

Überregionale Anforderungen an die Reduktion von Phosphor

Dr. Wera Leujak, Umweltbundesamt, Fachgebiet II 2.3 Meeresschutz



Vortragsinhalte im Überblick

Nordsee

- Eutrophierungszustand, angestrebte Reduktionsziele, Verschiebung der N/P Verhältnisse

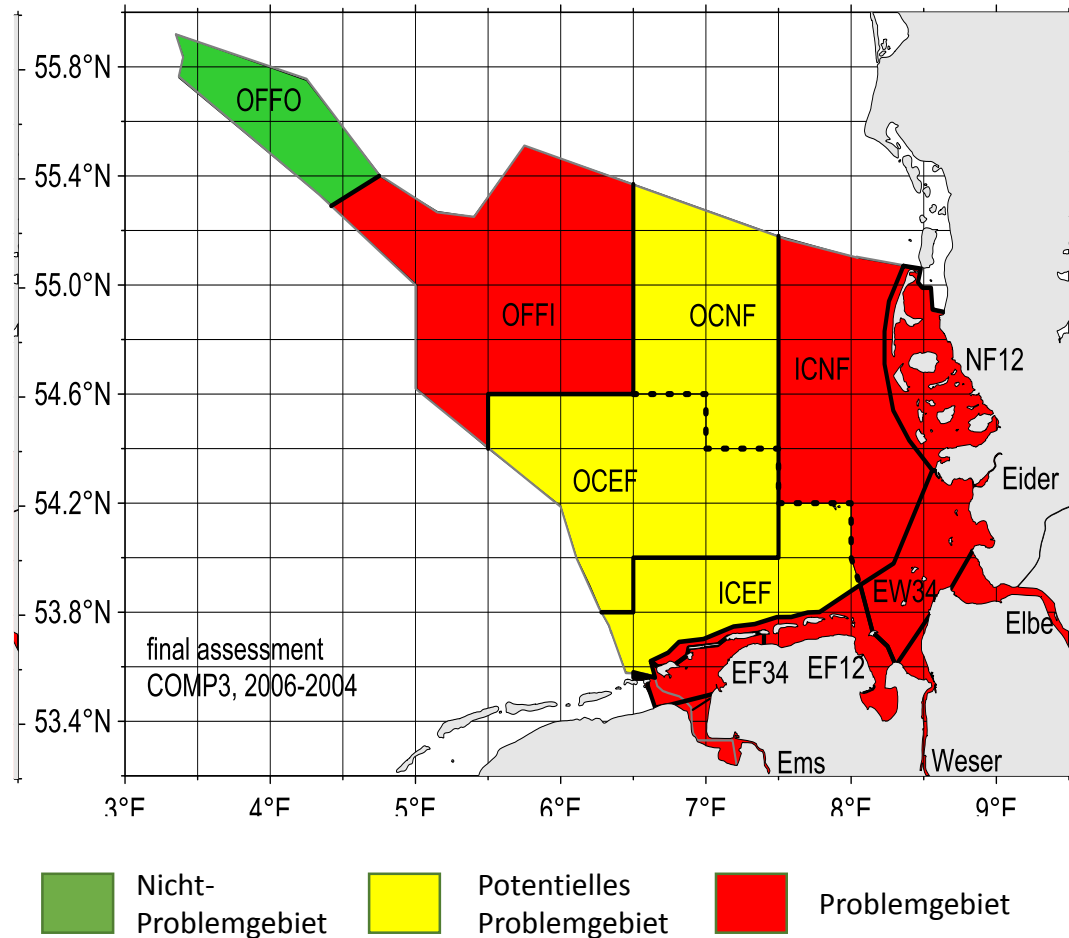
Ostsee

- Eutrophierungszustand, P Reduktionsziel des Ostseeaktionsplans & follow-up, atmosphärische P-Deposition, HELCOM Maßnahmen, P-Rücklösung aus dem Sediment, Interne Maßnahmen

