



Sachstand

Nährstoffbelastung der Ostsee



Nährstoffbelastung der Ostsee

[REDACTED]
Aktenzeichen:

Abschluss der Arbeit:

Fachbereich:

[REDACTED]
WD 8 – 3000 – 082/12

11. Dezember 2012

WD 8: Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit,
Bildung und Forschung

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Nährstoffeinträge in die Ostsee	5
2.1.	Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor	5
2.2.	Biochemischer Sauerstoffbedarf	7
3.	Ökologische Folgen der Nährstoffbelastung	9
4.	Reduktionsziele des Ostsee-Aktionsplans	12
5.	Literatur und Quellen	13

1. Einleitung

Die Ostsee war ursprünglich ein nährstoffarmes Meer und hat sich in den letzten 150 Jahren durch menschliche Aktivitäten und steigende Nährstoffeinträge über die Flüsse und die Atmosphäre zunehmend in ein eutrophes (nährstoffreiches) Meer verwandelt. Die Phosphatfracht erhöhte sich in den letzten 100 Jahren um den Faktor 8, die Stickstofffracht um den Faktor 4. Zum Schutz der Ostsee wurde 1974 von sieben Ostsee-Anrainerstaaten ein multilaterales Umweltabkommen (Helsinki-Übereinkommen) unterzeichnet und nach zahlreichen Erweiterungen in den folgenden Jahren im Jahr 2000 durch die Helsinki-Konvention ersetzt. Wegen der zunehmenden Belastungen des Ökosystems entschlossen sich die Anrainerstaaten, einen Aktionsplan zur Rettung und Erhaltung der Wasserqualität der Ostsee zu erarbeiten. Der Baltic Sea Action Plan (BSAP) umfasst die Themenbereiche Eutrophierung, gefährliche Stoffe, maritime Aktivitäten und Biodiversität und wurde im November 2007 verabschiedet. Man kam darin u. a. überein, die Stickstoffeinträge um 18% und die Phosphoreinträge um 42% zu senken.

Im Rahmen der Helsinki-Konvention wurde außerdem eine zwischenstaatliche Kommission eingerichtet, die die Maßnahmen der Anrainerstaaten zum Schutz der Meeresumwelt im Ostseeraum steuern und koordinieren soll. Diese Helsinki-Kommission (HELCOM) bewertet seit 1980 alle fünf Jahre den Zustand der Ostsee - auch hinsichtlich der Eutrophierung - und spricht Empfehlungen aus.¹ Die fünfte periodische Bewertung des Nährstoffgehaltes der Ostsee (Eutrophication in the Baltic Sea) wurde in den Baltic Sea Environment Proceedings No. 115B publiziert (Helsinki-Kommission 2009). Darüber hinaus ist die HELCOM die regionale Koordinierungsstelle für die Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) in der Ostsee.

Unabhängig von den Maßnahmen der Ostsee-Anrainerstaaten wurde auf europäischer Ebene mit der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL 2008/56/EG) ein rechtsverbindlicher Rahmen geschaffen, der die Mitgliedsstaaten auffordert, einen guten Zustand der Meeresumwelt bis 2020 zu erreichen und weiterhin zu erhalten. Die Länder sind dazu verpflichtet, Berichte zum aktuellen Ausgangszustand der Meeresgewässer, zur Charakterisierung des angestrebten guten Umweltzustandes und zur Festlegung der dazugehörigen Indikatoren vorzulegen. Die Richtlinie selbst enthält 11 qualitative Deskriptoren zur Festlegung des guten Umweltzustandes. Der Deskriptor Nr. 5 lautet: *„Die vom Menschen verursachte Eutrophierung ist auf ein Minimum reduziert; das betrifft insbesondere deren negative Auswirkungen wie Verlust der biologischen Vielfalt, Verschlechterung des Zustands der Ökosysteme, schädliche Algenblüten sowie Sauerstoffmangel in den Wasserschichten nahe dem Meeresgrund.“*

