

Harmonisierung von Eutrophierungsdaten

Kirsten Binder & Hans-Christian Reimers

1 Einleitung

Das Projekt Marine Daten-Infrastruktur (MDI-DE) hat es sich zum Ziel gesetzt, Daten, Dienste und Metadaten des Meeresumweltschutzes, Meeresnaturschutzes, Küsteningenieurwesens und Küstengewässerschutzes in einem zentralen Geoportal zu bündeln (LEHFELDT & MELLES 2011; LEHFELDT in diesem Band). Das Portal MDI-DE bietet einerseits die Suche nach Meeres- und Küstendaten in den Metadaten der angeschlossenen Projektpartner und andererseits einen internetbasierten Kartendienst an, in dem Daten zu marinen Themen dargestellt werden und abrufbar sind.

Eine aktuell wichtige Aufgabe der am Projekt beteiligten Behörden ist die Berichterstattung gemäß der 2008 in Kraft getretenen europäischen Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) (EU 2008). Für die Erreichung eines guten Umweltzustandes der deutschen Nord- und Ostsee ist Eutrophierung ein wichtiges Thema. Viele für die Abschätzung von Eutrophierung bedeutsame Parameter werden von den zuständigen Behörden im Rahmen verschiedener gesetzlicher Verpflichtungen regelmäßig erfasst. Das Projekt MDI-DE unterstützt die Projektpartner bei der Zusammenführung und Bereitstellung von Geodaten, die für die Berichterstattung gemäß MSRL relevant sind. Als erstes Beispiel für die Zusammenführung und harmonisierte Darstellung von verteilten Daten und Diensten wurde das Thema Eutrophierung gewählt.

2 Eutrophierung

Eutrophierung ist ein Prozess, der durch Nährstoffanreicherung des Wassers angetrieben wird, insbesondere durch Anreicherung von Stickstoff- und Phosphorverbindungen (JOINT RESEARCH CENTRE 2010). Die Nährstoffe werden aus benachbarten Meeresgebieten eingetragen, stammen aus der Atmosphäre, vor allem aber aus direkten Einleitungen oder diffusum Abfluss aus landwirtschaftlich genutzten Flächen. Durch die erhöhte Nährstoffkonzentration steigt die Phytoplanktonbiomasse und damit auch die Chlorophyll a-Konzentration im Wasser. Das Verhältnis der Hauptnährstoffe Stickstoff, Phosphor und Silizium zueinander wird verändert. Dies führt zu einer Verschiebung der Artenzusammensetzung des Phytoplanktons. Störende und toxische Algenblüten wie z.B. der Schaumalge *Phaeocystis* nehmen zu. Durch die erhöhte Phytoplanktonmenge wird die Sichttiefe des Wassers verringert und die Sedimentation von organischem Material erhöht. Durch den

bakteriellen Abbau des organischen Materials entstehen Sauerstoffmangelsituationen am Meeresgrund, die zu einem Massensterben von dort lebenden Tieren führen. Auch bei den Makrophyten kommt es zu eutrophierungsbedingten Artverschiebungen. Schnell wachsende opportunistische Makroalgen nehmen zu und verdrängen mehrjährige, langsam wachsende Arten wie Seegras und Seetang. Zudem führt Lichtmangel zu einer reduzierten Tiefenverbreitung der langlebigen Makrophytenarten.

