

Zustand der deutschen Ostseegewässer 2018

Aktualisierung der Anfangsbewertung nach § 45c, der Beschreibung des guten Zustands der Meeresgewässer nach § 45d und der Festlegung von Zielen nach § 45e des Wasserhaushaltsgesetzes zur Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie

Anlage 1

Ergänzende nationale Indikatorblätter

Inhalt

Gesamtnährstoffkonzentrationen in der offenen Ostsee	3
Bodennahe Sauerstoffkonzentration in der Ostsee	8
Nährstoffkonzentrationen am Übergabepunkt limnisch-marin (Ostsee) .	18
Diatomeen/Dinoflagellaten-Index	24
Zustand Weichböden-Makrofaunagemeinschaften (BQI)	41

Gesamtnährstoffkonzentrationen in der offenen Ostsee		NAT-BALDE-TNTP																																													
Kernbotschaften	<ul style="list-style-type: none"> – Die Konzentrationen an Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor überschreiten die nationalen GES-Schwellenwerte in der Kieler Bucht, Mecklenburger Bucht, Arkona-Becken und dem Bornholm-Becken. – Die größte Überschreitung der nationalen Schwellenwerte zeigen das Bornholm-Becken für Stickstoff und die Kieler Bucht und das Arkona-Becken für Phosphor. – Grundsätzlich sind die Überschreitungen der nationalen Schwellenwerte für Phosphor größer als für Stickstoff. 																																														
Kernbewertung	<p>1) Statusbewertung In Tabelle 1 sind die Mittelwerte der Gesamtstickstoff- und Gesamtphosphorkonzentrationen 2011-2016 im Vergleich zu den national festgelegten Schwellenwerten dargestellt. Der gute Zustand wird in keinem der vier Becken der offenen Ostsee weder für Stickstoff noch für Phosphor erreicht. Das Bornholm-Becken weist die höchsten Konzentrationen von Stickstoff und Phosphor auf. Dies ist auf den Einfluss der Oderfahne zurückzuführen. Grundsätzlich sind die Überschreitungen der nationalen Schwellenwerte für Phosphor in allen Becken außer dem Bornholm-Becken größer als für Stickstoff. Dies entspricht den höheren wasserbürtigen Reduktionsanforderungen für Phosphor gemäß HELCOM-Ostseeaktionsplan im Gegensatz zu den geringeren wasserbürtigen Reduktionsanforderungen für Stickstoff. In der Kieler Bucht und dem Arkona-Becken liegen die Gesamtstickstoffkonzentrationen nur noch leicht über den nationalen Schwellenwerten.</p> <p>Tabelle 1: Mittelwerte der Gesamtstickstoff- und Gesamtphosphorkonzentrationen 2011-2016 im Vergleich zu den national festgelegten Schwellen. Die „Eutrophication Ratio“ ER wurde gemäß HELCOM HEAT 3.0 als Quotient aus dem Mittelwert der Messwerte und der nationalen Schwelle ermittelt. Die Bewertung erfolgt basierend auf der „Eutrophication ratio“ ER wie folgt: ER ≤1,0 guter Zustand - grün; ER 1,0-1,5 guter Zustand leicht verfehlt - hellrot; ER 1,5-2,0 guter Zustand verfehlt- mittleres rot; ER >2,0 guter Zustand stark verfehlt – dunkelrot.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Mittelwert 2011-2016 in µmol/l</th> <th>Nationale Schwellenwerte*</th> <th>Eutrophication Ratio ER</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">Gesamtstickstoff TN</td> </tr> <tr> <td>Kieler Bucht</td> <td>16,8</td> <td>16,4</td> <td>1,02</td> </tr> <tr> <td>Mecklenburger Bucht</td> <td>19,5</td> <td>16,7</td> <td>1,17</td> </tr> <tr> <td>Arkona-Becken</td> <td>21,0</td> <td>19,5</td> <td>1,08</td> </tr> <tr> <td>Bornholm-Becken</td> <td>30,1</td> <td>18,0</td> <td>1,67</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Gesamtphosphor TP</td> </tr> <tr> <td>Kieler Bucht</td> <td>0,69</td> <td>0,41</td> <td>1,71</td> </tr> <tr> <td>Mecklenburger Bucht</td> <td>0,75</td> <td>0,45</td> <td>1,67</td> </tr> <tr> <td>Arkona-Becken</td> <td>0,84</td> <td>0,48</td> <td>1,75</td> </tr> <tr> <td>Bornholm-Becken</td> <td>1,00</td> <td>0,59</td> <td>1,69</td> </tr> </tbody> </table> <p>*Die nationalen Schwellenwerte beziehen sich auf Mediane, für die Bewertung liegen jedoch nur die von HELCOM berechneten Mittelwerte vor.</p>				Mittelwert 2011-2016 in µmol/l	Nationale Schwellenwerte*	Eutrophication Ratio ER	Gesamtstickstoff TN				Kieler Bucht	16,8	16,4	1,02	Mecklenburger Bucht	19,5	16,7	1,17	Arkona-Becken	21,0	19,5	1,08	Bornholm-Becken	30,1	18,0	1,67	Gesamtphosphor TP				Kieler Bucht	0,69	0,41	1,71	Mecklenburger Bucht	0,75	0,45	1,67	Arkona-Becken	0,84	0,48	1,75	Bornholm-Becken	1,00	0,59	1,69
	Mittelwert 2011-2016 in µmol/l	Nationale Schwellenwerte*	Eutrophication Ratio ER																																												
Gesamtstickstoff TN																																															
Kieler Bucht	16,8	16,4	1,02																																												
Mecklenburger Bucht	19,5	16,7	1,17																																												
Arkona-Becken	21,0	19,5	1,08																																												
Bornholm-Becken	30,1	18,0	1,67																																												
Gesamtphosphor TP																																															
Kieler Bucht	0,69	0,41	1,71																																												
Mecklenburger Bucht	0,75	0,45	1,67																																												
Arkona-Becken	0,84	0,48	1,75																																												
Bornholm-Becken	1,00	0,59	1,69																																												

	2) Trendergebnis ---
	3) Ergebniskarten ---
Indikatordefinition	Bewertet werden die über das ganze Jahr hinweg in-situ gemessenen und im Labor bestimmten Konzentrationen von Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor.
Indikatorziel	Der Indikator dient der Bewertung der Nährstoffkonzentrationen in der Wassersäule gemäß Kriterium D5C1 des Beschlusses 2017/848/EU der Kommission im Rahmen der Bewertung des Eutrophierungszustands gemäß Deskriptor 5 der MSRL.
Politische Relevanz (außer MSRL)	Die Indikatoren dienen auch der Erreichung der Ziele des HELCOM-Ostseeaktionsplans.
Umweltziele (außer MSRL)	Der HELCOM-Ostseeaktionsplan strebt eine Ostsee an, deren Wasser sauber ist und die nicht durch Eutrophierung beeinträchtigt ist.
Publikationen (mit URL)	<p>BLANO 2014: Harmonisierte Hintergrund- und Orientierungswerte für Nährstoffe und Chlorophyll-a in den deutschen Küstengewässern der Ostsee sowie Zielfrachten und Zielkonzentrationen für die Einträge über die Gewässer. Konzept zur Ableitung von Nährstoffreduktionszielen nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie, der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, der Helsinki-Konvention und des Göteborg-Protokolls. Bund/Länder Ausschuss Nord- und Ostsee. 97 Seiten. http://meeresschutz.info/sonstige-berichte.html?file=files/meeresschutz/berichte/sonstige/Naehrstoffreduktionsziele_Ostsee_BLANO_2014.pdf</p> <p>HELCOM 2013: Approaches and methods for eutrophication target setting in the Baltic Sea region. Baltic Sea Environmental Proceedings No. 133, 134 Seiten. http://www.helcom.fi/Lists/Publications/BSEP133.pdf</p> <p>HELCOM 2017: Total nitrogen. HELCOM core indicator report. http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/indicators/total-nitrogen-(TN)report</p> <p>HELCOM 2017: Total phosphorus. HELCOM core indicator report. http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/indicators/total-phosphorus-(TP)report</p> <p>Monitoringhandbuch MSRL – D5 Eutrophierung (BALDE_Mon_021), Wassersäule – chemische Merkmale (BALDE_Sub_097), Nährstoffe Ostsee (BALDE_MP_021). http://mhb.meeresschutz.info/de/monitoring/uebersicht.html</p>
Zitation	BLANO 2018, Indikatorblatt Gesamtnährstoffkonzentrationen in der offenen Ostsee, Hintergrunddokument zu: BMU (Hrsg.), Zustand der deutschen Ostseegewässer 2018, https://www.meeresschutz.info/berichte-art-8-10.html?file=files/meeresschutz/berichte/art8910/zyklus18/Zustandsbericht_Ostsee_2018.pdf
Versionierung	Letzte Änderung: 29.06.2018 Datum der Veröffentlichung: 30.11.2018
Erläuterte Ergebnisse	a) Ergebnisse und Status Da bei HELCOM bisher keine Einigung auf regionale Schwellenwerte für die westliche Ostsee erzielt werden konnte, liegen dieser Bewertung die national abgeleiteten Schwellenwerte zugrunde. Diese unterscheiden sich nur geringfügig von den HELCOM TARGREV-Werten (siehe Tabelle 2) (HELCOM 2013). Die nationalen Schwellenwerte sind überwiegend niedriger im Vergleich zu den HELCOM TARGREV-Werten, insbesondere für Phosphor. Sie wurden basierend auf historischen Nährstoffkonzentrationen um 1880 mit einem Modellansatz abgeleitet und sind mit den unter der WRRL in den deutschen Küstengewässern verwendeten Schwellenwerten harmonisiert (BLANO 2014). Die HELCOM-TARGREV-Werte hingegen basieren auf einem Mittelwert aus modellierten Nährstoffkonzentrationen um 1900 und gemessenen Konzentrationen der frühen 70er Jahre. Eine direkte

	<p>Vergleichbarkeit ist nicht gegeben, da sich die nationalen Schwellenwerte auf Mediane beziehen, die HELCOM TARGREV-Werte jedoch auf Mittelwerte.</p> <p>Tabelle 2: Vergleich der nationalen Schwellenwerte für Gesamtstickstoff (TN) und Gesamtphosphor (TP) (BLANO 2014) mit den HELCOM-TARGREV Werten (HELCOM 2013).</p>																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Becken</th> <th>Nationale Schwellenwerte für TN in $\mu\text{mol/l}$</th> <th>HELCOM TARGREV Schwelle für TN in $\mu\text{mol/l}$</th> <th>Nationale Schwellenwerte für TP in $\mu\text{mol/l}$</th> <th>HELCOM TARGREV Schwelle für TP in $\mu\text{mol/l}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kieler Bucht</td> <td>16,4</td> <td>22,2</td> <td>0,41</td> <td>0,96</td> </tr> <tr> <td>Mecklenburger Bucht</td> <td>16,7</td> <td>21,7</td> <td>0,45</td> <td>0,98</td> </tr> <tr> <td>Arkona-Becken</td> <td>19,5</td> <td>17,4</td> <td>0,48</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>Bornholm-becken</td> <td>18,0</td> <td>16,1</td> <td>0,59</td> <td>0,54</td> </tr> </tbody> </table>	Becken	Nationale Schwellenwerte für TN in $\mu\text{mol/l}$	HELCOM TARGREV Schwelle für TN in $\mu\text{mol/l}$	Nationale Schwellenwerte für TP in $\mu\text{mol/l}$	HELCOM TARGREV Schwelle für TP in $\mu\text{mol/l}$	Kieler Bucht	16,4	22,2	0,41	0,96	Mecklenburger Bucht	16,7	21,7	0,45	0,98	Arkona-Becken	19,5	17,4	0,48	0,67	Bornholm-becken	18,0	16,1	0,59	0,54
	Becken	Nationale Schwellenwerte für TN in $\mu\text{mol/l}$	HELCOM TARGREV Schwelle für TN in $\mu\text{mol/l}$	Nationale Schwellenwerte für TP in $\mu\text{mol/l}$	HELCOM TARGREV Schwelle für TP in $\mu\text{mol/l}$																					
Kieler Bucht	16,4	22,2	0,41	0,96																						
Mecklenburger Bucht	16,7	21,7	0,45	0,98																						
Arkona-Becken	19,5	17,4	0,48	0,67																						
Bornholm-becken	18,0	16,1	0,59	0,54																						
<p>In HELCOM und auch national werden die Gesamtnährstoffkonzentrationen zusätzlich zu den gelösten anorganischen Winternährstoffkonzentrationen zur Bewertung der Nährstoffanreicherung in der offenen Ostsee herangezogen, da sie mit zunehmendem Klimawandel die reale Nährstoffsituation besser abbilden. Höhere Wassertemperaturen führen auch im Winter zu Phytoplanktonwachstum unter Verbrauch von Nährstoffen, so dass sich die gemessenen gelösten anorganischen Winternährstoffkonzentrationen verringern. In einigen Ostseebecken sind bereits gegenläufige Trends von Gesamtnährstoffkonzentrationen und gelösten anorganischen Winternährstoffkonzentrationen zu beobachten. Darüber hinaus lassen sich auf der Basis der Gesamtnährstoffe Budgets von Nährstoffeinträgen und -austrägen erstellen. In Fällen, in denen im Winter aufgrund von Eisbedeckung nicht gemessen werden kann, stellen Gesamtnährstoffkonzentrationen den robusteren Parameter dar, da die Messungen ganzjährig durchgeführt werden können und somit eine größere Anzahl an Messwerten pro Jahr vorliegt. Für die deutschen Ostseegewässer ermöglicht die Bewertung von Gesamtnährstoffkonzentrationen in der offenen Ostsee einen harmonischen Ansatz zur Bewertung der Küstengewässer, da in diesen nur die Gesamtnährstoffkonzentrationen und nicht die Winterkonzentrationen der gelösten anorganischen Nährstoffe bewertet werden.</p>																										
	<p>b) Trend ---</p>																									
Vertrauenswürdigkeit	<p>Vertrauenswürdigkeit der Daten HELCOM nimmt eine Bewertung der Vertrauenswürdigkeit der Messwerte (basierend auf der räumlichen und zeitlichen Verteilung) vor. Diese wurde jedoch national nicht nachvollzogen.</p>																									
	<p>Vertrauen in die Bewertungsmethode des Indikators Die Vertrauenswürdigkeit des Indikators konnte nicht bewertet werden.</p>																									
	<p>Vertrauen in den Schwellenwert HELCOM nimmt eine Bewertung der Vertrauenswürdigkeit der Schwellenwerte (basierend auf der Vertrauenswürdigkeit der Methode, die zur Herleitung verwendet wurde) vor. Diese wurde jedoch national nicht nachvollzogen.</p>																									

Schlussfolgerungen	Die Konzentrationen von Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor überschreiten die Schwellenwerte für den guten Zustand in der Kieler Bucht, Mecklenburger Bucht, im Arkona-Becken und dem Bornholm-Becken. Zur Einhaltung der Schwellenwerte bedarf es weiterer Reduktionen der flussbürtigen Nährstoffeinträge bzw. für Stickstoff auch der atmosphärischen Nährstoffeinträge.
Ausblick	Zukünftig sollte unter HELCOM eine Einigung auf regionale Schwellenwerte in den vier Becken der westlichen Ostsee erzielt werden, so dass der Indikator regional bewertet werden kann. Hinsichtlich des Bornholm-Beckens soll zukünftig in HELCOM das küstennahe Gebiet, dass von der Oderfahne beeinflusst wird, räumlich abgegrenzt und separat bewertet werden.
Methode	<p>Bewertete Elemente und Kriterien für ihre Auswahl: TN und TP entsprechend Beschluss 2017/848/EU der Kommission (Kriterium D5C1)</p> <p>Bewertungsskala und Berichtseinheit (inkl. MRU-ID): Die Bewertung erfolgt für die offene See (>1 sm), unterteilt nach HELCOM-Becken und folgt den HELCOM-Bewertungseinheiten des HELCOM Level 4.</p> <p>Bewertungszeitraum 2011–2016</p> <p>Methode zur Berechnung des Indikators: Siehe HELCOM <i>core indicator report</i> zu → <i>total nitrogen</i> und zu → <i>total phosphorus</i> mit folgender Präzisierung / Abweichung: Die Gesamtstickstoff- und Gesamtphosphorkonzentrationen werden ganzjährig oberflächennah in 0-10m Wassertiefe gemessen. Pro Jahr werden mindestens fünf Messwerte an verschiedenen Messstationen in der Kieler Bucht, der Mecklenburger Bucht, im Arkona-Becken und dem Bornholm-Becken erhoben. Alle Messwerte eines Jahres werden pro Becken gemittelt. Darüber hinaus ist eine Mittelung der Jahresmittelwerte über den Zeitraum 2011-2015 erfolgt. Die Schwellenwerte wurden nicht bezogen auf die Mittelwerte, sondern die Mediane der Gesamtnährstoffkonzentrationen abgeleitet. Grundsätzlich hätten deshalb auch die Mediane der Messwerte und nicht die Mittelwerte betrachtet werden müssen. Diese konnten aber aus dem HELCOM-Workflow nicht ermittelt werden. National konnten die Mediane nicht berechnet werden, da die vom IOW erhobenen Daten bisher nur lückenhaft in die MUDAB eingeflossen sind.</p> <p>Monitoringmethode Siehe Monitoringhandbuch: Hydrochemie / Nährstoffe: http://mhb.meeresschutz.info/de/kennblaetter/neue-kennblaetter/details/pid/23.html</p> <p>Einheit des Indikators: µmol/l</p> <p>Literatur: BLANO 2014: Harmonisierte Hintergrund- und Orientierungswerte für Nährstoffe und Chlorophyll-a in den deutschen Küstengewässern der Ostsee sowie Zielfrachten und Zielkonzentrationen für die Einträge über die Gewässer. Konzept zur Ableitung von Nährstoffreduktionszielen nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie, der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, der Helsinki-Konvention und des Göteborg-Protokolls. Bund/Länder Ausschuss Nord- und Ostsee. 97 Seiten. http://www.meeresschutz.info/sonstige-berichte.htmlhttp://www.meeresschutz.info/sonstige-berichte.html?file=files/meeresschutz/berichte/sonstige/Naehrstoffreduktionsziele_Ostsee_BLANO_2014.pdf HELCOM 2013: Approaches and methods for eutrophication target setting in the Baltic Sea region. Baltic Sea Environmental Proceedings No. 133, 134 Seiten. http://www.helcom.fi/Lists/Publications/BSEP133.pdf</p>

	<p>HELCOM 2017: Total nitrogen. HELCOM core indicator report. http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/indicators/total-nitrogen-(TN) HELCOM 2017: Total phosphorus. HELCOM core indicator report. http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/indicators/total-phosphorus-(TP) Monitoringhandbuch MSRL – D5 Eutrophierung (BALDE_Mon_021), Wassersäule – chemische Merkmale (BALDE_Sub_097), Nährstoffe Ostsee (BALDE_MP_021). http://mhb.meeresschutz.info/de/monitoring/uebersicht.html</p>
MSRL-Deskriptor	D5 - Eutrophierung
MSRL-Kriterium	D5C1 - Nährstoffkonzentrationen in der Wassersäule
MSRL-Umweltziel	---
Merkmal (Anhang III)	<p>Tabelle 2: Belastungen</p> <p>Eintrag von Nährstoffen — aus diffusen Quellen, aus Punktquellen, über die Luft</p>
Datenquellen	HELCOM Workflow, bezieht Daten aus der HELCOM COMBINE Datenbank des ICES
Bewertungsdaten	<p>MSFD18_NatInd_TNTP_5-Jahres-Mittel_Konzentrationen_2011-2016_BALDE.docx MSFD18_NatInd_TNTP_Schwellenwerte_BALDE.docx</p>
INSPIRE Thema	Umweltüberwachung
Zugangs- und Nutzungsbedingungen	Es handelt sich um Daten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Nord- und Ostsee (BLANO). Die Daten sind frei zugänglich. Vor der weiteren Nutzung dieser Daten wird um Kontakt mit der Geschäftsstelle Meeresschutz der BLANO (geschaeftsstelle@meeresschutz.info) gebeten.
Ansprechpartner	<i>Wera Leujak (Umweltbundesamt II 2.3)</i>

<p>Bodennahe Sauerstoffkonzentration in der Ostsee</p>		<p>NAT-BALDE-OXY</p>
<p>Kernbotschaften</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Die bodennahe Sauerstoffkonzentration lag in 70% der Küstengewässer-Wasserkörper oberhalb der Schwellenwerte (3.425 km² weisen gute Sauerstoffbedingungen auf). – In der offenen Ostsee der Kieler Bucht und der Mecklenburger Bucht wurden die Schwellenwerte nicht erreicht. Im Arkona-Becken und im Bornholm-Becken wurden die Schwellenwerte dagegen eingehalten (7.075 km² mit guten Sauerstoffbedingungen). – Die deutsche Ostsee hatte auf 67,7% ihrer Gesamtfläche keine Sauerstoffprobleme. 	
<p>Kernbewertung</p>	<p>1) Statusbewertung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Die bodennahe Sauerstoffkonzentration in den Küstengewässern lag im Bewertungszeitraum 2011-2016 in 31 Wasserkörpern oberhalb der Schwellenwerte. Damit wurde der gute Umweltzustand bezogen auf diesen Indikator von rund 70% der Wasserkörper und damit auf einer Fläche von 3.425 km² erreicht. – In der offenen Ostsee (territoriale Gewässer und AWZ) der Kieler Bucht und der Mecklenburger Bucht wurde der gute Umweltzustand insgesamt nicht erreicht. Im Arkona-Becken und im Bornholm-Becken wurden die Schwellenwerte dagegen an fast allen Stationen eingehalten, so dass diese Becken und damit 62,6% der Fläche (7.075 km²) der offenen Ostsee den guten Umweltzustand in Bezug auf diesen Indikator erreichten. – Bezogen auf die gesamte deutsche Ostsee wurde der gute Umweltzustand in Hinblick auf den Indikator „bodennahe Sauerstoffkonzentration“ auf 67,7% der Fläche von insgesamt 15.518 km² erreicht. <p>2) Trendergebnis</p> <ul style="list-style-type: none"> – Der Vergleich der Bewertungsergebnisse verschiedener Zeiträume gibt in manchen Fällen erste Hinweise auf Tendenzen in der zeitlichen Entwicklung. Diese Tendenzen sind nicht statistisch abgesichert. – In den Wasserkörpern der Küstengewässer waren mit wenigen Ausnahmen keine Veränderungen gegenüber dem vorigen Bewertungszeitraum festzustellen. Anhand der Daten für das Küstenmeer (Territorialgewässer) der deutschen Ostsee lässt sich für den Zeitraum 2011-2016 nur für die Kieler Bucht ein leichter Anstieg verzeichnen, während in der Mecklenburger Bucht die bodennahen Sauerstoffkonzentrationen abnahmen und in den deutschen Anteilen an Arkona- und Bornholm-Becken keine Änderung gegenüber dem Zeitraum 2007-2012 zu beobachten war. – Innerhalb der jeweiligen Berichtszeiträume variieren die Sauerstoffbedingungen jedoch von Jahr zu Jahr in Abhängigkeit von den Witterungs- und Strömungsverhältnissen. Für die schleswig-holsteinischen Gewässer z.B. wurden zwischen 2001 und 2015 an der Station Kieler Außenförde Sauerstoffkonzentrationen (Septemberwerte) zwischen 0,2 mg/l und etwa 3,9 mg/l festgestellt. 	

