord- und Ostsee (Quelle: Eigene Darstellung).	14
Abb. 7:	Anteil der Fläche für Salzwiesen an der Gesamtfläche der Gemeinden 2018 im Ökosystematlas (Quelle: Statistisches Bundesamt 2023).....	19
Abb. 8:	Salzwiesen und Küstendünen bei Sahlenburg (Foto: Bastian Schuchardt).	20
Abb. 9:	Seegraswiesen (Foto: Alexandros Giannakakis/Unsplash).	21
Abb. 10:	Anteil der Fläche der küstennahen marinen Makrophytenbestände an der Fläche der maritimen Berichtseinheit 2018 im Ökosystematlas (Quelle: Statistisches Bundesamt 2023).	22
Abb. 11:	Strand auf der Insel Spiekeroog (Foto: Bastian Schuchardt).	24
Abb. 12:	Dünen (Foto: Henning Westerkamp/pixabay).....	25
Abb. 13:	Säbelschnäbler im Watt bei Bremerhaven (Foto: BioConsult).	26

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Marginale Zahlungsbereitschaften je Art und Lebensraum in Euro pro Person und Jahr für den Zeitraum 2022 bis 2030 (Quelle: Eigene Berechnungen).....	15
Tab. 2:	Ankünfte und Übernachtungen in Beherbergungsbetrieben ab 10 Betten / Stellplätzen für das Jahr 2019 von den Statistischen Landesämtern der Küstenbundesländer (Quelle: Landesamt für Statistik Niedersachsen 2020; Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein 2020; Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern 2020).....	16
Tab. 3:	Aktivitäten letzter Besuch Nord- oder Ostsee (Quelle: Eigene Berechnungen).....	17
Tab. 4:	Regressionsergebnis Besuche Nord- oder Ostsee (Quelle: Eigene Berechnungen; Anmerkungen: T-Werte in Klammern, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$).	18
Tab. 5:	Fläche der Seegras- und Salzwiesen der deutschen Nord- und Ostsee und ihre C-Fixierung. (*): mangels Daten Übertragung aus Ostsee; unsicher. (**): mangels Daten Übertragung aus Nordsee; unsicher.	22
Tab. 6:	Ergebnisse der Monetarisierung der ÖSL C-Fixierung für die Seegras- und Salzwiesen der deutschen Nord- und Ostsee (Quelle: Eigene Berechnungen).....	24

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
BAU	BUSINESS-AS-USUAL
CE	CHOICE EXPERIMENT
CICES	COMMON INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF ECOSYSTEM SERVICES
EBEMÖS	ERFASSUNG UND BEWERTUNG VON MEERESÖKOSYSTEMEN UND ÖKOSYSTEMLEISTUNGEN DER DEUTSCHEN NORD- UND OSTSEE
ES	ECOSYSTEM SERVICES
FFH-RL	FLORA-FAUNA-HABITAT-RICHTLINIE
GES	GOOD ENVIRONMENTAL STATUS
KNA	KOSTEN-NUTZEN-ANALYSE
MAES	MAPPING AND ASSESSMENT OF ECOSYSTEMS AND THEIR SERVICES
MSRL	EUROPÄISCHE MEERESSTRATEGIERAHMENRICHTLINIE
MZB	MARGINALE ZAHLUNGSBEREITSCHAFT
ÖSL	ÖKOSYSTEMLEISTUNG
TEV	TOTAL ECONOMIC VALUE
WRRL	WASSERRAHMEN-RICHTLINIE

