ZUKUNFTS-
PERSPEKTIVE
TIDEEMS

BUND
FRIENDS OF THE EARTH GERMANY

NABU

WWF

LEBENSRAUM TIDEEMS

Ökosystemleistungen 1930–2010–2050

Dies ist eine Veröffentlichung im Rahmen des Projektes „Zukunftsperspektive Tideems“, eines Gemeinschaftsprojektes der Umweltverbände BUND Niedersachsen, NABU Niedersachsen und WWF Deutschland.

Dieses Projekt wird gefördert durch die DBU und die Niedersächsische Bingo-Umweltstiftung mit Mitteln des Emsfonds.

ISBN 978-3-946211-33-4

Herausgeber WWF Deutschland, Berlin
Stand August 2019 (Printfassung)
Autoren Diese Kurzfassung basiert auf der Studie „Ökosystemleistungen der Tideems früher, heute und zukünftig“ von BioConsult Schuchardt & Scholle GbR. Juli 2018. Bearbeiter: Dipl.-Biol. Stefan Wittig und Dr. Bastian Schuchardt.

Koordination Vera Sandel (WWF Deutschland)
Redaktion Ulrike Bauer (ub-pr)
Gestaltung Anna Risch (post@annarisch.de)
Produktion Maro Ballach (WWF Deutschland)
Bildnachweis Jarek Godlewski (Titel, 7, 8, 9, 11, 30b, 37a), TEEB (1), BioConsult (12), Claudia Stocksiecker (3, 4, 29b), Gerrit Denekas (14, 37b), Wikimedia Commons (15, 22a, 22d, 23, 36), Uni Antwerpen (17), Pixabay (20), Peter Pauschert NLWKN (22b), Frank Hecker (22c, 30a), Ralph Frank (22e), Gerhard Wientjes (24), Michael Pfeiffer (27a, 27b), Peter Nitsche (28), Otto Zerth (29a)

Vorwort

Ästuare, von Ebbe und Flut beeinflusste Flussmündungen, zählen zu den produktivsten Ökosystemen der Welt und sind sowohl aus ökologischer als auch ökonomischer Sicht von herausragendem Wert. Ökologisch sind sie mit ihren Funktionen vor allem für Zug- und Brutvögel und als Wander-, Laich- und Aufzugshabitat für Fische besonders wertvoll. Um die Biologische Vielfalt zu erhalten, ist ihr Schutz unabdingbar. Zudem erbringen Ästuare eine Vielzahl von Leistungen für den Menschen (Ökosystemleistungen), u.a. regulieren sie den Nährstoffhaushalt, sie binden CO_2 und Schadstoffe und liefern Nahrungsmittelressourcen (Millennium Assessment 2005).

An der Ems leidet das Ästuar unter der Eindeichung, dem Ausbau zur Schifffahrtsstraße und einer nicht nachhaltigen Nutzung. Veränderungen der Hydromorphologie führten zur strukturellen Verarmung und einem gestörten Sedimenthaushalt. Gewässertypische Lebensräume sowie die Vielfalt an Tieren und Pflanzen gingen verloren. Infolgedessen entwickeln sich Quantität und Qualität der Ökosystemleistungen seit Jahrzehnten rückläufig. Doch Sauerstoffmangel, zunehmender Salzgehalt und Verschlickung haben nicht nur einen zu beklagenden Ausfall von ökosystemaren Funktionen der Tideems zur Folge. Es wurde erkannt, dass diese Faktoren auch die wirtschaftliche Entwicklung der anrainenden Werften und Häfen behindern sowie die landwirtschaftliche Nutzung beeinträchtigen.

Seit März 2015 liegt für den stark degradierten und biologisch verarmten Unterlauf der Ems ein Konzept zur Gewässersanierung vor. Der Masterplan Ems 2050 wurde von allen relevanten Stakeholdern (Land Niedersachsen, Bund, Landkreis Emsland, Landkreis Leer, Stadt Emden, Meyer Werft, BUND Niedersachsen, NABU Niedersachsen, WWF Deutschland) unterzeichnet und zielt auf eine Balance von ökologischen und ökonomischen Interessen. Mit dem Masterplan Ems 2050 soll die Tideems renaturiert und zukünftig nachhaltig genutzt werden.

Die vorliegende Publikation beruht auf der Studie „Ökosystemleistungen der Tideems früher, heute und zukünftig“ von BioConsult Schuchardt & Scholle GbR (2018)[1], die die mit den Renaturierungsmaßnahmen verbundenen Ökosystemleistungen für die Emsregion sichtbar macht. Der Ansatz der Ökosystemleistungen soll dabei zum Verständnis beitragen, dass Naturschutzmaßnahmen mit Vorteilen für die Gesellschaft einhergehen. Im Sinne einer integrierten Entwicklung gilt es, gleichzeitig soziale, kulturelle und wirtschaftliche Ansprüche an die Tideems mit ihren ökologischen Funktionen in Einklang zu bringen. Dafür bietet der Masterplan Ems 2050 eine gute Grundlage.

1 Die vollständige Studie steht unter **wwf.de/zukunftsperspektive-tideems** zum Download bereit.

Inhalt

1 Zusammenfassung

Die Tideems steht heute weitgehend unter europäischem Naturschutz. Bisher ist das europäische Schutzgebietsnetzwerk Natura 2000 das wichtigste Instrument der Europäischen Union, um die biologische Vielfalt zu erhalten. Die „Biologische Vielfalt und die Leistungen der Natur – unser Naturkapital – bilden die Grundlage für menschliches Wirtschaften und Wohlergehen“ (Naturkapital Deutschland – TEEB DE 2012). Natur wird neben dem Humankapital und dem Sachkapital als ein Vermögen angesehen, aus dem wertvolle Leistungen hervorgehen (ebd.).

Dennoch finden die Maßnahmen zur Renaturierung, die für die Umsetzung der Naturschutzziele für die Tideems geplant sind, wenig Rückhalt in der Bevölkerung. So stößt der zur Gewässersanierung eingesetzte Masterplan Ems 2050 bei Anwohnern, Landwirten und örtlichen Naturschützern auf Akzeptanzprobleme. Während die Landwirtschaft vor dem Hintergrund der auf ca. 700 Hektar vorgesehenen Naturschutzmaßnahmen befürchtet, dass landwirtschaftliche Flächen knapper und Pachtpreise weiter erhöht werden, sorgen sich insbesondere die benachbarten Anwohner der geplanten Maßnahmenflächen um störende Baumaßnahmen und -verkehre.

Für eine integrierte Entwicklung sollen soziale, kulturelle und wirtschaftliche Ansprüche an die Tideems gleichzeitig mit ihren ökologischen Funktionen in Einklang gebracht werden. Ziel der Studie „Ökosystemleistungen der Tideems früher, heute und zukünftig“ von BioConsult Schuchardt & Scholle GbR (2018) war es, die Wirkungen der Maßnahmen des Masterplans Ems 2050 auf ausgewählte Ökosystemleistungen der Tideems zu untersuchen.

Als Ökosystemleistungen werden direkte und indirekte Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlergehen bezeichnet (Fisher et al. 2009). Hierzu gehören Leistungen und Güter, die dem Menschen einen direkten oder indirekten wirtschaftlichen, materiellen, gesundheitlichen oder psychischen Nutzen bringen. Es wird vielfach eindrücklich darauf hingewiesen, dass viele sozioökonomischen Teilsysteme ohne diese Leistungen nicht funktionieren würden (Millennium Assessment 2005).

Für eine zielführende Analyse der Konsequenzen verschiedener zu realisierender Maßnahmentypen des Masterplans sind folgende Leistungen ausgewählt worden: die Versorgungsleistungen „Nahrungsmittel: Landwirtschaft und Fischerei“ und „Schifffahrt“, die Regulations- und Erhaltungsleistungen „Nährstoffregulierung: Rückhalt von Stickstoff und Phosphor“, „Klimaregulierung: Kohlenstoffspeicherung, Rückhalt von Treibhausgasen“ und „Habitatfunktion“ sowie die kulturelle Leistung

„Erholung und Tourismus“. Kriterien für die Auswahl waren die Relevanz für die Fragestellung und die verfügbare Datenlage.

Um die Wirkungen des Masterplans Ems 2050 auf die Ökosystemleistungen zu analysieren und anschaulich darstellen zu können, wurden Angebot und Nachfrage für drei Betrachtungszeiträume verglichen: die Situation um 1930 ohne die aktuellen Belastungen, die heutige um das Jahr 2010 und die Situation für 2050 nach Abschluss der im Masterplan Ems 2050 vorgesehenen Maßnahmentypen.

Verglichen mit dem früheren naturnäheren Zustand der Tideems zeigt die Studie von BioConsult Schuchardt & Scholle GbR (2018) im Ergebnis, dass die gegenwärtigen ökologischen Defizite dazu führen, dass heute ein geringeres Angebot an Regulations- und Erhaltungsleistungen vorliegt. Werden die verschiedenen Maßnahmentypen des Masterplans Ems 2050 erfolgreich umgesetzt, wird das Angebot dieser Ökosystemleistungen deutlich verbessert und übersteigt voraussichtlich sogar die Leistungen des früheren Zustands.

Die Maßnahmentypen des Masterplans Ems 2050 haben auf fast alle untersuchten Ökosystemleistungen (Nährstoffregulierung, Klimaregulierung, Fischerei, Habitatfunktion, Erholung und Tourismus) positive Wirkungen. Zwei Ausnahmen bilden die Landwirtschaft und die Binnenschifffahrt: Alle Maßnahmentypen, die die Nutzungsmöglichkeiten der landwirtschaftlich genutzten Flächen beeinträchtigen, reduzieren die Herstellung von Nahrungsmitteln durch die Landwirtschaft. Für die Binnenschifffahrt wiederum ist es nachteilig, wenn durch die geplante flexible Tidesteuerung das Emssperrwerk nur eingeschränkt passierbar sein sollte. Allerdings sind für beide Ökosystemleistungen die Beeinträchtigungen als eher geringer einzuschätzen: Die der Landwirtschaft nicht mehr zur Verfügung stehenden Flächen sind im Verhältnis zur gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche sehr klein und von den negativ beurteilten Effekten auf die Schifffahrt ist die ökonomisch sehr wichtige Überführung der Kreuzfahrtschiffe nicht betroffen. Allerdings bedeutet das nicht, dass die negativen Effekte für einzelne Nutzer- oder Interessengruppen sehr wohl bedeutsam sein können.

Insbesondere die Regulations- und Erhaltungsleistungen sowie die Erholungsfunktion als kulturelle Leistung profitieren von den Wirkungen durch die Tidepolder, die Sommerdeichöffnungen und die Uferrenaturierungen. Das fischereiliche Ertragspotenzial sowie die Habitat- und Erholungsfunktion werden von fast allen Maßnahmentypen insbesondere durch eine verbesserte Wasserqualität positiv beeinflusst.

Solche Maßnahmentypen zeigen einen Mehrfachnutzen an, der zum Teil über ihre eigentliche Zielsetzung hinausgeht und der genutzt werden könnte, um die Akzeptanz bei ihrer Umsetzung zu steigern (Boerema und Meire 2017; Mehl 2012). Anwohner werden temporäre Belästigungen in der Bauzeit eher akzeptieren, wenn sie Bedeutung und Nutzen der Maßnahmen nachvollziehen können. Selbst die Landwirtschaft, die von dem Flächenbedarf für Renaturierungsmaßnahmen negativ betroffen ist, profitiert vom erhöhten Nährstoffrückhalt ästuartypischer Lebensräume. Dies zu veranschaulichen fördert die Akzeptanz des Masterplans Ems 2050 auch bei Landwirten.

Die Darstellung der positiven, aber auch der negativen Wirkungen der Maßnahmen des Masterplans Ems 2050 auf die Ökosystemleistungen der Ems mit ihrer Aue soll nachvollziehbar und transparent aufzeigen, weshalb die Emsregion in der Summe davon profitieren wird, wenn der Masterplan Ems 2050 umgesetzt ist.

Die folgende Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die Wirkungen der Maßnahmen des Masterplans Ems 2050 auf die Ökosystemleistungen der Ems:

Tabelle 1: *Übersicht über die Wirkungen der Maßnahmen des Masterplan Ems 2050 auf die Ökosystemleistungen der Ems*

ÖSL und Parameter	1930 (früher)	2010 (heute)	2050 (zukünftig)
Nährstoff-regulierung (Rückhalt von Nährstoffen)	N-Rückhalt: 717.518 kg/Jahr P-Rückhalt: 36.989 kg/Jahr	N-Rückhalt: 673.744 kg/Jahr P-Rückhalt: 28.772 kg/Jahr	N-Rückhalt: 831.669 kg/Jahr P-Rückhalt: 46.964 kg/Jahr
Klimaregulierung (CO_2-Speicherung)	CO_2-Speicherung: 24.160 Tonnen CO_2-Äquiv.	CO_2-Speicherung: 22.417 Tonnen CO_2-Äquiv.	CO_2-Speicherung: 29.508 Tonnen CO_2-Äquiv.
Fischerei (Fischanlandungen, Sauerstoffminima, Größe der Flach-wasserzonen)	Arten- und biomassereiche Fischlebensgemeinschaft Sauerstoffminima: 6 mg/Liter O_2 Größe FWZ: 507 Hektar	Rückgang der jährl. Fischan-landungen im Zeitraum von 1984 bis 2010 um über 90% Sauerstoffminima: 1 mg/Liter O_2 Größe FWZ: 157 Hektar	Fischgemeinschaft und fischereiliches Ertrags-potenzial wieder deutlich verbessert Sauerstoffminima: 4 mg/Liter O_2 Größe FWZ: 379 Hektar
Habitatfunktion (Anteil ästuartypi-scher Lebensräume, Mollusken)	Anteil ästuartypischer Lebensräume: limnisch: 34 % oligohalin: 78 % Artenzahl Mollusken: 20–25	Anteil ästuartypischer Lebensräume: limnisch: 23 % oligohalin: 39 % Artenzahl Mollusken: 0	Anteil ästuartypischer Lebensräume: limnisch: 49 % oligohalin: 40 % Artenzahl Mollusken: 8–12
Erholung/Tourismus (Anteil ästuartypischer Lebensräume, Nutzungsintensitäts-kategorien, Größe der Flachwasserzonen, Sauerstoffminima)	Anteil ästuartypischer Lebensräume: 63 % Nutzungsintensität: nicht genutzt: 37 % gering genutzt: 58 % mittel genutzt: 5 % stark genutzt: 0 % überbaut: 0 % Größe FWZ: 507 Hektar Sauerstoffminima: 6 mg/Liter O_2	Anteil ästuartypischer Lebensräume: 62 % Nutzungsintensität: nicht genutzt: 31 % gering genutzt: 13 % mittel genutzt: 2 % stark genutzt: 53 % überbaut: 1 % Größe FWZ: 157 Hektar Sauerstoffminima: 1 mg/Liter O_2	Anteil ästuartypischer Lebensräume: 68 % Nutzungsintensität: nicht genutzt: 42 % gering genutzt: 11 % mittel genutzt: 1 % stark genutzt: 45 % überbaut: 1 % Größe FWZ: 379 Hektar Sauerstoffminima: 4 mg/Liter O_2
Landwirtschaft (Umfang landwirt-schaftlich genutzter Flächen emsnah im Binnenland; Intensität landwirt-schaftliche Nutzung Vordeichsflächen)	Landwirtschaftliche Flächen Binnenland: 26.352 Hektar Nutzungsintensität Vorland: keine: 61 % gering: 34 % mittel: 5 % hoch: 0 %	Landwirtschaftliche Flächen Binnenland: 26.952 Hektar Nutzungsintensität Vorland: keine: 61 % gering: 12 % mittel: 2 % hoch: 25 %	Landwirtschaftliche Flächen Binnenland: 26.422 Hektar Nutzungsintensität Vorland: keine: 67 % gering: 11 % mittel: 1 % hoch: 21 %
Schifffahrt (Nutzbare Tiefgänge, Nutzbarkeit als Binnenwasserstraße)	Nutzbare Tiefgänge: 3–5 Meter	Nutzbare Tiefgänge: 8,5 Meter	Nutzbare Tiefgänge: 8,5 Meter Einschränkungen der Binnenschifffahrt durch Tidesteuerung mit dem Emssperrwerk

2 Anlass und Ziel

Die vorliegende Kurzfassung der Studie „Ökosystemleistungen der Tideems früher, heute und zukünftig“ ist im Rahmen des Projektes „Zukunftsperspektive Tideems: Berücksichtigung von Ökosystemleistungen, Partizipation und Akzeptanzförderung für eine integrierte Entwicklung der Region Unterems“ der Umweltverbände WWF, BUND und NABU erstellt worden. Das durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) und durch die Niedersächsische Bingo-Umweltstiftung mit Mitteln des Emsfonds geförderte Projekt hat zum Ziel, zu einer höheren Akzeptanz von Renaturierungsmaßnahmen für einen verbesserten ökologischen Gewässerzustand der Tideems beizutragen.