1 Periodic Assessment of the State of the Environment of the Baltic Sea and Baltic Sea Pollution Load Compilation

2. Nährstoffeinträge in die Ostsee

2.1. Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor

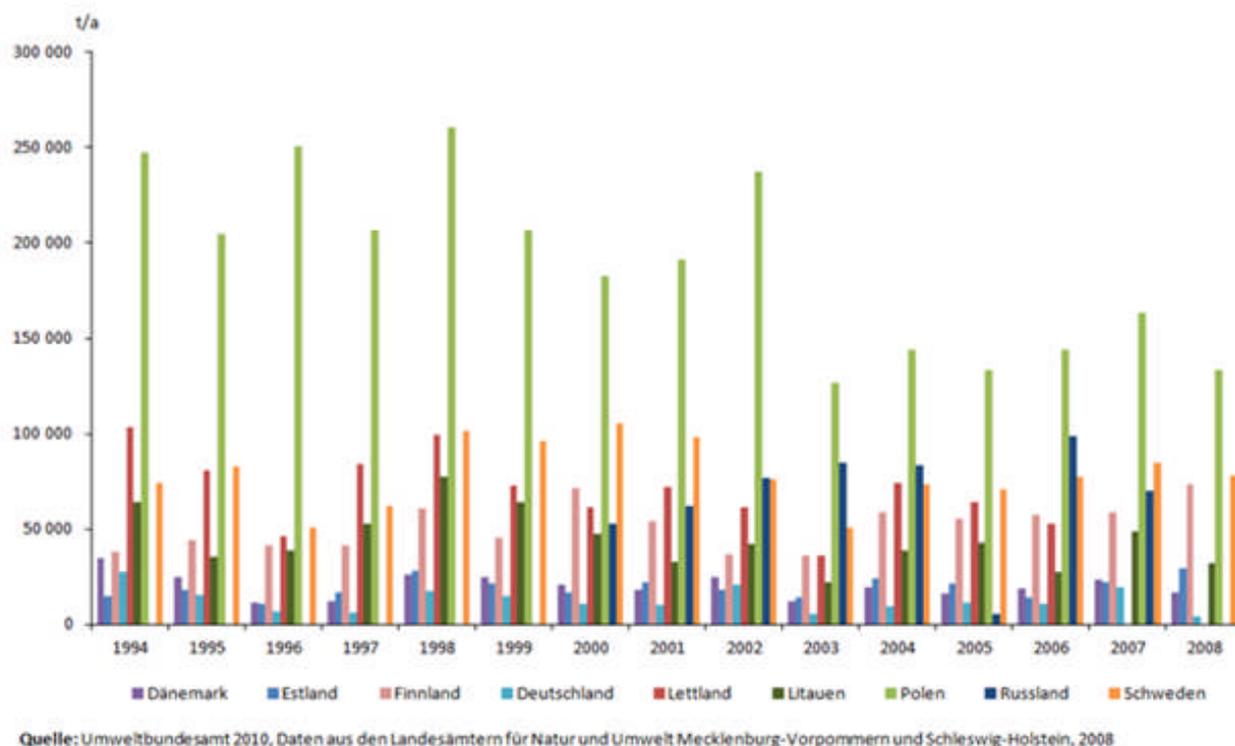


Abb. 1: Gesamtstickstoffeinträge der Ostsee-Anrainerstaaten

Die Nährstoffeinträge in die Ostsee stammen hauptsächlich aus der Landwirtschaft, kommunalen Kläranlagen, Kraftwerken, dem Verkehr und Industriebetrieben. Ungefähr 95 Prozent der in die Atmosphäre emittierten Stickoxidverbindungen stammen aus dem Verkehr und aus Kraftwerken einschließlich industrieller Feuerungsanlagen. Hinzu kommen Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft. Der Beitrag industrieller Abwässer zur Nährstoffbelastung der Ostsee ist in Deutschland relativ gering, da sich im deutschen Ostsee-Einzugsgebiet nur kleinere Industriestandorte befinden.

Im Jahr 2008 wurden insgesamt 367.647 Tonnen Stickstoff und 22364 Tonnen Phosphor in die Ostsee eingetragen. Dabei haben die einzelnen Anliegerstaaten einen sehr unterschiedlichen Anteil an den Nährstoffeinträgen in die Ostsee. Insgesamt betragen die von deutscher Seite landbürtig in die Ostsee eingeleiteten Nährstoffe zwei Prozent der Gesamtfracht. Die größten Einträge von Phosphor und Stickstoff stammen aus dem polnischen Raum.