Literatur- und Quellenverzeichnis

- Bertram, C., Ahtiainen, H., Meyerhoff, J., Pakalniute, K., Pouta, E. & Rehdanz, K. (2020): Contingent Behavior and Asymmetric Preferences for Baltic Sea Coastal Recreation. *Environmental and Resource Economics* 75: 49-78.
- BMU (2012a): Beschreibung eines guten Umweltzustands für die deutsche Nordsee nach Artikel 9 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie: 67 S.
- BMU (2012b): Beschreibung eines guten Umweltzustands für die deutsche Ostsee nach Artikel 9 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie: 67 S.
- BMU (2018a): Zustand der deutschen Nordseegewässer 2018. Aktualisierung der Anfangsbewertung nach § 45c, der Beschreibung des guten Zustands der Meeresgewässer nach § 45d und der Festlegung von Zielen nach § 45e des WHG zur Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Bonn: S. 191.
- BMU (2018b): Zustand der deutschen Ostseegewässer 2018. Aktualisierung der Anfangsbewertung nach § 45c, der Beschreibung des guten Zustands der Meeresgewässer nach § 45d und der Festlegung von Zielen nach § 45e des WHG zur Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Bonn: S. 194.
- BMUV (2024a): Zustand der deutschen Nordseegewässer 2024. Aktualisierung der Anfangsbewertung nach § 45c, der Beschreibung des guten Zustands der Meeresgewässer nach § 45d und der Festlegung von Zielen nach § 45e des Wasserhaushaltsgesetzes zur Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Nord- und Ostsee (BLANO), 15. Oktober 2024. URL: https://mitglieder.meeresschutz.info/de/berichte/zustandsbewertungen-art8-10.html?file=files/meeresschutz/berichte/art8910/zyklus2024/Zustandsbericht_Nordsee_2024.pdf.
- BMUV (2024b): Zustand der deutschen Ostseegewässer 2024. Aktualisierung der Anfangsbewertung nach § 45c, der Beschreibung des guten Zustands der Meeresgewässer nach § 45d und der Festlegung von Zielen nach § 45e des Wasserhaushaltsgesetzes zur Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Nord- und Ostsee (BLANO), 15. Oktober 2024. URL: https://mitglieder.meeresschutz.info/de/berichte/zustandsbewertungen-art8-10.html?file=files/meeresschutz/berichte/art8910/zyklus2024/Zustandsbericht_Ostsee_2024.pdf.
- Börger, T., Hooper, T. L., Austen, M. C., Marcone, O. & Rendón, O. (2020): Using stated preference valuation in the offshore environment to support marine planning. *Journal of Environmental Management* 265: 110520.
- BSH (2023): Nordsee: Nutzungen und Schutzgebiete. https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Offshore/Nutzungskarten/_Anlagen/Downloads/Nordsee-Nutzungen_Schutzgebiete.html
- dwif (2016): Wirtschaftsfaktor Tourismus für das Reisegebiet Ostsee (Schleswig-Holstein).
- Grimm, B. & Koch, A. (2014): Ausgewählte Marktforschungsergebnisse zu Natur, Nationalpark und Nachhaltigkeit. Konferenzpräsentation. In: NIT Institut für Tourismus- und Bäderforschung in Nordeuropa GmbH (Hrsg.), Fachtagung „Naturerlebnis im touristischen Angebot“. Husum.
- Haines-Young, R. & Potschin, M. B. (2018): Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. Available from www.cices.eu.
- Hanley, N. & Barbier, E.B. (2009): Pricing Nature: Cost-Benefit Analysis and Environmental Policy. Edward Elgar.
- Koplin, J., Peter, C. & Pogoda, B. (2024): Blue-Carbon-Potenziale der deutschen Nord- und Ostsee. *BfN-Schriften* 699. DOI 10.19217/skr699.
- Kuhn, T., Trentlage, J., & Burkhard, B. (2023). Matrix-based assessment of spatial correlations between marine uses and ecosystem service supply in German marine areas. *Landscape Online*, 98, 1112. <https://doi.org/10.3097/LO.2023.1112>

- Landesamt für Statistik Niedersachsen (2020): Beherbergung im Reiseverkehr - Dezember 2019. Schnellbericht inkl. Camping. Statistische Berichte Niedersachsen GI V 1 a – m 1 2 / 1 9.
- Matzarakis, A. & Tinz, B. (2008): Tourismus an der Küste sowie in Mittel- und Hochgebirge: Gewinner und Verlierer. In: J. Lozán, H. Graß, G. Jendritzky, L. Karbe and K. Reise (Hrsg.), Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken Gefahren für Menschen, Tiere und Pflanzen. GEO/Wissenschaftliche Auswertungen: 247–252.
- German Federal Agency for Nature Conservation (BfN) (2023): Nature under Pressure – Report on the state of Ecosystems and their services for society and economy. German MAES-Report on Target 2, Action 5 of the EU-Biodiversity Strategy 2020. Available at: https://biodiversity.europa.eu/countries/germany/maes/maesreport_d_23april2024.pdf
- NTS (2019): Nordsee - Mehrwert: Zahlen. Bedeutung. Herausforderungen. Nordsee-Tourismus-Service GmbH, Husum: 80 S.
- Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2020): Beherbergung im Reiseverkehr in Schleswig-Holstein 2019. Statistische Berichte G IV 1 - j 19 SH.
- Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (2020): Tourismus in Mecklenburg-Vorpommern Dezember 2019, Jahr 2019 (endgültige Ergebnisse) (korrigierte Ausgabe). Statistische Berichte Tourismus, Gastgewerbe Kennziffer G413 2019 12.
- Statistisches Bundesamt (2023): Ökosystematlas. <https://oekosystematlas-ugr.destatis.de/>
- UBA (2018): Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten: Methodische Grundlagen. Dessau-Roßlau.
- Worm, B., Barbier, E., Beaumont, N., Duffy, J., Folke, C., Halpern, B., Jackson, J., Lotze, H., Micheli, F., Palumbi, S., Sala, E., Selkoe, K. & Stachowicz, J. (2006): Impacts on Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services. In: Science, Vol. 314, No. 5800, pp. 787-790.

Übergeordnetes Ziel des Forschungsvorhabens „Erfassung und Bewertung von Meeresökosystemdienstleistungen der deutschen Nord- und Ostsee“ war es, Ökosystemleistungen (ÖSL) der deutschen Meeresgebiete in den Bereichen der 12-Seemeilen-Zonen und im Gebiet der ausschließlichen Wirtschaftszone zu erfassen und monetär zu bewerten. Die vorliegende Fachbroschüre dient als zentrale Ergebnisdokumentation des Forschungsvorhabens.

DOI 10.19217/brs254