Um die Wirkungen des Masterplans Ems 2050 auf die Ökosystemleistungen anschaulich analysieren und darstellen zu können, soll die Ausprägung der ausgewählten Ökosystemleistungen für drei Betrachtungszeiträume analysiert und verglichen werden: vor Beginn eines größeres Teils der aktuellen Belastungen um das Jahr 1930, die aktuelle Lage (um 2010) und die Situation um 2050, wenn die im Masterplan vorgesehenen Maßnahmen realisiert sein werden.

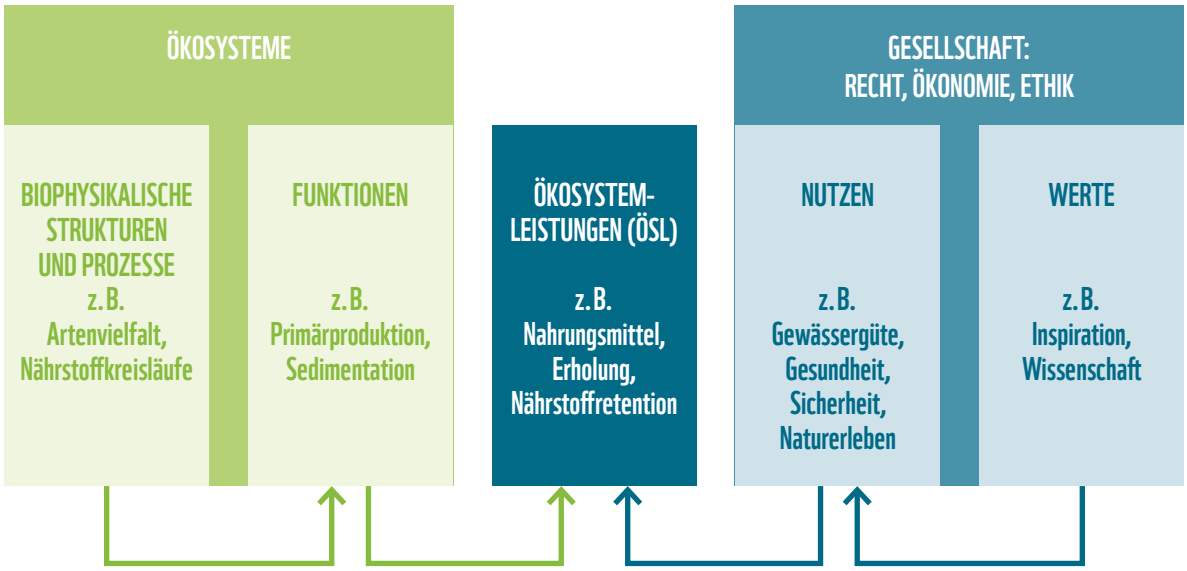


Abbildung 1: *Das Konzept der Ökosystemleistungen (nach Naturkapital Deutschland – TEEB DE 2015).*

3 Klassifizierung und Auswahl der Ökosystemleistungen

Die hier vorgenommene Klassifizierung der Ökosystemleistungen folgt dem von CICES (Common International Classification of Ecosystem Services) entwickelten allgemeinen Rahmen (Haines-Young und Potschin 2013). In der vorliegenden Arbeit wird nur bei der Ökosystemleistung „Schifffahrt“ hiervon abgewichen.

Tabelle 2: *Die ausgewählten Ökosystemleistungen für die Tideems mit Beispielen für ihren Nutzen beziehungsweise ihren Wert*

Versorgungsleistungen: womit uns die Natur versorgt	
Nahrungsmittel: Pflanzliche und tierische Nahrungsmittel und Rohstoffe	Bereitstellung von Kulturpflanzen (z. B. Getreide, Mais), Nutztieren (z. B. Rinder, Schafe) und Wildpflanzen und -tieren (z. B. Fische)
	Bereitstellung von Futterpflanzen zur Erzeugung tierischer Produkte (z. B. Milch, Fleisch)
Schifffahrt	Gewährleistung der Schiffbarkeit
Regulations- und Erhaltungsleistung: wobei uns die Natur hilft	
Nährstoffregulierung: Rückhalt von Stickstoff (N) und Phosphor (P)	Verbesserung der Gewässergüte
	Nährstoffreduzierung durch Aufnahme in Biomasse oder in Sedimenten; Abbau durch Denitrifikation
Klimaregulierung: Kohlenstoffspeicherung, Rückhalt von Treibhausgasen	globale Klimaregulierung durch Reduktion von Treibhausgasen
	Regulierung von Mikro-, Lokal- und Regionalklima
Habitatfunktion (Biodiversität)	Sicherung funktioneller und struktureller Qualität und Funktionsfähigkeit ästuartypischer Lebensräume und Arten
	Sicherstellung anderer Ökosystemleistungen
Kulturelle Leistungen: wodurch uns die Natur bereichert	
Erholung und Tourismus: Erleben von Tieren, Pflanzen und Landschaften, Nutzung von Landschaften	Freizeitgestaltung in der Flusslandschaft inklusive Naturbeobachtung/-erleben als Naherholung
	Ermöglichung touristischer naturbezogener Aktivitäten wie z. B. Spazieren, Radfahren, Baden, Freizeit-Bootfahren und Angeln

4 Vorgehen und Grundlagen

Aufgabe der Studie von BioConsult Schuchardt & Scholle GbR (2018) ist es, die Wirkungen von Renaturierungsmaßnahmen auf die Ökosystemleistungen zu analysieren und anschaulich darzustellen. Es wurde deshalb ein methodischer Ansatz entwickelt, der die Ausprägung der ausgewählten Ökosystemleistungen für drei Betrachtungszeiträume analysiert und vergleicht.

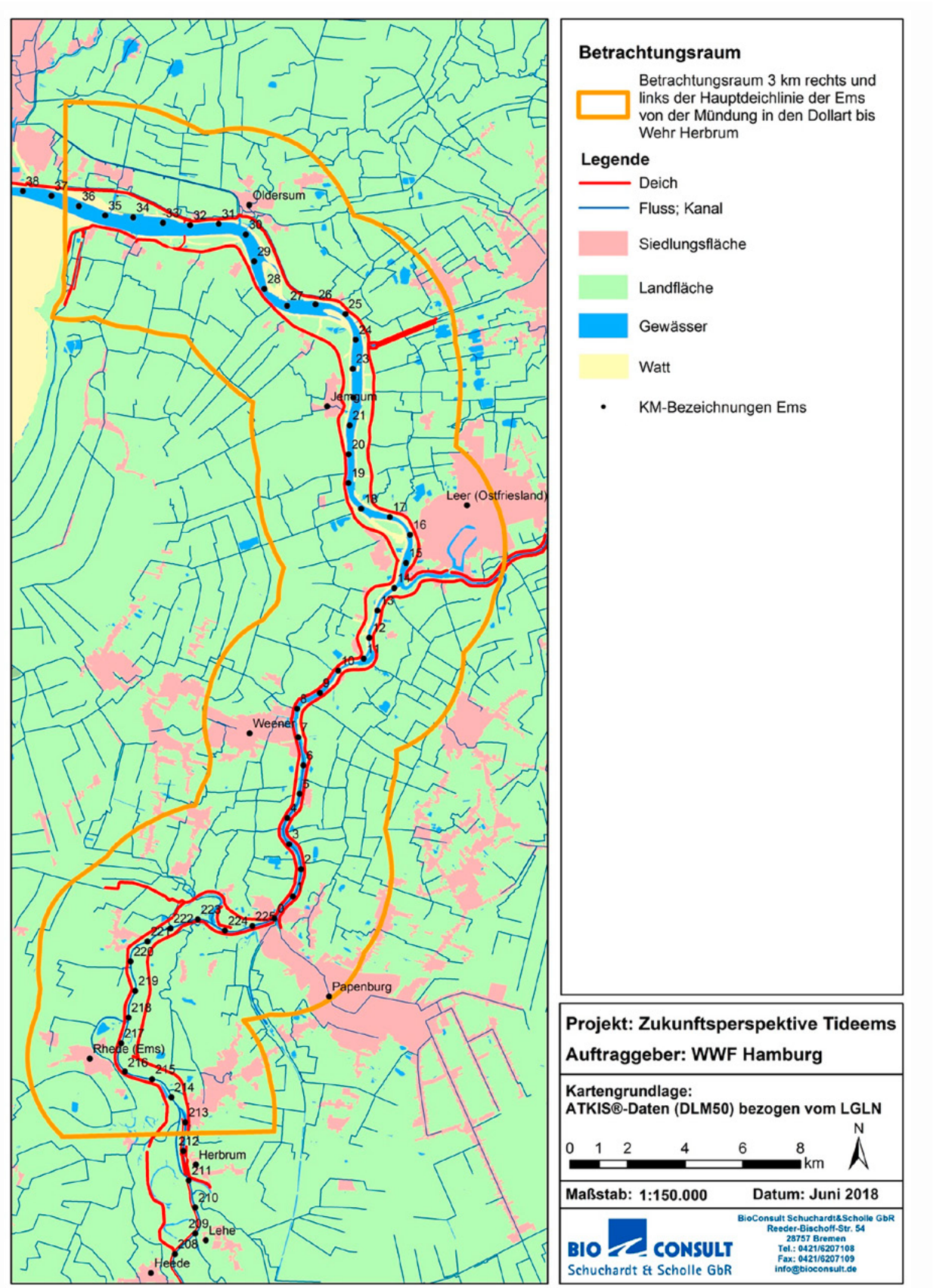
Eine wesentliche Grundlage, um die Veränderungen in den Ökosystemleistungen quantitativ zu analysieren, ist die naturräumliche und landschaftstypische Situation der Tideemsregion. Um diese für die drei Zustände der Tideems früher, heute und zukünftig zu beschreiben, müssen zum einen die Größen der tidebeeinflussten Uferbereiche (Litoralflächen) / Vordeichsflächen und Binnenlandflächen bestimmt und zum anderen die ökologische Ausstattung dieser Flächen mit ihren Lebensräumen beschrieben und analysiert werden. Hieraus wird eine Flächenkulisse für die drei Betrachtungszeiträume entwickelt, in der die Größe und Verteilung der Biotoptypen bzw. Biotoptypgruppen, Litoralflächen und Landnutzungsklassen für früher, heute und zukünftig beschrieben ist.

Betrachtungsraum der Ökosystemleistungs-Studie (BioConsult Schuchardt & Scholle GbR, 2018) ist die tidebeeinflusste Unterems zwischen dem Wehr bei Herbrum und der Mündung in den Dollart (Länge: ca. 48 km). Neben dem Wasserkörper der Tideems umfasst der Betrachtungsraum die Vorlandflächen zwischen den Hauptdeichen und zusätzlich einen ca. drei Kilometer breiten Bereich binnenseitig der Hauptdeiche (Abbildung 2). Wenn im Folgenden von Litoralflächen, Vordeichsflächen oder Tideemsflächen gesprochen wird, dann sind immer alle Flächen gemeint, die an das Tidegeschehen angeschlossen sind, die also mehr oder weniger (wie z.B. Sommerpolderflächen) überflutet werden. Hierzu gehören auch die zukünftigen (im Binnenland liegenden) Flächen der Tidepolder.

Darüber hinaus müssen zentrale Randbedingungen insbesondere für die Betrachtungszeiträume früher und heute festgelegt werden. Für das Vorgehen zur Analyse der Ökosystemleistungen sind also zwei Schritte erforderlich:

1. Beschreibung der drei Betrachtungszeiträume, in denen die für die Analyse der Ökosystemleistungen zentralen Randbedingungen festgelegt werden (s. Kap. 5).
2. Erstellung einer Flächenkulisse für die drei Betrachtungszeiträume früher, heute und zukünftig anhand räumlicher Daten (s. Kap. 6).

Abbildung 2: *Darstellung und Abgrenzung des Betrachtungsraumes*



5 Betrachtungszeiträume

Die Ökosystemleistungen werden für drei Betrachtungszeiträume vergleichend analysiert. Die Zeiträume beschreiben einen früheren (um 1930), den heutigen (um 2010) und einen zukünftigen (2050) Zustand der Tideems.

Der frühere Zustand (1930) der Tideems ist durch wenige wasserbauliche Eingriffe charakterisiert. Obwohl die Hauptdeichlinie der heutigen entspricht und damit die Überflutungsflächen schon verkleinert sind, befinden sich die Flächen der Tideems in einem natürlicheren Zustand. Schweb- und Nährstoffgehalte sowie Tideregime entsprechen denen eines weitgehend natürlichen Ästuars. Die Qualität der Lebensräume ist durch eine ästuartypische Vielfalt gekennzeichnet. Die Emsregion ist durch ihre Randlage wirtschaftlich wenig entwickelt und dünn besiedelt. Landwirtschaft ist der dominierende Erwerbszweig. Flussbezogene Aktivitäten wie Schiffbau, Schifffahrt und Fischerei haben schon eine wichtige sozioökonomische Funktion.

Abbildung 3: *Früher war die Ems durch wenige wasserbauliche Eingriffe charakterisiert. Mosaikartige Lebensräume wie im Naturschutzgebiet Vellage waren typisch an der Ems.*

Der heutige Zustand (2010) der Tideems ist vor allem auf den Einfluss des Menschen zurückzuführen. Das Fahrwasser wurde in einem Umfang begradigt und vertieft, dass sich das Tideregime stark verändert hat und die Konzentrationen an Schwebstoffen heute sehr hoch sind. Dieses hat zu ökologischen Defiziten geführt und die Lebensraumqualität deutlich reduziert. Der Bau großer Kreuzfahrtschiffe und die Landwirtschaft sind wichtige Wirtschaftsbereiche, während die Fischerei praktisch zum Erliegen gekommen ist. Naturtourismus und landschaftsbezogene Erholung haben eine wichtige Funktion für die regionale Wertschöpfung.

Der zukünftige Zustand (2050) der Tideems wird durch die erfolgreiche Umsetzung der Renaturierungsmaßnahmen des Masterplans Ems 2050 bestimmt: Die Schwebstoffgehalte und Sedimentmengen sind reduziert. Zudem wurden Räume geschaffen, in denen sich ästuartypische Lebensräume entwickeln. Dadurch haben sich Gewässergüte und Lebensraumqualität verbessert. Die wirtschaftliche Bedeutung der Schifffahrt ist gesichert, gewerbliche Fischerei wieder in größerem Umfang möglich und die landwirtschaftliche Nutzung ist nur gering eingeschränkt. Die erlebbar gestalteten Tidepolder haben die Attraktivität der Region für Naturbeobachtung und Naherholung gesteigert.

Abbildung 4: *Heute ist die Ems in einem „steinernen Korsett“ mit unnatürlich steilen Ufern eingezwängt.*

6 Flächenkulisse

Die Veränderungen, die sich durch die einzelnen Renaturierungsmaßnahmen in der Flächenkulisse ergeben, sind in Tabelle 3 nachzuvollziehen.