Ziele der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie

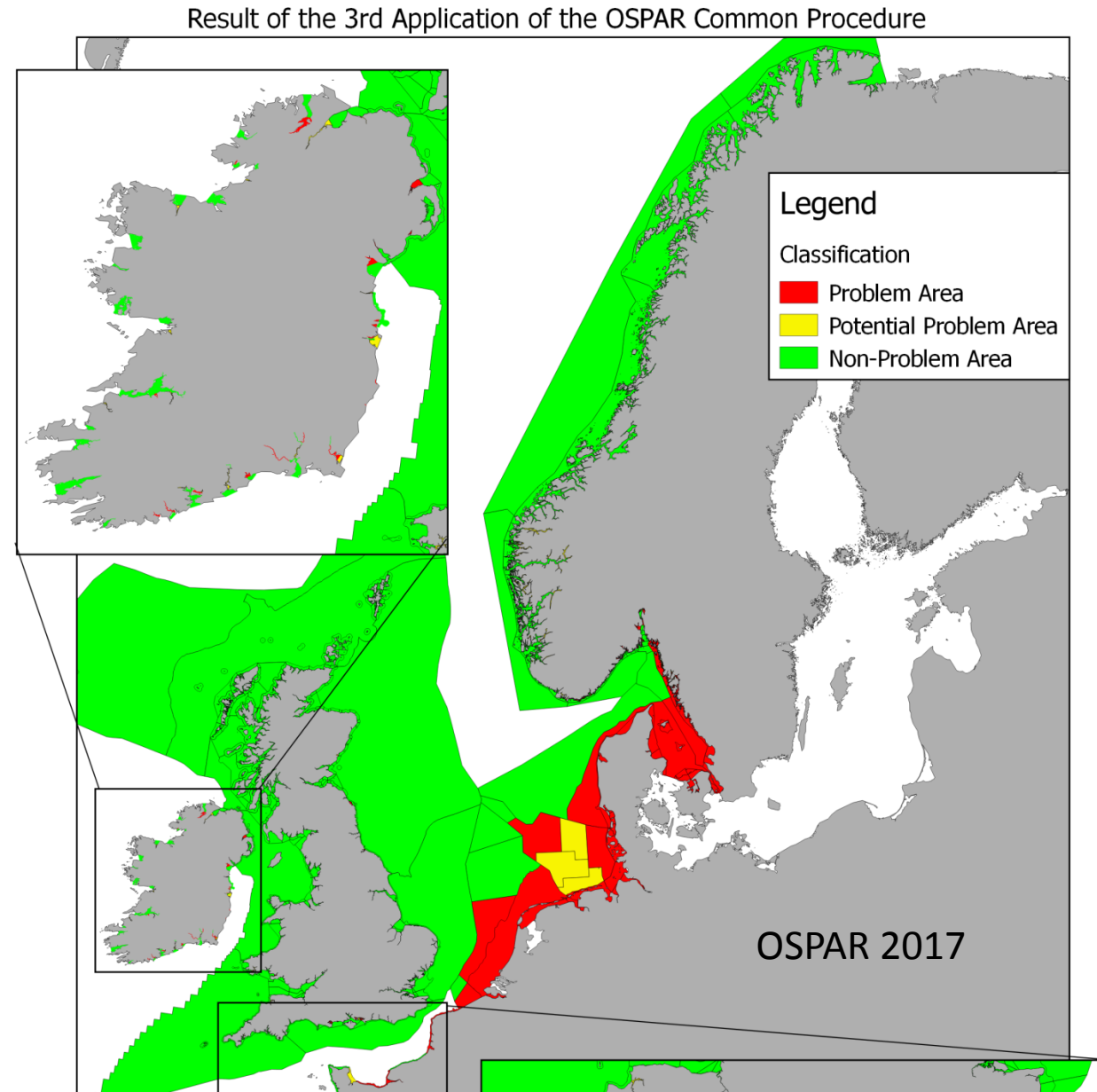
Schlussfolgerungen

Eutrophierungszustand der Nordsee gemäß OSPAR



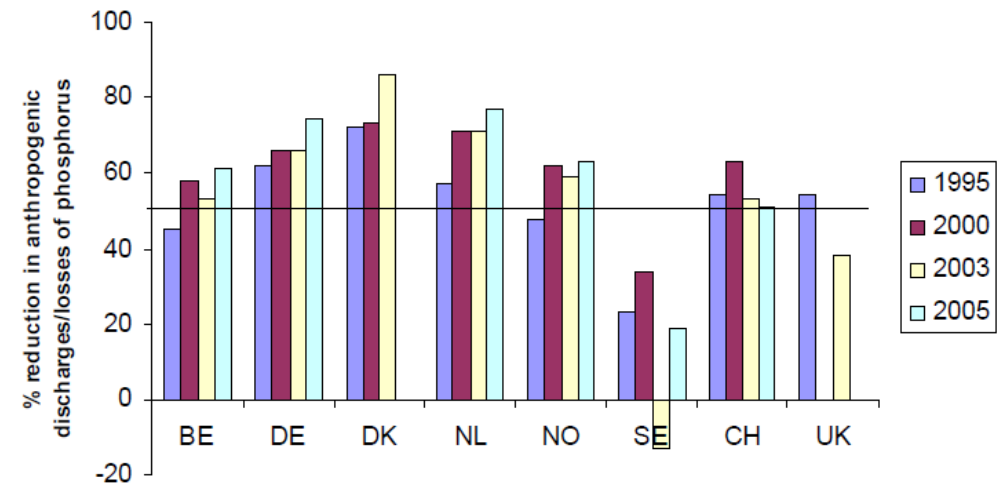
Datenbasis 2006-2014

Brockmann et al. 2017



OSPAR Reduktionsziele

- 2. Internationale Nordseeschutzkonferenz 1987 – politisches Reduktionsziel 50% bis 1995
- Fortschreibung des Ziels auf der 4. Nordseeschutzkonferenz 1995
- Ziel gilt bis heute und wurde bisher nicht von allen Nordseeanrainern erreicht (UK,SE); letztes follow-up erfolgte basierend auf Daten bis 2005
- OSPAR Nordostatlantikstrategie: 2020 sollen alle OSPAR-Gebiete den Zustand Nicht-Problemgebiet haben; bis 2011 sollen individuelle Reduktionsziele für Problemgebiete gesetzt werden
- Bisher kein gemeinsames Vorgehen in OSPAR
- Modellierungsansätze betrachten bisher nur Stickstoff
- National: ECOHAM Modell (Uni Hamburg) wird in 2017 DIP /TP Reduktion implementieren



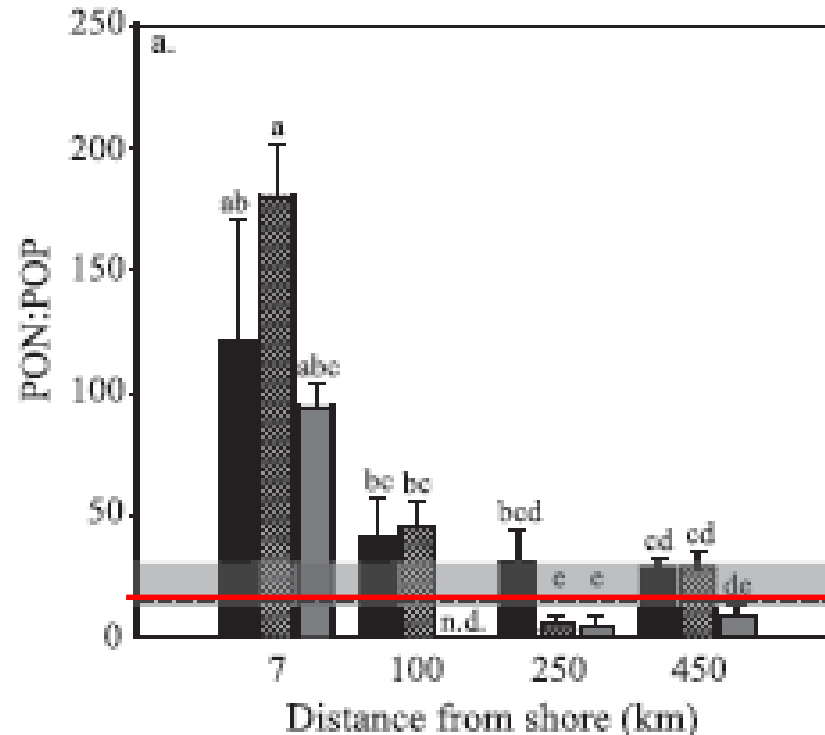
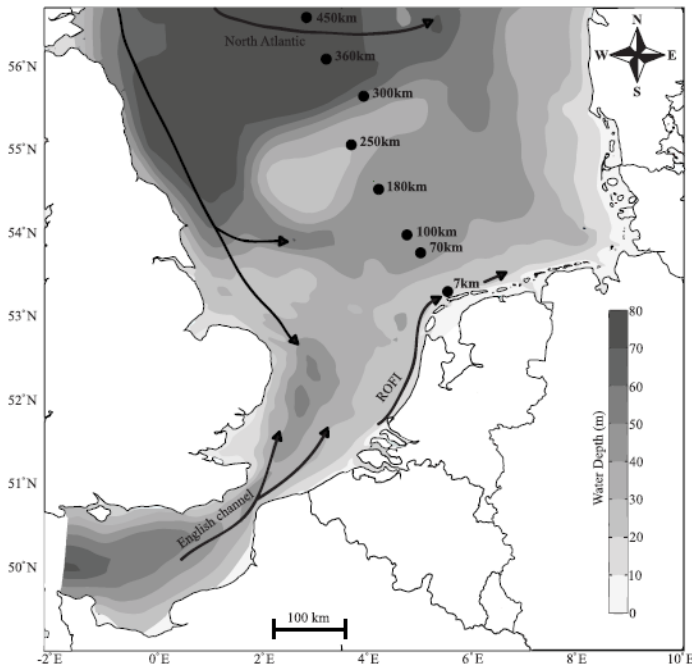
OSPAR Commission, 2008:

Nutrients in the Convention Area - Assessment of Implementation of PARCOM Recommendations 88/2 and 89/4

Für DE: Seit 1983 Rückgang der bilanzierten Phosphoreinträge um **70%**
2012-2014: 44% aus der Landwirtschaft, 35% aus Punktquellen

Verschiebung der N:P-Verhältnisse in der Nordsee

- Aktuelle Studie von Burson et al. 2016 „Unbalanced reduction of nutrient loads has created an offshore gradient from phosphorus to nitrogen limitation in the North Sea“
- Küstennahe N:P-Verhältnisse von 375:1, in der zentralen Nordsee 1:1
- Beeinflusst Wachstum, Artenzusammensetzung und Nahrungsqualität des Phytoplanktons
- Phaeocystis-Blüten nehmen ab, aber HABs (Dino- und Nanoflagellaten) nehmen zu
- Hohe C:P Verhältnisse des Phytoplanktons bedingen schlechte Nahrungsqualität für Zooplankton und benthische Filtrierer

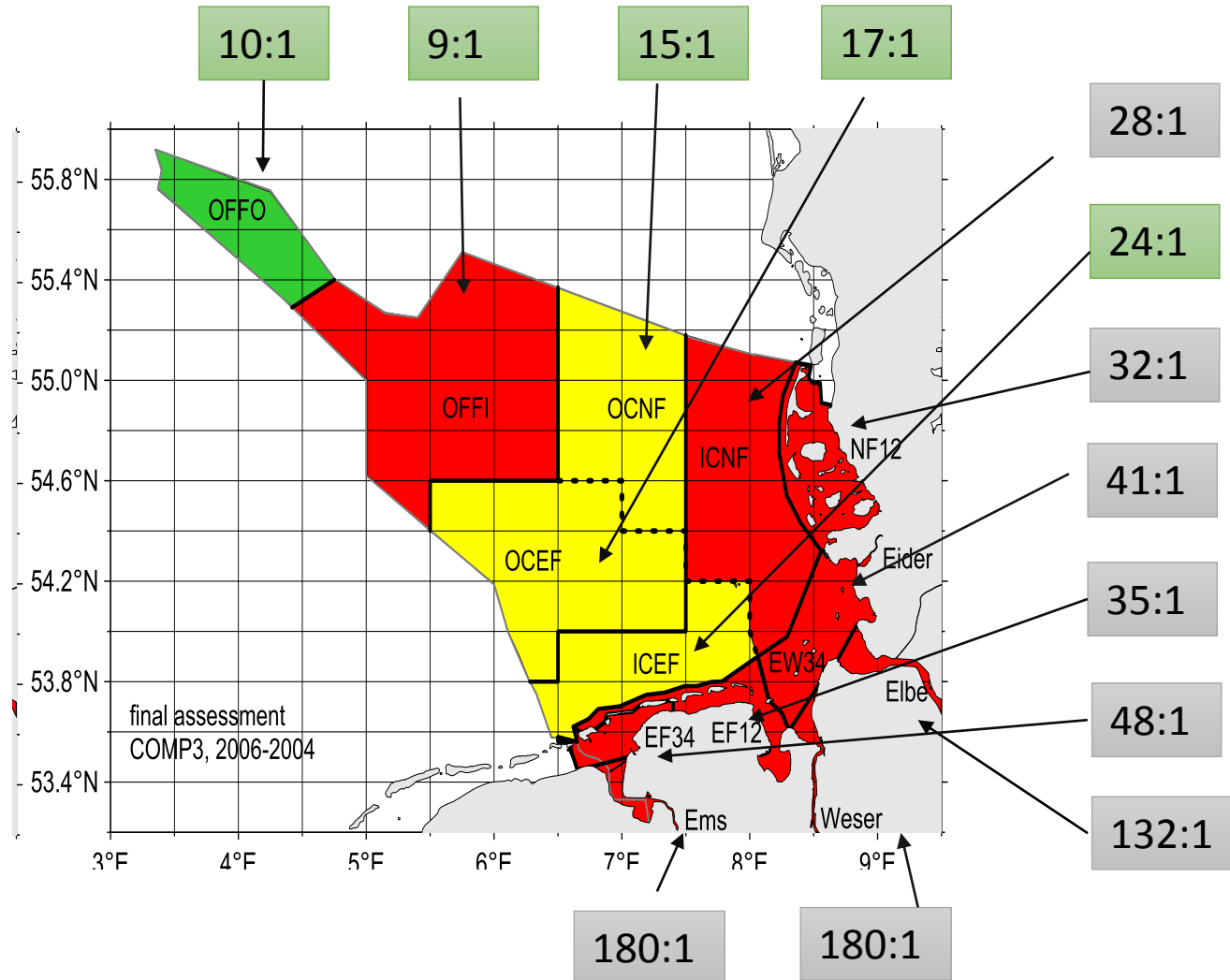


Redfield Ratio C:N:P = 106:16:1



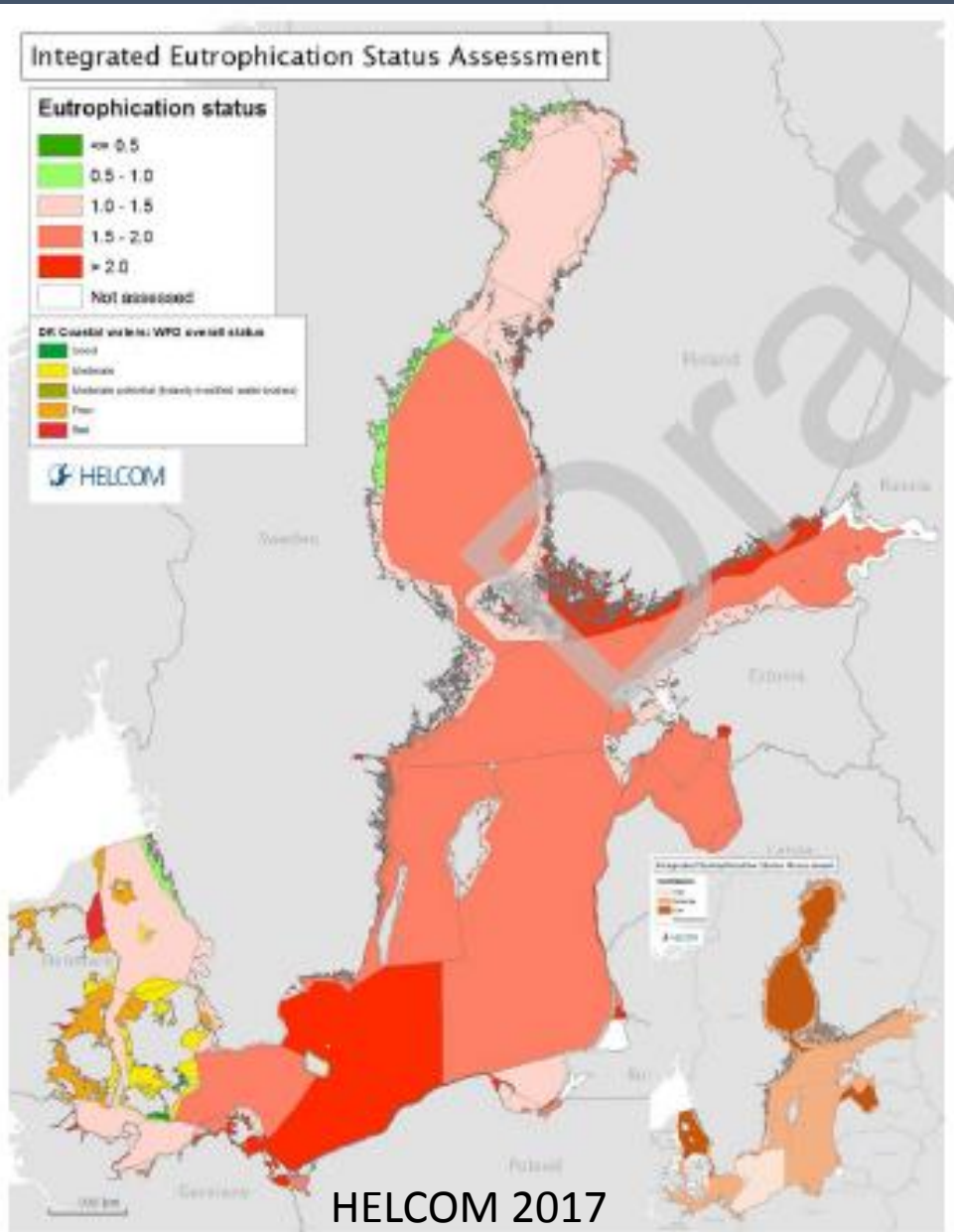
DIN:DIP-Verhältnisse in der deutschen Nordsee

Ergebnisse der nationalen OSPAR COMP 3 (Brockmann et al. 2017), Mittelwerte 2006-2014 (Winter Oktober-März)



Zielwert OSPAR ist 50% über Redfield Ratio (24:1) für alle Gewässer

Der Eutrophierungszustand der Ostsee gemäß HELCOM



Datenbasis 2011-2015

Besondere Rolle von Phosphor in der Ostsee

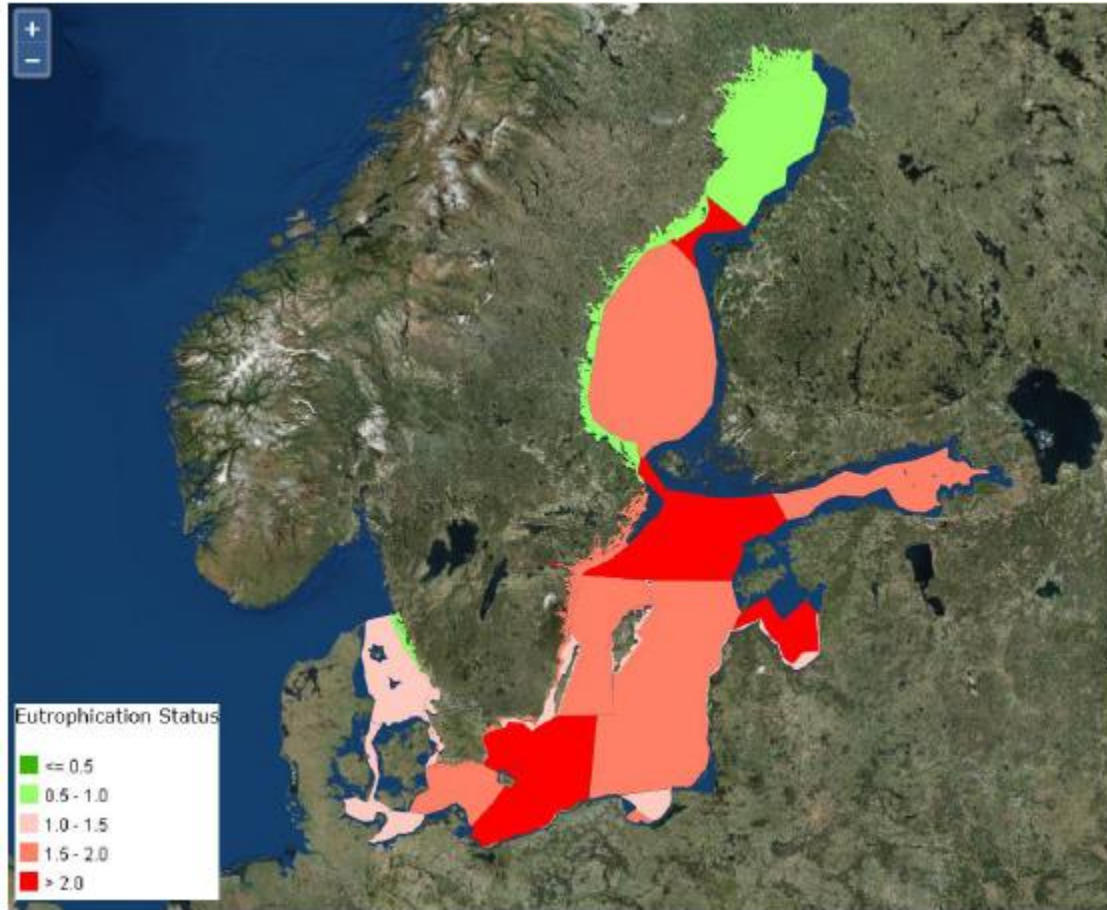
Blualgenblüte auf der zentralen Ostsee im Juli 2015