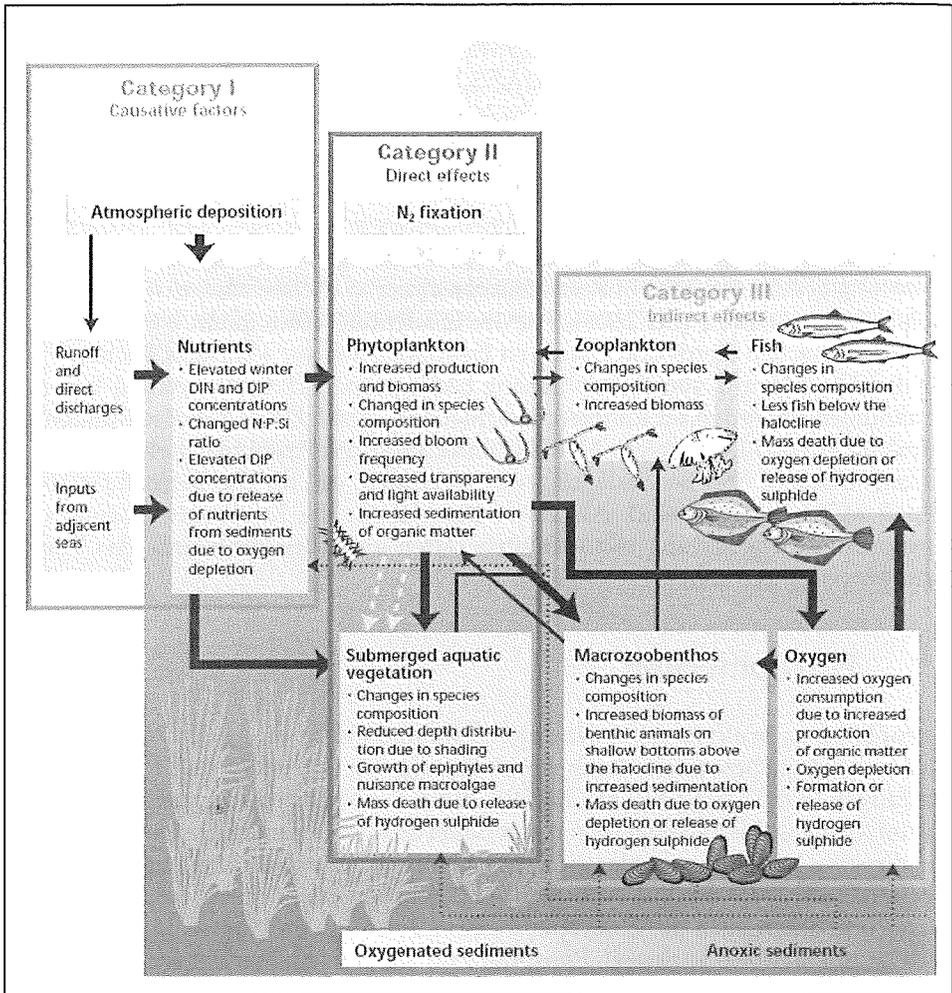


Abb. 1: Schematische Darstellung der Ursachen und Auswirkungen von Eutrophierung. DIN: Gelöster anorganischer Stickstoff, DIP: Gelöster anorganischer Phosphor. (HELCOM 2006, Abb. 2.4, S. 8)

3 Die Rolle von Eutrophierung in der MSRL-Berichterstattung

Für die Küsten- und Meeresbehörden war das Jahr 2012 durch die Berichterstattung für die MSRL geprägt. Im Juli berichteten die EU-Mitgliedstaaten zur Anfangsbewertung (Art. 8), zur Beschreibung des guten Umweltzustands (Art. 9) und zur Festlegung von Umweltzielen (Art. 10). Zusätzlich zu diesen Berichten in Textform wurden die Informationen im Oktober in elektronischer, standardisierter Form geliefert. Im Januar 2013 sollen gemäß Artikel 19 (3) der MSRL die Daten und Informationen, die aus den Anfangsbewertungen resultieren, der Europäischen Umweltagentur zur Verfügung gestellt werden (EU 2008).

Die Berichte an die EU sind inhaltlich unterschiedlich strukturiert. Die Anfangsbewertung gliedert sich in Merkmale, Belastungen und Auswirkungen. Eutrophierung lässt sich zu den physikalischen und chemischen Merkmalen unter „...räumliche und zeitliche Verteilung von Nährstoffen ... und Sauerstoff ...“ einordnen (EU 2008, Anhang III, Tab.1). Bei den Belastungen und Auswirkungen ist sie unter „Anreicherung mit Nährstoffen und organischem Material“ zu finden (EU 2008, Anhang III, Tab. 2). Die Beschreibung des guten Umweltzustands ist in elf Deskriptoren oder Themengebiete geordnet, die sich weiter in Kriterien und Indikatoren aufteilen (s. EU 2010). Deskriptor 5 beschreibt direkt die Zielsetzung zur Eutrophierung: „Die von Menschen verursachte Eutrophierung ist auf ein Minimum reduziert, ...“ (EU 2008, Anhang I). In der Beschreibung des guten Umweltzustands wird in den deutschen Berichten darauf hingewiesen, dass „Eutrophierung schon seit Jahrzehnten eines der größten ökologischen Probleme der deutschen Ostsee“ und „... Nordsee“ ist (BMU 2012a, S. 27; BMU 2012b, S. 27). Bei der Festlegung der Umweltziele für die deutsche Nord- und Ostsee wird die Reduzierung von Eutrophierung an erster Stelle genannt: „Meere ohne Beeinträchtigung durch anthropogene Eutrophierung“ (BMU 2012c, S. 10; BMU 2012d, S. 10).