Tabelle 3: *Auswirkung der Maßnahmentypen auf die Flächenkulisse und Wirkung auf die Ökosystemleistungen*

Maßnahmentyp	Auswirkung auf die Flächenkulisse	Wirkung auf Ökosystemleistung
Tidepolder	+212 ha Flachwasserzone, +106 ha Watt, +106 ha Tideröhricht, +106 ha Tideauwald; Entwicklung ästuartypischer Lebensräume auf 530 ha (zusätzliche Flächen)	– Nahrungsmittel (Landwirtschaft): nutzbare Fläche binnendeichs kleiner; – Nahrungsmittel (Fischerei): höheres fischereiliches Ertragspotenzial durch größere Flachwasserzonen; – Nährstoffregulierung: höherer potenzieller N- und P-Rückhalt; – Klimaregulierung: höhere C-Speicherung; – Habitatfunktion: mehr ästuartypische Biotoptypen, bessere Lebensraumqualität (höhere Taxazahl Mollusken); – Erholung und Tourismus: verbesserte Erholungsfunktion
Sommerdeichöffnung	+10 ha Flachwasserzone, +10 ha Watt, +10 ha Tideröhricht, +5 ha Tideauwald; –35 ha Intensivgrünland; Entwicklung ästuartypischer Lebensräume auf 35 ha	– Nahrungsmittel (Landwirtschaft): nutzbare Fläche außendeichs kleiner; – Nährstoffregulierung: höherer potenzieller N- und P-Rückhalt; – Klimaregulierung: höhere C-Speicherung; – Habitatfunktion: mehr ästuartypische Biotoptypen, bessere Lebensraumqualität (höhere Taxazahl Mollusken); – Erholung und Tourismus: verbesserte Erholungsfunktion
Uferrenaturierung	+3,75 ha Tideröhricht, +3,75 ha Tideauwald; –7,5 ha befestigte Flächen; Entwicklung ästuartypischer Lebensräume auf 7,5 ha	– Nährstoffregulierung: höherer potenzieller N- und P-Rückhalt; – Klimaregulierung: höhere C-Speicherung; – Habitatfunktion: mehr ästuartypische Biotoptypen, bessere Lebensraumqualität; – Erholung und Tourismus: verbesserte Erholungsfunktion

Maßnahmentyp	Auswirkung auf die Flächenkulisse	Wirkung auf Ökosystemleistung
Flexible Tidesteuerung durch Emssperrwerk	– Verbesserung der Lebensraumqualität durch Reduktion der Schlickbelastung; – Schaffung naturnäherer Verhältnisse bezüglich der Schwebstoffkonzentrationen; – Voraussetzung für die Entwicklung ästuartypischer Biotoptypen in den Tidepoldern	– Nahrungsmittel (Fischerei): höheres fischereiliches Ertragspotenzial; – Schifffahrt: Sperrzeiten mit Beeinträchtigung; – Habitatfunktion: bessere Lebensraumqualität durch Verringerung der Schlickbelastung; – Erholung und Tourismus: bessere Wasserqualität
Verbesserung der Durchgängigkeit an Sielen und Schöpfwerken sowie am Wehr Herbrum für Fische	– Verbesserung der Lebensraumqualität für die Fischfauna	– Nahrungsmittel (Fischerei): höheres fischereiliches Ertragspotenzial
Schaffung von Wiesenvogellebensräumen im Binnenland	– Aufgrund des großen Suchraums für den Flächenankauf werden diese überwiegend außerhalb des Betrachtungsraums (emsnahe Flächen) dieser Analyse liegen.	– Nahrungsmittel (Landwirtschaft): geringfügige Einschränkung der Nutzungsintensität; – Habitatfunktion: positive Veränderung durch Schaffung von stabileren Beständen auf höherwertigen Flächen von 200 ha; – Erholung und Tourismus: Naturtourismus gewährleistet
Naturschutzstation Ems	– Naturschutzvermittlung und -beratung, Öffentlichkeitsarbeit	– Erholung und Tourismus: Förderung Erholungsfunktion durch erlebbare Renaturierungsmaßnahmen
Maßnahmen zur Entwicklung und Sicherung von Salzwiesengesellschaften und Röhrichtzonen	– Umsetzung im Bereich Außenems und daher außerhalb des Betrachtungsraums	– qualitative Betrachtung: bei der Bilanzierung nicht berücksichtigt; – positive Wirkungen auf Nährstoffregulierung, Klimaregulierung, Habitatfunktion, Erholung und Tourismus
Revitalisierung von Mäandern und Nebenrinnen	– Umsetzung noch unklar: Ort und Umfang offen	– qualitative Betrachtung: bei der Bilanzierung nicht berücksichtigt; – positive Wirkungen auf Nahrungsmittel (Fischerei), Nährstoffregulierung, Klimaregulierung, Habitatfunktion, Erholung und Tourismus

Abbildung 5 zeigt eine Übersicht über die Größe der Biotoptypen für die drei Betrachtungsräume. Erkennbar ist unter anderem, dass ein Teil des Flusses heute nicht mehr als ästuartypischer Lebensraum eingestuft wird und der Anteil an Feuchtgrünland früher deutlich größer war. In Abbildung 6 werden die Landnutzungsklassen dargestellt.

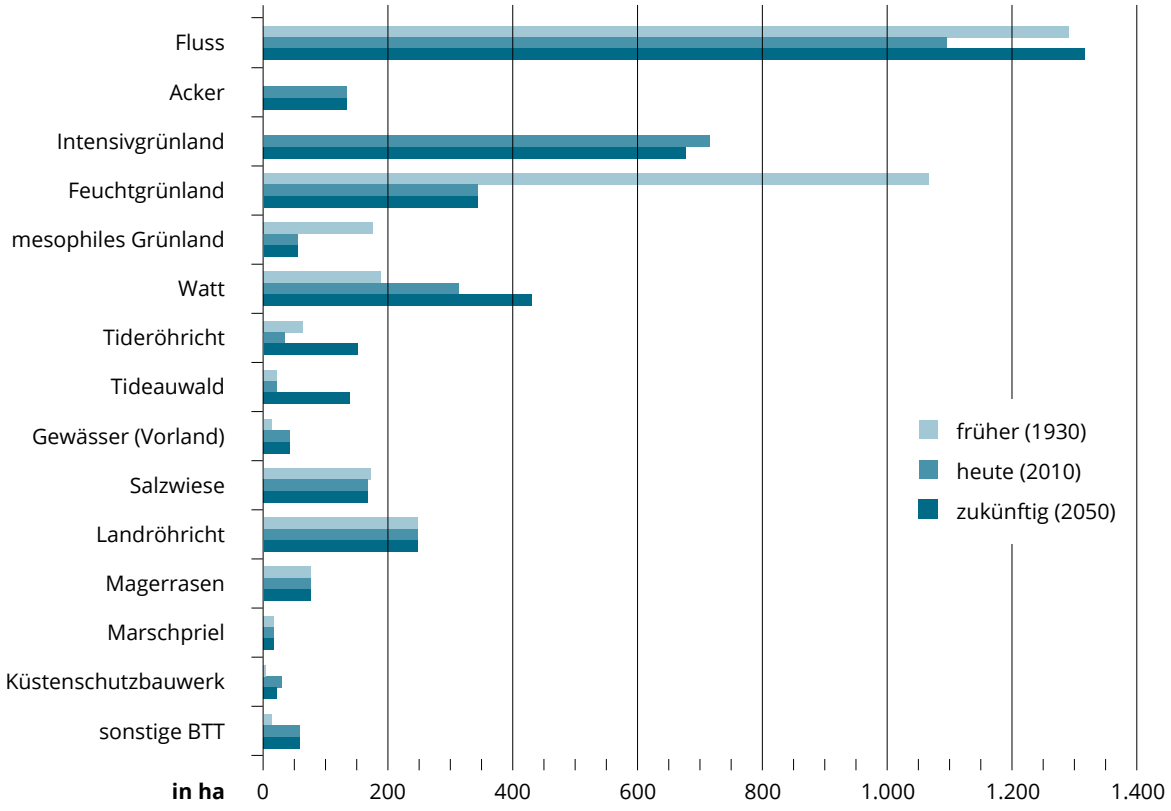


Abbildung 5: *Flächenkulisse der Tideems: Größe der Biotoptypgruppen*

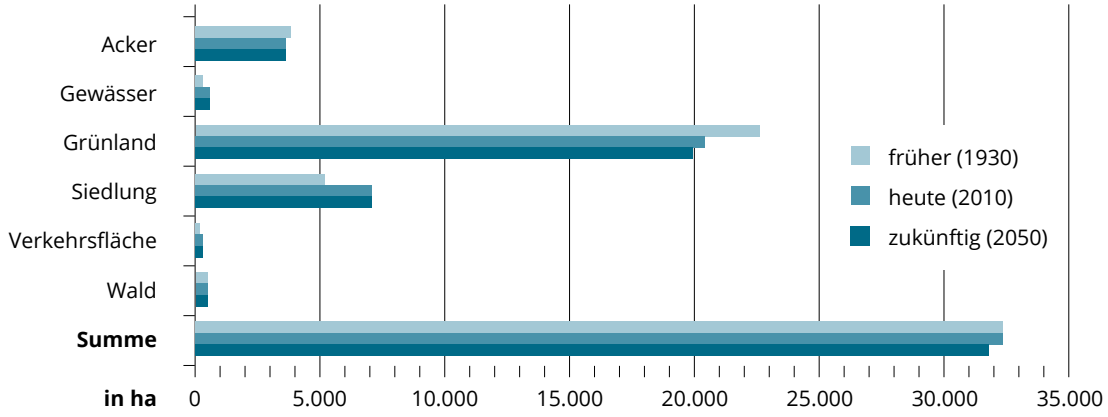


Abbildung 6: *Flächenkulisse der Binnendeichsflächen (emsnahe Flächen im Abstand von 3 km binnenseitig der Hauptdeichlinie): Größe der Landnutzungsklassen*

7 Ökosystemleistungen

7.1 Nährstoffregulierung: Stickstoff- und Phosphor-Rückhalt

7.1.1 Hintergrund

Zur Ökosystemleistung „Nährstoffregulierung“ gehört die physikalische Entfernung von Nährstoffen aus dem Ästuarsystem durch Lösung und Transport in Richtung Meer. Auch die Filterfunktion für das Flusswasser vor Eintritt in den Dollart und das Wattenmeer zählt dazu. Diese geschieht durch die Verstoffwechselung von Nährstoffen im Ökosystem. Beispiele hierfür sind die Aufnahme von Organismen und die Sedimentation (Boerema et al. 2016b; Scholz et al. 2012).

Vor diesem Hintergrund wird im Folgenden getrennt für Stickstoff (N) und Phosphor (P) die Retentionsleistung, also die Rückhalteleistung, des Ästuars quantifiziert.

7.1.2 Vorgehen der Wertermittlung

Wichtigster Prozess, um dauerhaft Stickstoff aus einem Flusssystem zu entfernen, ist die Denitrifikation. Darunter versteht man die mikrobielle Umwandlung des im Nitrat gebundenen Stickstoffs zu molekularem Stickstoff und Stickoxiden unter anaeroben Bedingungen. Da der meiste im Fluss gelöst transportierte Stickstoff als Nitrat vorliegt, ist die Denitrifikation der Hauptprozess des N-Rückhalts im Ästuar, der dazu beiträgt, N permanent aus dem Flusssystem zu entfernen.

Abbildung 7: *Ackerflächen und Grünland können nur begrenzt Nährstoffe zurückhalten, weisen also eine geringe Denitrifikationsrate auf.*

Die Operationalisierung des N-Rückhalts basiert auf der von Natho et al. (2013) und Scholz et al. (2012) entwickelten Vorgehensweise zur Abschätzung der N-Retentionsleistung von Flussauen. Die Biotoptypen der Tideems werden zu Biotoptypgruppen zusammengefasst und jeder dieser Gruppen sowie den Landnutzungsklassen (Binnenland) werden auf der Grundlage von (stark streuenden) Literaturwerten potenzielle Denitrifikationsraten zugeordnet (Tabelle 4). Dabei ist es auch erforderlich, für die Landnutzungsklasse Grünland im Binnenland einen Wert festzulegen, da durch die Tidepolder Flächen im Binnenland umgewandelt werden. Diese Flächen werden bereits vor der Anlage der Tidepolder eine – wenn auch geringere – Denitrifikationsrate aufweisen, die mit 60 kg N/ha/Jahr angesetzt wird. Die durch Sommerdeiche geschützten Sommerpolder, die vom Überflutungsgeschehen weitestgehend abgetrennt sind, werden mit derselben Rate berücksichtigt und erhalten damit einen geringeren Wert als die vergleichbaren tideoffenen Flächen.

Um die Ergebnisse des ermittelten N-Rückhalts einordnen zu können, werden sie in Relation zur jährlichen Stickstofffracht der Ems gesetzt. Die Angaben in der Literatur zur heutigen mittleren jährlichen Gesamtfracht für Stickstoff variieren und werden hier vereinfacht mit 28.000 Tonnen angenommen; diese Zahl wird vereinfachend auch für den Zustand früher festgelegt. Damit die Veränderungen durch die Maßnahmen des Masterplans Ems 2050 deutlich gemacht werden können, wird für den Zustand zukünftig eine 50%ige Reduktion erwartet. Diese Setzung basiert auf zwei Annahmen: Die Vorgaben des Übereinkommens zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks (OSPAR) sind erfüllt. Sie sehen vor, dass die Stickstoff- und Phosphoreinträge in die Gewässer bis 2020 halbiert werden. Außerdem haben die Umsetzungen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) und der Europäischen Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (EG-MSRL) die Nährstoffbelastung reduziert.

Tabelle 4: *Denitrifikationsraten der Biotoptypgruppen und Landnutzungsklassen*

Biotoptypgruppe/Landnutzungsklasse	Denitrifikationsraten (in kg N/ha/Jahr)
Grünland (Binnenland), Sommerpolderflächen	60
mesophiles Grünland, Intensivgrünland	100
Feuchtgrünland, Salzwiesen	150
Tideauwald, Land- und Tideröhricht, Uferstaudenflur	250
Gewässer, Flachwasserzone, Fluss, Watt	300
Acker, Siedlungs-/Gewerbe-/Verkehrsflächen, Küstenschutzbauwerk	kein Wert

Für den Phosphor-Rückhalt ist die (dauerhafte) Sedimentation der wichtigste Prozess – neben der Adsorption im Boden und an Sohlsedimenten sowie der Pflanzenaufnahme (Scholz et al. 2012). Die Sedimentation wird maßgeblich durch die Schwebstoff-Konzentration, durch die Dauer und Häufigkeit von Überflutungsereignissen sowie durch die Vegetationsbedeckung und -struktur bestimmt (van der Lee et al. 2004).

Die quantitative Analyse des P-Rückhalts erfolgt ausschließlich über den Prozess der Sedimentation in den tidebeeinflussten Flächen der Tideems. Dazu wurde nach der von Natho et al. (2013) und Scholz et al. (2012) entwickelten Vorgehensweise zur Abschätzung der P-Retentionsleistung von Flussauen gearbeitet. Hierfür werden den differenzierten Biotoptypgruppen potenzielle P-Retentionsraten auf der Grundlage von Literaturangaben zugeordnet. Aufgrund großer Spannweiten in diesen Quellen werden fünf mittlere potenzielle P-Retentionsraten differenziert (Tabelle 5). Dabei ist es nicht erforderlich, der Landnutzungsklasse Grünland im Binnenland einen Wert zu geben, da sie derzeit nicht überflutet wird. Von daher kann keine Sedimentation stattfinden und es muss nach unserem Ansatz keine P-Retentionsrate berücksichtigt werden. Die durch Sommerdeiche geschützten Sommerpolder, die vom Überflutungsgeschehen weitestgehend abgetrennt sind, werden mit einer geringeren P-Retentionsrate berücksichtigt als vergleichbare tideoffene Flächen. Sie liegt aufgrund geringerer Überflutung bei 0,5 kg P/ha/Jahr.

Tabelle 5: *Phosphor-Retentionsraten der Biotoptypgruppen (nach Boerema et al. 2016a, Scholz et al. 2012 und Schuchardt et al. 2013)*

Biotoptypgruppe	Sedimentrückhaltevermögen	P-Retentionsrate (in kg P/h/Jahr)
Acker, Sommerpolderfläche	geringes Sedimentrückhaltpotenzial (Biotoptypen mit sehr lichter Vegetation)	0,5
Feuchtgrünland, mesophiles Grünland, Magerrasen, Salzwiese, Intensivgrünland	mittleres Sedimentrückhaltpotenzial (Biotoptypen mit lichter Vegetation)	1
Fluss (Tiefwasserbereich), Gewässer (Vorland)	vegetationsunabhängiger Wert	3
Tideauwald, Röhrichte, Stauden-Sumpf, Uferstaudenflur	hohes Sedimentrückhaltpotenzial (Biotoptypen mit dichter Vegetation)	20
Flachwasserzone, Watt	vegetationsunabhängiger Wert	40
Siedlungs-/Gewerbe-/Verkehrsfläche, Küstenschutzbauwerk, Grünland und Acker (Binnenland)	–	kein Wert

Um die Ergebnisse zum potenziellen P-Rückhalt einzuordnen, wird die P-Fracht der Ems herangezogen. Die Literaturangaben zur mittleren jährlichen Gesamtfracht für P heute variieren zwischen 450 und 650 Tonnen (nach FGE Ems – Flussgebietseinheit Ems 2005; NLWKN – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz 2014; UBA – Umweltbundesamt 2014). Vereinfachend wird deshalb sowohl für die Zeiträume heute als auch früher ein Wert von 550 Tonnen angesetzt. Für den Zustand zukünftig wird mit einem um 50 % geringeren Wert gearbeitet (zu den Setzungen s. oben bei Stickstoff).

Abbildung 8: *Wattflächen weisen ein sehr hohes Potenzial auf, Nährstoffe zurückzuhalten.*

7.1.3 Ergebnis

Die Ergebnisse zur Ermittlung des N-Rückhalts sind in Abbildung 10 dargestellt. Früher wurden mit +43.774 kg N/Jahr knapp 7 % mehr Stickstoff in der Emsaue zurückgehalten als heute. Nach Umsetzung der Renaturierungsmaßnahmen können zukünftig +157.925 kg N/Jahr aus dem Flusswasser gefiltert werden – das sind 23 % mehr als heute.