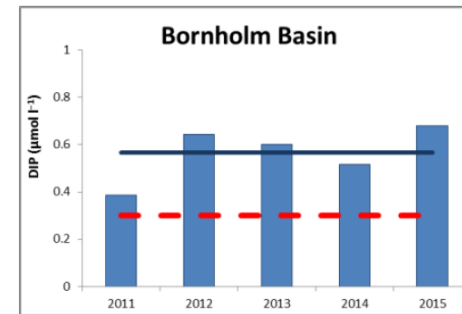
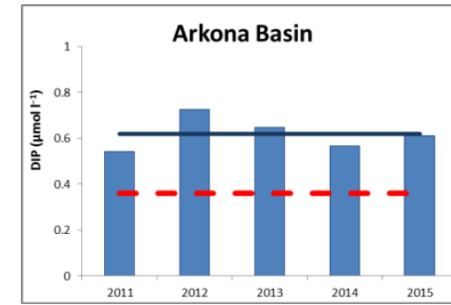
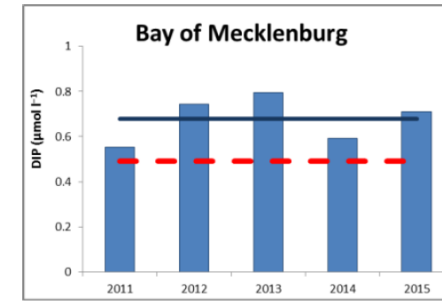
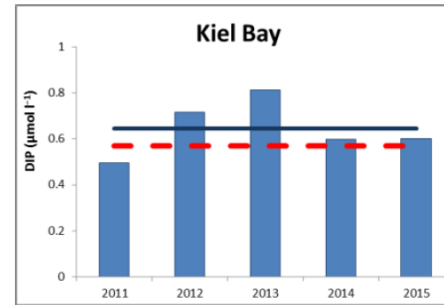
- Reduktion der Stickstoffeinträge in die Ostsee wird durch Stickstofffixierung der Cyanobakterien teilweise kompensiert (ähnlich wie in Seen)
- Deshalb ist eine Reduktion der Phosphoreinträge effektiver, um die Eutrophierung zu bekämpfen

Quelle: ESA, bereitgestellt von Brockmann Consult

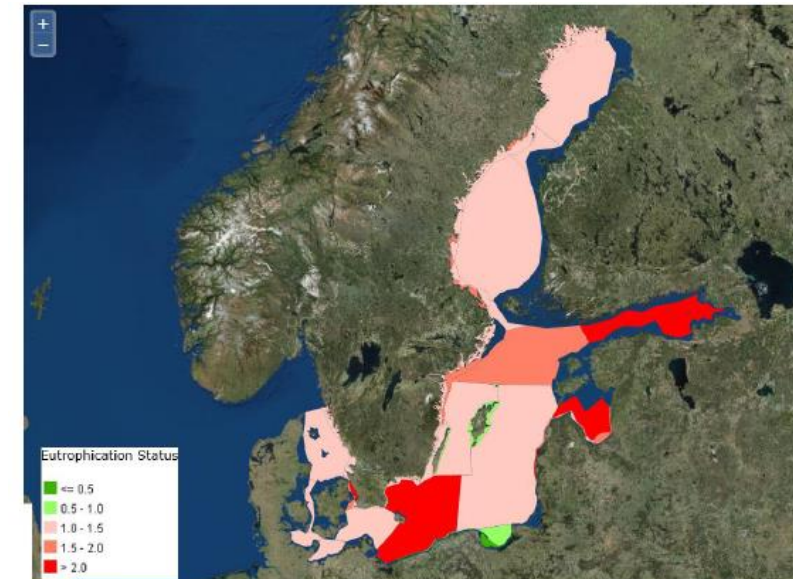
Bewertung der DIP-Konzentrationen in der Ostsee



Daten 2011-2015 (Indicator fact sheet HELCOM 2017)



Bewertung der DIN-Konzentrationen



Seit 1983 Rückgang der bilanzierten Phosphoreinträge um **78%**
2012-2014: 64% aus der Landwirtschaft, 20% Punktquellen