Eutrophierung steht inhaltlich im Zusammenhang mit einigen anderen Deskriptoren. So hat die Nährstoffanreicherung Einfluss auf die Deskriptoren biologische Vielfalt (D1), Fisch- und Schalentierbestände (D3), Nahrungsnetze (D4) und Integrität des Meeresbodens (D6).

Der Anfangsbewertung für die MSRL liegen Monitoringdaten von Eutrophierungsparametern zugrunde, die im Rahmen anderer Richtlinien und regionaler Übereinkommen erhoben wurden. Dies sind die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL), das Trilaterale Wattenmeerabkommen (TMAP – Trilateral Monitoring and Assessment Program), das Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks (OSPAR – Oslo Paris) und das Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebiets (HELCOM – Helsinki Commission) (REIMERS & BINDER 2011). In dem Projekt MDI-DE sind sechs Behörden als Partner beteiligt, die für das Monitoring von Eutrophierungsdaten zuständig sind: in

Mecklenburg-Vorpommern das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG), in Niedersachsen die Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer (NLPV) und der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Betriebsstelle Brake-Oldenburg, Norden-Norderney (NLWKN), in Schleswig-Holstein der Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN) und das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR), und auf Bundesebene das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH).

4 Datenharmonisierung

Um eine sinnvolle, gemeinsame Darstellung von Daten aus verteilten Quellen zu erreichen, wurde der Weg über standardisierte Webdienste gewählt. Durch eine Vielzahl von Vereinbarungen und Festlegungen ließ sich eine Umsetzung der Daten erzielen, die eine Vergleichbarkeit der Werte und ein harmonisiertes Kartenbild ermöglichen.

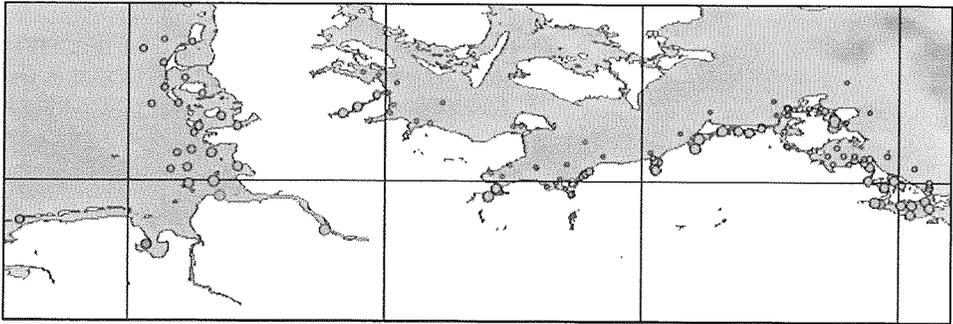


Abb. 2: Ausschnitt des Themeneinstiegs Eutrophierung auf dem MDI-DE-Portal. Gezeigt ist hier Gesamtstickstoff-N, mittlere Konzentration, 2005–2010 (MDI-DE 2012a)

Zunächst musste ermittelt werden, welche Parameter im Zusammenhang mit Eutrophierung stehen und welche von diesen in den Behörden in welcher Weise vorliegen. Innerhalb der MDI-DE-Arbeitsgruppe verständigte man sich auf eine Liste von 17 Parametern, die in einem ersten Web-Map-Service (WMS) zu Eutrophierung auf dem Portal MDI-DE dargestellt werden sollten. Diese reicht von Nährstoffkonzentrationen über Chlorophyll a-Messungen und Sichttiefe bis hin zu Sauerstoffgehalt am Meeresboden. Außerdem wurden Makrophytendaten wie z.B. Seegrasbedeckung und -tiefungrenze berücksichtigt sowie die Stickstoffeinträge

aus den Flussgebietseinheiten. Zudem wurden Informationen zu den Einheiten der Parameter gesammelt: In welchen Einheiten liegen die Daten in den Datenbanken der Behörden vor und in welchen Einheiten werden sie berichtet. Besonders wichtig war der Austausch mit den Fachleuten in Bezug auf Aggregationen und Zeitintervalle. So wird beispielsweise bei Gesamtstickstoff ein ganzjähriger Mittelwert gebildet, während bei den einzelnen Stickstoffkomponenten wie Nitrat-N der Wintermittelwert von November bis Februar des folgenden Jahres relevant ist. Bei den Chlorophyll a-Werten wird im Gegensatz zu dem Sommermittelwert der Ostsee in der Nordsee das 90-Perzentil der Vegetationsperiode für die Aggregation verwendet. Grundsätzlich wurde festgelegt, zunächst eine Aggregation über den Zeitraum 2005–2010 als Wert im WMS darzustellen.