Der höhere N-Rückhalt früher basiert v.a. auf der größeren Flachwasserzone. Der deutlich höhere N-Rückhalt zukünftig resultiert aus den in den Tidepoldern entstehenden größeren ästuartypischen Biotoptypen Tideauwald, Tideröhrichte, Watten und Flachwasserzonen.

Abbildung 9: *Durch die Entstehung von Flachwasserzonen kann deutlich mehr N zurückgehalten werden.*

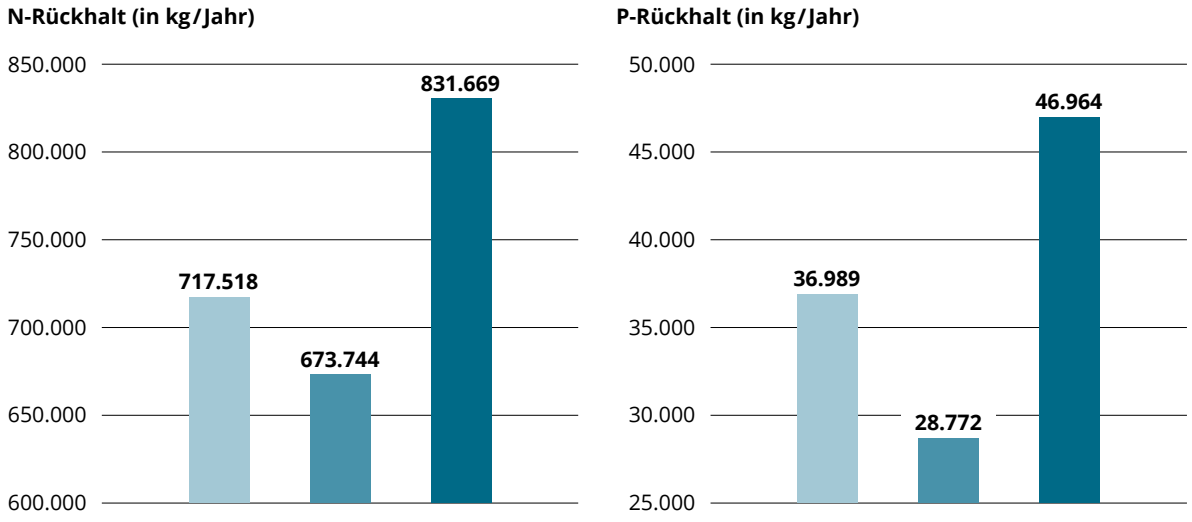


Abbildung 10: *N- und P-Rückhalt der Tideems früher, heute und zukünftig*

Bezogen auf die aktuelle N-Fracht der Ems von etwa 28.000 Tonnen pro Jahr werden von den Flächen der Tideems heute ca. 2,4 % zurückgehalten. Da keine Informationen über die N-Fracht der Vergangenheit vorliegen, wird für den Zustand früher der heutige Wert angesetzt (s. o.). Der N-Rückhalt für den Zeitraum früher beträgt dann ca. 2,6 %. Unter Berücksichtigung zukünftig halbierter N-Frachten beträgt der N-Rückhalt für den Zeitraum zukünftig knapp 6 %. Insgesamt sind damit die Ökosystemleistungen der Tideems zum N-Rückhalt für den Zeitraum früher höher als für den heute. Durch die Umsetzung der Maßnahmentypen erhöht sich der zukünftige N-Rückhalt deutlich und übersteigt dabei nicht nur das heutige, sondern auch das frühere Angebot. Verantwortlich sind dafür v.a. die in den Tidepoldern entstehenden ästuartypischen Biotoptypen.

Die Ergebnisse zum P-Rückhalt sind ebenfalls in Abbildung 10 dargestellt. Das P-Retentionspotenzial der gesamten Fläche der Tideems für den Zeitraum früher ist knapp 30 % (+8.217 kg P/Jahr) und für den Zeitraum zukünftig ca. 63 % (+18.193 kg P/Jahr) größer als heute. Vergleicht man das P-Retentionspotenzial für den Zeitraum zukünftig mit dem Zeitraum früher, ist es um ca. 27 % (+9.975 kg P/Jahr) größer. Hierbei sind die 358 Hektar Sommerpolderflächen berücksichtigt, die einen geringeren P-Rückhalt aufweisen (s. Tabelle 5). Durch den Maßnahmentyp „Sommerdeichöffnung“ reduziert sich die Sommerpolderfläche für den Zeitraum zukünftig um 35 Hektar auf 323 Hektar. Wie auch beim N-Rückhalt basiert der höhere P-Rückhalt früher v.a. darauf, dass die Flachwasserzone deutlich größer ist. Der höhere P-Rückhalt

Abbildung 11: *Auch Röhrichtzonen zeichnen sich durch ein hohes N- und P-Rückhaltepotenzial aus.*

zukünftig ist das Ergebnis der größeren ästuartypischen Biotoptypen Tideauwald, Tideröhrichte, Watten und Flachwasserzonen, die in den Tidepoldern entstehen.

Bezogen auf die aktuelle P-Fracht der Ems von etwa 550 Tonnen pro Jahr werden heute ca. 5 % von den Flächen der Tideems zurückgehalten. Auch für den Zustand früher wird vereinfacht die heutige P-Fracht übernommen (vgl. Vorgehen beim N-Rückhalt). Daraus ergibt sich ein P-Rückhalt von ca. 6,7 % für früher. Unter Berücksichtigung zukünftig halbierter P-Frachten beträgt der P-Rückhalt für den Zeitraum zukünftig ca. 17 %. Insgesamt leistet das Ökosystem der Tideems beim P-Rückhalt für den Zeitraum früher deutlich mehr als heute. Sind die Maßnahmentypen umgesetzt, wird sich der P-Rückhalt deutlich erhöhen und dabei auch den Rückhalt früher übersteigen. Verantwortlich sind dafür v.a. die in den Tidepoldern entstehenden ästuartypischen Biotoptypen.

7.2 Klimaregulierung: Kohlenstoffspeicherung

7.2.1 Hintergrund

Der Beitrag der Natur zur Regulierung des Klimas ist eine wichtige Ökosystemleistung. Dabei kommen verschiedene Aspekte zum Tragen. Besonders bedeutsam sind die Kohlenstoffbindung und -speicherung sowie der Rückhalt von Treibhausgasen . Weitere Leistungen sind zum Beispiel die direkte Kühlwirkung durch den Wasserkörper und Kühlungseffekte durch die Vegetation.

Ästuarine Ökosysteme sind biologisch sehr produktiv und bilden Senken für eine Reihe von Stoffen – unter anderem für Kohlenstoff. Damit tragen sie dazu bei, den globalen Klimawandel zu verlangsamen und potenzielle Klimafolgen zu verringern.

Wie viel Kohlenstoff in Ästuaren wie der Tideems gebunden und gespeichert wird, ist mit der biologischen Produktivität und den Sedimentationsraten verknüpft; deshalb sind die Watt- und andere der Tidedynamik ausgesetzte Flächen der Tideems von besonderer Bedeutung.

7.2.2 Vorgehen der Wertermittlung

Die Ökosystemleistung „Klimaregulierung“ hängt von der C-Speicherung im Boden und in der Biomasse ab. Sie wird durch Sedimentation und Akkumulation von organischem Material bestimmt.

Abbildung 12: *Ästuarine Ökosysteme bilden Senken für eine Reihe von Stoffen.*

Die für die Quantifizierung benötigten Daten umfassen zum einen räumliche Informationen zur Flächengröße der Biotoptypen und der Landnutzungsklassen. Zum anderen wird auf Literaturangaben für Kohlenstoffmengen im Boden und der Vegetation sowie zum Emissionsverhalten von Böden zurückgegriffen von Boerema et al. 2016a; Höper 2015; Höper und Schäfer; Naturkapital Deutschland – TEEB DE 2015; Scholz et al. 2012. Den räumlichen Daten aus den jeweiligen GIS-Datensätzen werden spezifische Werte zu Biotoptypen und Landnutzungsklassen für das C-Speichervermögen zugeordnet. Diese werden raumbezogen ausgewertet. Anschließend wird das Speichervermögen für Kohlenstoff in CO_2-Äquivalente* umgerechnet, um das Emissionsverhalten bzw. die Klimawirksamkeit zu berücksichtigen.

Tabelle 6: *CO_2-Speichervermögen der Biotoptypgruppen und Landnutzungsklassen (nach Boerema et al. 2016a)*

Biotoptypgruppen / Landnutzungsklassen	CO_2-Speichervermögen (in Tonnen CO_2-Äq/ha/Jahr)
Fluss (tiefes Sublitoral)	0,3
Flachwasser (flaches Sublitoral), Gewässer, Grünland (LNK: Binnenland), Sommerpolder	2
Intensivgrünland, Magerrasen	7,3
Feuchtgrünland, mesophiles Grünland, Salzwiesen, Uferstaudenflur, Watt	9
Tideauwald, Land- und Tideröhricht	25
Acker, Siedlungs-/Gewerbe-/Verkehrsflächen, Küstenschutzbauwerk	keine Werte

Tabelle 6 zeigt einen Überblick über das CO_2-Speichervermögen der verschiedenen Biotoptypen und Landnutzungsklassen.

7.2.3 Ergebnis

Die Ergebnisse der CO_2-Speicherung aller Flächen der Tideems für die drei Betrachtungszeiträume sind in Abbildung 13 dargestellt. Das CO_2-Speichervermögen der gesamten Tideems für den Zeitraum früher ist knapp 8 % (+1.743 Tonnen CO_2-Äq/Jahr) und für den Zeitraum zukünftig ca. 32 % (+7.091 Tonnen CO_2-Äq/Jahr) größer als heute. Das CO_2-Speichervermögen für den Zeitraum zukünftig ist um ca. 22 % (+5.347 Tonnen CO_2-Äq/Jahr) größer als das CO_2-Speichervermögen früher.

Die höheren Werte für die CO_2-Speicherung früher basieren darauf, dass Flachwasserzonen, mesophiles Grünland und Tideröhrichtflächen früher größer waren. Die kleineren Wattflächen reduzieren diesen Wert. Die deutlich höhere CO_2-Speicherung zukünftig resultiert aus den entstehenden größeren ästuartypischen Biotoptypen Tideauwald, Tideröhrichte und Watten in den Tidepoldern mit ihren relativ hohen CO_2-Speichervermögen. Die größeren Flachwasserzonen spielen hier eine geringere Rolle.

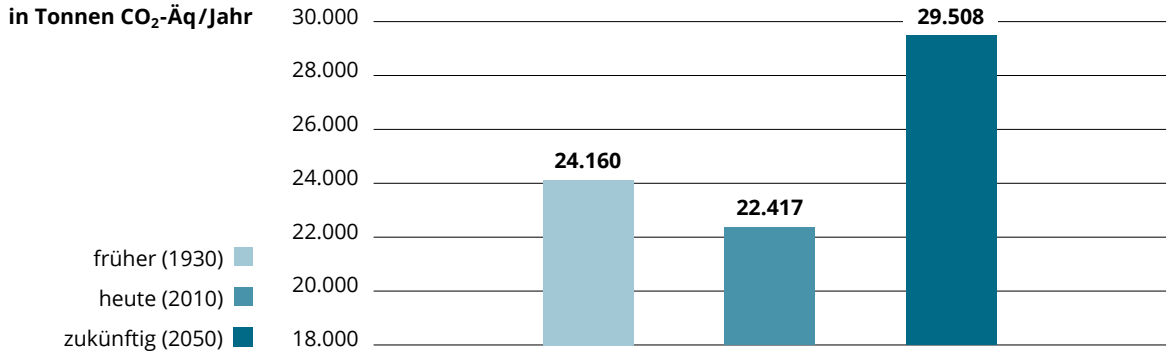


Abbildung 13: *CO_2-Speichervermögen auf den Flächen der Tideems früher, heute und zukünftig*

7.3 Erholung und Tourismus

7.3.1 Hintergrund

Der Beitrag von Landschaftselementen und -strukturen zu Erholung und Freizeit (Feierabend- und Wochenenderholung, Naherholung, Tourismus) hat in dicht besiedelten Industrieländern wie Deutschland eine hohe gesundheitliche, soziale und ökonomische Bedeutung. Für die Erholung sind individuell in unterschiedlichem Maße sowohl Naturerleben als auch die Möglichkeit konkreter Aktivitäten sowie ästhetische Aspekte der Natur wesentlich (Albert et al. 2015). Auch ästuarine naturnahe Landschaften und Ökosysteme tragen einen großen Teil zu Erholung und menschlicher Gesundheit bzw. Wohlergehen bei. Naturerleben ist Teil der regionalen Kultur, Kunst wird vielfach durch Natur inspiriert und die Identifikation mit einer Region ist oft mit dem Erleben vertrauter Landschaften verbunden.

Die Emsregion hat sich in den letzten Jahrzehnten zu einer wichtigen Tourismusdestination, auch für den Naturtourismus, entwickelt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem Fahrradtourismus.

Weiterhin bedeutend für die touristischen Aktivitäten ist der wasserbezogene Bereich. Hier spielen Angeln, Wassersport und Baden eine wichtige Rolle.

Abbildung 14: *Für die Erholung in der Natur sind sowohl das Naturerleben als auch konkrete Aktivitäten wichtig.*

7.3.2 Vorgehen der Wertermittlung

Das Angebot der Tideemsregion für die Ökosystemleistung „Erholung und Tourismus“ wird daran gemessen, wie die Landschaft mit charakteristischen abiotischen, biotischen und anthropogenen Elementen ausgestattet ist. Für die Nutzerperspektive Naherholung/Tourismus erfüllt die Emslandschaft eine Nutzungsfunktion, indem sie Räume vorzuweisen hat, die sich durch Vielfalt, Eigenart und Schönheit auszeichnen. Diese befriedigen sowohl den Erholungsanspruch der in der Region lebenden Menschen als auch den von Besuchern und Touristen.

Der hier verwendete Ansatz zur Quantifizierung schließt an das methodische Vorgehen von Albert et al. (2015) an, die die Landschaftsästhetik unter Berücksichtigung der gesetzlich verankerten Kriterien Vielfalt, Eigenart und Schönheit (nach BNatSchG § 1) bewerten. Dabei sind zwei unterschiedliche Aspekte gleichzeitig von Bedeutung: ein erhöhter Anteil von „natürlichen“, nicht anthropogen überformten Biotopen trägt zur Attraktivität besonders des Naturtourismus bei. Gleichzeitig ist es für die Naherholung und die Identifikation der dort lebenden Menschen besonders wichtig, die typischen Merkmale der vertrauten Kulturlandschaft zu erhalten. Die Funktion der Tideems für Tourismus und Erholung wird deshalb anhand folgender Parameter quantifiziert:

- Anteil naturraumtypischer Biotoptypen und
- Anteil von Biotoptypen geringer und mittlerer Nutzungsintensität als Elemente der historischen Kulturlandschaft

Für die Funktion der Tideems für Tourismus und Naherholung ist auch entscheidend, inwieweit sie für Aktivitäten wie Angeln, Wassersport und Baden direkt nutzbar ist. Diese Funktionen sind derzeit wesentlich durch die schlechte Wasserqualität der Tideems eingeschränkt. Es werden deshalb zusätzlich die Parameter

- Flächengrößen der Flachwasserzonen und
- Sauerstoffdefizite

quantifiziert. Die Analyse bezüglich der naturraumtypischen Biotoptypen erfolgt anhand der Kartierungsdaten der Biotoptypen der Tideems.
Die Biotoptypen werden in Biotoptypgruppen zusammengefasst und in die beiden Klassen ästuartypisch und nicht-ästuartypisch unterschieden und anhand ihrer Flächengröße analysiert. Ein hoher Anteil naturraum- bzw. ästuartypischer Biotoptypen liefert einen Hinweis auf eine erhöhte Funktion für den Naturtourismus.

Die Quantifizierung der Biotoptypen geringer und mittlerer Nutzungsintensität basiert auf der biotoptypspezifischen Kategorisierung der anthropogenen Beeinflussung: nicht, gering, mittel oder stark genutzt sowie überbaut. Hierbei sind die Biotoptypen Flussunterlauf und Sublitoral für früher und heute hinsichtlich ihrer Nutzungsintensität zu unterscheiden. Ein hoher Anteil von Biotoptypen mit geringer und mittlerer Nutzungsintensität steht für eine hohe Erholungsfunktion. Als Elemente der (historischen) Kulturlandschaft erhöhen sie die Eignung zur Erholung- und Identifikation (Albert et al. 2015).