3) Ergebniskarten

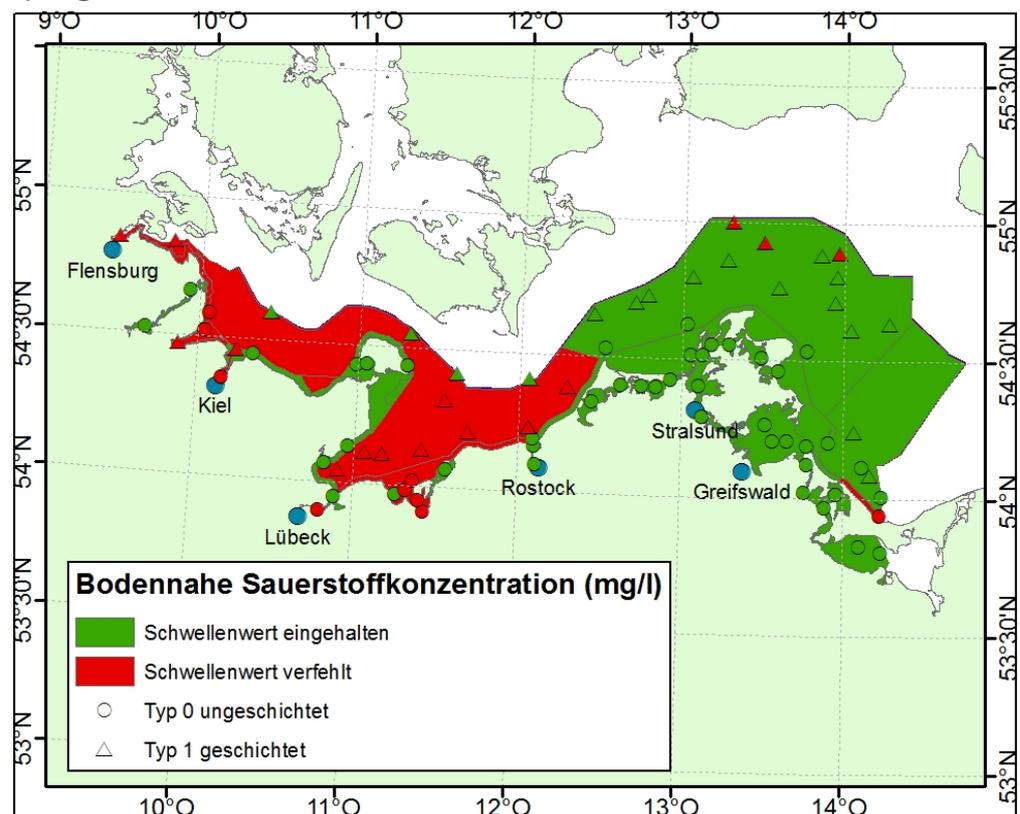


Tabelle: Zeitliche Entwicklung der Bewertungsergebnisse für die bodennahe Sauerstoffkonzentration für die Zeiträume 2001-2006, 2007-2012 und 2011-2016: **(A)** in den WRRL-Wasserkörpern der Küstengewässer (<1 sm) sowie **(B)** in der offenen See nach HELCOM (Territorialgewässer >1 sm und AWZ). Schwellenwerte: ungeschichteter Typ (Typ 0) mindestens 6 mg/l, saisonal geschichteter Typ (Typ 1) mindestens 4 mg/l. Pfeile geben erste Hinweise auf Entwicklungstendenzen zwischen 2001-2006, 2007-2012 und 2011-2016. Eine Veränderung um 1 mg/l (ungeschichteter Typ) bzw. 0,5 mg/l (geschichteter Typ) oder mehr wird als Zunahme (↑) oder Abnahme (↓), anderenfalls als gleichbleibend (↔) betrachtet. N. b. = nicht bewertet. Rot: Schwellenwert nicht eingehalten, grün: eingehalten. *: In 6 Wasserkörpern konnten keine Sauerstoffmessungen erfolgen, dort wurde die Bewertung hilfsweise anhand Übertragung aus Wasserkörpern mit vergleichbaren Eigenschaften und Belastungen vorgenommen.

A. Küstengewässer nach WRRL

HELCOM-ID	Bewertungseinheit (Wasserkörper)	Schichtungs- typ	Zeitraum I Level 2001-2006	Zeitraum II Level 2007-2012	Zeitraum III Level 2011- 2016	Tendenz zwischen Zeitraum I und II	Tendenz zwischen Zeitraum II und III
GER-001	mesohaline innere Küstengewässer, Wismarbucht, Suedteil	0	4,2	4,2	3,9	↔	↔
GER-002	mesohaline innere Küstengewässer, Wismarbucht, Nordteil	0	5,6	5,5	3,8	↔	↓
GER-003	mesohaline innere Küstengewässer, Wismarbucht, Salzhaff	0	6,9	8,4	8,0	↑	↔
GER-004	mesohaline offene Küstengewässer, Südliche Mecklenburger Bucht/ Travemuende bis Warnemünde	0	2,7	4,0	3,2	↑	↔
GER-005	mesohaline innere Küstengewässer, Unterwarnow	0	7,2	6,4	6,0	↔	↔
GER-006	mesohaline offene Küstengewässer, Südliche Mecklenburger Bucht/ Warnemünde bis Darss	0	8,1	5,6	7,4	↓	↑

HELCOM-ID	Bewertungseinheit (Wasserkörper)	Schichtungs- typ	Zeitraum I Level 2001-2006	Zeitraum II Level 2007-2012	Zeitraum III Level 2011- 2016	Tendenz zwischen Zeitraum I und II	Tendenz zwischen Zeitraum II und III
GER-007	oligohaline innere Küstengewässer, Ribnitzer See / Saaler Bodden	0	8,0	8,7	8,8	↔	↔
GER-008	oligohaline innere Küstengewässer, Koppelstrom / Bodstedter Bodden	0	8,4	8,7	8,2	↔	↔
GER-009	mesohaline innere Küstengewässer, Barther Bodden, Grabow	0	8,6	8,2	8,4	↔	↔
GER-010	mesohaline offene Küstengewässer, Prerowbucht/ Darsser Ort bis Dornbusch	0	n. b.	8,8	8,5	n. b.	↔
GER-011	mesohaline innere Küstengewässer, Westruegensche Bodden	0	8,4	8,6	8,9	↔	↔
GER-012	mesohaline innere Küstengewässer, Strelasund	0	8,5	8,8	8,7	↔	↔
GER-013	mesohaline innere Küstengewässer, Greifswalder Bodden	0	7,9	7,7	7,7	↔	↔
GER-014	mesohaline innere Küstengewässer, Kleiner Jasmunder Bodden	0	8,1	7,7	8,0	↔	↔
GER-015	mesohaline offene Küstengewässer, Nord- und Ostrügensche Gewässer	0	n. b.	5,9	6,0	n. b.	↔
GER-016	oligohaline innere Küstengewässer, Peenestrom	0	8,8	8,6	8,6	↔	↔
GER-017	oligohaline innere Küstengewässer, Achterwasser	0	8,9	9,0	9,0	↔	↔
GER-018	mesohaline offene Küstengewässer, Pommersche Bucht, Nordteil	0	5,6	7,2	6,4	↑	↔
GER-019	mesohaline offene Küstengewässer, Pommersche Bucht, Südteil	0	7,4	7,5	5,4	↔	↓
GER-020	oligohaline innere Küstengewässer, Kleines Haff	0	8,2	9,0	8,6	↔	↔
GER-111	mesohaline innere Küstengewässer, Nordruegensche Bodden	0	8,6	8,4	8,7	↔	↔
GER-021	mesohaline innere Küstengewässer, Flensburg Innenfoerde	1	<0,2	<0,2	0,35	↔	↔
GER-022	mesohaline offene Küstengewässer, Geltinger Bucht	0	n. b.	n. b.	*	n. b.	n. b.
GER-023	meso- bis polyhaline offene Küstengewässer mit saisonaler Schichtung, Flensburger Aussenfoerde	1	0,3	0,4	1,1	↔	↑
GER-024	mesohaline offene Küstengewässer, Aussenschlei	0	n. b.	n. b.	*	n. b.	n. b.
GER-025	mesohaline innere Küstengewässer, Schleimuede	0	8,4	8,25	8,1	↔	↔
GER-026	mesohaline innere Küstengewässer, Mittlere Schlei	0	9,1	9,8	10,6	↔	↔
GER-027	mesohaline innere Küstengewässer, Innere Schlei	0	n. b.	n. b.	*	n. b.	n. b.
GER-028	mesohaline offene Küstengewässer, Eckerfoerder Bucht, Rand	0	7,0	4,35	5,65	↓	↑
GER-029	meso- bis polyhaline offene Küstengewässer mit saisonaler Schichtung, Tiefe Eckerfoerderbucht	1	0,2	0,3	0,35	↔	↔
GER-030	mesohaline offene Küstengewässer, Buelk	0	n. b.	n. b.	*	n. b.	n. b.
GER-031	meso- bis polyhaline offene Küstengewässer mit saisonaler Schichtung, Kieler Aussenfoerde	1	<0,2	0,6	0,8	↔	↔
GER-032	mesohaline innere Küstengewässer, Kieler Innenfoerde	0	2,2	1,8	2,7	↔	↔
GER-033	mesohaline offene Küstengewässer, Probstei	0	n. b.	n. b.	9,4	n. b.	n. b.
GER-034	mesohaline offene Küstengewässer, Putlos	0	n. b.	n. b.	*	n. b.	n. b.
GER-035	meso- bis polyhaline offene Küstengewässer mit saisonaler Schichtung, Hohwachter Bucht	1	n. b.	n. b.	2,1	n. b.	n. b.
GER-036	mesohaline offene Küstengewässer, Fehmarnsund	0	9,8	9,0	8,95	↔	↔
GER-037	mesohaline innere Küstengewässer, Orther Bucht	0	n. b.	9,3	9,1	n. b.	↔
GER-038	mesohaline offene Küstengewässer, Fehmarnbelt	0	9,6	9,1	9,1	↔	↔
GER-039	meso- bis polyhaline offene Küstengewässer mit saisonaler Schichtung, Fehmarn Sund Ost	1	n. b.	n. b.	5,7	n. b.	n. b.
GER-040	mesohaline offene Küstengewässer, Groemitz	0	8,8	8,8	9,4	↔	↔
GER-041	mesohaline offene Küstengewässer, Neustaedter Bucht	0	8,6	9,1	9,3	↔	↔
GER-042	mesohaline innere Küstengewässer, Travemuende	0	n. b.	n. b.	*	n. b.	n. b.
GER-043	mesohaline innere Küstengewässer, Poetenitzer Wiek	0	10,9	10,0	9,7	↔	↔
GER-044	mesohaline innere Küstengewässer, Untere Trave	0	9,3	5,9	5,95	↓	↔

B. Offene Ostsee (Territorialgewässer >1 sm und AWZ)

HELCOM-ID	Bewertungseinheit (Becken)	Schichtungs- typ	Zeitraum I Level 2001-2006	Zeitraum II Level 2007-2012	Zeitraum III Level 2011- 2016	Tendenz zwischen Zeitraum I und II	Tendenz zwischen Zeitraum II und III
SEA-004	SH-Messnetz 12 sm-Zone Kieler Bucht (Territorialgewässer)	1	3,0	1,6	3,5	↓	↑
SEA-004	BSH/IOW-Messnetz Kieler Bucht	1	n. b.	n. b.	5,7	n. b.	n. b.
SEA-004	Kieler Bucht, Bereich 'offene See'	1	3,0	1,6	3,5	↓	↑
SEA-005	SH-Messnetz 12 sm-Zone Meckl. Bucht (Territorialgewässer)	1	0,7	2,1	1,3	↑	↓
SEA-005	MV-Messnetz 12 sm-Zone Mecklenburger Bucht (Territorialgewässer)	1	3,4	4,2	2,1	↑	↓
SEA-005	BSH/IOW-Messnetz Mecklenburger Bucht	1	n. b.	n. b.	4,3	n. b.	n. b.
SEA-005	Mecklenburger Bucht, Bereich 'offene See'	1	3,4	4,2	2,1	↔/tw. ↑	↓
SEA-006	MV-Messnetz 12 sm-Zone Arkona-Becken (Territorialgewässer)	0/1	6,3	7,1	6,4	↔	↔
SEA-006	BSH/IOW-Messnetz Arkona-Becken	1	n. b.	n. b.	4,9	n. b.	n. b.
SEA-006	Arkona-Becken, Bereich 'offene See'	0/1	6,3	7,1	6,4	↔	↔
SEA-007	MV-Messnetz 12 sm-Zone Bornholm-Becken (Territorialgewässer)	0	7,3	6,8	6,6	↔	↔
SEA-007	BSH/IOW-Messnetz Bornholm-Becken	1	n. b.	n. b.	7,5	n. b.	n. b.
SEA-007	Bornholm-Becken, Bereich 'offene See'	0/1	7,3	6,8	6,6	↔	↔

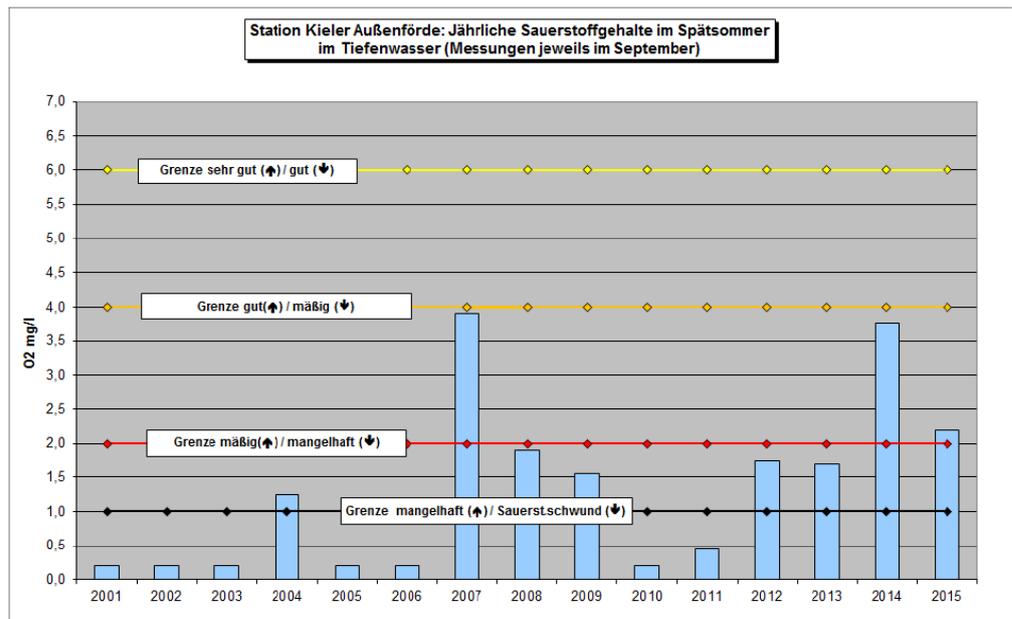


Abbildung: Die spätsommerlichen Sauerstoffgehalte im Tiefenwasser der Kieler Außenförde im Zeitraum von 2001 bis 2015 zeigen eine hohe Variabilität zwischen den Untersuchungsjahren. Aus Petenati (2015).

Saisonaler Sauerstoffmangel

Der spätsommerliche bzw. herbstliche Sauerstoffmangel ist ein Phänomen der westlichen Ostsee, das bis in die 70er Jahre des letzten Jahrhunderts nur gelegentlich zu beobachten war. Seit etwa 35 Jahren wird es allerdings fast jährlich z. B. auch in der Lübecker und Mecklenburger Bucht und den tiefen, austauscharmen Förden beobachtet. Physikalisch bedingt tritt im westlichen Teil der Ostsee alljährlich im Sommer eine etwa vier Monate andauernde Schichtung des Wasserkörpers auf, d.h. wärmeres, salzarmes Oberflächenwasser liegt über kälterem, salzreichem Tiefenwasser. Dadurch bildet sich in 12 bis 17 Meter Wassertiefe eine so genannte thermohaline Sprungschicht aus, die den vertikalen Sauerstofftransport in das Tiefenwasser verhindert. Gerade dort aber laufen die sauerstoffzehrenden, mikrobiellen Abbauprozesse von abgestorbenen Frühjahrsplankton-Algenblüten ab. Der damit verbundene Sauerstoffschwund am und im Meeresboden wird auch als sekundärer Eutrophierungseffekt bezeichnet. Das saisonale Auftreten von Sauerstoffmangel mit Konzentrationen unter 4 Milligramm pro Liter bzw. von Sauerstoffschwund mit Konzentrationen unter 2 Milligramm pro Liter ist durchaus nicht ungewöhnlich. Bei bestimmten Witterungsbedingungen bzw. Windlagen wird sauerstoffreiches Oberflächenwasser aus den Buchten hinausgedrängt, wodurch sauerstoffarmes Tiefenwasser in Richtung Küste strömt und dort aufsteigt („Upwelling“), was im betroffenen Gebiet ein Fischsterben verursachen kann, wie z. B. zuletzt 2017 am Eckernförder Südstrand beobachtet. Mit der im Verlauf des Spätherbstes einsetzenden Abkühlung des Oberflächenwassers setzt eine vertikale Durchmischung ein, die für Sauerstoffzufuhr in das Tiefenwasser und damit bis an den Meeresboden sorgt (Petenati 2017).