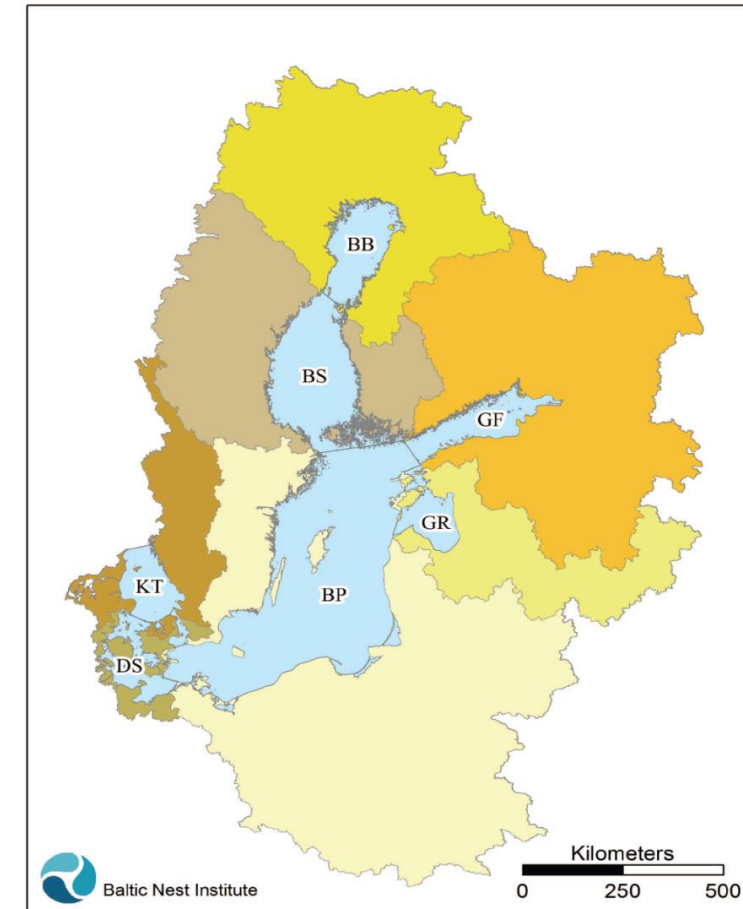
Nährstoffreduktionsziele des HELCOM Ostseeaktionsplans

- Erste Festlegung von Nährstoffreduktionszielen erfolgte bereits für den Ostseeaktionsplan 2007
- Wissenschaftliche Revision begann 2011 mit der Erarbeitung gemeinsamer Schwellenwerte für Eutrophierungsparameter (TARGREV-Projekt)
- BALTSEM: physikalisch-biogeochemisches 2D Modell, 7 horizontal homogene Becken
- Sensitivitätsanalyse: systematische Modellsimulationen mit reduzierten Nährstoffeinträgen (beginnend mit zentraler Ostsee) zur Abschätzung der maximal erlaubten Nährstoffeinträge
- Ministertreffen 2013 Beschluss überarbeiteter Nährstoffreduktionsanforderungen
- Reduktion der Phosphoreinträge um 41% (Stickstoffeinträge nur um 15%) gegenüber dem Referenzzeitraum

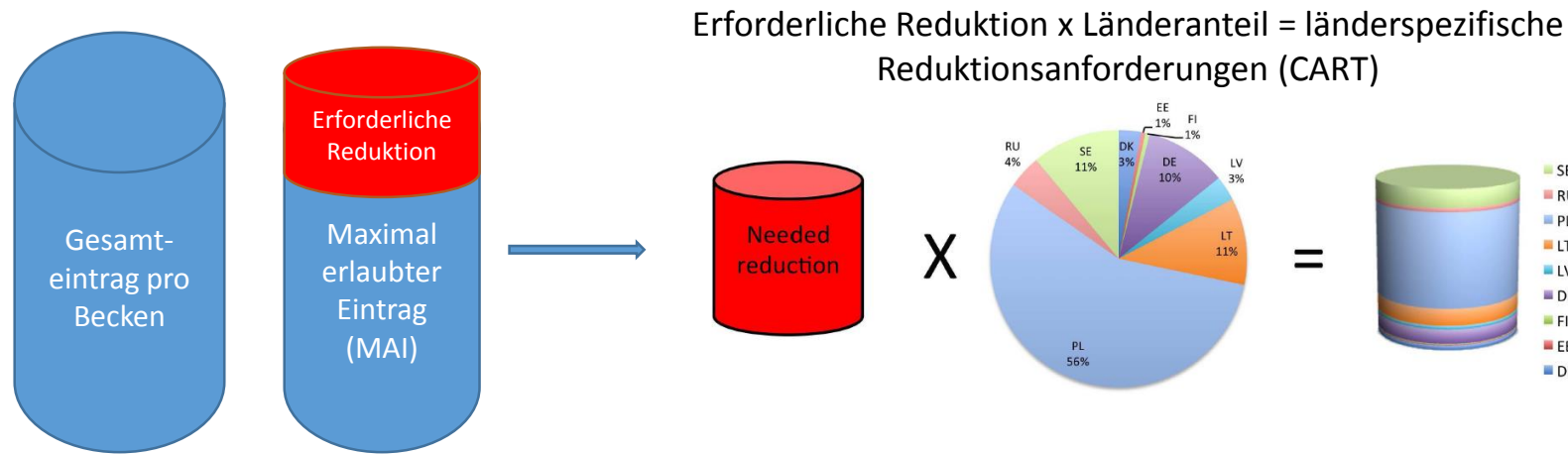
Maximal erlaubte Nährstoffeinträge (MAI) und erforderliche Reduktionen

| Baltic Sea Sub-basin | Maximum Allowable Inputs | | Reference inputs 1997-2003 | | Needed reductions | |
|----------------------|--------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-------------------|---------------|
| | TN, tons | TP, tons | TN, tons | TP, tons | TN, tons | TP, tons |
| Kattegat | 74,000 | 1,687 | 78,761 | 1,687 | 4,761 | 0 |
| Danish Straits | 65,998 | 1,601 | 65,998 | 1,601 | 0 | 0 |
| Baltic Proper | 325,000 | 7,360 | 423,921 | 18,320 | 98,921 | 10,960 |
| Bothnian Sea | 79,372 | 2,773 | 79,372 | 2,773 | 0 | 0 |
| Bothnian Bay | 57,622 | 2,675 | 57,622 | 2,675 | 0 | 0 |
| Gulf of Riga | 88,417 | 2,020 | 88,417 | 2,328 | 0 | 308 |
| Gulf of Finland | 101,800 | 3,600 | 116,252 | 7,509 | 14,452 | 3,909 |
| Baltic Sea | 792,209 | 21,716 | 910,344 | 36,894 | 118,134 | 15,178 |

Quelle: HELCOM Ministererklärung 2013



Nährstoffreduktionsziele des HELCOM Ostseeaktionsplans



Maximal erlaubte Nährstoffeinträge (CART)