Die Einträge in die Oberflächengewässer im deutschen Ostsee-Einzugsgebiet verringerten sich zwischen 1985 und 2005 von 63.018 Tonnen pro Jahr Stickstoff auf 31.414 Tonnen pro Jahr Stickstoff und 3.645 Tonnen pro Jahr Phosphor auf 865 Tonnen pro Jahr Phosphor. Damit sind die Stickstoff- und Phosphoreinträge im Jahr 2005 gegenüber dem Vergleichsjahr 1985 auf die Hälfte für Stickstoff und um 76 Prozent für Phosphor zurückgegangen. Die Bilanzierung der Nährstoffeinträge in die Oberflächengewässer im deutschen Ostsee-Einzugsgebiet zeigt, dass die Reduktionsziele (Verringerung um jeweils 50 Prozent) für Phosphor in hohem Maße und für Stickstoff knapp erreicht wurden.

Die Verringerung der Stickstoffeinträge um 50 Prozent konnte hauptsächlich durch den starken Rückgang der Einträge aus Punktquellen in der Größenordnung von 85 Prozent erreicht werden. Der Anteil der Stickstoffeinträge aus Punktquellen an den Gesamtstickstoffeinträgen verringerte sich dabei im Untersuchungszeitraum von 25 Prozent auf 9 Prozent. Demgegenüber nahm die Bedeutung der diffusen Quellen zu, wobei der Eintrag über die Landwirtschaft mit 82 Prozent die entscheidende Rolle spielt.

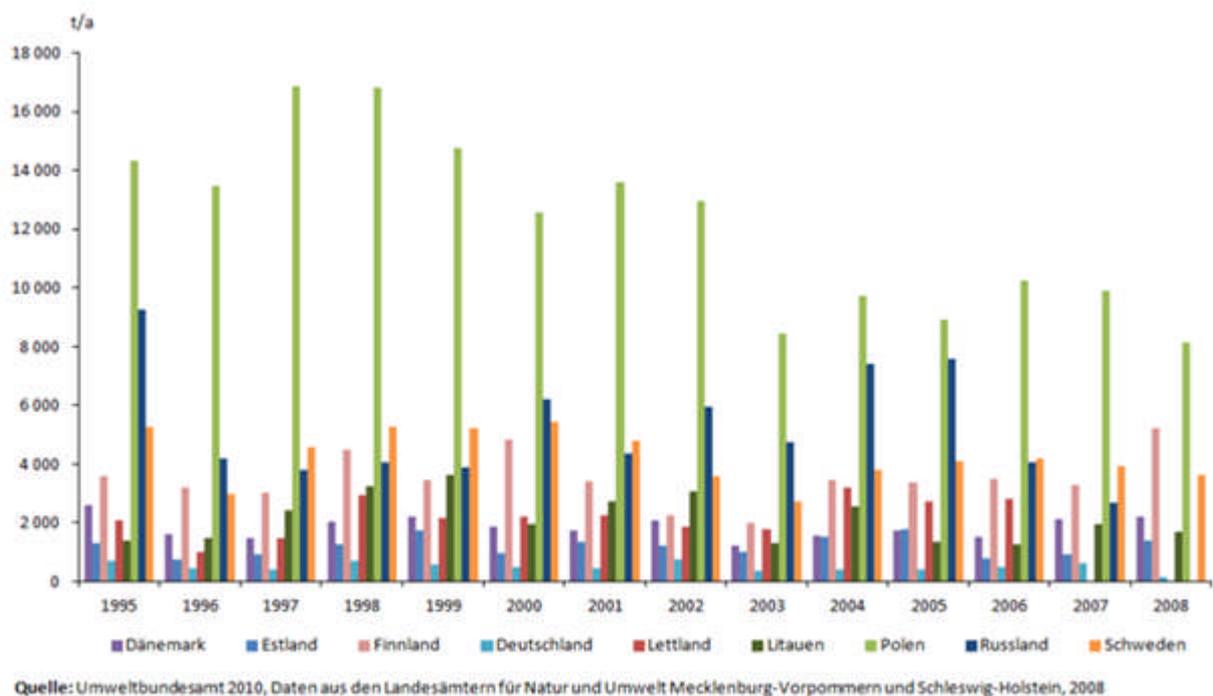


Abb. 2: Gesamtposphoreinträge der Ostsee-Anrainerstaaten

Andere Formen der Aufbereitung dieser Daten finden sich in den Baltic Sea Environment Proceedings No. 115B S. 77 – 80 (Helsinki-Kommission 2009), siehe auch Abb. 3.