Neben diesen inhaltlichen Festlegungen mussten vor allem Entscheidungen technischer Art getroffen werden, die sich im Datenmodell subsumieren lassen. Fragen, welche zusätzlichen Attribute neben dem Parameterwert benötigt werden und wie diese einheitlich zu bezeichnen sind, galt es zu klären. Datentyp und -format sowie eine erklärende Beschreibung und die Information, ob das Attribut ein Pflichtfeld oder der Eintrag optional ist, waren abzustimmen. Für Parameter, Einheiten, Behörden, Regionen und Unterregionen wurden Code-Listen erstellt, sodass die Attributwerte eindeutig und somit leichter abfragbar wurden. Weitere Namenskonventionen waren notwendig: einheitlicher Name und Titel des WMS sowie seiner Layer, die die einzelnen Parametern darstellen, und eine einheitliche Bezeichnung der Wertespalte (s. MDI-DE 2012b).

Für die kartographische Darstellung mussten ebenfalls verschiedene Vereinbarungen getroffen werden. Die MDI-DE-Arbeitsgruppe hat sich bei den Punktsignaturen für drei und bei den Flächensignaturen für zwei Darstellungsvarianten entschieden. Bei den Punktsignaturen ändert sich in Abhängigkeit des Parameterwertes entweder die Größe, die Helligkeit der Füllfarbe oder beides. Bei den Flächensignaturen wird eine vollflächige Darstellung mit Änderung der Farbhelligkeit oder eine Schraffur angeboten. Zusätzlich hat die Arbeitsgruppe eine maßstabsabhängige Darstellung der Punktsignaturen gewählt. In den drei Maßstabsbereichen a) bis 1:500 000, b) 1:500 000 bis 1:2 000 000 und c) ab 1:2 000 000 werden die Punktsignaturen jeweils kleiner. Stickstofffrachten der Flussgebietseinheiten werden durch unterschiedlich große Pfeile dargestellt, die von der Flussmündung in das Seegebiet zeigen. „Für die Auswahl der Farben wurde der HSI-Farbraum verwendet, da hier die Farbe in die Bestandteile Farbton (hue), Sättigung (saturation) und Intensität (intensity) zerlegt werden. So können durch die Änderung nur des Parameters Farbton gleichabständige Farben ausgewählt werden, die von ihrer Sättigung und Intensität her identisch sind. Mittels eines Farbkeils (Sättigung: 70 %, Intensität: 80 %) wurden in Abständen von 20° insgesamt 18 Farben unterschieden. Dann wurden die Farben so auf die einzelnen Themen verteilt, dass einem Themenkomplex möglichst eine Farbrichtung zugewiesen wird, z.B. Nährstoffe und Stickstofffrachten: lila/rot, Makrophyten: grün“ (MDI-DE 2012c, S. 4).

Richtlinienext, Reporting Sheets Anfangsbewertung Meldungen bestehender RL Daten der Behörden	Welche Daten?	<ul style="list-style-type: none"> • Liste mit Daten, die zu einem Thema berichtet werden • Übersicht, welche Behörden welche Daten vorhält/gemeldet hat • Identifikation von Lücken • Übersicht, wie die Daten bei den Behörden vorliegen
Bestehende Bewertungen/Konventionen, MSRL-Anfangsbewertung, Sekundärliteratur	Informationen zum Thema	<ul style="list-style-type: none"> • Sammlung allgemeiner Informationen • Quellensammlung • Informationen zur Methodik der Datenaufnahme • Übersichten zu Einheiten, Zeitintervallen, Aggregation, Klassengrenzen
	Festlegungen inhaltlicher Art	<ul style="list-style-type: none"> • Einheiten, ggf. Umrechnungsvorschriften • Zeitintervalle (Sommer, Mai-Juli, ...) • Art der Aggregation (arithm. Mittel, Perzentile, Median, Min/Max, ...)
	Festlegungen technischer Art	<ul style="list-style-type: none"> • Codelisten (Einheiten, Institutionen, Parameter, ..., basierend auf bestehenden Spezifikationen) • Aufbau der Attributtabelle / UML-Modellierung • Namenskonventionen für Dienste
	Festlegungen kartografischer Art	<ul style="list-style-type: none"> • Klassenbildung (Grenzen, Anzahl, Histogramme Nord-/Ostsee) • Art der Signaturen / Varianten (Punktgrößen, Randstärken, Flächen/Schraffuren, Form, ...) • Farbe pro Thema / Farbabstufungen (nach System)
	Konkrete Dokumente	<ul style="list-style-type: none"> • Datenspezifikation / Anforderungskatalog • Festlegung Klassengrenzen und Signaturen
	Konkrete Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> • Datenkonvertierung und -umformung • Erstellung von SLDs (durch AG Datenharmonisierung und Interoperabilität) • Bereitstellung WMS / WFS