Für die küstenferneren Gebiete sind die Salzwassereinstromereignisse (MBI – Major Baltic Inflows), d.h. der Einstrom salz- und sauerstoffreichen Wassers aus der Nordsee, der unregelmäßig in Abhängigkeit von den meteorologischen Bedingungen erfolgt, von großer Bedeutung für die Sauerstoffversorgung des Tiefenwassers (u. a. Matthäus et al. 2008, Feistel et al. 2016, HELCOM 2017). Seit Ende 2013 gab es mehrere Einstromereignisse, darunter ein sehr starker

	<p>Einstrom im Dez./Jan. 2014/15, die zu einer deutlichen Verbesserung der Sauerstoffverhältnisse auch in den tiefen Becken der Ostsee führten (Naumann & Nausch 2015; Nausch et al. 2016; Naumann et al. 2017).</p> <p>Deutsche Sauerstoffdaten fließen auch in die alljährlich zwischen Juli und November von der Universität Aarhus im Auftrag des dänischen National Center for Miljø og Energi (DCU) erstellten Sauerstoffberichte von Würdler-Hansen et al. (→Iltsvindrapports) ein. In den Berichten wird mit Hilfe von Modellierungen auch die flächenhafte Ausdehnung der Sauerstoffmangelsituation in der westlichen Ostsee dargestellt. Vergleichbare Darstellungen für die südliche und zentrale Ostsee liefert auch das Institut für Ostseeforschung (→Feistel et al. 2016). Dies sind wichtige Ansätze, die zukünftig auch die im Beschluss 2017/848/EU der Kommission geforderten Flächenangaben ermöglichen könnten.</p>
Indikatordefinition	<p>In ungeschichteten Wasserkörpern (WRRL-Typ B1, B2, B3) bzw. an Stationen in Gebieten mit guter vertikaler Durchmischung in der offenen Ostsee ist die Grenze gut/mäßig bei ≥ 6 mg/l Sauerstoff (bodennah, d.h. ca. 1 m über Grund in Küstengewässern und ca. 4 m über Grund in der AWZ; niedrigster Wert Juli-November eines Kalenderjahres) anzusetzen.</p> <p>In geschichteten Wasserkörpern (WRRL-Typ B4) bzw. an Stationen in Gebieten mit stabiler saisonaler Schichtung ist dagegen die Grenze gut/mäßig bei ≥ 4 mg/l Sauerstoff (bodennah, d.h. ca. 1 m über Grund in Küstengewässern und ca. 4 m über Grund in der AWZ; niedrigster Wert Juli-November eines Kalenderjahres) anzusetzen.</p>
Indikatorziel	<p>Der Indikator bewertet die Sauerstoffsituation in Bodennähe und dient primär der Bewertung des Deskriptors D5 sowie sekundär der Bewertung der benthischen Habitate nach D1/D6. Er bedient u.a. das primäre Kriterium D5C5 nach Beschluss 2017/848/EU der Kommission und ist daher obligatorisch anzuwenden.</p>
Politische Relevanz (außer MSRL)	<p>Der Indikator hat neben der MSRL Relevanz für die WRRL, FFH-RL und den HELCOM-Ostseeaktionsplan.</p>
Umweltziele (außer MSRL)	<p>Der HELCOM-Ostseeaktionsplan strebt eine Ostsee an, deren Wasser sauber ist und die nicht durch Eutrophierung beeinträchtigt ist. Die WRRL verlangt die Erreichung bzw. den Erhalt des guten ökologischen Zustands bzw. Potentials für die Qualitätskomponenten Phytoplankton, Makrozoobenthos und Makrophyten/Angiospermen. Die FFH-Richtlinie verlangt die Erreichung bzw. den Erhalt des guten Erhaltungszustands für Arten und Lebensräume.</p>
Publikationen (mit URL)	<p>Feistel, R. (2010): Faktenblatt zur Sauerstoffsituation am Boden der Ostsee. Institut für Ostseeforschung. https://www.io-warnemuende.de/sauerstoff.html, zuletzt aktualisiert 15.02.2010</p> <p>Feistel, S., R. Feistel, D. Nehring, W. Matthäus, G. Nausch & M. Naumann (2016): Hypoxic and anoxic regions in the Baltic Sea, 1969-2015. Meereswissenschaftliche Berichte Warnemünde 100. DOI: 10.12754/msr-2016-0100. https://www.io-warnemuende.de/msr-2016-0100-de.html</p> <p>HELCOM (2013): Approaches and methods for Eutrophication target setting in the Baltic Sea region. Balt. Sea Environ. Proc. No. 133. http://www.helcom.fi/Lists/Publications/BSEP133.pdf</p> <p>HELCOM (2017): First version of the 'State of the Baltic Sea' report – June 2017 to be updated in 2018. Verfügbar unter: http://stateofthebalticsea.helcom.fi</p> <p>HELCOM (2018): 'State of the Baltic Sea' report – June 2018. Verfügbar unter: http://stateofthebalticsea.helcom.fi</p>

	<p>HELCOM EutroOper (2015): „Assessment of oxygen status in shallower areas of the Baltic Sea“: https://portal.helcom.fi/meetings/EUTRO-OPER%204-2015-217/MeetingDocuments/EUTRO-OPER%204-2015_5-8%20Assessment%20of%20oxygen%20status%20in%20shallower%20areas%20of%20the%20Baltic%20Sea%20-%20updated.pdf mit zugehöriger Übersichtstabelle in Annex 1: https://portal.helcom.fi/meetings/EUTRO-OPER%204-2015-217/MeetingDocuments/Forms/Display.aspx</p> <p>Josefson, A.B., J. Norkko & A. Norkko (2012): Burial and decomposition of plant pigments in surface sediments of the Baltic Sea: role of oxygen and benthic fauna. <i>Mar.Ecol.Progr. Ser.</i> 455, 33-49. https://www.int-res.com/articles/meps2012/455/m455p033.pdf</p> <p>Matthäus, W., D. Nehring, R. Feistel, G. Nausch, V. Mohrholz & H.U. Lass (2008): The inflow of highly saline water into the Baltic Sea. S. 265-309 in Feistel, R., G. Nausch & N. Wasmund (Hrsg.): <i>State and Evolution of the Baltic Sea, 1952-2005</i>. John Wiley & Sons, Hoboken, 703 S. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470283134</p> <p>Naumann, M. & G. Nausch (2015): Salzwassereinstrom (2014) Die Ostsee atmet auf. <i>Chemie in unserer Zeit</i>, 49 (1), 76-80. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/ciuz.201400695</p> <p>Nausch, G., M. Naumann, L. Umlauf, V. Mohrholz, H. Siegel, D. Schulz-Bull (2016): Hydrographic-hydrochemical assessment of the Baltic Sea 2015. – <i>Meereswissenschaftliche Berichte Warnemünde</i> 101. DOI 10.12754/msr-2016-0101. https://www.io-warnemuende.de/tl_files/forschung/meereswissenschaftliche-berichte/mebe101_2016_assessment-hc.pdf</p> <p>Naumann, M., L. Umlauf, V. Mohrholz, J. Kuss, H. Siegel, J. Waniek, D. Schulz-Bull (2017): Hydrographic-hydrochemical assessment of the Baltic Sea 2016. – <i>Meereswissenschaftliche Berichte Warnemünde</i> 104. Doi:10.12754/msr-2017-0104. http://doi.io-warnemuende.de/doi/2017/msr-2017-0104/msr-2017-0104.pdf</p> <p>Petenati, T. (2015): Sauerstoffmangel im bodennahen Wasser der westlichen Ostsee. Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein; Bericht vom 17.11.2015. https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/M/meeresschutz/Downloads/Bericht_LLUR_Sauerstoff_2015.pdf?__blob=publicationFile&v=2</p> <p>Petenati, T. (2017): Sauerstoffmangel im bodennahen Wasser der westlichen Ostsee. Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein; Bericht vom 28.9.2017. https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/M/meeresschutz/Downloads/Bericht_LLUR_Sauerstoff_2017.pdf?__blob=publicationFile&v=2</p> <p>Topcu D., U. Brockmann & U. Claussen (2009): Relationship between eutrophication reference conditions and boundary settings considering OSPAR recommendations and the Water Framework Directive – examples from the German Bight. <i>Hydrobiologia</i> 629, 91-106. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-90-481-3385-7_9</p> <p>Vaquer-Sunyer, R. & Duarte, C. M. (2008): Thresholds of hypoxia for marine biodiversity. <i>PNAS</i> 105, 40, 0803833105, 6pp. http://www.pnas.org/content/105/40/15452</p> <p>Villnäs, A., J. Norkko, K. Lukkari, J. Hewitt, A. Norkko (2012): Consequences of increasing hypoxic disturbance on benthic communities and ecosystem functioning. <i>PLOS ONE</i>, 7, 10, e44920, 12pp. http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0044920</p> <p>Villnäs, A., J. Norkko, S. Hietanen, A.B. Josefson, K. Lukkari, A. Norkko (2013): The role of recurrent disturbances for ecosystem multifunctionality. <i>Ecology</i> 94, 2275-2287. https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1890/12-1716.1</p> <p>Würgler-Hansen, J., D. Rytter, T. J. Skovbjerg Balsby (2016): Iltsvind i de danske farvande i august-september 2016, Rapporteringsperiode: 20. august – 21. september 2016. Aarhus Universitet DCE – Nationalt Center for Miliø og Energi.</p>
--	--

	<p>http://bios.au.dk/fileadmin/bioscience/Fagdatacentre/MarintFagdatacenter/Publikationer/Illsvindsrapport_august-september_2016.pdf.</p> <p>Zettler, M. L., R. Friedland, M. Gogina, A. Darr (2017): Variation in benthic long-term data of transitional waters: Is interpretation more than speculation? PLoS ONE 12(4): e0175746: https://doi.org/10.1371/journal.one.0175746.</p> <p>http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0175746 eistel, R. (2010): Faktenblatt zur Sauerstoffsituation am Boden der Ostsee. Institut für Ostseeforschung, https://www.io-warnemuende.de/sauerstoff.html, zuletzt aktualisiert 15.02.2010</p>
Zitation	BLANO 2018, Indikatorblatt Bodennahe Sauerstoffkonzentration in der Ostsee, Hintergrunddokument zu: BMU (Hrsg.), Zustand der deutschen Ostseegewässer 2018, https://www.meeresschutz.info/berichte-art-8-10.html?file=files/meeresschutz/berichte/art8910/zyklus18/Zustandsbericht_Ostsee_2018.pdf
Versionierung	Letzte Änderung: 14.09.2018
	Datum der Veröffentlichung: 30.11.2018
Erläuterte Ergebnisse	---
Vertrauenswürdigkeit	<p>Vertrauenswürdigkeit der Daten</p> <p>Hoch</p> <p>Die Daten beruhen auf einer Vielzahl von Stationen und qualitätsgesicherten Punktmessungen.</p>
	<p>Vertrauen in die Bewertungsmethode des Indikators</p> <p>Mittel bis hoch</p> <p>Vertrauenswürdigkeit ließe sich durch weitergehende Untersuchungen bzw. Modellierungen zur Stärkung der Aussagen zur flächenhaften Ausdehnung und zur zeitlichen Dauer von Sauerstoffdefiziten noch weiter verbessern.</p>
	<p>Vertrauen in den Schwellenwert</p> <p>Hoch</p>
Schlussfolgerungen	Der Indikator zeigt, dass in einigen Gebieten der deutschen Ostsee die Sauerstoffkonzentrationen im bodennahen Wasser nach wie vor zu niedrig sind, was negative Auswirkungen vor allem auf die Lebensgemeinschaften der benthischen Habitate hat. Neben hydromorphologischen und hydrographischen Faktoren, die natürlicherweise die Entwicklung von Sauerstoffmangel begünstigen, trägt die Eutrophierung als eine der wesentlichen Belastungen der Ostsee stark zu seiner Ausprägung bei.
Ausblick	Eine Weiterentwicklung des Indikators zur detaillierteren Erfassung der räumlichen und zeitlichen Ausdehnung von Sauerstoffmangelsituationen und damit der betroffenen Fläche ist wünschenswert. Es ist geplant, den Indikator im Rahmen eines nationalen Projekts weiter auszugestalten und die Ergebnisse auch in die regionalen Prozesse einfließen zu lassen, um dort die Entwicklung von regional abgestimmten Schwellenwerten zu unterstützen.
Methode	Im HELCOM-Projekt Eutro-Oper sollten Sauerstoffzielwerte für die Ostsee erarbeitet werden, u.a. für die Eutrophierungsbewertung mit dem Verfahren ‚HEAT‘. Der Indikator „ <i>shallow water oxygen</i> “ hat bei HELCOM <i>Pre-core</i> -Status erhalten, wurde aber im HELCOM <i>State of the Baltic Sea</i> Bericht (2017, 2018) nicht angewandt, da sich die Vertragsstaaten nicht auf gemeinsame Zielwerte für die bodennahe Sauerstoffkonzentration einigen konnten. Da die bodennahe Sauerstoffkonzentration in mg/l nach Beschluss 2017/848/EU der Kommission über Kriterien und Standards zur Bewertung

	<p>des guten Umweltzustands als primäres Kriterium genannt wird, erfolgt eine Bewertung auf nationaler Ebene, die in den nationalen MSRL-Bericht eingeht. Die Methodik bzw. das Indikatorkennblatt wird HELCOM informationshalber zur Verfügung gestellt werden (zwischenzeitlich erfolgt: bei IN-Eutrophication-10 und STATE & CONSERVATION-8, →Doc. 3J-19).</p>
<p>Bewertete Elemente und Kriterien für ihre Auswahl: Sauerstoffkonzentration entspr. Beschluss 2017/848/EU der Kommission (Kriterium D5C5)</p>	<p>Bewertungsskala und Berichtseinheit (inkl. MRU-ID): Die Bewertung erfolgt für die Küstengewässer-Wasserkörper nach Wasserrahmenrichtlinie und für die offene See (Territorialgewässer >1 sm und AWZ), unterteilt nach HELCOM-Becken, und folgt damit den HELCOM-Bewertungseinheiten des Levels 4 nach →HELCOM Monitoring and Assessment Strategy (2013). MRU-ID: BALDE-MS (deutsche Ostsee gesamt), unterteilt in offene See mit den HELCOM-Becken BALDE_OFFSHORE_KB; BALDE_OFFSHORE_MB; BALDE_OFFSHORE_AB; BALDE_OFFSHORE_BB, und die WRRL-Wasserkörper der Küstengewässer (BAL_DE_SD_Subdivisions: 44 Wasserkörper).</p>
<p>Bewertungszeitraum: Der aktuelle Bewertungszeitraum umfasst die Jahre 2011-2016. Zur Darstellung zeitlicher Tendenzen sind in obiger Tabelle auch die Ergebnisse für die Jahre 2001-2006 und 2007-2012 dargestellt.</p>	<p>Methode zur Berechnung des Indikators: Für die Bewertung genutzt werden jeweils die niedrigsten Konzentrationen, die zwischen Juli und November des jeweiligen Jahres festgestellt wurden. Diese Werte werden wie nachstehend beschrieben aggregiert:</p> <p>Zeitliche Aggregation: Aus den Jahresminima wird durch Medianbildung zunächst das bewertungsrelevante Ergebnis <u>für jede Station</u> bestimmt. Die Mittelung von „Jahresscheiben“ entspricht der Vorgehensweise bei OSPAR. Im Anschluss erfolgt die räumliche Aggregation.</p> <p>Räumliche Aggregation: Liegt in der Bewertungseinheit nur eine Station, entscheidet diese über das Bewertungsergebnis. In manchen Wasserkörpern, insbesondere aber in den Territorialgewässern und der AWZ gelten je nachdem, ob die jeweilige Station ein Gebiet mit oder ohne saisonale Schichtung repräsentiert, unterschiedliche Zielwerte. In diesen Fällen erfolgt die Aggregation auf Basis der Bewertungsergebnisse für die einzelnen Stationen, wobei die unabhängig vom Typ in der Mehrzahl auftretenden Ergebnisse über die Gesamtbewertung der Bewertungseinheit entscheiden. Bei „Gleichstand“ wird nach dem Besorgnisgrundsatz die Bewertung als „Schwellenwert verfehlt“ und damit „sub-Ges“ ausgewiesen. In der Ergebniskarte werden zusätzlich zur Einfärbung der Bewertungseinheit die Stationspunkte mit ihrem jeweiligen Bewertungsergebnis (GES/Sub-GES) dargestellt.</p> <p>Die Herangehensweise zur räumlichen Aggregation ist pragmatisch gewählt. Eine generelle Wichtung anhand der Flächenanteile oder der Anteile der betroffenen Biotoptypen/broad habitat types ist denkbar, aber kurzfristig nicht zu realisieren, d.h. nicht für die Berichtsrunde 2018. Hier besteht Forschungs- und Entwicklungsbedarf.</p>

	<p>Monitoringmethode (URL zum Monitoringhandbuch): Die Messung der bodennahen Sauerstoffkonzentration erfolgt in Küstennähe durch das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR) und das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) in der Regel etwa 1 m über dem Meeresboden. In den küstenfernen Bereichen erfolgt das Monitoring im Auftrag des BSH durch das Institut für Ostseeforschung (IOW), wobei die Messung aufgrund der größeren Wassertiefen etwa 1-4 m über dem Meeresboden durchgeführt wird (je nach Wassertiefe und Messplattform). Die Messung erfolgt über Sauerstoffsonden und wird durch chemische Analysen (Sauerstoffbestimmung nach Winkler-Methode) im (Schiffs)Labor ergänzt und validiert. Details sind dem nationalen →Monitoring-Handbuch sowie dem →HELCOM Monitoring Manual zu entnehmen.</p>
	<p>Einheit des Indikators: mg/l</p>
	<p>Referenz- und Schwellenwerte und Methode zu ihrer Ableitung: Die Ableitung erfolgte auf Grundlage der naturräumlichen Gegebenheiten (Schichtungsverhalten) und unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Erkenntnisse (u. a. Studie von Vaquer-Sunyer & Duarte 2008 zu Schwellenwerten für Sauerstoffmangel in Bezug auf marine Biodiversität) und der Arbeiten auf HELCOM-Ebene (EutroOper, IN-Eutrophication).</p>
	<p>Verzeichnis verwendeter Literatur (inkl. URL): S. unter Publikationen</p>
Deskriptor	<p>Primärzuordnung: D5 – Eutrophierung Sekundärzuordnung: D1 – Biologische Vielfalt D6 – Meeresgrund</p>
MSRL-Kriterium	<p>Primärzuordnung: D5C5 – Sauerstoffkonzentration Sekundärzuordnung: D6C5 – Zustand benthischer Lebensräume.</p>
MSRL-Umweltziel	<p>Primärzuordnung: UZ 1.1: Nährstoffeinträge über die Flüsse sind weiter zu reduzieren UZ 1.2: Nährstoffeinträge über Ferneinträge aus anderen Meeresgebieten sind zu reduzieren UZ 1.3: Nährstoffeinträge über die Luft sind weiter zu reduzieren.</p>
Merkmal (Anhang III)	<p>Tabelle 1: - Ökosysteme einschl. Nahrungsnetze: chemische Merkmale - Benthische Biotoptypen: chemische Merkmale</p>
Datenquellen	Monitoringdaten des LLUR, LUNG und BSH/IOW.
Bewertungsdaten	MSFD18_NatInd_OXY_Zeitliche_Entwicklung_Bewertungsergebnisse.xlsx
INSPIRE Thema	Ozeanografisch-geografische Kennwerte

Zugangs- und Nutzungsbedingungen	Es handelt sich um Daten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Nord- und Ostsee (BLANO). Die Daten sind frei zugänglich. Vor der weiteren Nutzung dieser Daten wird um Kontakt mit der Geschäftsstelle Meeresschutz der BLANO (geschaeftsstelle@meeresschutz.info) gebeten.
Ansprechpartner	<i>Wera Leujak (Umweltbundesamt), Annika Grage (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie)</i> <i>Indikatorblatt wurde erstellt von M. Carstens, M. v. Weber, T. Petenati, J. Kuss mit Unterstützung der nationalen Fach-Arbeitsgruppen „Eutrophierung, Nährstoffe und Plankton“ und „Benthos“; erstellt unter Federführung von M. Carstens und M. v. Weber.</i>

Nährstoffkonzentrationen am Übergabepunkt limnisch-marin (Ostsee)		NAT-BALDE-NUTR																																																							
Kern- botschaften	<ul style="list-style-type: none"> – Basierend auf Daten von 2011-2015 erreichen gegenwärtig nur die Schwentine, die Aalbek und die Warnow den Bewirtschaftungszielwert für Gesamtstickstoffkonzentrationen. Die Hagener Au und die Uecker verfehlen den Bewirtschaftungszielwert nur geringfügig. Überschreitungen um mehr als das Doppelte des Bewirtschaftungszielwerts zeigen die Koseler Au, die Lippingau und der Hellbach. – Den fließgewässerspezifischen Orientierungswert für Gesamtposphorkonzentrationen erreichen im selben Zeitraum die Koseler Au, die Aalbek, die Warnow, die Barthe und die Maurine. Die restlichen betrachteten Flüsse verfehlen den fließgewässerspezifischen Orientierungswert nur geringfügig, mit Ausnahme der Langballigau, des Oldenburger Grabens und der Duvenbaek, die größere Überschreitungen zeigen. 																																																								
Kern- bewertung	<p>In Tabelle 1 sind die Fünf-Jahres-Mittelwerte der Gesamtstickstoff- und Gesamtposphorkonzentrationen im Vergleich zum Bewirtschaftungszielwert für Stickstoff bzw. dem fließgewässerspezifischen Orientierungswert für Phosphor dargestellt. Der Zielwert für Gesamtstickstoff wird in allen Flüssen außer der Schwentine, der Aalbek und der Warnow überschritten. Die größten Überschreitungen zeigen die Koseler Au, die Lippingau und der Hellbach. Der fließgewässerspezifische Orientierungswert für Gesamtposphor wird in allen Flüssen außer der Koseler Au, der Aalbek, der Warnow, Barthe und Maurine überschritten. Die größten Überschreitungen zeigen die Langballigau, der Oldenburger Graben und die Duvenbaek.</p> <p>Tabelle 1 Fünf-Jahres-Mittelwerte der Konzentrationen 2011-2015 von Gesamtstickstoff (TN) und Gesamtposphor (TP) im Vergleich zum Bewirtschaftungszielwert bzw. fließgewässerspezifischen Orientierungswert gemäß Oberflächengewässerverordnung (OGewV). Grün – Bewirtschaftungszielwert bzw. Orientierungswert eingehalten. Rot – Bewirtschaftungszielwert bzw. Orientierungswert überschritten.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Fluss</th> <th colspan="2">TN</th> <th colspan="2">TP</th> </tr> <tr> <th>5-Jahres-Mittel der Konzentrationen 2011-2015 in mg/l</th> <th>Zielwert in mg/l</th> <th>5-Jahres-Mittel der Konzentrationen 2011-2015 in mg/l</th> <th>Zielwert in mg/l</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Langballigau</td> <td>5,2</td> <td>≤2,6</td> <td>0,26</td> <td>≤0,10</td> </tr> <tr> <td>Füsinger Au</td> <td>4,6</td> <td>≤2,6</td> <td>0,13</td> <td>≤0,10</td> </tr> <tr> <td>Koseler Au</td> <td>5,8</td> <td>≤2,6</td> <td>0,13</td> <td>≤0,15</td> </tr> <tr> <td>Schwentine</td> <td>1,7</td> <td>≤2,6</td> <td>0,12</td> <td>≤0,10</td> </tr> <tr> <td>Kossau</td> <td>2,9</td> <td>≤2,6</td> <td>0,13</td> <td>≤0,10</td> </tr> <tr> <td>Goddendorfer Au</td> <td>5,0</td> <td>≤2,6</td> <td>0,11</td> <td>≤0,10</td> </tr> <tr> <td>Oldenburger Graben</td> <td>5,6</td> <td>≤2,6</td> <td>0,36</td> <td>≤0,15</td> </tr> <tr> <td>Aalbek</td> <td>2,4</td> <td>≤2,6</td> <td>0,10</td> <td>≤0,10</td> </tr> <tr> <td>Schwartau</td> <td>4,6</td> <td>≤2,6</td> <td>0,17</td> <td>≤0,15</td> </tr> </tbody> </table>			Fluss	TN		TP		5-Jahres-Mittel der Konzentrationen 2011-2015 in mg/l	Zielwert in mg/l	5-Jahres-Mittel der Konzentrationen 2011-2015 in mg/l	Zielwert in mg/l	Langballigau	5,2	≤2,6	0,26	≤0,10	Füsinger Au	4,6	≤2,6	0,13	≤0,10	Koseler Au	5,8	≤2,6	0,13	≤0,15	Schwentine	1,7	≤2,6	0,12	≤0,10	Kossau	2,9	≤2,6	0,13	≤0,10	Goddendorfer Au	5,0	≤2,6	0,11	≤0,10	Oldenburger Graben	5,6	≤2,6	0,36	≤0,15	Aalbek	2,4	≤2,6	0,10	≤0,10	Schwartau	4,6	≤2,6	0,17	≤0,15
Fluss	TN		TP																																																						
	5-Jahres-Mittel der Konzentrationen 2011-2015 in mg/l	Zielwert in mg/l	5-Jahres-Mittel der Konzentrationen 2011-2015 in mg/l	Zielwert in mg/l																																																					
Langballigau	5,2	≤2,6	0,26	≤0,10																																																					
Füsinger Au	4,6	≤2,6	0,13	≤0,10																																																					
Koseler Au	5,8	≤2,6	0,13	≤0,15																																																					
Schwentine	1,7	≤2,6	0,12	≤0,10																																																					
Kossau	2,9	≤2,6	0,13	≤0,10																																																					
Goddendorfer Au	5,0	≤2,6	0,11	≤0,10																																																					
Oldenburger Graben	5,6	≤2,6	0,36	≤0,15																																																					
Aalbek	2,4	≤2,6	0,10	≤0,10																																																					
Schwartau	4,6	≤2,6	0,17	≤0,15																																																					