Abbildung 15: *Flachwasserzonen haben einen Effekt auf die direkte Nutzbarkeit eines Gewässers und beeinflussen den Sauerstoffhaushalt.*

Die Indikatoren, die aufzeigen, in welchem Maß die Tideems für Aktivitäten wie Angeln, Wassersport und Baden nutzbar ist, werden zum einen aus den Biotoptypendaten (Flachwasserzonen), zum anderen aus den Messungen der Sauerstoffwerte abgeleitet. Dabei gehen wir davon aus, dass ein höherer Flächenanteil von Flachwasserzonen und geringere sommerliche Sauerstoffdefizite eine besser entwickelte Fischfauna und damit eine höhere Funktion als Angelsportgewässer und gleichzeitig eine bessere Badewasserqualität aufzeigen.

Tabelle 7: *Kategorisierung der Nutzungsintensität der Biotoptypgruppen (als Indikator für die anthropogene Beeinflussung)*

Nutzungsintensität	Biotoptypgruppe
nicht genutzt	Tideauwald, Watt, Salzwiese, Gewässer (Vorland), Land- und Tideröhricht, Staudensumpf
gering genutzt	Feuchtgrünland, Magerrasen früher: mäßig ausgebauter Flussunterlauf mit Tideeinfluss, naturnahes Sublitoral im Brackwasser-Ästuar
mittel genutzt	mesophiles Grünland
stark genutzt	Acker, Intensivgrünland heute und zukünftig: stark ausgebauter Fluss, Sublitoral mit Fahrrinne im Brackwasser-Ästuar
überbaut	Küstenschutzbauwerk, Siedlungs-/Gewerbe- und Verkehrsflächen

7.3.3 Ergebnis

Die Anteile von ästuartypischen und nicht-ästuartypischen Biotoptypen der Tideems für die drei Betrachtungszeiträume zeigt Abbildung 16.

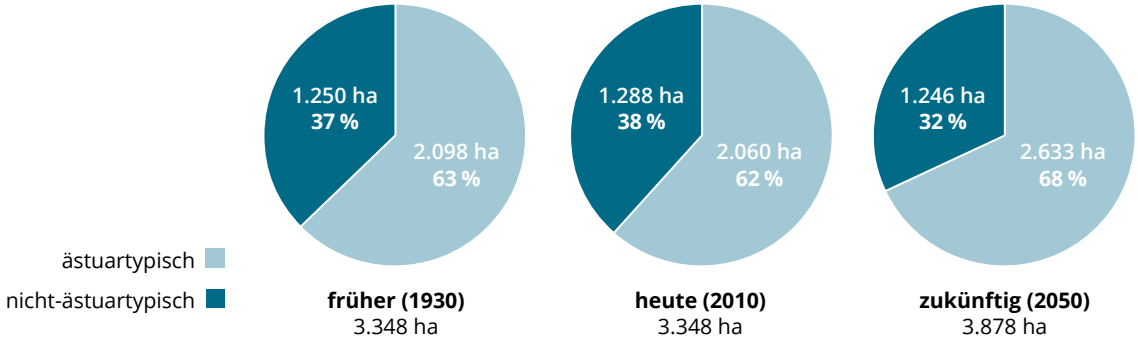


Abbildung 16: *Anteil von ästuartypischen und nicht-ästuartypischen Biotoptypen der Tideems früher, heute und zukünftig*

Früher war der Anteil ästuartypischer Biotoptypen ähnlich wie heute. Die Zunahme für den zukünftigen Zustand basiert v.a. darauf, dass der Maßnahmentyp „Tidepolder“ umgesetzt wird, unterstützt durch die (relativ kleinflächigen) „Sommerdeichöffnungen“ und „Uferrenaturierungen“. Der Parameter zeigt damit eine gesteigerte Ökosystemleistungsfunktion v.a. für den Naturtourismus.

Abbildung 17: *Die Zunahme ästuartypischer Biotoptypen resultiert vor allem aus der Anlage von Tidepoldern. (Hier: Beispielhaft Tidepolder Lippenbroek in Belgien.)*

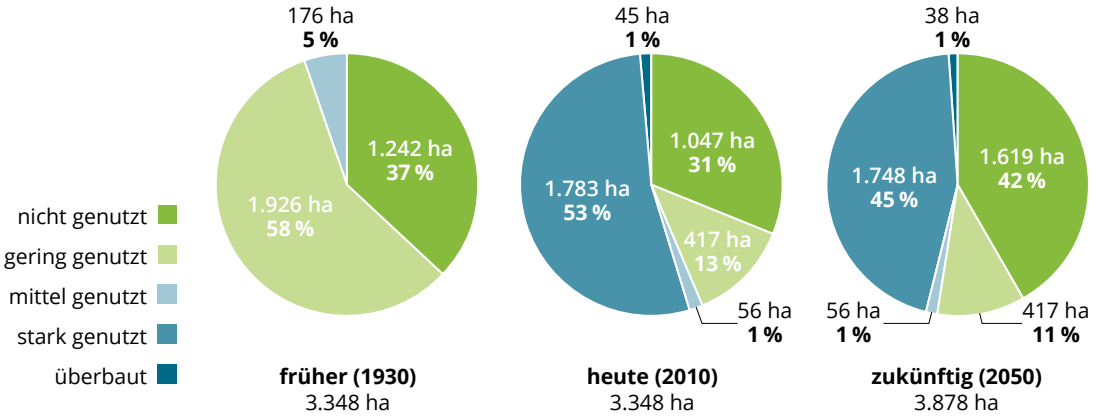


Abbildung 18: *Flächenanteile der Biotoptypgruppen nach Nutzungsintensität der Tideems früher, heute und zukünftig*

In Abbildung 18 sind die Flächenanteile der Biotoptypgruppen nach Nutzungsintensitäten dargestellt. Der Anteil an gering und mittel genutzten Biotoptypgruppen war früher sehr hoch (63 %) und ist heute deutlich geringer (15 %). Diese Zahlen weisen darauf hin, dass die Erholungsfunktion stark abgenommen hat. Im Zustand zukünftig verändert sich der Anteil nur geringfügig (12 %), die daraus abgeleitete Erholungsfunktion bleibt also mehr oder weniger unverändert.

Abbildung 19 zeigt, dass die Fläche der Flachwasserzone heute gegenüber früher stark abgenommen hat und zukünftig, v.a. durch die Herstellung der Tidepolder, wieder deutlich ansteigen wird.

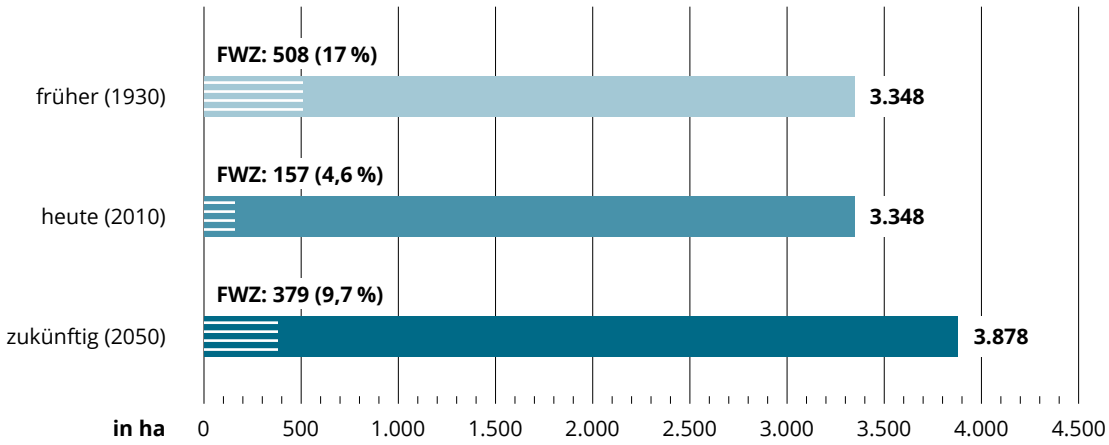


Abbildung 19: *Größe und prozentualer Anteil der Flachwasserzone (flaches Sublitoral) bezogen auf die Fläche zwischen den Hauptdeichen (inkl. Tidepolder) der Tideems früher, heute und zukünftig*

Abbildung 20: *Angler profitieren von den besseren Lebensbedingungen für die heimische Fischfauna.*

In Abbildung 21 wird dargestellt, dass sich für die Fischgemeinschaft früher keine kritischen Sauerstoffdefizite in der Tideems ausgebildet haben. Im Zustand heute treten jedoch regelmäßig sehr massive sommerliche Sauerstoffmangelsituationen auf. Zusammen mit den extremen Schwebstoff-Konzentrationen, die diese Defizite verursachen, sind sie die wesentliche Ursache für die stark eingeschränkte Nutzbarkeit der Tideems als Angelsport- und Badegewässer. Im Zustand zukünftig sollen die Parameter wieder näherungsweise dem Zustand früher entsprechen, so dass von einer gesunden Fischlebensgemeinschaft auszugehen ist.

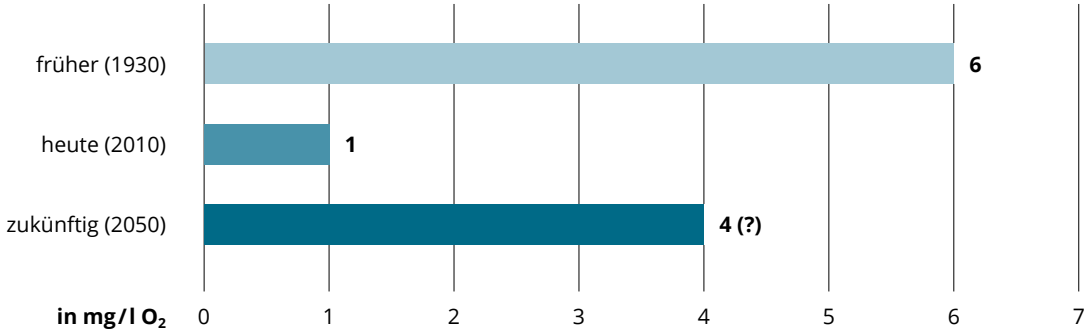


Abbildung 21: *Regelmäßig auftretende (sommerliche) Sauerstoffminima in der Tideems früher, heute und voraussichtlich zukünftig*

7.4 Habitatfunktion
7.4.1 Hintergrund

Die Biodiversität, also die Biologische Vielfalt an Tieren, Pflanzen und Lebensräumen, gewährleistet im weiten Sinne alle Prozesse, die direkt oder indirekt mit einem funktionierenden Ökosystem verbunden sind. Sie stellt damit direkt oder indirekt alle anderen Ökosystemleistungen sicher. Die Ökosystemleistung „Habitatfunktion“ beinhaltet die funktionelle und strukturelle Qualität ästuartypischer Lebensräume, die als Grundlage vielfältiger menschlicher Nutzungen dienen.

Die EU-Biodiversitätsstrategie bis 2020 sieht in ihren Zielen vor, bis dahin Ökosysteme und Ökosystemleistungen zu erhalten, durch „grüne Infrastrukturen“ zu verbessern sowie mindestens 15 % der degradierten Ökosysteme wiederherzustellen (Albert et al. 2015). Deutschland ist gemäß dieser Strategie dazu aufgefordert, bis 2014 Ökosystemleistungen flächendeckend zu erfassen, kartografisch darzustellen und bis 2020 ökonomisch zu bewerten (Europäische Kommission 2011).

Die hier betrachteten Maßnahmentypen des Masterplans Ems 2050 zielen sowohl darauf ab, die ästuarinen Lebensräume wiederherzustellen als auch ihre Qualität zu verbessern. Die mögliche höhere Biologische Vielfalt der Tideems wird im Rahmen der Bewertung der Ökosystemleistung „Habitatfunktion“ analysiert.

Abbildung 22: *Blaukehlchen, Ampferspanner, Rundmaul, Nordsee-Schnäpel und Fischotter: nur eine Auswahl aus der naturraumtypischen Tiergemeinschaft der Unterems.*

7.4.2 Vorgehen der Wertermittlung

Durch Naturschutzindikatoren wie der Anteil von Schutzgebieten oder die Landnutzungsintensität können die ästuartypische Arten- und Lebensraumvielfalt und damit die Biologische Vielfalt eingeschätzt werden. Nach Scholz et al. (2012) kann z.B. die Habitatfunktion dadurch ermittelt werden, dass Informationen zum Flächenanteil an Natura 2000-Gebieten (FFH- und Vogelschutzgebiete), zum Flächenanteil ästuartypischer Biotoptypen und zur Landnutzungsintensität der Biotoptypen des Vorlands verknüpft werden. An dieser Stelle wird die Ökosystemleistung „Habitatfunktion“ anhand des Vorkommens ästuartypischer Biotoptypen quantitativ eingeschätzt. Dafür werden die Biotoptypen entsprechend IBP-Ems (2014) und BioConsult (2012) für den Süßwasserbereich (limnischer Bereich) beziehungsweise den oligohalinen (schwach salzhaltigen) Bereich in ästuartypisch und nicht-ästuartypisch differenziert.

Abbildung 23: *Die Ökosystemleistung „Habitatfunktion“ bewertet die funktionelle und strukturelle Qualität ästuartypischer Lebensräume.*

Auf der Grundlage der drei Flächenkulissen früher (1930), heute (2010) und zukünftig (2050) werden für diesen Parameter die Flächengröße und der Anteil der Biotoptypen des limnischen und des oligohalinen Bereichs der Tideems separat berechnet. Anhand der Analyse der Flächengröße der ästuartypischen Biotoptypen wird die Habitatfunktion in diesen beiden Salinitätsbereichen der Tideems getrennt quantifiziert. Ein hoher Anteil nicht-ästuartypischer Lebensräume zeigt dabei eine eingeschränkte Habitatfunktion auf und umgekehrt.

Abbildung 24: *Viele Flächen an der Ems weisen heute eine eingeschränkte Habitatfunktion auf.*

Ergänzend wird als Beispiel für die qualitative Ausprägung der Biotoptypen, die für die tatsächliche Ökosystemleistung der Lebensräume der Tideems bedeutend sind, die Artenzahl der Mollusken (Schnecken und Muscheln) im limnischen Bereich der Tideems zwischen Herbrum und Leer als Indikator herangezogen. Die Artenzahl des Zustands früher indiziert dabei eine gute Ausprägung der Ökosystemleistung.

Die zukünftige Veränderung der Habitatfunktion durch die Schaffung von Wiesenvogellebensräumen wird qualitativ dargestellt und diskutiert.

7.4.3 Ergebnis

Die Anteile von ästuartypischen und nicht-ästuartypischen Biotoptypen für die drei Betrachtungszeiträume im limnischen und oligohalinen Bereich der Tideems zeigt Abbildung 25. In beiden Abschnitten war der Anteil ästuartypischer Biotoptypen früher größer als heute; im schwach salzhaltigen Bereich vor allem auch deshalb, weil der Biotoptyp „Sublitoral im Brackwasserwatt“ mit ca. 887 Hektar im Zustand früher noch als ästuartypisch eingeschätzt wird. Durch den Ausbau der Unterems für die Überführung von Kreuzfahrtschiffen ist dieser Flusslebensraum nicht mehr ästuartypisch.