Abb. 3: Strukturierung der Arbeitsabläufe zur Harmonisierung von Meeresdaten im Rahmen des Projektes MDI-DE. (MDI-DE AG Arbeiten für MSRL, verändert)

Grundlage für jede Signatur ist die Festlegung von Klassen. Für jeden Parameter müssen deren Anzahl und Grenzen vereinbart werden. Die Klassengrenzen für Nährstoffe wurden mittels der Methode der *Natural Breaks* nach Jenks festgelegt (JENKS & CASPALL 1971). Diese versucht, die Unterschiede innerhalb einer Klasse zu minimieren und die Unterschiede zwischen den Klassen zu maximieren. Bei den anderen Themen wurde anhand von Häufigkeitsverteilungen der vorliegenden Werte Klassenunterteilungen mit gleichbleibenden Abständen ausgewählt oder sich an bereits vorhandenen Klassengrenzen oder Grenzwerten orientiert (MDI-DE 2012c).

Bei einem WMS werden die Signaturen mit allen Details und Angaben in Styled Layer Descriptors (SLD) festgeschrieben. Für einen bestimmten Wertebereich und Maßstab einer Spalte wird dort eine Regel für die Signatur erstellt: Legendenbeschriftung, Art und Größe des Symbols, Farbe der Füllung und Farbe und Stärke der Kontur. Die in der MDI-DE erstellten SLD stehen auf der Projekt-Homepage (<http://projekt.mdi-de.org>) zur Verfügung.

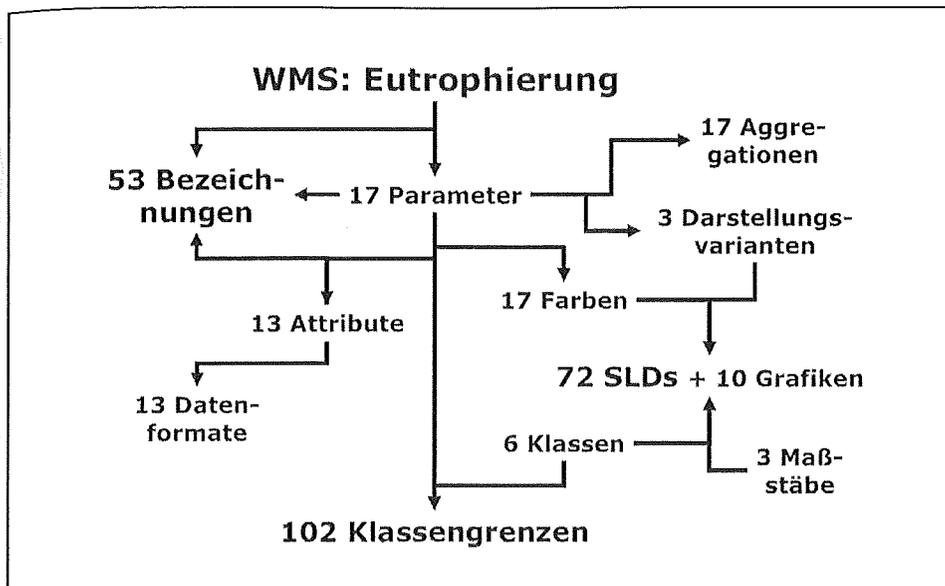


Abb. 4: Übersicht zu Festlegungen und Vereinbarungen, die im Rahmen der MDI-DE für den WMS Eutrophierung erforderlich waren