	Fluss	TN		TP	
		5-Jahres-Mittel der Konzentrationen 2011-2015 in mg/l	Zielwert in mg/l	5-Jahres-Mittel der Konzentrationen 2011-2015 in mg/l	Zielwert in mg/l
	Lippingau	6,4	≤2,6	0,13	≤0,10
	Hagener Au	2,63	≤2,6	0,16	≤0,10
	Trave	3,9	≤2,6	0,17	≤0,10
	Peene	3,1	≤2,6	0,12	≤0,10
	Warnow	2,3	≤2,6	0,10	≤0,10
	Barthe	4,0	≤2,6	0,08	≤0,10
	Duvenbeek	4,4	≤2,6	0,31	≤0,10
	Hellbach	6,0	≤2,6	0,13	≤0,10
	Maurine	3,4	≤2,6	0,09	≤0,10
	Recknitz	2,8	≤2,6	0,13	≤0,10
	Ryck	4,6	≤2,6	0,12	≤0,10
	Stepenitz	4,5	≤2,6	0,13	≤0,10
	Uecker	2,63	≤2,6	0,13	≤0,10
	Wallensteingraben	3,2	≤2,6	0,13	≤0,10
	Zarnow	3,2	≤2,6	0,13	≤0,10
Indikatordefinition	<p>Gemäß § 45e Wasserhaushaltsgesetz wurde in Umsetzung von Art. 10 MSRL das Umweltziel „Meere ohne Beeinträchtigung durch anthropogene Eutrophierung“ festgelegt. Zur Erreichung dieses Umweltziels müssen die Nährstoffeinträge über die Flüsse weiter reduziert werden. Indikator dafür sind die Nährstoffkonzentrationen am Übergabepunkt limnisch-marin der in die Ostsee mündenden Flüsse. Bei Flüssen, deren Mündungsbereich sich außerhalb des Bundesgebiets befindet, werden die Nährstoffkonzentrationen an den Punkten gemessen, an denen die Flüsse das Bundesgebiet endgültig verlassen. Für die Oder ist dies die Messstelle bei Hohenwutzen. Bei Flüssen, die in Deutschland in die Ostsee münden, werden die Nährstoffkonzentrationen an den jeweiligen Süßwassermessstellen am Grenzscheitel limnisch-marin gemessen.</p>				
Indikatorziel	<p>Grundsätzlich ist zwischen dem Zielwert für die Stickstoffkonzentrationen und den Orientierungswerten für die Phosphorkonzentrationen zu unterscheiden.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Für Stickstoff wurde gemäß § 14 OGewV (Novelle 2016) ein Bewirtschaftungszielwert festgelegt, der für die in die Ostsee einmündenden Flüsse 2,6 mg/l Gesamtstickstoff beträgt. Die Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme in den Flussgebietseinheiten richten sich zum Schutz der Meeresgewässer an diesem Zielwert aus. Der Zielwert soll die Erreichung des guten Umweltzustands gemäß MSRL (und des guten ökologischen Zustands gemäß WRRL) ermöglichen. – Für Phosphor wurde kein Bewirtschaftungsziel festgelegt, da die fließgewässerspezifischen Orientierungswerte im Unterlauf der in die Ostsee mündenden Flüsse hinreichend für die Erreichung des guten Umweltzustands in Bezug auf Eutrophierung (Deskriptor 5) gemäß MSRL (und des guten ökologischen Zustands gemäß WRRL) sind. Gemäß Anlage 7 Tabelle 2.1.2. OGewV betragen die fließgewässerspezifischen 				

	Orientierungswerte für die Flusstypen, die in die Ostsee münden, für Gesamtposphor typenspezifisch 0,10 bzw. 0,15 mg/l.
Politische Relevanz (außer MSRL)	Die Indikatoren dienen auch der Erreichung des guten ökologischen Zustands gemäß WRRL und der Ziele des HELCOM-Ostseeaktionsplans im Hinblick auf Eutrophierung.
Umweltziele (außer MSRL)	Der Indikator und seine Ziel- und Orientierungswerte dienen auch der Erreichung der Ziele des HELCOM-Ostseeaktionsplans, speziell der maximal erlaubten Nährstoffeinträge (Maximum allowable inputs - MAI) und der für Deutschland festgelegten Nährstoffreduktionszahlen (country-allocated reduction targets – CART).
Publikationen (mit URL)	<p>BLANO 2014: Harmonisierte Hintergrund- und Orientierungswerte für Nährstoffe und Chlorophyll-a in den deutschen Küstengewässern der Ostsee sowie Zielfrachten und Zielkonzentrationen für die Einträge über die Gewässer. Konzept zur Ableitung von Nährstoffreduktionszielen nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie, der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, der Helsinki-Konvention und des Göteborg-Protokolls. Bund/Länder Ausschuss Nord- und Ostsee. 97 Seiten. http://meeresschutz.info/sonstige-berichte.html?file=files/meeresschutz/berichte/sonstige/Naehrstoffreduktionsziele_Ostsee_BLANO_2014.pdf</p> <p>HELCOM 2015: HELCOM Guidelines for the annual and periodical compilation and reporting of waterborne pollution inputs to the Baltic Sea (PLC-Water). 134 Seiten. http://www.helcom.fi/Lists/Publications/PLC-Water%20Guidelines.pdf</p> <p>LAWA 2017: Empfehlung für eine harmonisierte Vorgehensweise zum Nährstoffmanagement (Defizitanalyse, Nährstoffbilanzen, Wirksamkeit landwirtschaftlicher Maßnahmen) in Flussgebietseinheiten. Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“ LAWA AO. 42 Seiten</p> <p>Monitoringhandbuch MSRL – D5 Eutrophierung (BALDE_Mon_021), Nährstoff-Einträge aus landseitigen Quellen (BALDE_Sub_083) Link: http://mhb.meeresschutz.info/de/monitoring/uebersicht.html</p> <p>OGewV 2016: Verordnung zum Schutz von Oberflächengewässern. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2016 Teil I Nr. 28, ausgegeben zu Bonn am 23. Juni 2016. 71 Seiten</p>
Zitation	BLANO 2018, Indikatorblatt Nährstoffkonzentration am Übergabepunkt limnisch-marin (Ostsee), Hintergrunddokument zu: BMU (Hrsg.), Zustand der deutschen Ostseegewässer 2018, https://www.meeresschutz.info/berichte-art-8-10.html?file=files/meeresschutz/berichte/art8910/zyklus18/Zustandsbericht_Ostsee_2018.pdf
Versionierung	Letzte Änderung: 14.08.2018 Datum der Veröffentlichung: 30.11.2018
Erläuterte Ergebnisse	---
Vertrauenswürdigkeit	<p>Es konnte zunächst noch keine Bewertung der Vertrauenswürdigkeit des Indikators vorgenommen werden. Zukünftig könnte dafür die Standardabweichung herangezogen werden. Diese ist abhängig von der Anzahl der Messungen pro Jahr und den abflussbedingten Schwankungen der Konzentrationen.</p> <p>Vertrauenswürdigkeit der Daten: Hoch Es erfolgt mindestens eine monatliche Messung der Nährstoffkonzentrationen der Flüsse am Übergabepunkt limnisch-marin. Die Vertrauenswürdigkeit wird deshalb als hoch eingeschätzt. Die Vertrauenswürdigkeit ließe sich weiter erhöhen, wenn anlassbezogene Messungen in Jahren mit Hochwasserereignissen oder ausgedehnten Dürreperioden erfolgen würden, allerdings ist dies aus Kostengründen oft nicht möglich.</p>

	<p>Vertrauen in die Bewertungsmethode des Indikators: Hoch Hinsichtlich der Bewertungsmethode handelt es sich um einen einfachen Abgleich der gemessenen Konzentrationen der Flüsse am Übergabepunkt limnisch-marin mit dem Bewirtschaftungszielwert bzw. dem fließgewässerspezifischen Orientierungswert. Um abflussbedingte Schwankungen auszugleichen wird zunächst ein Jahresmittelwert aus den monatlichen Messungen berechnet. Diese Jahresmittelwerte werden dann über einen Fünfjahreszeitraum gemittelt. Die Vertrauenswürdigkeit der Bewertungsmethode wird als hoch eingeschätzt. Allerdings soll zukünftig geprüft werden, ob die Einschätzung der Zielerreichung in Anlehnung an das Vorgehen bei HELCOM basierend auf einem statistischen Verfahren erfolgen sollte, dass die Unsicherheiten in den Konzentrationsmesswerten, die sich durch abflussbedingte Schwankungen ergeben, besser berücksichtigt (HELCOM 2015).</p> <p>Vertrauen in den Ziel/Orientierungswert: Hoch Ausgehend von den Orientierungswerten für die mittlere Chlorophyll-a-Konzentration wurde mit einem vereinfachten Ansatz die maximal zulässige Zielkonzentration für Gesamtstickstoff (Bewirtschaftungszielwert) berechnet, so dass der jeweilige Orientierungswert und somit der gute ökologische Zustand für Chlorophyll-a in den Küstenwasserkörpern erreicht werden kann. Dazu wurden die Nährstofffrachten und die Chlorophyll-a-Konzentration (Mai bis September) für die südwestliche Ostsee gemittelt. Diese Mittelung der Konzentrationen und Frachten über das gesamte Gebiet ist wissenschaftlich noch nicht zufriedenstellend. Sie sollte durch eine detaillierte Vorgehensweise ersetzt werden, die die Differenzierung zwischen den wichtigsten Nährstoffquellen und den resultierenden Chlorophyll-a-Konzentrationen in einzelnen Wasserkörpern erlaubt und darüber hinaus auch andere Eutrophierungsindikatoren wie Sichttiefe, Sauerstoff, Makrophyten und Makrozoobenthos berücksichtigt. Da die Küstengewässer überwiegend stickstofflimitiert sind und Phosphor deshalb eine untergeordnete Rolle im Eutrophierungsgeschehen spielt wurde nur überprüft, ob die Einhaltung des fließgewässerspezifischen Orientierungswertes hinreichend für die Erreichung der Phosphorreduktionsanforderung des Ostseeaktionsplans ist. Insgesamt wird die Vertrauenswürdigkeit des Bewirtschaftungszielwertes bzw. der Orientierungswerte als hoch eingestuft, da Ihnen ein modellbasierter Ansatz zugrunde liegt und da ein Abgleich mit den Nährstoffreduktionszahlen der Ostseeaktionsplans erfolgt ist.</p>
<p>Schlussfolgerungen</p>	<p>In den Ostseezuflüssen, in denen der Zielwert für die Gesamtstickstoffkonzentrationen bzw. die fließgewässerspezifischen Orientierungswerte für die Gesamtposphorkonzentrationen nicht erreicht werden, sind weitere Maßnahmen erforderlich, um die Einträge von Stickstoff und Phosphor in die Flüsse zu senken und somit die Erreichung des guten Umweltzustands hinsichtlich der Eutrophierung (Deskriptor 5 der MSRL) in den Küsten- und Meeresgewässern zu ermöglichen.</p>
<p>Ausblick</p>	<p>Zukünftig soll nicht nur ein fünfjähriger Mittelwert sondern das gleitende fünfjährige Mittel einer 1980 beginnenden Zeitreihe betrachtet werden. Daraus ließen sich auch Prognosen für die zukünftige Entwicklung und die voraussichtliche Zielerreichung ableiten (empfohlen wird hierfür der S-Wert einer erweiterten Mann-Kendall-Statistik). Darüber hinaus soll zukünftig neben der Konzentration der erforderliche Frachtminderungsbedarf aus der Bewirtschaftungszielkonzentration und einem langjährigen mittleren Abflusswert (MQ) des Referenzpegels berechnet werden. Dies unterstützt die Abschätzung des Wirkungsbeitrags von eintragsmindernden Maßnahmen (LAWA 2017).</p>

Methode	Zunächst wurde für jeden Fluss ein Bilanzpegel im Übergangsbereich limnisch-marin oder beim Verlassen des Bundesgebiets festgelegt. An diesem Pegel wurden die Nährstoffkonzentrationen mindestens monatlich gemessen und es wurde ein Jahresmittelwert berechnet. Zum Ausgleich abflussbedingter Schwankungen in den Konzentrationen wird aus den Jahresmittelwerten ein Fünf-Jahres- Mittel berechnet (Monitoringhandbuch, LAWA 2017). Während für die Flussgebietseinheit Oder nur ein Bilanzpegel auszuwerten ist, müssen für die Flussgebietseinheiten Schlei/Trave und Warnow/Peene mehrere Pegel benannt und ausgewertet werden. Die Festlegung dieser Pegel ist zunächst nur vorläufig erfolgt und muss in Vorbereitung auf den 3. Bewirtschaftungszyklus gemäß WRRL ggf. noch angepasst werden. Sowohl Schleswig-Holstein als auch Mecklenburg-Vorpommern bewerten gegenwärtig auch kleinere Ostseezuflüsse separat. Weiterhin ist noch zu klären, inwieweit der Bewirtschaftungszielwert für Gesamtstickstoff auch für den Grenzfluss Oder gilt. Die Oder konnte deshalb noch nicht bewertet werden.
	Bewertete Elemente und Kriterien für ihre Auswahl: Eintrag von Nährstoffen — aus diffusen Quellen, aus Punktquellen, über die Luft
	Bewertungsskala und Berichtseinheit (inkl. MRU-ID): Deutscher Teil der Meeresregion Ostsee (BALDE_MS)
	Bewertungszeitraum: 2011-2015
	Methode zur Berechnung des Indikators:
	Monitoringmethode (URL zum Monitoringhandbuch):
	Einheit des Indikators: mg/l
	Referenz- und Schwellenwerte und Methode zu ihrer Ableitung: Zielwert für TN: 2,6 mg/l Fließgewässerspezifische Orientierungswerte für TP: 0,1 bzw. 0,15 mg/l Referenzwerte und methodische Ableitung: http://www.meeresschutz.info/sonstige-berichte.html?file=files/meeresschutz/berichte/sonstige/Naehrstoffreduktionsziele_Ostsee_BLANO_2014.pdf
	Verzeichnis verwendeter Literatur (inkl. URL):
	Deskriptor
MSRL-Kriterium	---
MSRL-Umweltziel	Umweltziel 1.1: Nährstoffeinträge über die Flüsse sind weiter zu reduzieren. Reduzierungsvorgaben wurden in den Maßnahmenprogrammen und Bewirtschaftungsplänen der WRRL aufgestellt.
Merkmal (Anhang III)	Tabelle 2a: Stoffe, Abfälle und Energie: - Eintrag von Nährstoffen — aus diffusen Quellen, aus Punktquellen, über die Luft
Datenquellen	Küstenbundesländer bzw. Flussgebietsgemeinschaften
Bewertungsdaten	MSFD18_NatIInd_NUTR_5-Jahres-Mittel_Konzentrationen_2011-2015_BALDE.docx

INSPIRE Thema	Umweltüberwachung
Zugangs- und Nutzungs- beding- ungen	Es handelt sich um Daten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Nord- und Ostsee (BLANO). Die Daten sind frei zugänglich. Vor der weiteren Nutzung dieser Daten wird um Kontakt mit der Geschäftsstelle Meeresschutz der BLANO (geschaefsstelle@meeresschutz.info) gebeten.
Ansprech- partner	<i>Wera Leujak (Umweltbundesamt II 2.3)</i>

Diatomeen/Dinoflagellaten-Index		NAT-BALDE-DINO																																										
Kernbotschaften	<ul style="list-style-type: none"> – Der Index spiegelt die Verteilungen der Diatomeen und Dinoflagellaten in der Phytoplankton-Frühjahrsblüte wider und bildet einen wichtigen Bestandteil der pelagischen Lebensräume ab (MSRL-Deskriptor 1). Der Index hat eine hohe Relevanz für das Nahrungsnetz (MSRL-Deskriptor 4) und kann außerdem eine Silikatlimitierung als eine Auswirkung der Eutrophierung anzeigen (MSRL-Deskriptor 5). – Der Indikator ist überall dort anwendbar, wo natürlicherweise Diatomeen und Dinoflagellaten vorkommen und das Potential besitzen, Blüten zu formen, und schließt damit alle marinen deutschen Ostseegewässer ein. Eine Ausnahme stellen Küstengewässer mit geringer Salinität dar, da Dinoflagellaten dort nur selten vorkommen. Aus diesem Grund ist der Index in oligohalinen Küstengewässern (z.B. WRRL Typen B1 und B2) und in Gebieten, die stark durch Flussfahnen geprägt sind, nicht anwendbar, weil dort der Indexwert automatisch ansteigen und damit falsche Ergebnisse liefern würde. – Ein hoher Indexwert und somit die Dominanz von Diatomeen in der Frühjahrsblüte gilt als Anzeiger für einen guten Zustand des Phytoplanktons. In Bezug auf den Index ist der deutsche Teil der der offenen See der Mecklenburger Bucht, des Bornholm- und Arkonabeckens in einem guten Zustand, während in der Kieler Bucht in der offenen See der gute Zustand verfehlt wird. 																																											
Kernbewertung	<p>1) Statusbewertung</p> <p>Der Diatomeen/Dinoflagellaten-Index wurde für vier HELCOM-Becken berechnet, die jeweils für die Bereiche der äußeren Küstengewässer < 1 Seemeile und der offenen See >1 Seemeile getrennt bewertet wurden. Die äußeren Küstengewässer des Arkona- und Bornholm-Beckens konnten aufgrund fehlender Daten nicht bewertet werden. Nur in der offenen See der Kieler Bucht wurde der Schwellenwert knapp verfehlt und der Zustand des Phytoplankton als nicht gut eingestuft, während für die anderen fünf Gebiete im Untersuchungszeitraum von 2011-2015 bezogen auf den Index ein guter Zustand ermittelt wurde (Tab. 1).</p> <p>Tab. 1: Bewertungsergebnisse für den Diatomeen/Dinoflagellaten-Index in den vier HELCOM-Becken, jeweils getrennt in äußere Küstengewässer (<1 Seemeile) und offene See (>1 Seemeile).</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th colspan="2">Bewertungszeitraum 2011–2015</th> <th>Anzahl der Stationen</th> <th>Datenanzahl</th> <th>Indexwert</th> <th>Status des Index</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Kieler Bucht</td> <td>Äußere Küstengewässer</td> <td>3</td> <td>50</td> <td>0.80</td> <td style="background-color: #c8e6c9;">gut</td> </tr> <tr> <td>Offene See</td> <td>3</td> <td>28</td> <td>0.74</td> <td style="background-color: #ffcdd2;">nicht gut</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Mecklenburger Bucht</td> <td>Äußere Küstengewässer</td> <td>2</td> <td>61</td> <td>0.83</td> <td style="background-color: #c8e6c9;">gut</td> </tr> <tr> <td>Offene See</td> <td>8</td> <td>77</td> <td>0.80</td> <td style="background-color: #c8e6c9;">gut</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Arkonabecken</td> <td>Äußere Küstengewässer</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Nicht bewertet</td> <td style="background-color: #cccccc;">Nicht bewertet</td> </tr> <tr> <td>Offene See</td> <td>14</td> <td>73</td> <td>0.85</td> <td style="background-color: #c8e6c9;">gut</td> </tr> </tbody> </table>					Bewertungszeitraum 2011–2015		Anzahl der Stationen	Datenanzahl	Indexwert	Status des Index	Kieler Bucht	Äußere Küstengewässer	3	50	0.80	gut	Offene See	3	28	0.74	nicht gut	Mecklenburger Bucht	Äußere Küstengewässer	2	61	0.83	gut	Offene See	8	77	0.80	gut	Arkonabecken	Äußere Küstengewässer	-	-	Nicht bewertet	Nicht bewertet	Offene See	14	73	0.85	gut
Bewertungszeitraum 2011–2015		Anzahl der Stationen	Datenanzahl	Indexwert	Status des Index																																							
Kieler Bucht	Äußere Küstengewässer	3	50	0.80	gut																																							
	Offene See	3	28	0.74	nicht gut																																							
Mecklenburger Bucht	Äußere Küstengewässer	2	61	0.83	gut																																							
	Offene See	8	77	0.80	gut																																							
Arkonabecken	Äußere Küstengewässer	-	-	Nicht bewertet	Nicht bewertet																																							
	Offene See	14	73	0.85	gut																																							

	Bewertungszeitraum 2011–2015		Anzahl der Stationen	Datenanzahl	Indexwert	Status des Index
	Bornholm-Becken	Äußere Küstengewässer	-	-	-	Nicht bewertet
Offene See		1	9	0.88	0.88	gut

2) Trendergebnis
 Schlussfolgerungen zur Entwicklung in den verschiedenen Regionen vom Beginn der jeweiligen Messreihen bis zur aktuellen Situation wurden bisher nicht im Detail abgeleitet. Aussagen zu Trends könnten nach dem nächsten 5-Jahresbewertungszeitraum durch einen Vergleich der Index-Bewertungsergebnisse für die verschiedenen Bewertungszeiträume möglich sein.