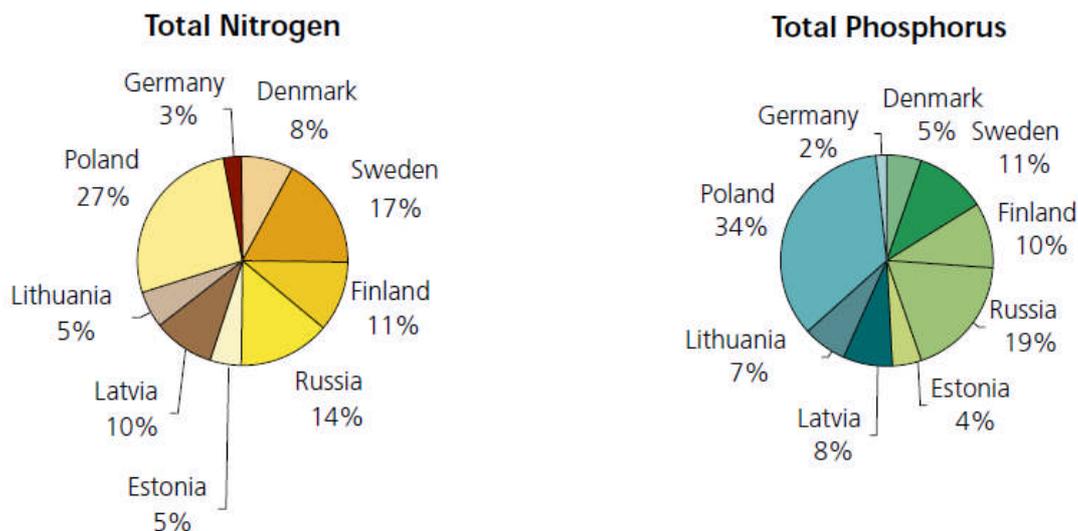


Abb. 3: Jährliche durchschnittliche Zulaufmengen an Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor in die Ostsee durch die HELCOM-Staaten zwischen 2001 und 2006

Quelle: Helsinki-Kommission (2009)

2.2. Biochemischer Sauerstoffbedarf

Der BSB₅ (biochemischer Sauerstoffbedarf) gibt die Menge an Sauerstoff an, die innerhalb von 5 Tagen benötigt wird, um im Wasser vorhandene organische Stoffe durch Mikroorganismen biologisch abzubauen und ist ein typischer Parameter der Abwasseranalytik. Für Deutschland gilt generell der BSB₅, in den nordischen Ländern ist der BSB₇ üblich. Der BSB wird in der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie nicht als Indikator genannt und wird weniger zur Charakterisierung von Oberflächengewässern als speziell für Klärwerksabläufe verwendet. Demzufolge findet man nur wenig Datenmaterial über BSB-Zulaufmengen der Ostsee-Anrainerstaaten.

Im Jahr 2000 wurden insgesamt 1.130.000 Tonnen BSB₇, 745.000 Tonnen Stickstoff (Gesamt-N) und 34.600 Tonnen Phosphor (Gesamt-P) in die Ostsee eingetragen. Davon stammen ca. 82 Prozent der BSB₇- und 77 Prozent der Stickstoff- und Phosphorfracht aus den Ostseezuflüssen. Der Anteil von Schadstofffrachten aus unbeobachteten Einzugsgebieten liegt bei 10 bis 17 Prozent und der Anteil aus kommunalen Kläranlagen und Industriebetrieben, die direkt in die Ostsee einleiten, liegt unterhalb 10 Prozent. Die Anteile der einzelnen Staaten am BSB₇-Eintrag sind in der Abb. 4 dargestellt.