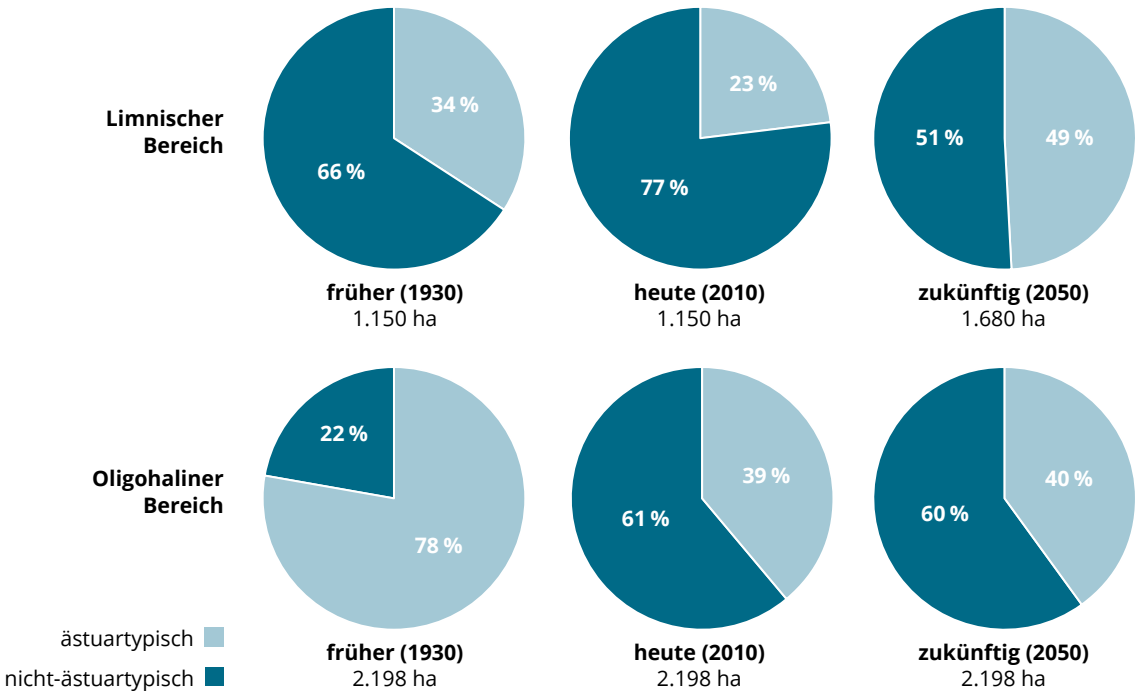


Abbildung 25: *Anteil von ästuartypischen und nicht-ästuartypischen Biotoptypen im limnischen und oligohalinen Bereich der Tideems früher, heute und zukünftig.*

Die Maßnahmentypen insbesondere im limnischen Bereich vergrößern den Anteil ästuartypischer Biotoptypen zukünftig im Vergleich zu heute deutlich (s. Tabelle 1). Diese zukünftige Zunahme basiert darauf, dass die Maßnahmentypen „Tidepolder“, „Sommerdeichöffnung“ und „Uferrenaturierung“ realisiert werden. Im oligohalinen Bereich ändert sich der Anteil nicht wesentlich. Die Flächenkulisse geht davon aus, dass die Maßnahmentypen „Tidepolder“ und „Uferrenaturierung“ aufgrund der größeren hydraulischen Effektivität und des höheren Entwicklungsbedarfs nur im limnischen Bereich umgesetzt werden. Sommerdeichöffnungen finden hingegen auf vergleichsweise kleinen Flächen sowohl im limnischen als auch im oligohalinen Abschnitt der Tideems statt.

Abbildung 26 zeigt eine Abschätzung der Artenzahlen der limnischen Mollusken in der Tideems zwischen Herbrum und Leer zu den drei zeitlichen Zuständen. Die Zahl zu früher ist aus Literaturangaben zu vergleichbaren Abschnitten in den Ästuaren von Weser und Elbe abgeleitet. Der Zustand zukünftig stellt eine fachliche Einschätzung dar, die die zu erwartenden Verbesserungen der abiotischen Randbedingungen und die voraussichtlich weiter bestehenden Beeinträchtigungen berücksichtigt.

Die Ergebnisse zeigen den vollständigen Verlust der Besiedlung des limnischen Bereichs der Tideems mit Mollusken im Zustand heute. Dieser dramatische Rückgang ist v.a. auf die hohe Konzentration an Schwebstoffen bzw. „fluid mud“-Bildung und die starken Defizite an Sauerstoff zurückzuführen. Es ist davon auszugehen, dass ein Teil des früheren Artenspektrums, das für eine gute Ausprägung der Ökosystemleistung „Habitatfunktion“ steht, sich im Zustand zukünftig wieder etablieren wird.

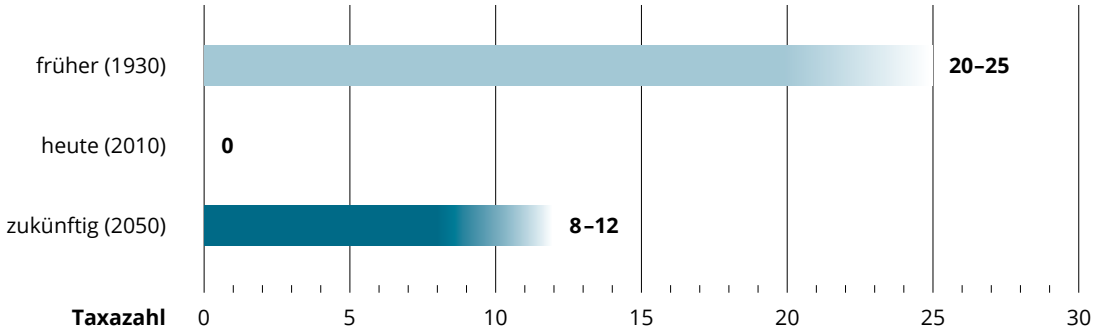


Abbildung 26: *Vermutliche Artenzahl der Mollusken (Muscheln und Schnecken) im Abschnitt Herbrum bis Leer (limnischer Bereich) in der Tideems früher, heute und zukünftig.*

Abbildung 27: *Eine hohe Artenzahl an Großmuscheln deutet auf intakte Gewässerlebensräume hin (links: Bachmuschel; rechts: Malermuschel).*

Abbildung 28: *Die Maßnahmen des Masterplans führen insgesamt zu stabileren Beständen bei Wiesenvögeln.*

Die Bedeutung der Tideemsregion für Wiesenvögel ist hoch. Sie wird durch die Maßnahmentypen „Tidepolder“ und „Sommerdeichöffnung“ beeinflusst. Der Masterplan sieht vor, summarisch für frühere und aktuelle Verluste und Beeinträchtigungen, 200 Hektar landwirtschaftlicher Fläche binnendeichs als Bruthabitat für Wiesenvögel zu entwickeln. Dabei haben die Flächen, auf denen Tidepolder entstehen sollen, in der Regel heute eine geringe Bedeutung für Wiesenvögel. In der Konsequenz führen daher die Maßnahmen für den Wiesenvogelschutz zu stabileren Beständen.

7.5 Nahrungsmittel: Landwirtschaft und Fischerei

7.5.1 Hintergrund

Die Ökosystemleistungen „Landwirtschaft“ und „Fischerei“ umfassen das landwirtschaftliche (terrestrische) sowie das fischereiliche (aquatische) Ertragspotenzial.

Die Landwirtschaft ist als Wirtschaftszweig, der Raum in Anspruch nimmt und die Kulturlandschaft prägt, in der Emsregion von großer Bedeutung. Sie ist der dominante Flächennutzer und war früher der wichtigste Erwerbszweig für die Bevölkerung. Auch heute prägt die

Landwirtschaft die Region großflächig und spielt wirtschaftlich weiterhin eine größere Rolle. So wirtschafteten im Jahr 2010 im Landkreis Leer auf insgesamt knapp 67.500 Hektar Fläche ca. 1.300 landwirtschaftliche Betriebe. 85 % davon sind Futterbau- oder Weideviehbetriebe.

Die Fischerei hatte früher im Emsästuar eine große Bedeutung. Sie ist jedoch u.a. durch die ausbaubedingt massive Verschlechterung der Wasserqualität seit den 1990er Jahren fast zum Erliegen gekommen. Sie erfolgt heute in der Unterems nur noch von einem Betrieb im Haupterwerb. Die Haupterwerbsfischerei arbeitet wesentlich mit Pfahlhamen. Ihre Zielarten sind Aal und Stint. Die Nebenerwerbsfischerei nutzt neben Pfahlhamen zusätzlich Aalkörbe und Reusen.

7.5.2 Vorgehen der Wertermittlung

Für die Quantifizierung des landwirtschaftlichen Ertragspotenzials werden folgende Aspekte herangezogen:

- Anteil landwirtschaftlicher Nutzfläche an der gesamten emsnahen Binnendeichfläche (3-km-Bereich) als Parameter für das flächenbezogene Potenzial für die landwirtschaftliche Nahrungsmittelproduktion. (Die tatsächliche Nahrungsmittelproduktion pro Flächeneinheit ist zusätzlich wesentlich von der Nutzungsintensität/Bewirtschaftung abhängig.) Dabei erfolgt die Darstellung getrennt für Grün- und Ackernutzung.

- Biotopspezifische Nutzungsintensität der Vorlandflächen (abgeleitet aus den Biotoptypen nach Drachenfels 2004, angepasst nach Schuchardt et al. [2013]) als Parameter für das flächenbezogene Potenzial für die landwirtschaftliche Nahrungsmittelproduktion im Vorland.

Abbildung 29: *Der Anteil an emsnahen landwirtschaftlichen Nutzflächen (links) und die Nutzungsintensität der Vorlandflächen wurden zur Bestimmung des landwirtschaftlichen Ertragspotenzials herangezogen.*

Abbildung 30: *Zur Quantifizierung des fischereilichen Ertragspotenzials wurden Daten zu den Anlandungen einzelner Arten (u.a. Stint, s. linkes Bild), die Ausprägung sommerlicher Sauerstoffdefizite und die Größe der Flachwasserzonen (rechts) herangezogen.*

Das fischereiliche Ertragspotenzial ist neben der Nachfrageseite stark von der ökologischen Lebensraumqualität geprägt. Für die Ausprägung der Fischgemeinschaft als Grundlage für die Fischerei in der Tideems sind vor allem die Wasserqualität (Schwebstoffe, Sauerstoff), das Vorhandensein von Flachwasserzonen (hohe Produktivität) und die Existenz zusammenhängender und durchgängiger Lebensräume wichtig. Als Indikatoren für die Ausprägung der Fischgemeinschaft und damit des fischereilichen Ertragspotenzials werden die folgenden Parameter herangezogen:

- Daten der Fischereistatistik zu den Anlandungen einzelner Arten in der Ems. Diese trennen allerdings nicht zwischen Unter- und Außenems, so dass die Veränderungen in der Unterems tendenziell unterschätzt werden.

- Die Ausprägung sommerlicher Sauerstoffdefizite, da diese unmittelbar oder bedingt durch die extremen Schwebstoffkonzentrationen die Fischlebensgemeinschaft beeinträchtigen.

- Die Veränderung der Größe der Flachwasserzonen an der Gesamtfläche zwischen den Hauptdeichen, da Flachwasserzonen für die Ernährung und Reproduktion vieler Fischarten wesentlich sind. Ein hoher Anteil von Flachwasserzonen zeigt deshalb eine gute Situation der Tideems als Nahrungs- und Reproduktionsraum für die charakteristische Fischfauna an.

7.5.3 Ergebnisse

Landwirtschaft

Basierend auf den für die Betrachtungszeiträume getroffenen Festlegungen wird aus Abbildung 31 deutlich, dass die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche binnendeichs früher größer war. Die Abnahme gegenüber heute ist wesentlich dadurch verursacht, dass Siedlungs- und Verkehrsflächen zugenommen haben. Der prozentuale Anteil der Landwirtschaftsfläche an den emsnahmen Flächen im Binnenland betrug früher ca. 82 % und heute nur etwa 74 %.

Für den Zustand zukünftig wird der Wert heute angesetzt, da das Ausmaß des zukünftigen Flächenverbrauchs durch Siedlungen und Infrastruktur unbekannt ist. Die aus Abbildung 31 ersichtliche geringere landwirtschaftliche Nutzfläche im Betrachtungszeitraum zukünftig resultiert deshalb v.a. aus der Herstellung der Tidepolder im Binnenland auf 530 Hektar. Die Größe der landwirtschaftlich genutzten Fläche im 3-km-Bereich des Betrachtungsraumes heute reduziert sich durch die Herstellung der Tidepolder von 23.952 Hektar auf 23.422 Hektar bzw. um ca. 1 % zukünftig. Davon ist ausschließlich das Grünland betroffen (Setzung); die Ackerfläche wird nicht kleiner. Die weiteren Maßnahmentypen des Masterplans Ems 2050 reduzieren die landwirtschaftlich nutzbare Fläche im Binnenland nicht.

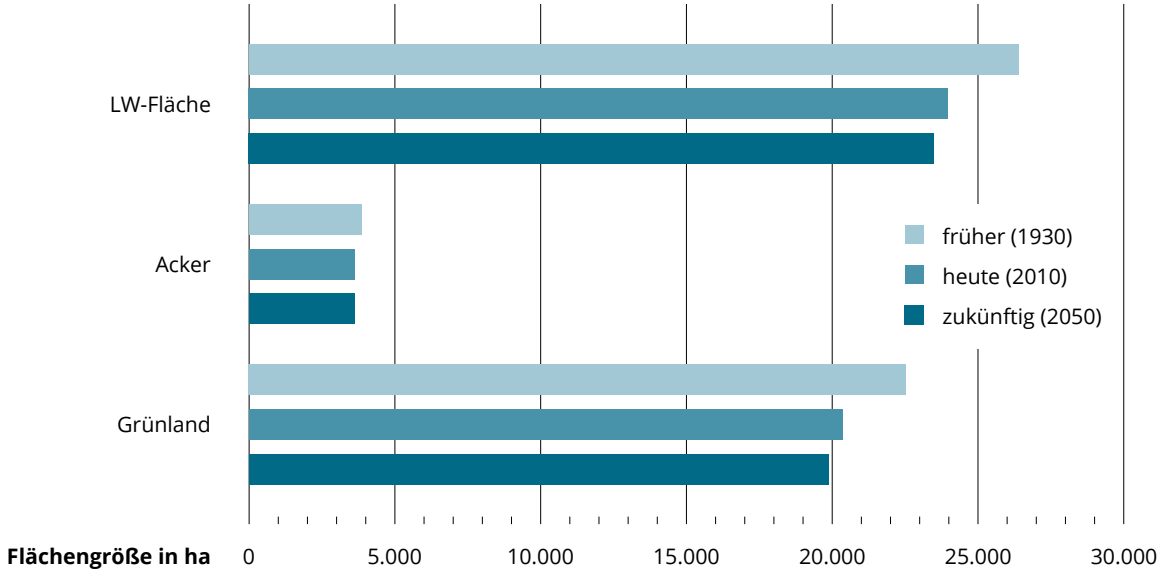


Abbildung 31: *Größe der emsnahen (3-km-Bereich binnendeichs) landwirtschaftlichen Flächen früher, heute und zukünftig (LW-Fläche: Landwirtschaftsfläche)*

Abbildung 32 stellt die Veränderung der Nutzungsintensität der Vorlandsflächen (abgeleitet aus den Biotoptypen: s. Tabelle 8) als Parameter für das flächenbezogene Potenzial für die landwirtschaftliche Nahrungsmittelproduktion für die drei Betrachtungszeiträume dar.

Tabelle 8: *Biotoptypspezifische Kategorisierung der landwirtschaftlichen Nutzungsintensität und Bedeutung für die Landwirtschaft*

Nutzungsintensität	Biotoptypgruppe	Bedeutung für die Landwirtschaft
ungenutzt	Gewässer (Vorland), Watt, Fluss, Tideauwald, Salzwiese, Land- und Tideröhricht, Staudensumpf, Uferstaudenflur	keine
wenig genutzt	Feuchtgrünland, Magerrasen	gering
mittel genutzt	mesophiles Grünland	mittel
stark genutzt	Acker, Intensivgrünland	hoch
anthropogen geprägte Fläche	Siedlungs-/Gewerbe-/Verkehrsfläche, Küstenschutzbauwerk	keine

In allen drei Zeiträumen werden ca. zwei Drittel der Flächen nicht genutzt und haben damit keine landwirtschaftliche Bedeutung. Aufgrund des durch den Maßnahmentyp „Tidepolder“ zukünftig vergrößerten Umfangs an ungenutzten ehemaligen Binnenlandflächen (Ausbildung mit ästuartypischen Biotoptypen) ist nicht nur die absolute Vorlandsfläche, sondern auch der prozentuale Anteil der Flächen ohne landwirtschaftliche Bedeutung zukünftig größer (Abbildung 32).

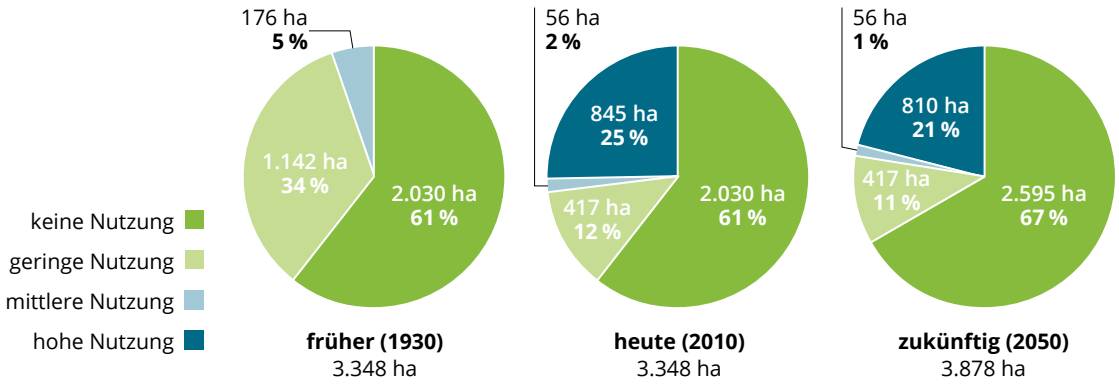


Abbildung 32: *Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung der Vorlandsflächen (inkl. Tidepolder) als Indikator für ihre Bedeutung für die Landwirtschaft früher, heute und zukünftig*

Die absolute durch die Landwirtschaft genutzte und damit für die Nahrungsmittelproduktion im Vorland zur Verfügung stehende Fläche wird durch die Tidepolder nicht verkleinert, da diese auf Binnendeichsflächen hergestellt werden. Auch die anderen Maßnahmentypen des Masterplans Ems 2050 führen zu keiner Veränderung oder nur zu einer etwas geringeren Höhe der Ökosystemleistung „Landwirtschaft im Vorland“ (Maßnahmentyp „Sommerdeichöffnung“ auf ca. 35 Hektar; Abnahme der genutzten Vorlandfläche von 1.243 auf 1.208 Hektar, also um ca. 2,8 %).