3) Ergebniskarten
 Detaillierte Bewertungsergebnisse zu den mittleren und maximalen Biomassen der Diatomeen und Dinoflagellaten sowie den berechneten Indexwerten der Standard- und Alternativ-Methode sind der Tab. 2 im Abschnitt der erläuterten Ergebnisse zu entnehmen.

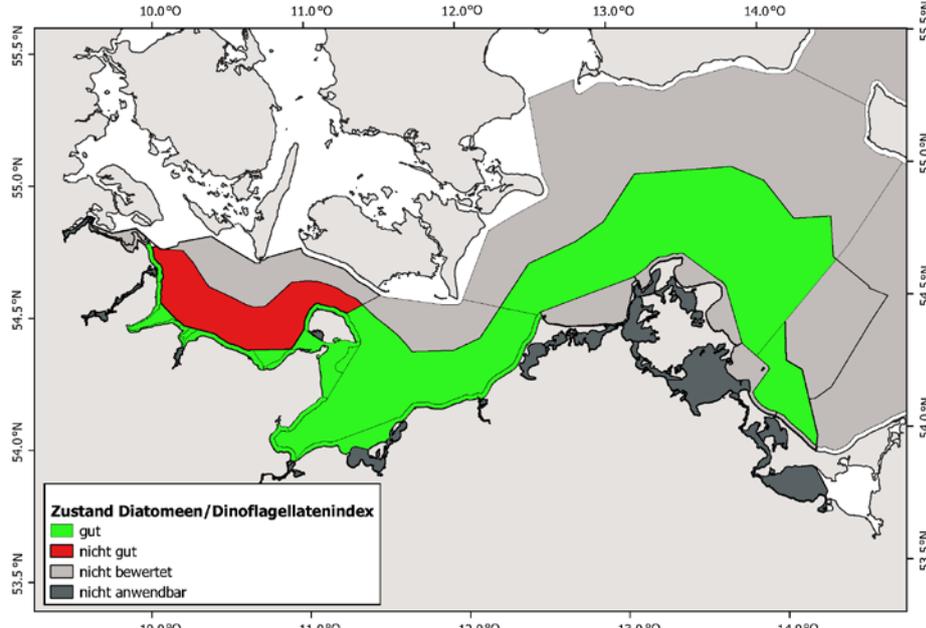


Abb. 1: Bewertungsergebnisse des Diatomeen/Dinoflagellaten-Index in den deutschen Anteilen der HELCOM-Becken Kieler Bucht, Mecklenburger Bucht, Arkona-Becken und Bornholm-Becken im Bewertungszeitraum 2011–2015.

Indikatordefinition
 Der Diatomeen/Dinoflagellaten-Index wird definiert als das Verhältnis der Biomassen planktischer Diatomeen und autotropher (und mixotropher) Dinoflagellaten im Frühjahr. Dabei wird nach HELCOM in der Beltsee der Zeitraum Februar bis April als Frühjahr festgelegt, während in der zentralen Ostsee dafür der Zeitraum März bis Mai bestimmt wurde. Der Zustand des Phytoplanktons wird durch das Verhältnis von Diatomeen zu Dinoflagellaten im Frühjahr beschrieben, wobei hohe Indexwerte, also die Dominanz von Diatomeen in der Frühjahrsblüte, als Anzeiger für einen guten Zustand gewertet werden. Dieser Indikator bewertet den guten Zustand des Phytoplanktons als die Abweichung der Phytoplanktongesellschaft im Frühjahr vom Zustand eines Referenzzeitraumes. In den verschiedenen Meeresgebieten der Ostsee liegen unterschiedliche Schwellenwerte auf der Grundlage historischer Daten vor (Kieler Bucht, Mecklenburger Bucht, Arkona-Becken und Bornholm-Becken).

	Der Index ist in erster Linie ein beschreibender Trendindikator, der durch Maßnahmen kaum zu beeinflussen ist.
Indikatorziel	<p>Das Phytoplankton ist ein wichtiger Primärproduzent im marinen Ökosystem. Diatomeen und Dinoflagellaten sind dominierende Planktongruppen im Frühjahr und spielen eine entscheidende Rolle als Nahrung für höhere trophische Stufen. Verschiebungen im Verhältnis von Diatomeen und Dinoflagellaten können eine große Bedeutung für die Ernährung des Zooplanktons und damit auch für die weiteren trophischen Stufen haben. Außerdem spielen sie für das Benthos eine wichtige Rolle, da Diatomeenblüten schneller absinken und damit mehr zur Ernährung des Zoobenthos beitragen als Dinoflagellaten, die sich länger in der Wassersäule aufhalten. Ein niedriger Indexwert weist darauf hin, dass die Frühjahrsblüte hauptsächlich die pelagischen Gemeinschaften ernährt, während ein hoher Indexwert eine bessere Versorgung für das Benthos bedeutet. Ein Indikator für das Nahrungsnetz ist von großem Interesse für die Zustandsbewertung der Umwelt.</p> <p>Phytoplankton reagiert unmittelbar auf Eutrophierung durch die Zunahme der Biomasse, was sich in der Zunahme der Chlorophyll-a-Konzentration widerspiegelt, die bereits als HELCOM-Kernindikator anerkannt ist. Die Suche nach Indikatorarten als Anzeiger für Eutrophierung war bisher nicht erfolgreich. Dennoch könnte der Diatomeen/Dinoflagellaten-Index hier eine Indikatorfunktion haben, die auf dem Silikatbedarf der Diatomeen basiert. Eutrophierung wird im Wesentlichen durch anthropogene Nährstoffeinträge von Stickstoff und Phosphat verursacht und nicht durch Silikat. Da die Silikatkonzentrationen mit der Eutrophierung abnehmen, kann dieser Nährstoff zum limitierenden Faktor für das Wachstum der Diatomeen werden (Danielsson et al. 2008). Der Diatomeen/Dinoflagellaten-Index kann auf starke Silikatlimitierungen, die durch Eutrophierung bedingt sind, hinweisen. Die hohen Sedimentationsraten bei einem hohen Indexwert können die Auswirkungen von Eutrophierung abschwächen.</p> <p>Die Dominanz von Diatomeen gegenüber Dinoflagellaten in der Frühjahrsblüte, d.h. ein hoher Indexwert, gilt als das Indikatorziel, weil dies dem angenommenen guten ökologischen Zustand auf Basis historischer Phytoplanktondaten entspricht.</p>
Politische Relevanz (außer MSRL)	Bewertungen zur Struktur und Funktion des marinen Nahrungsnetzes sind neben der MSRL auch im Rahmen des Ostseeaktionsplans (<i>Baltic Sea Action Plan</i> , BSAP) von HELCOM relevant. Dies gilt insbesondere für die Segmente zu Biodiversität und Eutrophierung.
Umweltziele (außer MSRL)	Im Rahmen des HELCOM-BSAP sind gut wachsende und ausgewogene Tier- und Pflanzengemeinschaften von vorrangiger Bedeutung für einen guten Biodiversitätszustand der Ostsee. An zweiter Stelle stehen die natürliche Verteilung und das Vorkommen von Tieren und Pflanzen in einem von Eutrophierung unbeeinflussten Ostseeraum.
Publikationen (mit URL)	<p>HELCOM (2007): Baltic Sea Action Plan. HELCOM Ministerial Meeting, Krakow, Poland, 101 pp. http://www.helcom.fi/Documents/Baltic%20sea%20action%20plan/BSAP_Final.pdf</p> <p>Wasmund N., Kownacka J., Göbel J., Jaanus A., Johansen M., Jurgensone I., Lehtinen S. and Powilleit M. (2017): The Diatom/Dinoflagellate Index as an Indicator of Ecosystem Changes in the Baltic Sea. 1. Principle and Handling Instruction. <i>Front. Mar. Sci.</i> 4:22. https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00022</p> <p>Wasmund N. (2017): The Diatom/Dinoflagellate Index as an Indicator of Ecosystem Changes in the Baltic Sea. 2. Historical Data for Use in Determination of Good Environmental Status. <i>Front. Mar. Sci.</i> 4:153. https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00153</p>

Zitation	BLANO 2018, Indikatorblatt Dinatomeen/Dinoflagellaten-Index, Hintergrunddokument zu: BMU (Hrsg.), Zustand der deutschen Ostseegewässer 2018, https://www.meeresschutz.info/berichte-art-8-10.html?file=files/meeresschutz/berichte/art8910/zyklus18/Zustandsbericht_Ostsee_2018.pdf
Versionierung	<p>Letzte Änderung: 06.12.2017 / 28.09.2018 (s. Stand 16.05.2017 der nationalen Spezifikation des HELCOM Dokuments, das zur STATE & CONSERVATION Sitzung im November 2016 eingereicht wurde (Wasmund et al., 2016))</p> <p>Datum der Veröffentlichung: 30.11.2018</p>
Erläuterte Ergebnisse	<p>a) Ergebnisse und Status</p> <p>Die Bewertung wird in den äußeren Küstengewässern <1 Seemeile und in der sich daran anschließenden offenen See durchgeführt. In die MSRL-Bewertung sind nur die Bewertungsergebnisse der offenen See eingeflossen.</p> <p>Die Datenaggregation und Berechnungen des Diatomeen/Dinoflagellaten-Index wurden für verschiedene Regionen der Ostsee bereits von Wasmund & Powilleit (2016) durchgeführt. Dabei wurden Monitoringdaten der offenen See seit 1979 berücksichtigt. Die Datenreihen für die äußeren Küstengewässer wurden erst später aufgenommen. Außerdem wurden Daten aus Forschungsprojekten und zusätzlichen Schiffsausfahrten miteinbezogen, wenn die Proben gemäß der HELCOM Richtlinien (HELCOM 2014) genommen worden waren. Es wurden vier Gebiete bewertet, die jeweils in äußere Küstengewässer und offene See unterteilt wurden. Die inneren Küstengewässer wurden nicht berücksichtigt, weil der Diatomeen/Dinoflagellaten-Index für diese Gewässer nicht empfohlen wird. Auch wenn Daten für möglichst weit zurückreichende Zeiträume aufgenommen wurden, um daraus Aussagen zur natürlichen Variabilität und Trends abzuleiten, erfolgte die abschließende Bewertung im Hinblick auf den guten Umweltzustand im Zeitraum 2011 bis 2015. Die Originaldaten der Biomassen von Diatomeen und Dinoflagellaten können dem Abschlussbericht des Projektes zur Entwicklung des Indikators von Wasmund & Powilleit (2016) entnommen werden. Die folgende Abb. 2 zeigt den Index für die äußeren Küstengewässer und die offene See der Kieler Bucht. Dabei basiert die rote Linie auf den saisonalen Mittelwerten der Biomassedaten, während die blaue Linie den Index darstellt, der aus den maximalen Biomassedaten der Diatomeen und Dinoflagellaten im Frühjahr berechnet wurde. Beide Linien zeigen den gleichen Verlauf und liegen dicht beieinander, obwohl sie auf unterschiedlichen Daten basieren. Auch wenn beide Verfahren ähnliche Ergebnisse geliefert haben, so wird empfohlen für die Berechnung des Index die saisonalen Mittelwerte zu verwenden (Wasmund et al. 2016). Der Schwellenwert für den guten Zustand des Verhältnisses von Diatomeen zu Dinoflagellaten ist für den regulären Index als rote Linie parallel zur x-Achse in die Abb. 2 mit aufgenommen, während die grüne Linie den Schwellenwert für den alternativen Index darstellt, der auf Basis der Silikatverbrauchsdaten berechnet wird.</p>

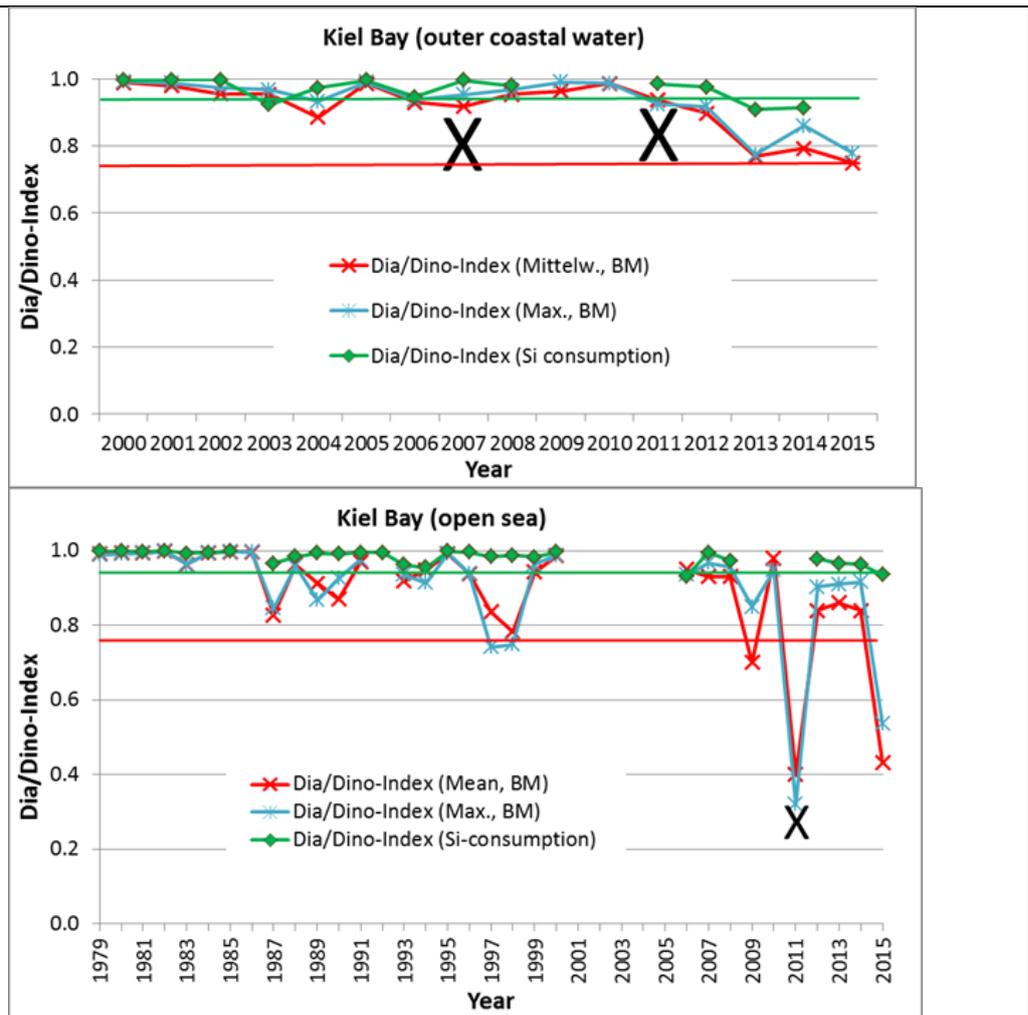


Abb. 2: Diatomeen/Dinoflagellaten-Index in der Kieler Bucht, unterteilt in äußere Küstengewässer und offene See, berechnet nach verschiedenen Methoden (Mittelwerte (rot) und Maxima (blau)); die zugehörigen Schwellenwerte sind als farbige Linien dargestellt (rot für den regulären Index, grün für den alternativen Index über den Silikatverbrauch), nicht berücksichtigte Jahre sind mit einem schwarzen Kreuz markiert

Die Jahre, in denen keine Diatomeen- oder Dinoflagellaten-Biomassen von mindestens 1000 µg/l im Frühjahr vorlagen, werden generell von der Berechnung ausgeschlossen und sind deshalb mit einem Kreuz in der Abbildung markiert (siehe Hinweis 6 im Abschnitt Methoden). Um diese Lücken zu schließen, kann der alternative Index (grüne Linie) berechnet werden, wenn zuverlässige Silikatdaten zu minimalen und maximalen Konzentrationen im Zeitraum Januar bis Mai verfügbar sind (siehe Hinweis 7 im Abschnitt Methoden). Da die Werte für den alternativen Index deutlich höher liegen als die für den regulären Index, weil die maximal mögliche Diatomeenbiomasse auf Basis des Silikatverbrauchs berechnet wird, müssen unterschiedliche Schwellenwerte abgeleitet werden.

Bewertung der Kieler Bucht

In der Vergangenheit war der Zustand in der Kieler Bucht, insbesondere in den äußeren Küstengewässern, in Bezug auf den Index relativ stabil. Diatomeenblüten traten regelmäßig im Frühjahr auf, während Dinoflagellaten eher selten vorkamen. In einigen Jahren (1987, 1997, 1998), wurden in der offenen See geringere Indexwerte ermittelt, die aber noch oberhalb des Schwellenwertes lagen (Abb. 2, unterer Teil). Im Jahre 2009 wurde der

Schwellenwert für den guten Zustand des Diatomeen/Dinoflagellaten-Verhältnisses zum ersten Mal nicht erreicht, aber dieser Wert konnte nicht mit Hilfe des alternativen Index überprüft werden, da dieser nicht berechnet werden konnte. Der sehr niedrige Indexwert von 2011 wurde bei der Bewertung nicht berücksichtigt, da die Mindestanforderung von 1000 µg/l für die Biomasse nicht erreicht wurde (Tab. 2). Die erste Unterschreitung des angestrebten Schwellenwertes im Bewertungszeitraum trat 2015 in der offenen See auf und wurde durch den alternativen Index bestätigt, der ebenfalls unterhalb seines Schwellenwertes lag. Aufgrund dieses geringen Wertes lag auch der Mittelwert der Indexwerte im 5-Jahres-Bewertungszeitraum (ohne das Jahr 2011) unterhalb des Schwellenwertes und der gute Zustand wurde für das Phytoplankton knapp verfehlt. In den äußeren Küstengewässern wurde der gute Zustand für den Index im Jahr 2015 gerade noch eingehalten (Abb. 2, oberer Teil). Der 5-Jahres-Mittelwert in den äußeren Küstengewässern zeigt weiterhin einen guten Zustand des Phytoplanktons an. Zukünftig sollte weiter verfolgt werden, ob sich ein abnehmender Trend beim Index durchsetzt. Zumindest belegen die aktuellen Daten, dass die Bedingungen in der Kieler Bucht nicht so stabil sind wie erwartet und dass ein „Regime-Shift“ hier ebenso möglich ist, wie er in der zentralen Ostsee Ende der 1980er Jahre beobachtet wurde.

Bewertung der Mecklenburger Bucht

In der offenen See der Mecklenburger Bucht wurden seit 2005 konstant hohe Indexwerte ermittelt. Lediglich die Jahre 1990 und 1991 stellten eine Ausnahme dar, die auf die festgestellten „Regime-Shifts“ zurückzuführen war. Allerdings erholte sich die Mecklenburger Bucht schneller als die südlichen Gewässer der zentralen Ostsee. Der Mittelwert der 5-Jahres-Bewertungsperiode lag über dem Schwellenwert und zeigte damit einen guten Zustand für den Index an (Tab. 2).

Die zwei Stationen im Bereich der äußeren Küstengewässer der Mecklenburger Bucht werden vorläufig getrennt behandelt, weil sie große Unterschiede zeigten. Die mit hoher Frequenz beprobte Station Heiligendamm war den Bedingungen in der offenen See sehr ähnlich und lag im Jahr 2011 unterhalb des Schwellenwertes sowie im Jahr 2015 knapp am Schwellenwert (Tab. 2). Insgesamt wurde für den Index dennoch ein guter Zustand erreicht. Die mit geringerer Frequenz beprobte Station 225054 in der Lübecker Bucht wies dagegen einen hohen Indexwert im Jahr 2011 auf, verfehlte aber den Schwellenwert im Jahr 2015.