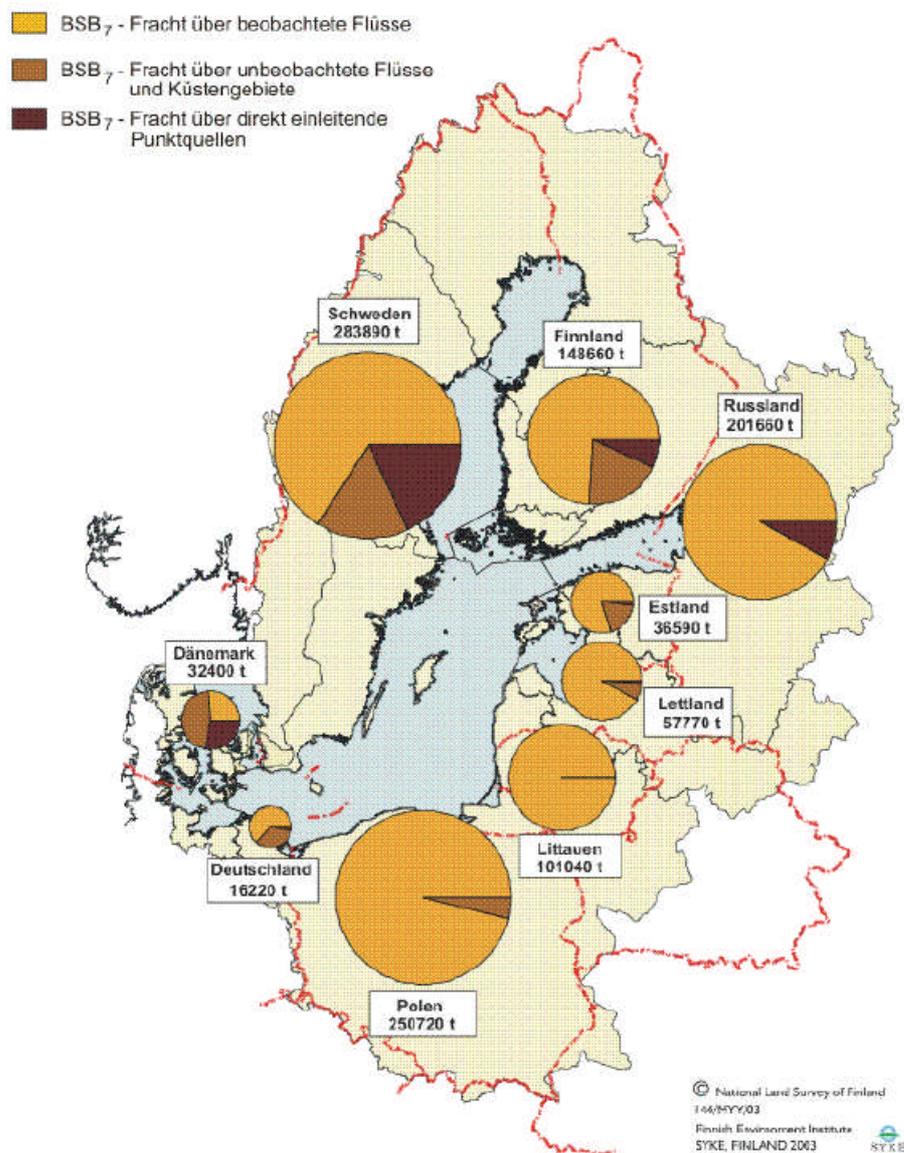


Abb. 4: BSB₇-Eintrag der HELCOM-Vertragsstaaten im Jahr 2000 über die in die Ostsee einmündenden Flüsse, unbeobachtete Flüsse und Küsteneinzugsgebiete und über direkt in die Ostsee einleitende Punktquellen (z. B. industrielle Direkteinleiter, kommunale Kläranlagen und Aquakulturen)

Quelle: Helsinki-Kommission (2004)

3. Ökologische Folgen der Nährstoffbelastung

Der Eintrag von Stickstoff und Phosphorsalzen in die Meeresgewässer führt zu einer Eutrophierung (=Nährstoffanreicherung). Obwohl die Nährstoffeinträge seit den 80er Jahren zurückgegangen sind, gilt die Ostsee bis heute als stark eutrophiert. Da der Wasseraustausch zur Nordsee nur gering ist, können sich die eingetragenen Phosphor- und Stickstoffsalze anreichern.