Fischerei

Die Daten zu den Anlandungen von Aal, Stint und Flunder aus der Tideems (Flussfischerei) zwischen 1984 und 2011 zeigen einen sehr starken Rückgang um 60 bis über 90 % (Abbildung 33). Seit 2011 werden die Daten nicht mehr erhoben. Auch die behördliche Erfassung der Fischfauna in der Unterems im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie zeigt eine weitgehende Verödung. Literaturhinweisen (z.B. LAVES – Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2010; Nolte 1976) nach war die Fischgemeinschaft zum Zeitpunkt früher noch arten- und vor allem biomassereich ausgeprägt, obwohl die großen Wanderarten wie Stör und Lachs auch zu diesem Zeitpunkt bereits weitestgehend durch Überfischung verschwunden waren.

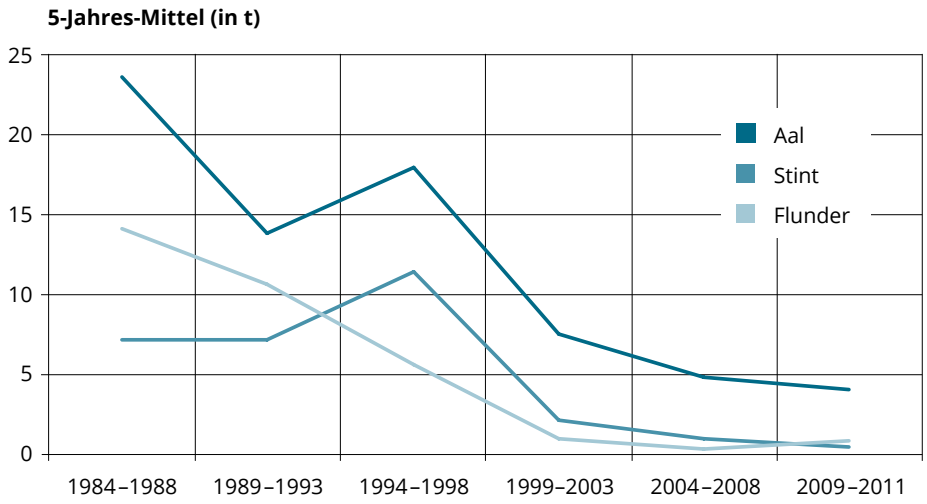


Abbildung 33: *Jährliche Anlandungen von Aal, Stint und Butt zwischen 1984 und 2011 an den in der Ems bewirtschafteten Pfahlhamenstellen, dargestellt in 5-Jahres-Mitteln (Datenreihen des staatlichen Fischereiamtes Bremerhaven, nach 2011 nicht mehr erhoben)*

Abbildung 34: *Mit Umsetzung des Masterplans Ems 2050 soll sich das fischereiliche Ertragspotenzial der Tideems wieder verbessern.*

Sommerliche Sauerstoffdefizite waren zum Zeitpunkt früher nicht ausgeprägt (vgl. Abbildung 21 auf S. 32) und traten noch zu Beginn der 1980er Jahre in der Unterems nicht auf. Im Zustand heute bilden sich extreme Sauerstoffmangel in der Unterems v.a. als Folge der Zehrung durch die sehr hohen Schwebstoffkonzentrationen aus. Sie sind wesentlich dafür verantwortlich, dass die Fischfauna in der Tideems verödet ist. Für den Zeitraum zukünftig ist davon auszugehen, dass die Sauerstoffdefizite deutlich geringer ausgeprägt sind und sich die Fischgemeinschaft erholt.

Die Flächen der Flachwasserzonen in der Tideems im Vergleich der Zeiträume früher und heute haben erheblich abgenommen. Zukünftig werden sie relativ stark zunehmen, wenn die Maßnahmentypen „Tidepolder“ und „Sommerdeichöffnung“ umgesetzt werden (vgl. Abbildung 19 auf S. 31). Verändert sich ein für die Ausprägung der Fischgemeinschaft besonders wichtiges Habitat, ist von einer deutlichen Veränderung (Abnahme und Wiederzunahme) des fischereilichen Ertragspotenzials auszugehen.

Die drei Indikatoren Anlandungen, Sauerstoffdefizite und Flachwasserzonen zeigen übereinstimmend, dass im Vergleich der beiden Betrachtungszeiträume früher und heute sich das fischereiliche Ertragspotenzial deutlich reduziert hat. Die Umweltbedingungen haben sich so verschlechtert, dass heute nur noch eine stark dezimierte Fischgemeinschaft in der Tideems vorkommen kann. Die Ökosystemleistung „Fischerei“ hat sich danach von gut nach schlecht verändert; die kommerzielle Fischerei in der Tideems ist weitestgehend zum Erliegen gekommen. Es ist davon auszugehen, dass sich mit Umsetzung der Maßnahmen des Masterplans Ems 2050 – u.a. zur Verbesserung der Durchgängigkeit – die Fischgemeinschaft und damit das fischereiliche Ertragspotenzial wieder deutlich verbessern werden.

7.6 Schifffahrt

7.6.1 Hintergrund

Die Tideems ist für Schifffahrt und Schiffbau eine wichtige Wasserstraße. Sie hatte und hat zum einen als zentrale Verbindungsachse zwischen Weser- und Rheingebiet und für die regionalen Häfen eine hohe sozio-ökonomische Bedeutung. Zum anderen werden die in Papenburg gebauten Schiffe über die Tideems nach See überführt. Die Transportfunktion des fließenden Wassers und ausreichende Wassertiefen bilden die Grundlage für die Ökosystemleistung „Schifffahrt". Die Tideems ist in der Vergangenheit in mehreren Schritten für die Überführungen von Kreuzfahrtschiffen von Papenburg bis Emden vertieft und aufgestaut worden.

7.6.2 Vorgehen der Wertermittlung

Die Ökosystemleistung „Schifffahrt" wird hauptsächlich durch physische, abiotische Faktoren bestimmt. Hauptfaktor ist ausreichend tiefes Wasser, welches aus Oberwasserabfluss, Gezeitenzufluss und der Sedimentdynamik resultiert. Die Hydrologie eines Flusses, die zu den Versorgungsleistungen zählt, wird auch als intermediäre Leistung bezeichnet, die als Vorleistung für finale Ökosystemleistungen erbracht werden muss (Haines-Young und Potschin 2013).

Die Tideems ist seit Beginn des 20. Jahrhunderts mit unterschiedlichen Maßnahmen an den Bedarf bzw. die Nachfrage nach der Befahrbarkeit mit größeren und v.a. tiefergehenden Schiffen angepasst worden. Die Ökosystemleistungen, die die Tideems anbietet, sind also wie in Weser und Elbe weniger durch naturräumliche Faktoren als durch die gezielten wasserbaulichen Veränderungen der Hydromorphologie bestimmt.

Die Quantifizierung der Ökosystemleistung „Schifffahrt" (einschließlich Schiffbau) erfolgt anhand der zu den drei Betrachtungszeiträumen für

Abbildung 35: *Hinsichtlich der Schifffahrt ist zwischen der Nachfrage für die Binnenschifffahrt (links) und der Überführung von Kreuzfahrtschiffen zu unterscheiden (rechts).*

die Schifffahrt nutzbaren (tide- und stauabhängigen) Tiefgänge, da damit die Angebotsseite dieser Ökosystemleistung näherungsweise beschrieben wird. Für den Zeitraum zukünftig wird im Masterplan Ems 2050 als ein Ziel genannt, dass die „Zugänglichkeit“ der Ems für die Schifffahrt gesichert bleiben soll. Es ist also anzunehmen, dass auch zukünftig die Nachfrage nach ausreichend tiefem Wasser für die Schifffahrt erfüllt wird. Dabei gehen wir davon aus, dass das Angebot (also die möglichen Tiefgänge) nicht weiter vergrößert wird.

Hinsichtlich der Nachfrage ist v.a. zwischen den zwei Nutzerperspektiven „Überführung tiefgehender Kreuzfahrtschiffe“ (8,5 m tiefgehende Schiffe) und „Binnenschifffahrt“ (6,3 m tiefgehende Schiffe) zu unterscheiden.

7.6.3 Ergebnis

Abbildung 36 zeigt, dass die nutzbaren Tiefgänge für die Schifffahrt zwischen den Betrachtungszeiträumen früher (um 1930) und heute (um 2010) sehr stark zugenommen haben. Durch die oben festgelegte Quantifizierung über die vorhandenen Tiefgänge kann auch festgehalten werden, dass die Ökosystemleistung „Schifffahrt“ wesentlich gestiegen ist. Die Unterems kann als Folge der Anpassungen an den steigenden Bedarf heute von sehr viel größeren Schiffen genutzt werden.

Auch für die Binnenschifffahrt war und ist die Tideems eine wichtige Wasserstraße. Über die mit der Ems verbundenen Kanäle können Binnenschiffe das gesamte europäische Wasserstraßennetz erreichen. Auch die Tiefgänge der Binnenschifffahrt haben zwischen dem Betrachtungszeitraum früher und heute zugenommen; die aktuellen (deutlich größeren) Wassertiefen in der Unterems begründen sich jedoch durch die Nachfrage für die Schiffsüberführungen.

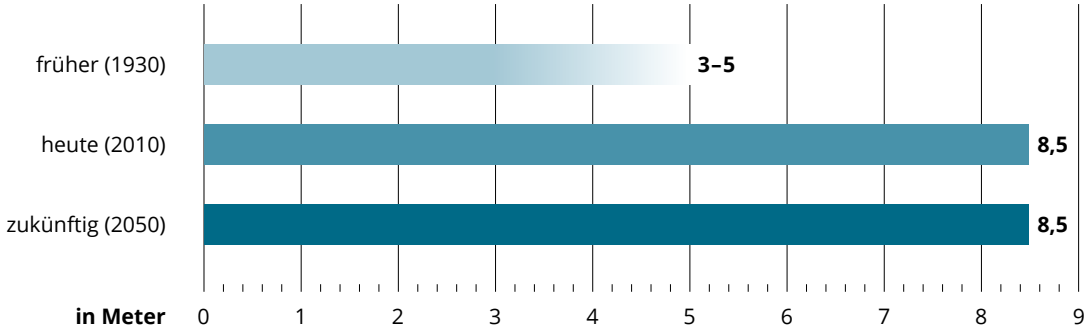


Abbildung 36: *Tide- und stauabhängig nutzbare Tiefgänge in der Unterems früher, heute, zukünftig*

Um die aktuelle Ökosystemleistung „Schifffahrt“ zu erhalten, wird die Bundeswasserstraße Tideems derzeit durch sehr umfangreiche Sedimententnahmen unterhalten. Ein wesentliches Ziel des Masterplans Ems ist es deshalb auch, diese Unterhaltungsmaßnahmen zu reduzieren. Es ist jedoch davon auszugehen, dass Baggerungen auch im Zustand zukünftig erforderlich sein werden, wenn auch in geringerem Umfang.

Die Umsetzung der verschiedenen ökologischen Maßnahmentypen des Masterplans läuft der Ökosystemleistung „Schifffahrt“ nicht zuwider. Anders ist es mit der vorgesehenen und für den Erfolg des Masterplans zentralen „Flexiblen Tidesteuerung am Emssperrwerk“. Diese wird voraussichtlich zu Einschränkungen der Binnenschifffahrt führen, deren Umfang derzeit noch mit allen Beteiligten abgestimmt wird.

In der Tideems wurde und wird also durch entsprechende Ausbau- und Unterhaltungsmaßnahmen die Ökosystemleistung „Schifffahrt“ nutzungsadäquat sichergestellt und dies soll auch zukünftig erfolgen. Insgesamt ist die Wirtschaft der Emsregion stark von den schifffahrtsbezogenen Bereichen geprägt; die Ökosystemleistung „Schifffahrt“ leistet dazu einen wichtigen Beitrag.

8 Fazit

Durch die Maßnahmentypen des Masterplans Ems 2050 werden sich die ausgewählten Ökosystemleistungen verändern. Diese Veränderungen wurden in den vorangehenden Kapiteln analysiert und bewertet und die Ergebnisse daraus in Tabelle 9 zusammengefasst.

Ziel einer vergleichenden Betrachtung der Wirkungen von Maßnahmen auf Ökosystemleistungen ist es, zu verdeutlichen, wie durch menschliche Aktivitäten Ökosysteme verändert werden und wie sich dadurch Rückkopplungen im Nutzen der Ökosysteme für die Menschen bzw. deren Wohlergehen ergeben (Boerema et al. 2015; Mehl 2012). Insgesamt liegen die Herausforderungen eines „ästuarinen Managements“ darin, existierende Ökosystemstrukturen und -funktionen zu erhalten, Schäden der Vergangenheit zu beseitigen, sozioökonomische Probleme und negative Wirkungen als Folge menschlicher Aktivitäten zu minimieren und gleichzeitig zukünftige ökonomische Entwicklungsmöglichkeiten sicherzustellen (Boerema und Meire 2017).

Tabelle 9: *Die Wirkungen der Maßnahmentypen des Masterplans Ems 2050 auf die ausgewählten Ökosystemleistungen (grün: positiv, hellblau: kein Einfluss, rot: negativ)*

Ökosystemleistung / Maßnahmentyp (Ziel)	Nahrungsmittel (LW: Landwirtschaft; F: Fischerei)		Schifffahrt	Nährstoffregulierung: N- und P-Rückhalt	Klimaregulierung: C-Speicherung	Erholung und Tourismus	Habitatfunktion
Flexible Tidesteuerung durch Emssperrwerk	LW	F					
Binnenseitige Tidepolder oder Rückdeichungen	LW	F					
Rückbau Uferbefestigungen	LW	F					
Öffnung bzw. Rückbau von Sommerdeichen oder Verwallungen	LW	F					
Schaffung von Wiesenvogellebensräumen im Binnenland	LW	F					
Verbesserung der Durchgängigkeit von Schöpfwerken und Sieltiefs	LW	F					
Naturschutzstation Ems	LW	F					

Durch die vergleichende Darstellung wird deutlich, dass die Maßnahmentypen auf fast alle Ökosystemleistungen mit Ausnahme „Landwirtschaft“ und „Binnenschifffahrt“ positive Wirkungen haben. Zusammenfassend hat die quantitative und/oder qualitative Analyse der ausgewählten Ökosystemleistungen folgende Ergebnisse ergeben:

» Ökosystemleistung „Landwirtschaft“:

Das flächenbezogene landwirtschaftliche Ertragspotenzial nimmt vom Zeitraum früher über heute bis zukünftig geringfügig ab, da die Landwirtschaftsflächen im Vorland zukünftig durch die Öffnung von Sommerpoldern und Binnenland und durch die Schaffung von Tidepoldern kleiner werden. Verglichen mit dem Zustand früher hat sich vor allem die Zunahme bebauter Flächen negativ ausgewirkt. Die Maßnahmentypen des Masterplans haben bezogen auf den Betrachtungsraum nur einen geringen negativen Effekt auf die Höhe der Ökosystemleistung; örtlich sind der Effekt und möglicherweise die individuelle Betroffenheit deutlich größer.

» Ökosystemleistung „Fischerei“:

Die Ergebnisse für das fischereiliche Ertragspotenzial zeigen, dass die Situation früher gut war, die kommerzielle Fischerei heute aber praktisch zum Erliegen gekommen ist. Zukünftig wird sich das Ertragspotenzial durch die Umsetzung des Masterplans wieder erhöhen. Hierfür sind v.a. die verbesserte Qualität der Fischlebensräume mit geringeren Schwebstoffgehalten und erhöhter Sauerstoffkonzentration sowie die größeren Flachwasserzonen verantwortlich. Auch die bereits begonnene Verbesserung der Durchgängigkeit von Bauwerken wird dazu beitragen.