Bewertung des Arkona-Beckens

Die Langzeitdatenreihe in der offenen See des Arkona-Beckens (Abb. 3) wies eine Reihe von Jahren auf, die für die Indexberechnung ausgeschlossen werden mussten, weil die Blüte verpasst und die Mindestanforderung für die Biomasse nicht erfüllt wurde (1981, 1982, 1983, 1985, 1988, 1992, 2006, 2007, 2008). Von den gültigen Indexwerten lagen vier unterhalb des Schwellenwertes (nicht guter Zustand): 1990 und 1991 (wie auch in der Mecklenburger Bucht) sowie 1996 und 1999. Die Schwellenwertunterschreitungen von 1991, 1996 und 1999 wurden durch den alternativen Index bestätigt. Der alternative Index war auch in Jahren mit ausgeschlossenen Daten (2006-2008) hilfreich und zeigte für den Index einen guten Zustand an. Im aktuellen Bewertungszeitraum lagen die Indexwerte alle über dem Schwellenwert (Tab. 2) (guter Zustand). Die äußeren Küstengewässer konnten nicht bewertet werden, weil in diesem Bereich keine passende Station mit entsprechenden Daten vorhanden ist.

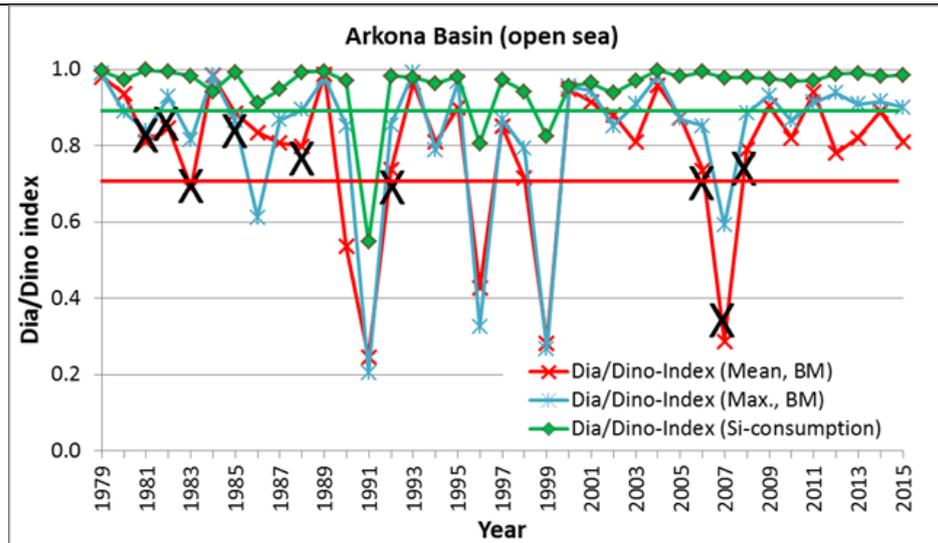


Abb. 3: Diatomeen/Dinoflagellaten-Index im Bereich der offenen See des Arkona-Beckens nach verschiedenen Methoden berechnet. Die zugehörigen Schwellenwerte sind als Linien dargestellt (rot für den regulären Index, grün für den alternativen Index). nicht berücksichtigte Jahre sind mit einem schwarzen Kreuz markiert.

Bewertung des Bornholm-Beckens

Der deutsche Anteil am Bornholm-Becken ist gering und die offene See wird nur durch eine Station vertreten. Die Abdeckung ist damit äußerst gering und die Bewertung ist wenig repräsentativ für dieses Gebiet, das stark von der hoch variablen Oderflussfahne beeinflusst werden kann. Die Pommersche Bucht ist deshalb ein sehr spezielles Gebiet, und es gibt zurzeit Überlegungen, sie als ein separates Seegebiet zu betrachten. Im 5-Jahres-Zeitraum von 2011 bis 2015 fehlten Daten für das Jahr 2013 und im Jahr 2014 konnte der Index nicht berechnet werden, weil die Biomasse zu gering war. Dadurch konnten nur drei Indexwerte, die auf einer sehr geringen Datenanzahl beruhten, für die Bewertung berücksichtigt werden. Der alternative Index konnte nur für zwei Jahre berechnet werden. Insgesamt ergab sich aus den verfügbaren Indexwerten für die offene See die Einstufung in einen guten Zustand. Die äußeren Küstengewässer konnten nicht bewertet werden, weil in diesem Bereich, wie auch in der Mecklenburger Bucht, keine passenden Stationen mit entsprechenden Daten vorhanden waren.

In der Tab. 2 wurden die Daten im Bewertungszeitraum 2011–2015 zusammengestellt. Es wurden sowohl die mittleren als auch die maximalen Biomassedaten der Diatomeen und Dinoflagellaten im Frühjahr (zur Definition des Zeitraums siehe Hinweis 5 im Abschnitt Methoden) mit aufgenommen als auch die Indexwerte, die nach der regulären und der alternativen Methode berechnet wurden. Der 5-Jahres-Mittelwert für den regulären Index wurde ohne die ausgeschlossenen Jahre (x) berechnet.

Tab. 2: Zusammenstellung der mittleren und maximalen Biomassedaten der Diatomeen und Dinoflagellaten im Frühjahr 2011–2015 sowie der berechneten Indexwerte nach regulärer und alternativer Methode. Die Anzahl der Proben (n) ist für jedes Jahr angegeben. Die Jahre, die von der Berechnung des mittleren Indexwertes im Bewertungszeitraum ausgeschlossen wurden, sind mit einem Kreuz (x) markiert.

Jahr	Mittelwert Diatomeen- biomasse [$\mu\text{g/l}$]	Mittelwerte Dinoflagellaten- biomasse [$\mu\text{g/l}$]	Maximumwert Diatomeen- biomasse [$\mu\text{g/l}$]	Maximumwert Dinoflagellaten- biomasse [$\mu\text{g/l}$]	Diatomeen/ Dinoflagellaten- Index	n	Ausgeschlossene Jahre(X)	Mittlerer Indexwert ohne ausgeschlos- sene Jahre(X)	Alternativer Indexwert
Kieler Bucht: äußere Küstengewässer (Februar-April)									
Stationen: 225049, 225059, 225067									
2011	505	34	947	67	0.94	9	X	0.80	0.99
2012	1047	119	3106	279	0.90	12			0.98
2013	1026	308	3708	1084	0.77	9			0.91
2014	1710	446	5249	852	0.79	12			0.91
2015	1324	435	3490	961	0.75	8			n.d.
Kieler Bucht: offene See (Februar-April)									
Stationen: BMP N1, BMP N3, 225109									
2011	228	345	449	953	0.40	3	X	0.74	n.d.
2012	550	101	1955	210	0.84	5			0.98
2013	1055	175	6158	610	0.86	6			0.97
2014	929	182	4979	460	0.84	8			0.96
2015	332	436	1179	1020	0.43	6			0.94
Mecklenburger Bucht: äußere Küstengewässer (Februar-April)									
Station: 225054									
2011	1441	33	2002	49	0.98	2		0.88	1.00
2012	5257	28	9554	43	0.99	2			0.96
2013	154	81	346	62	0.65	3	X		0.89
2014	540	141	1469	320	0.79	3			0.99
2015	699	243	1337	373	0.74	2			n.d.
Mecklenburger Bucht: äußere Küstengewässer (Februar-April)									
Station: Heiligendamm									
2011	308	177	1523	780	0.63	11		0.77	0.96
2012	133	18	485	89	0.88	9	X		1.00
2013	139	21	469	74	0.87	7	X		1.00
2014	429	61	2027	198	0.88	12			0.99
2015	706	186	2064	774	0.79	10			0.94

Jahr	Mittelwert Diatomeen- biomasse [$\mu\text{g/l}$]	Mittelwerte Dinoflagellaten- biomasse [$\mu\text{g/l}$]	Maximumwert Diatomeen- biomasse [$\mu\text{g/l}$]	Maximumwert Dinoflagellaten- biomasse [$\mu\text{g/l}$]	Diatomeen/ Dinoflagellaten- Index	n	Ausgeschlossene Jahre (X)	Mittlerer Indexwert ohne ausgeschlos- sene Jahre (X)	Alternativer Indexwert
Mecklenburg Bucht: offene See (Februar-April)									
Stationen: BMP M1, BMP M2, O5, O22, Z120, Z127, Z128, ZSTOL									
2011	605	510	1864	2257	0.54	14		0.80	0.85
2012	425	28	1860	108	0.94	14			0.99
2013	254	37	2458	60	0.87	14			0.99
2014	758	78	5163	494	0.91	18			0.96
2015	821	261	4604	919	0.76	17			0.92
Arkona-Becken: offene See (März-Mai)									
Stationen: BMPK4, BMPK5, BMPK7, BMPK8, O9, O11, Z130, Z132, Z139, Z160, Z165, Z166, ZAB, ZTW									
2011	880	60	3266	310	0.94	15		0.85	0.97
2012	261	75	1765	584	0.78	15			0.99
2013	237	54	1362	137	0.82	15			0.99
2014	506	63	2119	194	0.89	11			0.98
2015	413	95	1965	230	0.81	17			0.98
Bornholm-Becken: offene See (März-Mai)									
Stationen: OB4									
2011	4128	13	7936	23	1.0	2		0.88	1.00
2012	5153	418	15708	628	0.93	4			n.d.
2013	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.			1.00
2014	415	527	415	527	0.44	1	X		n.d.
2015	1119	437	2189	772	0.72	2			n.d.
n.d.: no data									
b) Trend									
Aussagen zu Trends könnten nach dem nächsten 5-Jahres-Bewertungszeitraum über einen Vergleich der aktuellen Ergebnisse in den verschiedenen Regionen mit den zukünftigen Indexwerten möglich sein. Schlussfolgerungen zur Entwicklung der Indexwerte in den bewerteten Regionen vom Beginn der jeweiligen Datenreihen bis zur aktuellen Situation wurden bisher nicht abgeleitet. Für eine Trendanalyse könnten z.B. gleitende 3-Jahres-Mittelwerte verwendet werden, wie dies bei der → Testbewertung des Index für das östliche Gotlandbecken im Rahmen des → State of the Baltic Sea Berichts der Fall war, oder in Abhängigkeit von der Dauer des jeweiligen Untersuchungszeitraums auch andere gleitende Mittelwerte berechnet werden.									
Vertrauenswürdigkeit	Vertrauen in die Daten: Die Konfidenz der Indikatorbewertung und der zugrundeliegenden Daten ist in erster Linie abhängig von der Datenfrequenz und der regionalen Abdeckung in den bewerteten Gebieten. Blütenereignisse von Diatomeen								

	<p>und Dinoflagellaten müssen angemessen durch die Daten abgebildet sein. Dafür wird das Erreichen eines festgelegten Biomassegrenzwertes als Bedingung vorausgesetzt. Wenn die Diatomeenblüte in den Daten nicht ausreichend vertreten ist, der Minimalwert für die Biomasse also unterschritten bzw. der Zeitpunkt der Blüte verpasst wurde, so kann ein alternativer Index auf Basis von Silikatverbrauchsdaten berechnet werden. Auf diese Weise können Datenlücken zumindest teilweise ausgeglichen werden, auch wenn die Konfidenz des alternativen Index geringer ist als die des regulären Index.</p> <p>Vertrauen in die Bewertungsmethode des Indikators: Die Basisdaten dieser Indikatorbewertung werden in laufenden Monitoringprogrammen bereits gesammelt und es sind gemeinsame Handbücher und Berichtformate vorhanden. Langzeitdatenreihen werden in Datenbanken gespeichert, vorwiegend in der COMBINE Datenbank von ICES, und sind verfügbar. Die Indexbewertung gilt als robust, weil die Daten von Diatomeen und Dinoflagellaten aufgrund ihrer hohen Biomassen als zuverlässig im Vergleich zu anderen Phytoplanktongruppen, die seltener vorkommen, eingeschätzt werden. Außerdem sind diese Gruppen leicht und sogar ohne Expertenwissen zu identifizieren. Das macht die Original-Phytoplanktondaten zu robusten Daten. Die Berechnung des Indikators ist einfach und nachvollziehbar. Um Bewertungsschwierigkeiten aufgrund von geringen Monitoringfrequenzen in einigen Gebieten zu begegnen und um eine zusätzliche Bewertungsmöglichkeit im Falle von verpassten Blütezeitpunkten der schnell wachsenden, aber auch schnell verschwindenden Diatomeenblüten zu schaffen, wurde ein alternativer Index eingeführt. Wenn die Phytoplanktonblüten innerhalb eines Bewertungszeitraums durchgehend und ausreichend in den Daten abgebildet sind und beide Berechnungsmethoden zu dem gleichen Bewertungsergebnis führen und die gleichen Trends anzeigen, kann die Konfidenz in solchen Fällen als hoch eingeschätzt werden.</p> <p>Vertrauen in den Schwellenwert: Da die Referenzbedingungen für den Index in den verschiedenen Meeresgebieten unterschiedlich sind, sind die Schwellenwerte für den Index abhängig vom Gebiet. Auf der Basis von historischen Daten konnten unterschiedliche regionale Schwellenwerte für die HELCOM Becken Kieler Bucht, Mecklenburger Bucht, Arkona-Becken und Bornholm-Becken abgeleitet werden. In einer aktuellen Studie hat Wasmund (2017) historische Literaturangaben und kalkulierte historische Indexwerte geprüft, die die zuvor vorgeschlagenen Schwellenwerte bestätigen konnten.</p>
<p>Schlussfolgerungen</p>	<p>Die Indikatorbewertung zeigte variierende Indexwerte in den verschiedenen Gebieten, die ein Hinweis auf nur teilweise stabile Bedingungen in der langfristigen Betrachtung waren, auch wenn die abschließenden Bewertungsergebnisse überwiegend einen guten Zustand für das Verhältnis von Diatomeen zu Dinoflagellaten ergaben. Teilweise wurde eine Statusverschlechterung durch abnehmende Indexwerte in den letzten Jahren angezeigt. Deshalb ist es besonders wichtig, die weitere Entwicklung der Phytoplankton-Frühjahrsblüte zu verfolgen, um mögliche Veränderungen im Verhältnis von Diatomeen und Dinoflagellaten und die sich daraus ergebenden Auswirkungen auf das Nahrungsnetz zu ermitteln. Darüber hinaus ist es dringend notwendig, neben der Weiterentwicklung bestehender Indikatoren zusätzlich weitere Indikatoren im Zusammenhang mit den Deskriptoren 1 und 4 für die pelagischen Habitate und das Nahrungsnetz zu entwickeln, um die Aussagekraft des Diatomeen/Dinoflagellaten-Index zu unterstützen und der Komplexität der</p>

	<p>oben genannten Deskriptoren gerecht zu werden. Die Interpretation der Bewertungsergebnisse des vorliegenden Index sollte im Gesamtzusammenhang mit weiteren Indikatorergebnissen unter den verschiedenen Deskriptoren erfolgen, um auch mögliche Widersprüche in den Aussagen zu berücksichtigen. So kann der Index einen guten Zustand anzeigen, weil Diatomeen gegenüber Dinoflagellaten dominieren, aber insgesamt können die Biomassen und auch die Chlorophyll-a-Gehalte so hoch sein, dass sich dies in einer negativen Eutrophierungsbewertung niederschlägt. Die mit dem Index als gut bewerteten Gebiete der offenen See verfehlen alle die Schwellenwerte der Chlorophyll-a-Bewertung (nicht guter Zustand). Auch im Zusammenhang mit den Sauerstoffgehalten kann die Dominanz der rasch absinkenden Diatomeenblüten nicht nur zu einem positiv gewerteten Nahrungsfluss für das Benthos beitragen, sondern dabei auch Sauerstoffmangel hervorrufen oder bestehende Mangelsituationen verschärfen.</p>
Ausblick	<p>In der Weiterentwicklung sollten weitere regionale Schwellenwerte bestimmt werden, um die Bewertung mit dem Index auf weitere Seegebiete auszudehnen. Um die Bewertung insgesamt zu unterstützen und auch in Gebieten mit geringer Salinität eine Bewertung zu ermöglichen, sollte getestet werden, ob eine Ergänzung mit zusätzlichen Indizes durch gebietsspezifische Phytoplanktongruppen möglich und sinnvoll ist. Eine Bewertung auf Grundlage verschiedener Indizes analog zum →OSPAR Indikator zu Veränderungen der Planktongemeinschaften könnte eine breiter aufgestellte und damit verlässlichere Bewertung und regionale Anpassungen ermöglichen, zumal damit auch Kompartimente verschiedener Trophieebenen innerhalb der Nahrungsnetze (z.B. Phyto- und Zooplankton) direkt in Beziehung gesetzt werden können.</p> <p>Die Datenabdeckung sollte weiter verbessert werden, um damit auch die Konfidenz zu erhöhen. Dies könnte durch die Aufnahme zusätzlicher Daten z.B. aus Forschungsprojekten und Schiffsausfahrten erfolgen, solange die Proben gemäß der HELCOM Monitoring-Vorgaben analysiert wurden. Leider wurden in den letzten Jahren in vielen Ländern die Monitoringaktivitäten in den Gebieten der offenen See reduziert. In dieser Hinsicht sollte dringend Nachbesserung gefordert werden.</p> <p>Der Diatomeen/Dinoflagellaten-Index hat zurzeit bei HELCOM „Pre-Core“-Status und muss noch von den Vertragsstaaten als „Core“-Indikator mit seinen Schwellenwerten beschlossen werden. Es wird nach den ersten Ergebnissen der Testbewertung im östlichen Gotlandbecken von der weiteren Entwicklung abhängen, ob der Index für die nächste Bewertungsperiode im gesamten Ostseegebiet als Kernindikator aufgenommen werden kann.</p>
Methode	<p>Verhältnis zu regionalen Bewertungssystemen (OSPAR, HELCOM, TMAP, ICES):</p> <p>Der Diatomeen/Dinoflagellaten-Index ist ein HELCOM Pre-Core-Indikator und wurde im Rahmen der HELCOM „Phytoplankton Expert Group“ (PEG) entwickelt. Obwohl der Indikator noch nicht als Kernindikator bei HELCOM vereinbart wurde, ist eine →Testbewertung für das östliche Gotlandbecken für die →State of the Baltic Sea Bewertung durchgeführt worden.</p> <p>Bei OSPAR wird das Diatomeen/Dinoflagellaten-Lebensformpaar im Indikator →Veränderungen der Planktongemeinschaften für pelagische Lebensräume und das Nahrungsnetz berücksichtigt. Allerdings werden Biomassedaten von Diatomeen und Dinoflagellaten dabei nicht als eigenständiger Index mit regionalen Grenzwerten verwendet, sondern dieses Lebensformpaar stellt zusammen mit weiteren Lebensformpaaren (z.B. Zooplankton/Fischlarven, pelagische/tychopelagische Diatomeen,</p>

	<p>Holoplankton/Meroplankton) einen Teil der Bewertung für die Deskriptoren D1, D4, D5 und D6 dar. Der Index wurde bei ICES in der ICES-Working Group on Phytoplankton and Microbial Ecology (WGPME) diskutiert und soll in der geplanten Zusammenstellung "ICES phytoplankton and microbial plankton status report" berücksichtigt werden.</p>
<p>Bewertete Elemente und Kriterien für ihre Auswahl:</p>	<p>Bewertungsskala und Berichtseinheit (inkl. MRU-ID): Der deutsche Teil der Ostsee wird grob in die Beltsee mit Kieler Bucht und Mecklenburger Bucht und die zentrale Ostsee mit Arkona-Becken und Bornholm-Becken unterteilt. Dabei werden die äußeren Küstengewässer getrennt von der offenen See bewertet. Sollten die Ergebnisse anzeigen, dass die Gewässer sehr ähnlich sind, so können die Gebiete auch zusammengefasst und eine gemeinsame Bewertung durchgeführt werden. Dies wurde im Rahmen eines Projektes getestet, das vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) unterstützt und von Wasmund & Powilleit (2016) beschrieben worden ist.</p>
<p>Bewertungszeitraum: 2011–2015</p>	<p>Methode zur Berechnung des Indikators: Das Prinzip des Diatomeen/Dinoflagellaten-Index und die Handlungsanweisungen wurden in Wasmund et al. (2017) beschrieben. Für die Bewertung werden Biomassedaten planktischer Diatomeen durch die Biomasse von autotrophen und mixotrophen Dinoflagellaten geteilt. Damit der Index eine Skala von 0 bis 1 aufweist, wird die Biomasse der Diatomeen durch die Summe der Biomassen von Dinoflagellaten und Diatomeen geteilt. $\text{Dia/Dino-Index} = \frac{\text{Biomasse}_{\text{Dia}}}{(\text{Biomasse}_{\text{Dia}} + \text{Biomasse}_{\text{Dino}})}$ Für eine gültige Analyse müssen mehrere Bedingungen erfüllt sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Die Daten müssen auf repräsentativen Proben der oberen durchmischten Wasserschicht basieren (siehe Hinweis 1) – Es wird nur der autotrophe und mixotrophe Anteil der pelagischen Gemeinschaft berücksichtigt (siehe Hinweis 2) – Die Biomassedaten sollten in Frischmasse angegeben sein (siehe Hinweis 3) – In die Formel sollten saisonale Mittelwerte eingehen (siehe Hinweis 4) – Der Index bezieht sich nur auf die Zeit der Frühjahrsblüte (siehe Hinweis 5) <p>Hinweis 1: Aus praktischen Gründen sollte eine repräsentative Probe der oberen durchmischten Wasserschicht unabhängig von der Probenahmetiefe ausreichend sein. Im Frühjahr ist die obere durchmischte Wasserschicht ziemlich tief und schließt die gesamte euphotische Schicht mit ein. Tiefe Chlorophyll-a-Maxima, die regelmäßig von Dinoflagellaten gebildet werden, treten im Frühjahr selten auf. Der Einfluss der Tageszeit ist gering und muss deshalb in den Richtlinien für die Beprobung nicht berücksichtigt werden.</p> <p>Hinweis 2: Diatomeen werden immer als autotroph berücksichtigt, während Dinoflagellaten auch mixotroph oder heterotroph sein können. Die Art der Ernährung ist mitunter schwierig zu identifizieren. Pigmentierte Dinoflagellaten werden als autotroph berücksichtigt. Aber sogar die Chloroplasten sind manchmal schwer zu erkennen. Die blüteformenden Dinoflagellaten im Frühjahr (<i>Peridiniella catenata</i>, <i>Biecheleria baltica</i>, <i>Gymnodinium corollarium</i>, <i>Scrippsiella hangoei</i> (cf. Klais et al. 2013) sind</p>

autotroph. Kleinere Fehler durch Fehlzuordnungen werden den Indexwert nicht maßgeblich beeinflussen.