5 Fazit und Ausblick

Die Zusammenführung von Geodaten zum Thema Eutrophierung, die an unterschiedlichen Stellen vorliegen, hat deutlich gemacht, wie viele Festlegungen und Vereinbarungen notwendig sind, um eine harmonisierte Darstellung mehrerer Dienste auf einem gemeinsamen Portal zu erreichen. Nur auf diese Weise werden die Dienste der verteilten Projektpartner auf dem Portal MDI-DE vergleichbar. Durch die Veröffentlichung mittels standardisierter Dienste können die Daten zu Eutrophierung nicht nur über das Portal, sondern auch in andere GIS eingebunden werden. Die gesammelten Erfahrungen werden dem Projekt MDI-DE helfen, weitere Daten der Projekt- und Kooperationspartner zu veröffentlichen. Die MDI-DE arbeitet derzeit an der Bereitstellung eines Web Feature Service (WFS) zum Download der Eutrophierungsdaten, welcher demnächst im Portal zur Verfügung stehen wird. Weitere Themen und Daten, wie z.B. Schadstoffe und Biodiversität werden folgen. Die Verfügbarkeit von Daten durch standardisierte Dienste zeigt einen möglichen Weg für die Lieferung von Geodaten gemäß MSRL auf, aber auch zur Information für Politik und interessierter Öffentlichkeit (BAUER et al. 2012).

6 Literatur- und Quellenverzeichnis

- Bauer, M., Binder, K., Reimers, C.-H. & R. Lehfeldt (2012): Simplify reporting through Spatial Data Infrastructures – The example of the German Marine Data Infrastructure. ICHE 2012, Tenth International Conference on Hydroscience and Engineering, Orlando, Florida, 4.-7.11.2012.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2012a): Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Richtlinie 2008/56/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie). Beschreibung eines guten Umweltzustands für die deutsche Ostsee nach Artikel 9 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2012b): Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Richtlinie 2008/56/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie). Beschreibung eines guten Umweltzustands für die deutsche Nordsee nach Artikel 9 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2012c): Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Richtlinie 2008/56/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie). Festlegung von Umweltzielen für die deutsche Ostsee nach Artikel 10 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2012d): Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Richtlinie 2008/56/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie). Festlegung von Umweltzielen für die deutsche Nordsee nach Artikel 10 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie.
- EU - Europäische Union (Hrsg.) (2008): Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie).
- EU - Europäische Union (Hrsg.) (2010): Beschluss der Kommission vom 1. September 2010 über Kriterien und methodische Standards zur Feststellung des guten Umweltzustands von Meeresgewässern. (2010/477/EU).
- HELCOM – Helsinki Commission. Baltic Marine Environment Protection Commission (ed.) (2006): Development of tools for assessment of eutrophication in the Baltic Sea, Baltic Sea Environmental Proceedings No. 104.
- Jenks, G.F. & F.C. Caspall (1971): Error on Choroplethic Maps: Definition, Measurement, Reduction. ANNALS of the Association of American Geographers. Vol. 61, No. 2, pp 217–244.
- Joint Research Centre (ed.) (2010): Marine Strategy Framework Directive, Task Group 5 Report Eutrophication. Joint Report.
- Lehfeldt, R. & J. Melles (2011): MDI-DE – Marine Daten-Infrastruktur Deutschland. In: Bill, R. (Hrsg.): Geodateninfrastrukturen: Drehscheibe für Wirtschaft und Verwaltung. Tagungsband zum 7. GeoForum MV; Warnemünde, 11. und 12. April 2011. Berlin: Gito, S. 3–10.

- MDI-DE – Marine Daten-Infrastruktur Deutschland (Hrsg.) (2012a): Themeneinstieg Eutrophierung. [<http://www.mdi-de.org>]. (besucht am 03.09.2012).
- MDI-DE – Marine Daten-Infrastruktur Deutschland (Hrsg.) (2012b): Anforderungskatalog für die Bereitstellung von Daten an die MDI-DE zum Thema MSRL (Deskriptor Eutrophierung). Version 2.0.0. [http://projekt.mdi-de.org/projekt/images/mdi-de/Publikationen/Anforderungskatalog/MDI-DE-Anforderungskatalog_Eutrophierung_2.0.0.pdf].
- MDI-DE – Marine Daten-Infrastruktur Deutschland (Hrsg.) (2012c): Festlegung von Klassengrenzen und Signaturen für Deskriptor 5 (Eutrophierung). Version 1.0.0. [http://projekt.mdi-de.org/projekt/images/mdi-de/Publikationen/20120830-MDI-DE_Festlegung-Klassen-Signaturen-D5_1.0.0-all.pdf].
- Reimers, H.-C. & K. Binder (2011): Die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie – eine Chance für die Meere in Europa. KFKI aktuell 1/2011, S. 1–2.