Die Eutrophierung führt zu übermäßiger Phytoplanktonblüte - Algenmassenentwicklung, toxische Algenblüten, Massenentwicklung von Cyanobakterien (sog. „Blualgen“) - und in deren Folge zur Verminderung der Sichttiefe, zum Rückgang von bodenständigen Algen und Seegraswiesen und zur Beeinträchtigung bodenlebender Tiere. Mit dem Ende der Wachstumsperiode kommt es zum massenhaften Absinken des Phytoplanktons. Der Abbau des organischen Materials führt dann zu einer Verminderung des Sauerstoffgehaltes am Meeresboden (sog. Sauerstoffzehrung) und hohen Schwefelwasserstoffkonzentrationen. Die Abbauprozesse unter sauerstoffarmen Bedingungen haben wiederum zu Folge, dass Phosphat aus dem Sediment freigesetzt wird. So kommt es zu der Situation, dass „Blualgen“, die selbst den Stickstoff aus der Atmosphäre binden und ins Ökosystem eintragen, bei ihrem massenhaften Abbau auch zur Mobilisierung des Phosphats aus dem Meeresboden beitragen. Daraus entsteht eine Rückkopplung, so dass auch nach erfolgreicher Reduktion der Nährstoffbelastung erst mit großer Zeitverzögerung mit einer Erholung des Ökosystems zu rechnen ist (Sachverständigenrat für Umweltfragen 2004).

Die Häufigkeit, Stärke und räumliche Ausdehnung von sauerstoffarmen Totzonen haben deutlich zugenommen. Vor der Küste Schleswig-Holsteins und Mecklenburg-Vorpommerns und auch vor Dänemark treten jeden Sommer und Herbst Sauerstoffdefizite am Boden auf. In den letzten Jahren wies durchschnittlich eine Fläche von 60.000 Quadratkilometern (bei einer Gesamtfläche der Ostsee von 412.560 Quadratkilometern) die Anzeichen von Sauerstoffmangel auf (Conley 2012).

Die Eutrophierung wirkt sich insbesondere auf das Makrozoobenthos aus. Der Begriff umfasst alle Tiere in der Größe von 0,5 bis 1 Millimeter, die auf und im Meeresboden leben. In der Ostsee sind dies hauptsächlich Meeresborstenwürmer, Muscheln und Schnecken. Vergleiche historischer Untersuchungen aus den 1930er Jahren mit heutigen Erhebungen lassen für fast alle damals untersuchten Ostseeböden eine Verschlechterung des Zustands des Makrozoobenthos erkennen. Grundsätzlich lassen sich beispielsweise die an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns festgestellten Effekte auf die Eutrophierung zurückführen, obschon die Zunahme der Nährstoffe nicht direkt mit den beobachteten Veränderungen korreliert. Kaum eine der im Gebiet lebenden Arten toleriert Sauerstoffkonzentrationen unter zwei Milligramm je Liter über längere Zeit, dazu zeitweise noch hohe Schwefelwasserstoffkonzentrationen. Nicht zuletzt ist dadurch auch der Lebensraum von Grundfischbeständen wie beispielsweise vom Dorsch bedroht. Insgesamt verursacht die Überfrachtung mit Nährstoffen einen Eingriff in das gesamte Ökosystem der Ostsee, den Verlust der biologischen Vielfalt und eine Verschiebung des Artenspektrums wobei Algenmassenentwicklungen, toxische Algenblüten, „Blualgentepiche“ und Fischsterben nur die von jedermann sichtbaren Anzeichen sind. Mit Ausnahme der südlichen Ostsee haben sich die Sichttiefen seit den 1970er Jahren stetig verschlechtert. Seegraswiesen und Makroalgen sind durch die Eutrophierung stark beeinträchtigt. Besonders die südwestlichen und westlichen Gebiete der Ostsee leiden unter saisonalem oder ständigem Sauerstoffmangel.