Hinweis 3: Die Biomasse muss für den Zähler und den Nenner in der gleichen Einheit angegeben werden. Es können Frischmasse oder Kohlenstoffeinheiten verwendet werden. Da Kohlenstoffeinheiten in älteren Daten meist fehlen, wird die Angabe in Frischmasse bevorzugt. Da große Diatomeen eine große Vakuole besitzen, die wenig organischen Kohlenstoff enthält, wird der Index, der auf Kohlenstoff basiert, im Vergleich zu dem aus der Frischmasse berechneten Index geringer sein. Da insbesondere im Frühjahr kleine Diatomeen dominieren, wird die Abweichung nicht so groß sein wie in anderen Jahreszeiten und könnte deshalb akzeptabel sein.

Hinweis 4: Wenn die Probenahmezeiten oder die Anzahl der Probenahmen sehr ungleichmäßig in den Frühjahrsmonaten verteilt sind, sollten monatliche Mittelwerte berechnet werden bevor aus diesen saisonale Mittelwerte ermittelt werden. Die einfachere Berechnung basiert auf den Maxima der Diatomeen und Dinoflagellaten im Frühjahr, wobei sich der Indexwert nur wenig von dem auf Basis der Mittelwerte erstellten Indexwert unterscheidet (rote und blaue Linien in Abb. 2). Es wird dennoch empfohlen, die Mittelwerte zu verwenden, weil dadurch auch die Dauer der Blüte mit berücksichtigt wird.

Hinweis 5: Die Frühjahrsblüte stellt innerhalb des jährlichen Zyklus die hauptsächliche Blüte dar und in dieser Zeit ist auch die stärkste Auswirkung von Eutrophierung und globaler Erwärmung zu erwarten. Der Zeitraum des Frühjahrs ist in der Beltsee (Kieler Bucht und Mecklenburger Bucht) von Februar bis April festgelegt, während in der zentralen Ostsee (Arkona- und Bornholm-Becken) das Frühjahr als der Zeitraum von März bis Mai definiert wird.

Hinweis 6: Es muss gewährleistet sein, dass mit den Probenahmen der Zeitpunkt der Blüte erfasst wurde. Deshalb wird als Mindestanforderung ein Grenzwert von 1000 µg/l für die Biomasse vorgeschlagen, der entweder von Diatomeen oder Dinoflagellaten überschritten werden muss. Wird dieser Wert nicht erreicht, kann der reguläre Index nicht berechnet werden.

Hinweis 7: Das Verpassen der Diatomeenblüte kann zwei Auswirkungen haben: (1) Der reguläre Index kann nicht berechnet werden, weil der Grenzwert nicht erreicht wurde (Hinweis 6) oder (2) der Biomasse-Grenzwert wurde gerade erreicht, aber der Index ist ungewöhnlich niedrig. In diesen Fällen kann die Biomasse der Diatomeen auf Basis des Silikatverbrauchs unter der Voraussetzung, dass genügend repräsentative Silikatdaten verfügbar sind, berechnet werden (Wasmund et al. 2013). Dieser alternative Index stellt eine zusätzliche Option dar. Für eine verlässliche Berechnung ist eine ausreichende zeitliche Abdeckung von Silikatdaten im Zeitraum Januar oder Anfang Februar bis Ende Mai erforderlich, um Minima und Maxima realistisch festlegen zu können.

Alternativer Dia/Dino index

$$= \frac{[\text{Si}(\text{max}) - \text{Si}(\text{min})] * 100 [\mu\text{gC/L}]}{[\text{Si}(\text{max}) - \text{Si}(\text{min})] * 100 + \text{Frischmasse} [\mu\text{g/L}] \text{Dinoflagel.} * 0.13}$$

Der Silikatverbrauch als Differenz zwischen maximalen und minimalen Silikatkonzentrationen wird dabei umgerechnet in Diatomeenbiomasse in Kohlenstoffeinheiten über die Nährstoffverhältnisse von N:Si= 1,25 mol/mol (Sarhou et al., 2005), C:N = 6,625 (Redfield et al., 1963) und die Molmasse von Kohlenstoff. Der kombinierte Faktor ist ungefähr 100 (1,25*6,625*12,01=99,5). Die Frischmasse von thekaten Dinoflagellaten wird

	<p>mit einem Faktor von 0,13 (Edler 1979) in Kohlenstoffeinheiten umgerechnet. Der alternative Index ist normalerweise höher als der regulär berechnete Index, weil über den Silikatverbrauch die maximal mögliche Diatomeenbiomasse abgeschätzt wird (Abb. 2). Deshalb müssen für den jeweiligen Index auch verschiedene Schwellenwerte für einen guten Zustand des Verhältnisses von Diatomeen zu Dinoflagellaten abgeleitet werden.</p> <p>Monitoring Methode (URL zum Monitoring Handbuch): Der Indikator kann aus folgenden Gründen als einsatzfähig betrachtet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Es besteht ein Monitoring-Programm für die Probenahme (HELCOM COMBINE) – Probenahme und Bearbeitung erfolgen gemäß der Richtlinien (COMBINE Handbuch) – Daten werden von Experten geliefert, die zur HELCOM „Phytoplankton Expert Group“ (PEG) gehören, und sind daher von hoher Qualität – Die Daten werden regelmäßig in nationalen und internationalen Datenbanken (ICES) gemeldet und gespeichert <p>Für die allgemeine Beschreibung des gemeinsamen Monitorings der Phytoplanktongemeinschaft bei HELCOM wird auf das →HELCOM-Monitoring-Handbuch verwiesen. Die Methoden zur Probenahme, Analyse und Berechnung der Kohlenstoffbiomasse werden im COMBINE-Handbuch beschrieben. Planktondaten sind bei ICES verfügbar.</p> <p>COMBINE-Monitoring http://www.helcom.fi/Documents/Action%20areas/Monitoring%20and%20assessment/Manuals%20and%20Guidelines/Manual%20for%20Marine%20Monitoring%20in%20the%20COMBINE%20Programme%20of%20HELCOM.pdf Daten bei ICES verfügbar http://ices.dk/marine-data/dataset-collections/Pages/Plankton.aspx</p> <p>Für ein optimales Monitoring wäre eine wöchentliche Probenahme erforderlich, um genügend Informationen zur Planktonblüte im Frühjahr zu erhalten. Um eine ausreichende Datenabdeckung zu erreichen, sollten daher nicht nur alle nationalen Daten genutzt werden, sondern auch verfügbare Daten der angrenzenden Länder mit in die Bewertung aufgenommen werden.</p> <p>Das deutsche Monitoringprogramm in der Ostsee wird derzeit von folgenden Institutionen durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) im Auftrag des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) – Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Flintbek (LLUR) – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow (LUNG) <p>Einheit des Indikators: Dimensionsloser Indexwert (0–1) Für die Berechnung des Index werden Biomassedaten (Frischmasse) in µg/l oder Kohlenstoffeinheiten in µg C/l verwendet.</p> <p>Referenz- und Schwellenwerten und Methode zu ihrer Ableitung: Ein großer Vorteil bei diesem Indikator ist, dass aus historischen Daten vom Anfang des 20. Jahrhunderts Indexwerte berechnet werden konnten und damit die Ableitung von Schwellenwerten in verschiedenen Meeresgebieten möglich ist. Der Zustand des Phytoplanktons wird durch das Verhältnis von Diatomeen und Dinoflagellaten im Frühjahr beschrieben. Der Indikator beurteilt den guten Zustand des Phytoplanktons anhand der Abweichung der</p>
--	---

	<p>Phytoplanktongemeinschaft im Frühjahr vom Zustand einer Referenzperiode. Da die Referenzbedingungen für den Index in den verschiedenen Seegebieten unterschiedlich sind, sind die Schwellenwerte abhängig von der jeweiligen Region.</p> <p>Als Referenzperiode wurden die 1980er Jahre ausgewählt, weil in den meisten Gebieten die ältesten regelmäßigen Probenahmen aus dieser Zeit stammen. Starke und plötzliche Abweichungen von der Referenzperiode zeigen eine Beeinträchtigung des Zustands des Phytoplanktons an. Da aber die Ostsee in den 1980er Jahren bereits stark beeinflusst war, z.B. von Eutrophierung, wurde von Wasmund (2017) getestet, ob der Index aus dieser Zeit mit historischen Daten vom Anfang des 20. Jahrhunderts, also einer Zeit mit geringeren anthropogenen Belastungen, übereinstimmt. Der Index ist relativ unabhängig von methodischen Veränderungen, die die absoluten Werte beeinflussen, weil der Indikator als Verhältnis zweier Phytoplanktongruppen definiert ist. Außerdem werden im Index nur die vorherrschenden Phytoplanktongruppen der Frühjahrsblüte berücksichtigt, die einfach zu identifizieren und damit beständig gegenüber taxonomischen Revisionen sind.</p> <p>Die vertrauenswürdigsten Daten stammten aus der Kieler Bucht, wo Lohmann (1908) und Busch (1916-1920) intensive quantitative Phytoplanktonstudien durchgeführt haben. Auch Daten von Gillbricht (1951) aus den Jahren 1949-1950 wurden einbezogen. Basierend auf einer Zusammenstellung von Wasmund et al. (2008) wurden die Diatomeen- und Dinoflagellaten-Maxima für jedes Frühjahr innerhalb der Referenzperiode ausgewählt und daraus der Indexwert berechnet. Der historische Diatomeen/Dinoflagellaten-Indexwert lag immer höher als 0,87 und im Mittel bei 0,94. Die Frage ist, wie weit der Index von diesem Wert abweichen darf, um noch einen guten Zustand des Phytoplanktons anzuzeigen. Wenn eine Abweichung von 20% vom historischen Mittelwert toleriert wird, so führt die Reduktion um 0,19 für den Index zu einem vorgeschlagenen Schwellenwert von 0,75. Dies beinhaltet weiterhin die klare Dominanz von Diatomeen gegenüber Dinoflagellaten und markiert genau die Mitte zwischen dem Wert einer ausgeglichenen Biomasse von Diatomeen und Dinoflagellaten (Index = 0,5) und vollständiger Diatomeen-Dominanz (Index = 1,0). Das erlaubt eine ausreichend frühe Warnung für eine mögliche Langzeit-Zunahme von Dinoflagellaten, bevor es zu einer realen Dominanz von Dinoflagellaten kommt.</p> <p>Für das östliche Gotlandbecken wurde ein Schwellenwert von 0,5 vorgeschlagen, der den Umkehrpunkt zwischen Diatomeen- und Dinoflagellaten-Dominanz darstellt (Wasmund, 2017). Ein Indexwert >0,5, d.h. Dominanz von Diatomeen, zeigt damit einen guten Zustand des Phytoplanktons an.</p> <p>Für die Gebiete zwischen der Kieler Bucht und dem östlichen Gotlandbecken wurden von Wasmund et al. (2016) dazwischenliegende Schwellenwerte vorgeschlagen, die für das Arkona-Becken 0,7 und für das Bornholm-Becken 0,6 betragen. Diese Schwellenwerte wurden bereits von HELCOM angenommen. Die Schwellenwerte für den alternativen Index wurden aus den Schwellenwerten des regulären Index abgeleitet, wie dies bei Wasmund et al. (2017) beschrieben wurde. Die Schwellenwerte für die verschiedenen Regionen sind der folgenden Tab. 3 zu entnehmen.</p>
--	--

Tab. 3: Vorgeschlagene Index-Schwellenwerte für einen guten Zustand des Phytoplanktons in verschiedenen Gebieten der Ostsee, unterteilt in den regulären und den alternativen Diatomeen/Dinoflagellaten-Index

Gebiet	Schwellenwerte	
	regulärer Index	alternativer Index
Kieler Bucht	0,75	0,94
Mecklenburger Bucht	0,75	0,93
Arkona-Becken	0,70	0,90
Bornholm-Becken	0,60	Noch offen

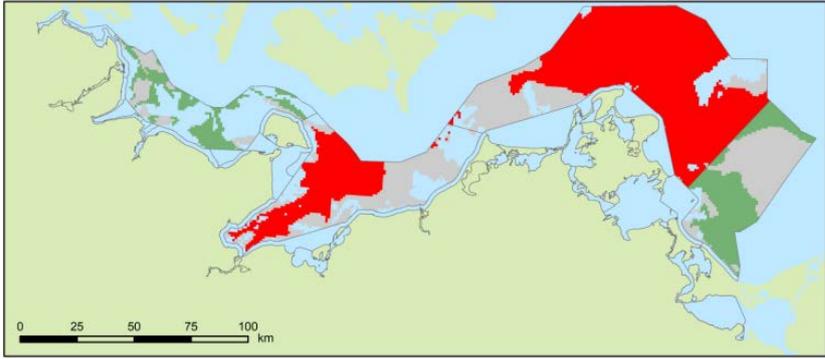
Verzeichnis verwendeter Literatur (inkl. URL):

- Busch W. (1916-1920). Über das Plankton der Kieler Förde im Jahre 1912/13. *Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Neue Folge, Abt. Kiel* 18, 25-142.
- Danielsson, A., Papush, L. & L. Rahm (2008). Alterations in nutrient limitations - Scenarios of a changing Baltic Sea. *J. Mar. Syst.* 73, 263-283.
- Elder, L., Ed. (1979). Recommendations on methods for marine biological studies in the Baltic Sea. Phytoplankton and chlorophyll. The Baltic Marine Biologists Publ. No. 5. Malmö.
- Gillbricht M. (1951). Produktionsbiologische Untersuchungen in der Kieler Bucht, Diss., Univ. Kiel.
- HELCOM (2014). Manual for marine monitoring in the COMBINE programme of HELCOM. – Internet, updated January 2014
<http://www.helcom.fi/Documents/Action%20areas/Monitoring%20and%20assessment/Manuals%20and%20Guidelines/Manual%20for%20Marine%20Monitoring%20in%20the%20COMBINE%20Programme%20of%20HELCOM.pdf>
- Klais, R., Tamminen, T., Kremp, A., Spilling, K., An, B.W., Hajdu, S., et al. (2013). Spring phytoplankton communities shaped by interannual weather variability and dispersal limitation: Mechanisms of climate change effects on key coastal primary producers. *Limnol. Oceanogr.* 58, 753-762.
 doi:10.1371/journal.pone.0021567
- Lohmann, H. (1908). Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. *Wiss. Meeresunters., N.F., Abt. Kiel* 10, 130-370.
- Redfield, A. C., Ketchum, B. H. & F. A. Richards (1963). The influence of organisms on the composition of seawater. In: Hill, M. N. (ed) *The sea*. Vol. 2. Wiley, New York, pp. 26-77. <https://marine.rutgers.edu/pubs/private/In%20the%20Sea-%20m%20hill%20pp26-77.pdf>
- Sarthou, G., Timmermans, K. R., Blain, S. & P. Tréguer (2005). Growth physiology and fate of diatoms in the ocean: A review. *J. Sea Res.*, 53, 25-42.
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.472.2626&rep=rep1&type=pdf>
- Wasmund, N., Kownacka, J., Göbel, J., Jaanus, A., Johansen, M., Jurgensone, I., Lehtinen, S. & M. Powilleit (2017). The diatom/dinoflagellate index as an indicator of ecosystem changes in the Baltic Sea. 1. Principle and handling instruction. *Frontiers in Marine Science* 4 (22): 1-13.
<https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00022>
- Wasmund, N. (2017). The diatom/dinoflagellate index as an indicator of ecosystem changes in the Baltic Sea. 2. Historical data for use in determination of good environmental status. *Frontiers in Marine Science* 4 (153): 1-12.
<https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00153>
- Wasmund, N. & M. Powilleit (2016): Entwicklung des Indikators Diatomeen/Dinoflagellaten-Index. Abschlussbericht, 2. Version vom 23.08.2016, Bonn, Bundesamt für Naturschutz, 61 S.
- Wasmund, N., Göbel, J., Jaanus, A., Johansen, M., Jurgensone, I., Kownacka, J., et al. (2016). "Pre-core indicator 'Diatom-Dinoflagellate index' – proposal to shift status to core indicator". Document to the meeting of the HELCOM Working Group of the State of the Environment and Nature Conservation (STATE&CONSERVATION 5-2016), 7.-11.11.2016, Tallinn. Available online at:

	<p>https://portal.helcom.fi/meetings/STATE%20-%20CONSERVATION%205-2016-363/MeetingDocuments/4J-6%20Pre-core%20indicator%20%E2%80%98Diatom-Dinoflagellate%20index%E2%80%99%20%E2%80%93%20proposal%20to%20shif%20status%20to%20core%20indicator.pdf</p> <p>Wasmund, N., Nausch G. & R. Feistel (2013). Silicate consumption: an indicator for long-term trends in spring diatom development in the Baltic Sea. Journal of Plankton Research 35: 393-406; https://academic.oup.com/plankt/article/35/2/393/1440812/Silicate-consumption-an-indicator-for-long-term</p> <p>Wasmund, N., Göbel, J. & B. v. Bodungen (2008): 100-year-changes in the phytoplankton community of Kiel Bight (Baltic Sea). J. Mar. Syst., 73: 300-322. http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2006.09.009</p>
Deskriptor	<p>Primärzuordnung D1, D4 – Biodiversität und Nahrungsnetze</p> <p>Sekundärzuordnung D5 - Eutrophierung</p>
MSRL-Kriterium	<p>Primärzuordnung D1C6 – Zustand der pelagischen Lebensräume D4C1 – Diversität der trophischen Gilden D4C2 – Ausgewogenheit der Gesamthäufigkeit zwischen den trophischen Gilden D4C4 – Produktivität der trophischen Gilde</p> <p>Sekundärzuordnung D5C2 – Chlorophyll-a Konzentrationen D5C3 – Schädliche Algenblüten (für D5C2 und D5C3 können die Mitgliedstaaten außerdem die Parameter „Zusammensetzung“ und „Häufigkeit“ von Phytoplanktonarten verwenden)</p>
MSRL-Umweltziel	---
Merkmal (Anhang III)	Tabelle 1: Pelagische Lebensräume: äußere Küstengewässer und offene See
Datenquellen	MSFD18_NatInd_DINO_Biomasse_bis_2015.xlsx
Bewertungsdaten	MSFD18_NatInd_DINO_Bewertungsergebnisse_2011-2015.docx MSFD18_NatInd_DINO_Biomasse_Fruehjahre_2011-2015.docx
INSPIRE Thema	Umweltüberwachung
Zugangs- und Nutzungsbedingungen	Es handelt sich um Daten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Nord- und Ostsee (BLANO). Die Daten sind frei zugänglich. Vor der weiteren Nutzung dieser Daten wird um Kontakt mit der Geschäftsstelle Meeresschutz der BLANO (geschaeftsstelle@meeresschutz.info) gebeten.
Ansprechpartner	Wera Leujak (Umweltbundesamt II.2.3)