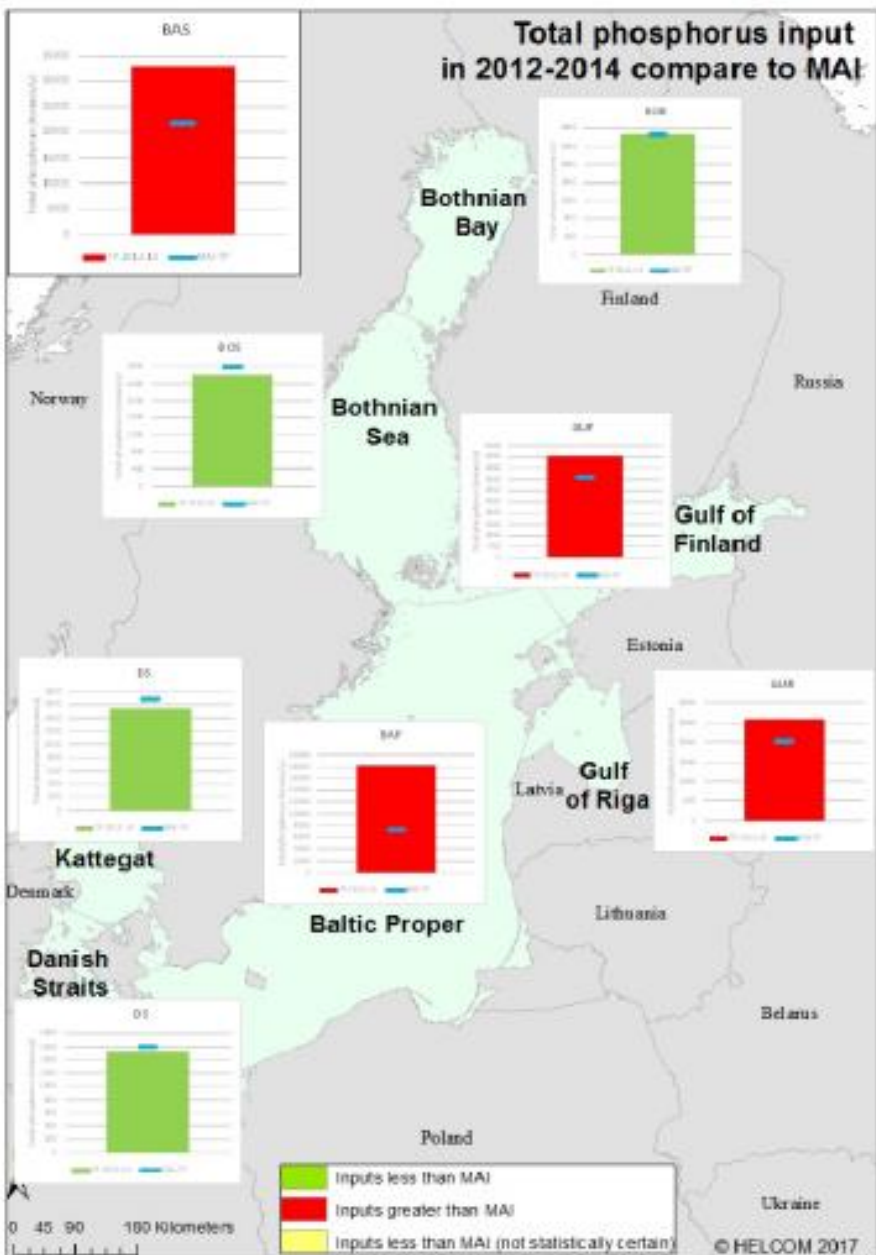
| | Nitrogen | Phosphorus |
|---------------------|------------|------------|
| Denmark | 2890 | 38 |
| Estonia | 1800 | 320 |
| Finland | 2430 +600* | 330 +26* |
| Germany | 7170 +500* | 110 +60* |
| Latvia | 1670 | 220 |
| Lithuania | 8970 | 1470 |
| Poland ² | 43610 | 7480 |
| Russia | 10380* | 3790* |
| Sweden | 9240 | 530 |

The figures are rounded

- Verfahren ist komplex
- Berücksichtigung der Retention
- Verursacherprinzip, Berücksichtigung von grenzüberschreitenden Einträgen
- Berücksichtigung der Reduktionen in der Schifffahrt (NECA) und der Implementierung des Göteborg-Protokolls

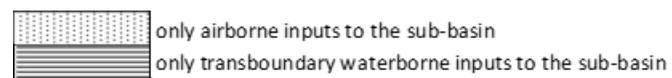
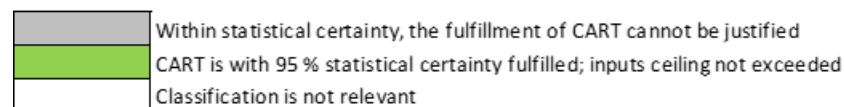
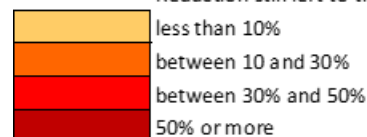
²Polnische Fußnote: At this point in time Poland accepts the Polish Country Allocated Reduction Targets as indicative due to the ongoing national consultations, and confirms their efforts to finalize these consultations as soon as possible.

Follow-Up der Phosphorreduktionsziele des Ostseeaktionsplans

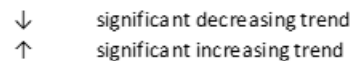


| Country/basin | Bothnian Bay | Bothnian Sea | Baltic Proper | Gulf of Finland | Gulf of Riga | Danish Straits | Kattegat |
|---------------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|--------------|----------------|----------|
| Denmark | | | ↓ | | | ↓ | ↓ |
| Estonia | | | ↓ | | ↓ | | |
| Finland | | ↓ | | | | | |
| Germany | | | ↓ | | | ↓ | |
| Latvia | | | ↑ | | ↑ | | |
| Lithuania | | | ↓ | | ↑ | | |
| Poland | | | ↓ | | | | |
| Russia | | | ↓ | | ↑ | | |
| Sweden | | ↓ | ↓ | | | ↓ | |
| Belarus | | | ↓ | | ↑ | | |
| Czech Republic | | | ↓ | | | | |
| Ukraine | | | ↓ | | | | |
| Baltic Sea shipping | | | | | | | |
| Other countries | | | | | | | |
| MAI | | ↓ | ↓ | | | ↓ | ↓ |