» Ökosystemleistung „Schifffahrt“:

Die Unterems kann als Folge der Anpassungen an den steigenden Bedarf heute von sehr viel größeren Schiffen genutzt werden; die maximal möglichen Tiefgänge werden bei der Überführung großer Werftneubauten (v.a. Kreuzfahrtschiffe) nach See genutzt. Diese Nachfrage ist seit den 1980er Jahren durch mehrere Vertiefungen der Tideems sowie die Möglichkeit zur Aufstauung befriedigt worden. Diese Maßnahmen haben jedoch auch zu ökologischen Defiziten geführt und letztlich dazu, dass der Masterplan Ems 2050 erstellt und unterzeichnet wurde. Die Umsetzung der verschiedenen ökologischen Maßnahmentypen des Masterplans kreuzen sich nicht mit der Ökosystemleistung „Schifffahrt“. Anders ist es mit der vorgesehenen und für den Erfolg des Masterplans zentralen „Flexiblen Tidesteuerung am Emssperrwerk“. Diese wird voraussichtlich zu Einschränkungen der Binnenschifffahrt führen, deren Umfang derzeit noch mit allen Beteiligten abgestimmt wird. In der Tideems wurde und wird also durch entsprechende Ausbau- und Unterhaltungsmaßnahmen die Ökosystemleistung „Schifffahrt“ nutzungsadäquat sichergestellt und dies soll auch zukünftig erfolgen.

» Ökosystemleistung „Nährstoffregulierung“ (N- und P-Rückhalt):

Der Beitrag der Vordeichsflächen zum N- und P-Rückhalt ist für den Zeitraum früher (um 1930) höher als für heute (um 2010). Durch die Umsetzung der Maßnahmentypen erhöht sich der Nährstoffrückhalt deutlich und übersteigt dabei das frühere Angebot. Verantwortlich sind dafür v.a. die in den Tidepoldern entstehenden ästuartypischen Biotoptypen. Damit unterstützen die in Teilen renaturierten und vergrößerten Vordeichsflächen die Ziele von WRRL und MSRL, da die Flächen der Tideems eine wichtige Reinigungsleistung erbringen und das Flusswasser vor Eintritt in die Nordsee „filtern“.

» Ökosystemleistung „Klimaregulierung“ (Kohlenstoffspeicherung):

Die Ergebnisse zeigen, dass das Angebot für den Zeitraum früher höher war als heute. Für den Zeitraum zukünftig ist es größer als heute und übersteigt auch deutlich das frühere Angebot. Verantwortlich dafür sind vor allem die durch die Herstellung der Tidepolder größer werdenden ästuartypischen Biotoptypen Tideauwald, Tideröhrichte und Flusswatt mit ihren relativ hohen CO_2-Speichervermögen.
Die quantitativen Ergebnisse zeigen, dass die Umsetzung der Maßnahmentypen des Masterplans Ems 2050 einen positiven Effekt auf die CO_2-Speicherung und damit für den Klimaschutz hat.

» Ökosystemleistung „Habitatfunktion“:

Die Habitatfunktion des limnischen (Süßwasser) und oligohalinen (schwach salzhaltigen) Bereichs der Tideems war früher größer als heute. Beide Bereiche besaßen vor den Vertiefungen für die Überführung von Werftneubauten mehr ästuartypische Biotoptypen (Fluss, einschließlich Fahrrinne, galt noch als ästuartypischer Gewässerlebensraum; Flachwasserzonen; mehr und qualitativ hochwertigere Watt- und Röhrichtflächen) und hatten eine höhere Natürlichkeit. Die quantitativen Ergebnisse zeigen, dass vor allem im limnischen Bereich der Tideems heute der Anteil ästuartypischer und natürlicher Biotoptypen nur noch relativ klein ist. Der Indikator „Artenzahl der Mollusken“ zeigt, dass auch die qualitative Ausprägung heute stark beeinträchtigt ist. Die Umsetzung der Maßnahmen aus dem Masterplan Ems 2050 verbessert die Habitatfunktion in beiden Abschnitten der Tideems. Aufgrund der Verortung der Tidepolder und der Uferrenaturierung ist die Zunahme der Ökosystemleistungen im limnischen Bereich besonders ausgeprägt. Zukünftig zeichnet sich die Tideems dadurch aus, dass durch die Umsetzung der Maßnahmentypen des Masterplans Ems 2050 die heutigen Defizite durch geringere Schwebstoffbelastung, höhere Sauerstoffwerte und eine verbesserte Durchgängigkeit für die Fischfauna besonders im limnischen Bereich deutlich verringert sind. Die ästuarinen Lebensgemeinschaften können sich zukünftig partiell regenerieren, da Qualitätsverluste der Vergangenheit beseitigt wurden. Damit ist die Habitatfunktion, deren Höhe aus der funktionellen und strukturellen Qualität ästuartypischer Lebensräume und -gemeinschaften resultiert, zukünftig insgesamt verbessert. Dies führt zu deutlich erhöhten Arten- und Individuenzahlen der Makrozoobenthos, Fisch-, Insekten- und Vogellebensgemeinschaften sowie bei guten Rahmenbedingungen zur Wiederansiedlung des Fischotters.

Die Bedeutung der Tideemsregion für Wiesenvögel ist hoch. Sie wird durch die Maßnahmentypen „Tidepolder“ und „Sommerdeichöffnung“ beeinflusst. Der Masterplan sieht vor, summarisch für frühere und aktuelle Verluste und Beeinträchtigungen von Lebensräumen für Wiesenvögel, 200 Hektar landwirtschaftlicher Fläche binnendeichs (überwiegend außerhalb des Betrachtungsraumes dieser Arbeit) als Bruthabitat für Wiesenvögel zu entwickeln. Dabei haben die Flächen, auf denen Tidepolder entstehen sollen, in der Regel heute eine geringe Bedeutung für Wiesenvögel. In der Konsequenz führen daher die Maßnahmen für den Wiesenvogelschutz zu stabileren Beständen.

» Ökosystemleistung „Erholung und Tourismus“:

Trotz begrenzter Möglichkeiten zur vergleichenden Betrachtung der Ökosystemleistung früher-heute-zukünftig lassen sich einige Hinweise ableiten. So wird deutlich, dass das Angebot von früher auf heute deutlich abgenommen hat. Eine Ursache ist die starke Abnahme von Elementen der historischen Kulturlandschaft (Biotope geringer und mittlerer Nutzungsintensität) durch eine intensivere landwirtschaftliche Nutzung und den Ausbau der Gewässer. Ein weiterer Grund liegt darin, dass die gewässerbezogene Erholung (Angeln, Baden) durch die massiv verschlechterte Wasserqualität und ihre Folgewirkungen stark eingeschränkt ist. Der Anteil naturraum- bzw. ästuartypischer Biotoptypen als Parameter vor allem für die Funktion für den Naturtourismus hat sich dagegen von früher auf heute kaum verändert. Die Umsetzung des Masterplans (Zustand zukünftig) wird das Angebot dieser Ökosystemleistung vergrößern: Indem Tidepolder hergestellt, Sommerdeiche geöffnet und Ufer renaturiert werden, steigt der Anteil ästuartypischer Biotoptypen. Zudem werden die Grundlagen für die wasserbezogene Erholung durch die höhere Wasserqualität (Angeln, Baden) und Ausstattung des Lebensraumes (Angeln durch reichhaltigere Fischgemeinschaft) erreicht. Die zukünftige Nachfrage nach naturbasierter Erholung könnte durch erlebbare Maßnahmen der Renaturierung gesteigert werden.

Literaturverzeichnis

Albert, C.; Barkmann, J.; Schmücker, D.; Haaren, Ch. von (2015): Erfassung und Bewertung von kulturellen Ökosystemleistungen in Deutschland: Ein Forschungsprojekt mit Fokus auf Feierabend- und Wochenenderholung (DNT-Journal).

BioConsult (2012): Maßnahmenkulissen für 3 Renaturierungsszenarien im Rahmen des Projektes „Perspektive Lebendige Unterems". Zwischenbericht 4. Hg. im Auftrag von BUND, NABU, TU Berlin und WWF (75).

BioConsult Schuchardt & Scholle GbR (2018): Ökosystemleistungen der Tideems früher, heute und zukünftig. ÖSL-Studie. Unter Mitarbeit von Stefan Wittig und Bastian Schuchardt. Online verfügbar unter www.wwf.de/zukunftsperspektive-tideems

Boerema, A.; van der Biest, K.; Meire, P. (2016a): Ecosystem Services: Towards Integrated Marine Infrastructure Project Optimization. Ecosystem management research group (ECOBE), University of Antwerp:

Boerema, Annelies; Geerts, Lindsay; Oosterlee, Lotte; Temmerman, Stijn; Meire, Patrick (2016b): Ecosystem service delivery in restoration projects: the effect of ecological succession on the benefits of tidal marsh restoration. In: Ecology and Society 21 (2).

Boerema, Annelies; Meire, Patrick (2017): Management for estuarine ecosystem services: A review. In: Ecological Engineering 98, S. 172–182. DOI: 10.1016/j. ecoleng.2016.10.051.

Boerema, Annelies; van der Biest, Katrien; Meire, Patrick (2015): Ecosystem services: towards integrated maritime infrastructure project assessments. In: Terra et aqua: international journal on public works, ports and waterways development. Den Haag 141, S. 5–14.

Drachenfels, O. von (2004): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der nach § 28a und § 28b NNatG geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand März 2004. Hg. v. Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. Heft A/4 1 – 240. Hildesheim.

Europäische Kommission (2011): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Lebensversicherung und Naturkapital: Eine Biodiversitätsstrategie der EU für das Jahr 2020, Brüssel, den 25.10.2011, KOM(2011) 244 endgültig/2.

FGE Ems – Flussgebietseinheit Ems (2005): Bericht („Teil A") der internationalen Flussgebietseinheit Ems: Bericht 2005 EG-Wasserrahmenrichtlinie.

Fisher, Brendan; Turner, R. Kerry; Morling, Paul (2009): Defining and classifying ecosystem services for decision making. In: Ecological economics 68 (3), S. 643–653.

Haines-Young, R.; Potschin, M. (2013): CICES V4.3 – Report prepared following consultation on CICES Version 4, August-December 2012. Hg. v. EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003.

Höper, Heinrich (2015): Treibhausgasemissionen aus Mooren und Möglichkeiten der Verringerung Beiheft 5, S. 133–158. Online verfügbar unter http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?gldocs-11858/7243 ER -.

Höper, Heinrich; Schäfer, Walter: Die Bedeutung der organischen Substanz von Mineralböden für den Klimaschutz.

IBP-Ems (2014): – Integrierter Bewirtschaftungsplan Emsästuar. Fachbeitrag 1 „Natura 2000". Teil A: Bestandsaufnahme und Bewertung. Küfog.

LAVES – Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2010): Potenziell natürliche Fischfauna von Ems (Herbrum-Leer), Leda, Jümme und Sagter Ems. Hg. v. Dezernat Binnenfischerei – Fischereikundlicher Dienst.

Mehl, D. (2012): 1.3 Technische Maßnahmen im Gewässerschutz zum Schutz von Ökosystemleistungen – Ansatzpunkte für ökonomische Bewertungen. In: Der Nutzen von Ökonomie und Ökosystemleistungen für die Naturschutzpraxis, S. 30.

Millennium Assessment, Ecosystem (2005): Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press: Island press Washington, DC.

Natho, S.; Venohr, M.; Henle, K.; Schulz-Zunkel, C. (2013): Modelling nitrogen retention in floodplains with different degrees of degradation for three large rivers in Germany. In: Journal of environmental management 122, S. 47–55.

Naturkapital Deutschland – TEEB DE (2012): Der Wert der Natur für Wirtschaft und Gesellschaft – Eine Einführung.

Naturkapital Deutschland – TEEB DE (2015): Naturkapital und Klimapolitik – Synergien und Konflikte. Hg. v. V. Hartje, H. Wüstemann & A. Bonn. Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Berlin, Leipzig.

NLWKN – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2014): Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN): Nährstoffe in niedersächsischen Oberflächengewässern – Stickstoff und Phosphor –. Oberirdische Gewässer. Empfehlungen zu Auswahl, Prioritätensetzung und Umsetzung von Maßnahmen zur Entwicklung niedersächsischer Fließgewässer, Wasserrahmenrichtlinie Band 2. 35. Aufl. (22).

Nolte, W. (1976): Die Küstenfischerei in Niedersachsen. Schriften der Wirtschaftswissenschaftlichen Gesellschaft zum Studium Niedersachsens, Neue Folge; Forschungen zur niedersächsischen Landeskunde. Hg. v. Kommissionsverlag Göttinger Tageblatt GmbH & Co. (Göttingen – Hannover (105).

Scholz, M.; Mehl, D.; Schulz-Zunkel, C.; Kasperidus, H. D.; Born, W.; Henle, K. (2012): Ökosystemfunktionen in Flussauen. Analyse und Bewertung von Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Treibhausgas-Senken-/Quellenfunktion und Habitatfunktion. In: NaBiV 124, S. 258.

Schuchardt, B.; Wittig, S.; Bildstein, T., Kraft, D. (2013): KLIWAS 3.09 „Änderung der Vorlandvegetation und ihrer Funktionen in Ästuaren sowie Anpassungsoptionen für die Unterhaltung“. Teilprojekt „Nutzungsanalyse Ästuare für die Vorländer von Elbe- und Weserästuar vor dem Hintergrund des Klimawandels”. Teil 2: Ableitung von klimabedingten Topographieänderungen (Szenarien) der Vorländer des Weser- und Elbe Ästuars (Ergebnis der Literaturrecherche und Ableitung der „Mitwachs-Szenarien“). 90. Aufl. Hg. v. Auftraggeber: Bundesanstalt.

UBA – Umweltbundesamt (2014): Reaktiver Stickstoff in Deutschland: Ursachen, Wirkungen, Maßnahmen. [www.uba.de/stickstoff-in-deutschland, 03.04.2018].

van der Lee, G. E.M.; Olde Venterink, H.; Asselman, N. E.M. (2004): Nutrient retention in floodplains of the Rhine distributaries in the Netherlands. In: River Research and Applications 20 (3), S. 315–325.

Glossar

Brackwasser: Wasser mit einem Salzgehalt zwischen dem der Ozeane und dem des Süßwassers (3,0–0,05 %)

CO_2-Äquivalent: CO_2-Äquivalente (CO_2-Äq) sind eine Maßeinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung unterschiedlicher Treibhausgase, da verschiedene Gase nicht in gleichem Maß zum Treibhauseffekt beitragen und über unterschiedliche Zeiträume in der Atmosphäre verbleiben. Zum Beispiel ist CH4 (Methan) über zwanzig Mal so wirksam wie CO_2, obwohl es nur wenige Jahre in der Atmosphäre verbleibt. Um die Wirkung verschiedener Treibhausgase vergleichbar zu machen, ist das „Globale Erwärmungspotenzial“ definiert worden. Dieses drückt die Erwärmungswirkung einer bestimmten Menge eines Treibhausgases über einen festgelegten Zeitraum (meist 100 Jahre) im Vergleich zu derjenigen von CO_2 aus. Treibhausgasemissionen können so in „CO_2-Äquivalente“ umgerechnet und zusammengefasst werden.

Hydromorphologie: Die Hydromorphologie beschreibt sowohl die strukturellen, morphologischen Eigenschaften (z.B. Ufer- und Sohldynamik, Substratzusammensetzung, Gewässerbettstrukturen und -tiefe) als auch den Wasser- und Feststoffhaushalt eines Gewässers und deren räumliche und zeitliche Veränderungen.

Limnischer Bereich: Süßwasserbereich

Litoralfläche: Uferbereich, der von der wassereinflussfreien Zone bis zur Grenze des Pflanzenwachstums (durchlichteter Bereich) reicht.

Makrozoobenthos: Alle wirbellosen Organismen, die den Gewässergrund besiedeln und mit dem bloßen Auge erkennbar sind (>1 mm).

MSRL: Europäische Meeresstrategie-Rahmenrichtline

Ökosystemleistung: Ökosystemdienstleistungen sind direkte und indirekte Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlergehen.

Oligohalin: Schwach salzhaltiges Brackwasser (0,3–0,05 %)

Sublitoral: Ständig überfluteter Bereich des Litorals

Vordeichs-/Vorlandfläche: Vor dem Deich liegende Litoralflächen, die an das Tidegeschehen angeschlossen sind.

WRRL: Europäische Wasserrahmenrichtlinie

Ansprechpartnerin
Beatrice Claus
Ästuare und Flusspolitik
WWF Deutschland

Mönckebergstraße 27
20095 Hamburg

Direkt: +49 (40) 530 200–319
E-Mail: Beatrice.Claus@wwf.de

WWF Deutschland
Reinhardtstraße 18
10117 Berlin · Germany

Tel.: 030 311 777 700
Fax: 030 311 777 888