Um den Eutrophierungszustand der Ostsee zu bewerten, hat HELCOM ein harmonisiertes Verfahren entwickelt (HEAT = HELCOM Eutrophication Assessment Tool). Mit diesem Verfahren werden sowohl direkte Eutrophierungseffekte wie Nährstoffeinträge über Flüsse und Atmosphäre, Nährstoffkonzentrationen, Chlorophyll a, Sichttiefen, Makrozoobenthos und Makroalgenwachstum als auch indirekte Effekte wie Sauerstoffmangel erfasst. Der HELCOM-Bericht *Eutrophication in the Baltic Sea (2009)* gelangt zu dem Schluss, dass nur 13 der 189 untersuchten Gebiete als nicht eutrophiert eingestuft werden können (s. Abb. 4).

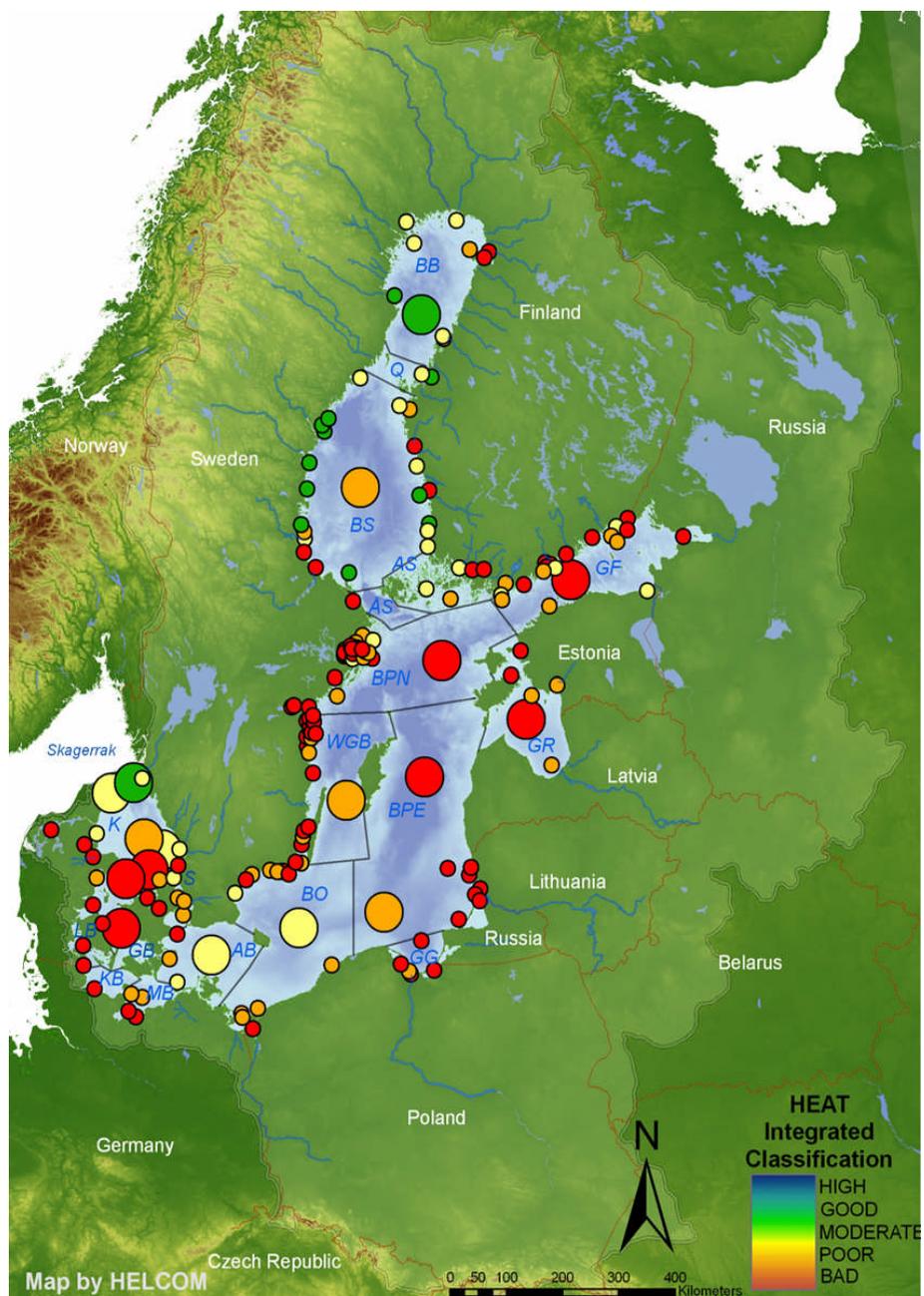


Abb. 4: Klassifizierung des Eutrophierungsstatus basierend auf 189 Messstationen - von blau (= nährstoffarm, oligotrophes Gewässer) über grün, gelb und rot (=stark von Eutrophierung betroffen) zunehmend. Große Kreise stellen die Ostseebecken dar, während kleine Kreise Küstenregionen markieren. Klassifizierung nach HEAT = HELCOM Eutrophication Assessment Tool. Quelle: Helsinki-Kommission (2009)

4. Reduktionsziele des Ostsee-Aktionsplans

Um bis 2020 den guten Zustand der Ostsee zu erreichen wurden als maximal zulässige Einträge insgesamt ca. 20.000 Tonnen Phosphor und 600.000 Tonnen Stickstoff pro Jahr festgelegt. Bis spätestens 2016 sollen geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um dieses Ziel zu erreichen. Auf der Grundlage der von 1993 bis 2007 bereits erfolgten Einträge ergibt sich daraus ein Reduktionsbedarf von 15.250 Tonnen Phosphor und 135.000 Tonnen Stickstoff. Die Nährstoffreduktionsziele für die einzelnen Anrainerstaaten sind in der folgenden Tabelle dargestellt. Die Ziele sind vorläufig und können ggf. aufgrund von neueren Messwerten anhand der Indikatoren Sichttiefe, Nährstoffe, Chlorophyll a und Sauerstoff angepasst werden.

Vertragsstaat	Phosphor (t)	Stickstoff (t)
Dänemark	16	17.210
Deutschland	240	5.620
Estland	220	900
Finnland	150	1,200