Zustand Weichböden-Makrofaunage- meinschaften (BQI)		NAT-BALDE-BQI
Kern- botschaften	<ul style="list-style-type: none"> – Der Indikator bewertet den Status der endobenthischen Gemeinschaften in den circalitoralen Sanden und Schlicken der deutschen Ostseegewässer. Er kommt nicht zur Anwendung in den flachen küstennahen Gewässern (Infralitoral, Bewertung über WRRL-Indikatoren) und auf Grob- und Hartsubstraten sowie Mischsedimenten. Ausgenommen von der Bewertung ist außerdem der FFH-Lebensraumtyp 1110 „Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser“. – Der Indikator ist in seiner Herleitung und grundlegenden Anwendung der Schwellenwerte identisch mit dem gleichnamigen HELCOM-Indikator → <i>State of the soft-bottom macrofauna communities</i> (HELCOM 2017). Anpassungen betreffen die Anwendung der in HELCOM (2017) dargestellten Schwellenwerte für die Kieler Bucht, das Arkona-Becken und das Bornholmbecken sowie die separate Bewertung der beiden weitverbreiteten benthischen Lebensräume¹ Sandböden des Circalitorals und Schlickböden des Circalitorals in allen 4 Bewertungseinheiten. – Der Indikator bewertet die Schlickböden des Circalitorals in allen relevanten Bewertungseinheiten mit nicht gut. Die Sandböden des Circalitorals erreichen dagegen in der Kieler Bucht und in der Pommerschen Bucht den guten Umweltzustand. 	
Kern- bewertung	<p>1) Statusbewertung</p> <p>Vom weitverbreiteten Lebensraum „Schlickböden des Circalitorals“ wurden zwei Bewertungseinheiten mit „nicht gut“ bewertet, für eine Bewertungseinheit konnte keine Bewertung vorgenommen werden. Der Zustand der Schlickböden des Circalitorals ist insgesamt nicht gut.</p> <p>Vom weitverbreiteten Lebensraum „Sandböden des Circalitorals“ wurden zwei Bewertungseinheiten mit „gut“ und eine mit „nicht gut“ bewertet, für eine Bewertungseinheit konnte keine Bewertung vorgenommen werden. Da die mit „nicht gut“ bewertete Einheit flächenmäßig den größten Teil ausmacht, wird der Zustand der Sandböden des Circalitorals insgesamt als nicht gut bewertet.</p> <p>2) Trendergebnis</p> <p>Erstbewertung, kein Trend bewertbar</p>	

¹ entspricht dem Begriff „Benthische Biotopklassen“ in der deutschen Übersetzung des Beschlusses 2017/848/EU der Kommission

	<p>3) Ergebniskarten</p>  <p>Legende</p> <p> ■ Schwellenwert eingehalten ■ Schwellenwert verfehlt ■ keine Bewertung Bewertungsverfahren nicht anwendbar </p>
<p>Indikatordefinition</p>	<p>(keine konkrete Definition) Verhältnis sensibler und toleranter Arten der endobenthischen Gemeinschaften in Abhängigkeit des Belastungsgrads des Meeresbodens</p>
<p>Indikatorziel</p>	<p>Mit Hilfe des benthischen Qualitäts-Index (<i>Benthic Quality Index</i>, BQI) sollen Veränderungen des relativen Vorkommens von sensiblen und toleranten Arten sowie die Diversität der Gemeinschaften von Weichböden als Folge von Belastungen des Meeresbodens bewertet werden.</p> <p>Der Indikator wird in mehreren HELCOM-Anrainerstaaten seit mehreren Jahren zur Wasserrahmenrichtlinien (WRRL)-Bewertung angewandt und ist als HELCOM-Core Indikator gemeinsam weiterentwickelt worden (HELCOM 2017).</p>
<p>Politische Relevanz (außer MSRL)</p>	<p>Baltic Sea Action Plan – Segment Biodiversität</p> <ul style="list-style-type: none"> – Gedeihende und ausgewogene Gemeinschaften von Pflanzen und Tieren FFH-Richtlinie – Parameter „Struktur und Funktion, einschließlich lebensraumtypischer Arten“ – Bewertungskomponente für den LRT „1110 Sandbänke“ in der Ostsee-AWZ
<p>Umweltziele (außer MSRL)</p>	<p>---</p>
<p>Publikationen (mit URL)</p>	<p>HELCOM (2017). State of the soft-bottom macrofauna community. HELCOM core indicator report. Online. [15.08.2017], [http://www.helcom.fi/CoreIndicators/State of the soft-bottom macrofauna community - HELCOM core indicator report – HOLAS II component.pdf].</p> <p>Leonardsson, K., Blomqvist, M., Rosenberg, R., (2009). Theoretical and practical aspects on benthic quality assessment according to the EU-Water Framework Directive - examples from Swedish waters. Mar. Pollut. Bull. 59, 1286-1296.</p> <p>Schiele, K. S., A. Darr, M. L. Zettler, T. Berg, M. Blomqvist, D. Daunys, V. Jermakovs, S. Korpinen, J. Kotta, H. Nygård, M. v. Weber, J. Voss and J. Warzocha (2016). Rating species sensitivity throughout gradient systems - a consistent approach for the Baltic Sea. Ecol. Indic. 61, Part 2: 447-455, doi: 10.1016/j.ecolind.2015.09.046</p>
<p>Zitation</p>	<p>BLANO 2018, Indikatorblatt Zustand Weichböden-Makrofaunagemeinschaften (BQI), Hintergrunddokument zu: BMU (Hrsg.), Zustand der deutschen Ostseegewässer 2018, https://www.meeresschutz.info/berichte-art-8-10.html?file=files/meeresschutz/berichte/art8910/zyklus18/Zustandsbericht_Ostsee_2018.pdf</p>

Version- ierung	Letzte Änderung: 21.11.2017					
	Datum der Veröffentlichung: 30.11.2018					
Erläuterte Ergebnisse	b) Ergebnisse und Status					
	Der Zustand der beiden weitverbreiteten Lebensräume im Circalitoral wurde zunächst separat für die vier Bewertungseinheiten Kieler Bucht, Mecklenburger Bucht, Arkona-Becken und Bornholm-Becken berechnet (Tab.1). Die Beltsee fand in der Bewertung mangels Daten keine Berücksichtigung.					
	In der Kieler Bucht und im Bornholm-Becken wurde der Schwellenwert für den weitverbreiteten Lebensraum Sandböden des Circalitorals erreicht. Allerdings ist die Vertrauenswürdigkeit dieser Bewertung im Bornholmbecken aufgrund der geringen Probenzahl mittel. Im Arkona-Becken wird der Schwellenwert für diesen Lebensraum nicht erreicht, die Mecklenburger Bucht konnte mangels geeigneter Proben nicht bewertet werden.					
	Für den weitverbreiteten Lebensraum Schlickböden des Circalitorals wurde der Schwellenwert in der Mecklenburger Bucht und im Arkona-Becken nicht erreicht. Die Bewertung für die Mecklenburger Bucht wurde aus HELCOM (2017) übernommen, da alle von Deutschland an HELCOM gelieferten Stationen diesem Lebensraum zuzuordnen sind. Die Vertrauenswürdigkeit dieser Bewertung ist aufgrund der hohen Datendichte hoch. Im Arkona-Becken standen dagegen nur sehr wenige Datenpunkte zur Verfügung, so dass die Vertrauenswürdigkeit gering ist. Da jedoch alle der sechs betrachteten Stationen den Schwellenwert verfehlen, hätte auch eine deutlich höhere Datendichte nicht zu einem anderen Ergebnis geführt. In der Kieler Bucht konnte der Lebensraum mangels Datendichte nicht bewertet werden. Im Bornholm-Becken kommt er nicht vor.					
	Tab. 1: Datenumfang und Bewertungsergebnis für die betrachteten Bewertungseinheiten.					
	Bewertungs- einheit	Anzahl Stationen gesamt	davon unterhalb Schwellen- wert	Anteil unterhalb Schwellen- wert	Bewertung Schwellen- wert	Ver- trauens- würdig- keit
	Sandböden des Circalitorals					
	Kieler Bucht	53	0	0%	erreicht	hoch
	Mecklenburger Bucht	-	-	-	nicht bewertet	-
	Arkona-Becken	62	14	22,5%	nicht erreicht	hoch
Bornholm-Becken	18	2	11%	erreicht	mittel	
Schlickböden des Circalitorals						
Beltsee	-	-	-	nicht bewertet	-	
Kieler Bucht	-	-	-	nicht bewertet	-	
Mecklenburger Bucht	Übernahme Bewertung aus HELCOM (2017)			nicht erreicht	hoch	
Arkona-Becken	6	6	100%	nicht erreicht	gering	
Bornholm-Becken	nicht vorkommend					

	<p>Ein weitverbreiteter Lebensraum befindet sich dem Kriterium D6C5 entsprechend in einem guten Zustand, wenn die beeinträchtigte Habitatfläche (Schwellenwert verfehlt) weniger als 25% der bewerteten Habitatfläche beträgt. Da die Probe-nahmestellen nicht repräsentativ für einen Flächenanteil des jeweiligen weitver-breiteten Lebensraums sind, erfolgt die Gesamtbewertung der Berichtseinheit durch Aggregation der Flächenanteile der Bewertungseinheiten (Tab. 2).</p> <p>Tab. 2: Gesamtbewertung der Bewertungseinheiten</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Bewertungseinheit</th> <th>Flächenanteil</th> <th>Schwellenwert</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">Sandböden des Circalitorals</td> </tr> <tr> <td>Kieler Bucht</td> <td>13%</td> <td>erreicht</td> </tr> <tr> <td>Mecklenburger Bucht</td> <td>14%</td> <td>nicht bewertet</td> </tr> <tr> <td>Arkona-Becken</td> <td>53%</td> <td>nicht erreicht</td> </tr> <tr> <td>Bornholm-Becken</td> <td>20%</td> <td>erreicht</td> </tr> <tr> <td>GESAMT</td> <td></td> <td>nicht erreicht</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Schlickböden des Circalitorals</td> </tr> <tr> <td>Kleiner Belt</td> <td>2%</td> <td>nicht bewertet</td> </tr> <tr> <td>Kieler Bucht</td> <td>8%</td> <td>nicht bewertet</td> </tr> <tr> <td>Mecklenburger Bucht</td> <td>38%</td> <td>nicht erreicht</td> </tr> <tr> <td>Arkona-Becken</td> <td>50%</td> <td>nicht erreicht</td> </tr> <tr> <td>Bornholm-Becken</td> <td>2%</td> <td>nicht bewertet</td> </tr> <tr> <td>GESAMT</td> <td></td> <td>nicht erreicht</td> </tr> </tbody> </table> <p>Die Gesamtbewertung des Kriteriums D6C5 für die Sandböden des Circalitorals in den deutschen Ostseegewässern ergibt einen nicht guten Zustand, da mit dem Arkona-Becken (Flächenanteil 53%) in der flächenmäßig größten Bewertungseinheit der Schwellenwert nicht erreicht wird. 14% der Fläche konnten nicht bewertet werden.</p> <p>Auch für die Schlickböden des Circalitorals wird der gute Zustand verfehlt. Beide bewerteten Becken (Flächenanteil gesamt 88 %) erreichten nicht den Schwellenwert.</p> <p>b) Trend Erstbewertung, kein Trend</p>	Bewertungseinheit	Flächenanteil	Schwellenwert	Sandböden des Circalitorals			Kieler Bucht	13%	erreicht	Mecklenburger Bucht	14%	nicht bewertet	Arkona-Becken	53%	nicht erreicht	Bornholm-Becken	20%	erreicht	GESAMT		nicht erreicht	Schlickböden des Circalitorals			Kleiner Belt	2%	nicht bewertet	Kieler Bucht	8%	nicht bewertet	Mecklenburger Bucht	38%	nicht erreicht	Arkona-Becken	50%	nicht erreicht	Bornholm-Becken	2%	nicht bewertet	GESAMT		nicht erreicht
Bewertungseinheit	Flächenanteil	Schwellenwert																																									
Sandböden des Circalitorals																																											
Kieler Bucht	13%	erreicht																																									
Mecklenburger Bucht	14%	nicht bewertet																																									
Arkona-Becken	53%	nicht erreicht																																									
Bornholm-Becken	20%	erreicht																																									
GESAMT		nicht erreicht																																									
Schlickböden des Circalitorals																																											
Kleiner Belt	2%	nicht bewertet																																									
Kieler Bucht	8%	nicht bewertet																																									
Mecklenburger Bucht	38%	nicht erreicht																																									
Arkona-Becken	50%	nicht erreicht																																									
Bornholm-Becken	2%	nicht bewertet																																									
GESAMT		nicht erreicht																																									
<p>Vertrauenswürdigkeit</p>	<p>Vertrauenswürdigkeit der Daten: Mittel Datenmenge für einzelne Bewertungseinheiten sehr gering, Verwendung von Daten aus verschiedenen Projekten, da kein spezifisches Monitoring.</p> <p>Vertrauen in die Bewertungsmethode des Indikators: Mittel Natürliche Unterschiede in der Artenvielfalt zwischen verschiedenen Sedimenten bleiben in der Schwellenwertberechnung unberücksichtigt; rein mathematisches Verfahren zur Feststellung der Sensitivität kann durch zu kleine oder gewichtete Datensätze fehlerhaft sein.</p> <p>Vertrauen in den Schwellenwert: Mittel Kein Test entlang von Belastungsgradienten erfolgt.</p>																																										

Schlussfolgerungen	Es bedarf eines abgestimmten Monitoringkonzeptes, um die Gefahr einer räumlichen Wichtung zu minimieren und die Vertrauenswürdigkeit der Bewertung zu erhöhen.
Ausblick	Die o.g. Unsicherheiten müssen durch nationale Fallstudien ausgeräumt werden. Auf HELCOM-Ebene wird der Indikator durch die Expertengruppe <i>IN Benthic Habitats</i> finalisiert werden.
Methode	<p>Der Indikator ist in seiner Herleitung und grundlegenden Anwendung der Schwellenwerte identisch mit dem gleichnamigen HELCOM-Core-Indikator (HELCOM 2017). Anpassungen betreffen die Anwendung der in HELCOM (2017) dargestellten Schwellenwerte für die Kieler Bucht, das Arkona-Becken und das Bornholm-Becken sowie die separate Bewertung der beiden Lebensräume Sandböden des Circalitorals und Schlickböden des Circalitorals in allen 4 Bewertungseinheiten.</p> <p>Bewertete Elemente und Kriterien für ihre Auswahl: Weit verbreitete Lebensräume: Schlickböden des Circalitorals/ Sandböden des Circalitorals Der BQI wurde speziell für Weichböden (Schlicke und Sande) entwickelt und unter HELCOM für die küstenfernen Gebiete angepasst. In den infralitoralen Weichböden kommen richtlinienkonform die nationalen WRRL-Indikatoren zum Einsatz.</p> <p>Bewertungsskala und Berichtseinheit (inkl. MRU-ID): HELCOM Assessment Units Level 3 – open sea assessment units (SD)</p> <p>Bewertungszeitraum: 2011-2015</p> <p>Methode zur Berechnung des Indikators: Die Methode zur Berechnung des Indikators wird in HELCOM (2017) ausführlich beschrieben. Von den beiden dort vorgestellten Methoden zur Ermittlung der Sensitivitätswerte nach Leonardsson et al. (2009) und Schiele et al. (2016) wird analog zur regionalen HELCOM-Bewertung für die Mecklenburger Bucht die Variante nach Schiele et al (2016) genutzt. Da in den relevanten Bewertungseinheiten verschiedene Salzgehaltsklassen vorhanden und damit verschiedene Berechnungsklassen nach Schiele et al. (2016) zu nutzen sind, wurde entsprechend HELCOM (2017) der normierte BQI für die Bewertung der weit verbreiteten Lebensräume in den jeweiligen Bewertungseinheiten verwendet.</p> <p>Monitoringmethode (URL zum Monitoringhandbuch): http://mhb.meeresschutz.info/de/kennblaetter/neue-kennblaetter/details/pid/25.html</p> <p>Einheit des Indikators: keine</p> <p>Referenz- und Schwellenwerte und Methode zu ihrer Ableitung: Die Schwellenwerte für die Berechnungsklassen nach Schiele et al. (2016) wurden entsprechend der Tabelle 1 in HELCOM (2017) in der normalisierten Form (0,5) übernommen und für die Bewertung der weit verbreiteten Lebensräume in den jeweiligen Bewertungseinheiten verwendet. Die Herleitung der Schwellenwerte ist in HELCOM (2017) ausführlich beschrieben. Der Schwellenwert gilt nach HELCOM (2017) als</p>

	<p>unterschritten (kein guter Umweltzustand), wenn mindestens 20% der [normierten] BQI-Werte unterhalb des Schwellenwertes von 0,5 liegen.</p> <p>HELCOM (2017) schlägt bei sehr starker räumlicher und zeitlicher Unausgeglichenheit, bei der Verwendung verschiedener Replikatzahlen an einzelnen Stationen sowie bei sehr heterogenen Bewertungseinheiten eine Bootstrap-Methode zur Ermittlung des Zustandes vor (vgl. HELCOM (2017)). Diese Bootstrap-Methode kommt in der nationalen Bewertung nicht zur Anwendung, da die Stationen in den Becken relativ gleichmäßig verteilt waren und aufgrund der separaten Bewertung von Schlick- und Sandböden (unter Nicht-Beachtung größerer Substrate) und der Konzentration auf das Circalitoral die naturräumliche Heterogenität innerhalb der Bewertungseinheiten deutlich geringer ist als bei den HELCOM-Bewertungen für vollständige Becken. Der aufwandsabhängigen Ungleichverteilung wurde entgegengewirkt, indem von Stationen mit mehr als einem Replikat nur der erste Hol in die Bewertung einbezogen wurde. Von Dauerstationen wurde jeweils nur ein Jahr berücksichtigt.</p> <p>Der Schwellenwert gilt daher in der nationalen Bewertung als unterschritten (kein guter Umweltzustand), wenn mindestens 20% der errechneten BQI-Stationswerte unterhalb des Schwellenwertes von 0,5 liegen.</p>
	<p>Verzeichnis verwendeter Literatur (inkl. URL):</p> <p>HELCOM (2017). State of the soft-bottom macrofauna community. HELCOM core indicator report. Online. [15.08.2017], [http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/indicators/state-of-the-soft-bottom-macrofauna-community/].</p> <p>Leonardsson, K., Blomqvist, M., Rosenberg, R., (2009). Theoretical and practical aspects on benthic quality assessment according to the EU-Water Framework Directive - examples from Swedish waters. Mar. Pollut. Bull. 59, 1286-1296.</p> <p>Schiele, K. S., A. Darr, M. L. Zettler, T. Berg, M. Blomqvist, D. Daunys, V. Jermakovs, S. Korpinen, J. Kotta, H. Nygård, M. v. Weber, J. Voss and J. Warzocha (2016). Rating species sensitivity throughout gradient systems - a consistent approach for the Baltic Sea. Ecol. Indic. 61, Part 2: 447-455, doi: 10.1016/j.ecolind.2015.09.046</p>
<p>Deskriptor</p>	<p>Primärzuordnung D6 Meeresboden</p> <p>Sekundärzuordnung D5 Eutrophierung D4 Nahrungsnetze</p>
<p>GES-Kriterium</p>	<p>Primärzuordnung D6C5 – Zustand benthischer Lebensräume</p> <p>Sekundärzuordnung D5C8 – Makrozoobenthos D4C1 – Diversität der trophischen Gilden</p>
<p>MSRL-Umweltziele</p>	<p>Primärzuordnung: ---</p> <p>Sekundärzuordnung:</p> <ul style="list-style-type: none"> – dass die anthropogene Eutrophierung reduziert wird (UZ 1) – Es bestehen räumlich und zeitlich ausreichende Rückzugs- und Ruheräume für Ökosystemkomponenten (UZ 3.1) – Die Struktur und Funktion der Nahrungsnetze sowie der marinen Lebensräume wird durch Beifang, Rückwurf und grundgeschleppte

	<p>Fanggeräte nicht weiter nachteilig verändert. Auf die Regeneration der aufgrund der bereits erfolgten Eingriffe geschädigten Ökosystemkomponenten wird hingewirkt. Die funktionalen Gruppen der biologischen Merkmale (Anhang III Tabelle 1 MSRL) oder deren Nahrungsgrundlage werden nicht gefährdet (UZ 3.2)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Die Fischerei beeinträchtigt die anderen Ökosystemkomponenten (Nichtzielarten und benthische Lebensgemeinschaften) nicht in dem Maße, dass die Erreichung bzw. Erhaltung ihres spezifischen guten Umweltzustands gefährdet wird (UZ 4.3) – Innerhalb der Schutzgebiete in der deutschen Ostsee stehen die Schutzziele und -zwecke an erster Stelle. Die besonderen öffentlichen Interessen des Küstenschutzes an der Gewinnung von nicht lebenden Ressourcen sind zu beachten und nur nach eingehender Prüfung von Alternativen in Betracht zu ziehen (UZ 4.5) – Durch die Nutzung oder Erkundung nicht lebender Ressourcen werden die Ökosystemkomponenten der deutschen Ostsee, insbesondere die empfindlichen, zurückgehenden und geschützten Arten und Lebensräume nicht beschädigt oder erheblich gestört. Die Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten sowie die Fortpflanzung-, Ruhe- und Nahrungsstätten der jeweiligen Arten sind dabei besonders zu berücksichtigen (UZ 4.6)
Merkmal (Anhang III)	<p>Tabelle 1: Benthische Lebensräume</p> <ul style="list-style-type: none"> – Sandböden des Circalitorals – Schlickböden des Circalitorals
Datenquellen	Monitoringdaten des LLUR und LUNG
Bewertungsdaten	<p>MSFD18_NatInd_BQI_Gesamt_Bewertungsergebnisse_2011-2015.docx MSFD18_NatInd_BQI_Umfang_Bewertungsergebnisse_2011-2015.docx</p>
INSPIRE Thema	Lebensräume und Biotope
Zugangs- und Nutzungsbedingungen	Es handelt sich um Daten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Nord- und Ostsee (BLANO). Die Daten sind frei zugänglich. Vor der weiteren Nutzung dieser Daten wird um Kontakt mit der Geschäftsstelle Meeresschutz der BLANO (geschaeftsstelle@meeresschutz.info) gebeten.
Ansprechpartner	<i>Jan Witt (Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz), Rolf Karez (Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume)</i>