Lettland	300	2,560
Litauen	880	11,750
Polen	8,760	62,400
Russland	2,500	6,970
Schweden	290	20,780
Belarus/Gemeins. Pool	1,660	3,780

Abb. 5: Nährstoffreduktionsziele des BSAP - Baltic Sea Action Plan (2007). Quelle: Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, 17. Gewässersymposium 13.09.2012. Im Internet:

http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/03_carstens_aktivitaeten_helcom.pdf

5. Literatur und Quellen

██████████ Ecology: Save the Baltic Sea. In: Nature, Juni 2012, Band 486, S. 463-464.
Im Internet: <http://www.nature.com/nature/journal/v486/n7404/pdf/486463a.pdf> [Stand: 04.12.2012]

HELCOM Baltic Sea Action Plan (2007). Im Internet:
http://www.helcom.fi/stc/files/BSAP/BSAP_Final.pdf [Stand: 26.11.2012]

Helsinki-Kommission (2004). The Fourth Baltic Sea Pollution Load Compilation (PLC-4), Baltic Sea Environment Proceedings No. 93. Im Internet:
<http://www.helcom.fi/stc/files/Publications/Proceedings/bsep93.pdf> [Stand: 26.11.2012]

Helsinki-Kommission (2009). Eutrophication in the Baltic Sea, Baltic Sea Environment Proceedings No. 115B. Im Internet:
http://meeting.helcom.fi/c/document_library/get_file?p_l_id=79889&folderId=377779&name=DLFE-36818.pdf [Stand: 26.11.2012]

Helsinki-Kommission (2012). Fifth Baltic Sea Pollution Load Compilation (PLC-5), Baltic Sea Environment Proceedings No. 128A. Im Internet:
http://www.helcom.fi/stc/files/Publications/Proceedings/BSEP128A_HigherResolution.pdf
[Stand: 04.12.2012]

SRU- Sachverständigenrat für Umweltfragen (2004). Meeresumweltschutz für Nord- und Ostsee. Im Internet:
http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2004_SG_Meeresumweltschutz_fuer_Nord_und_Ostsee.pdf?__blob=publicationFile [Stand: 26.11.2012]

Umweltbundesamt (2012). Ostsee. September 2012, im Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/umwelt/welt.de/umweltdaten/public/theme.do;jsessionid=185538A2D4029AB65842EBB3A02F5DE2?nodeIdent=2409> [Stand: 10.12.2012].