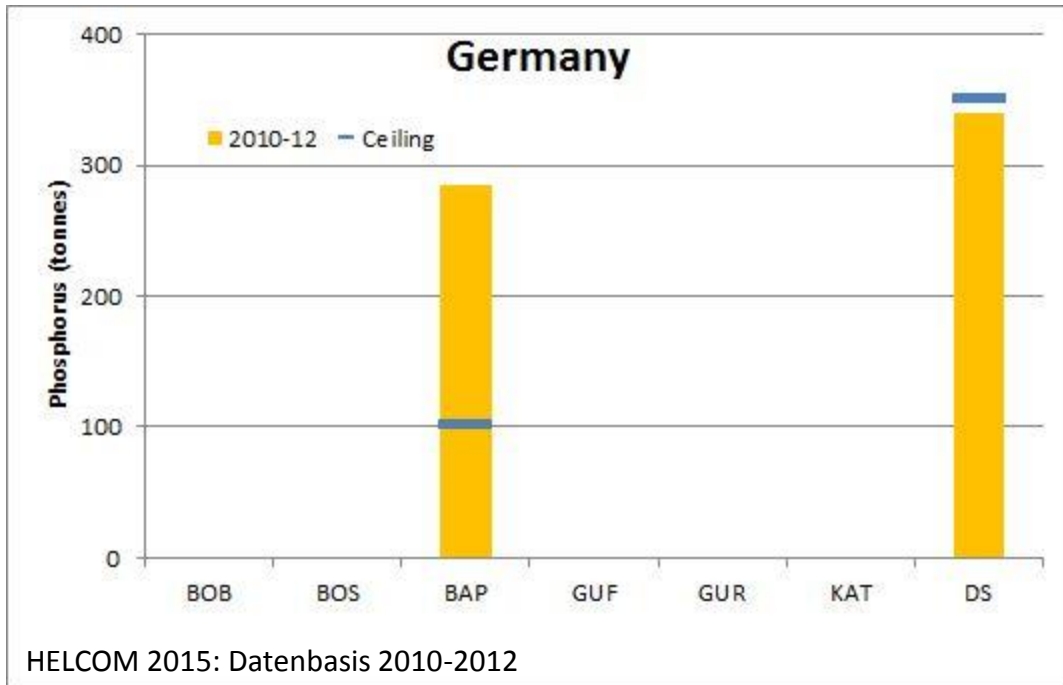
Reduction still left to the target* is



Arrows: trends in total nitrogen inputs from 1995 to 2012:



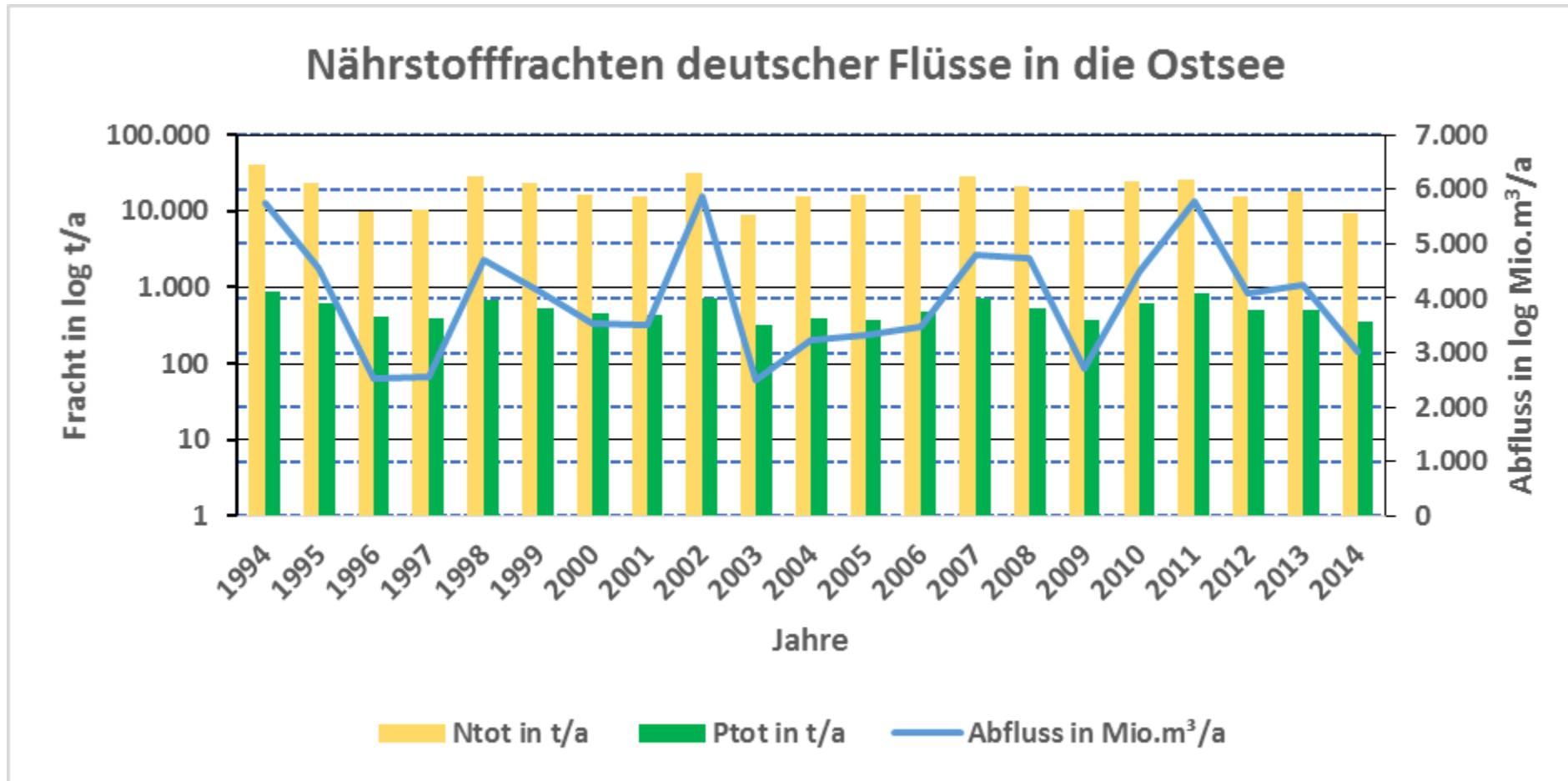
Follow-Up der Phosphoreinträge in die Ostsee für Deutschland



| | Zentrale Ostsee | Danish Straits |
|--|-----------------|----------------|
| Phosphor | | |
| Eintragungsschwelle | 101 | 351 |
| Eintrag 2012 | 295 | 309 |
| Eintrag 2012 einschließlich statist. Unsicherheit | | |
| Verbleibende Reduktionserfordernisse | 208 | 0 |

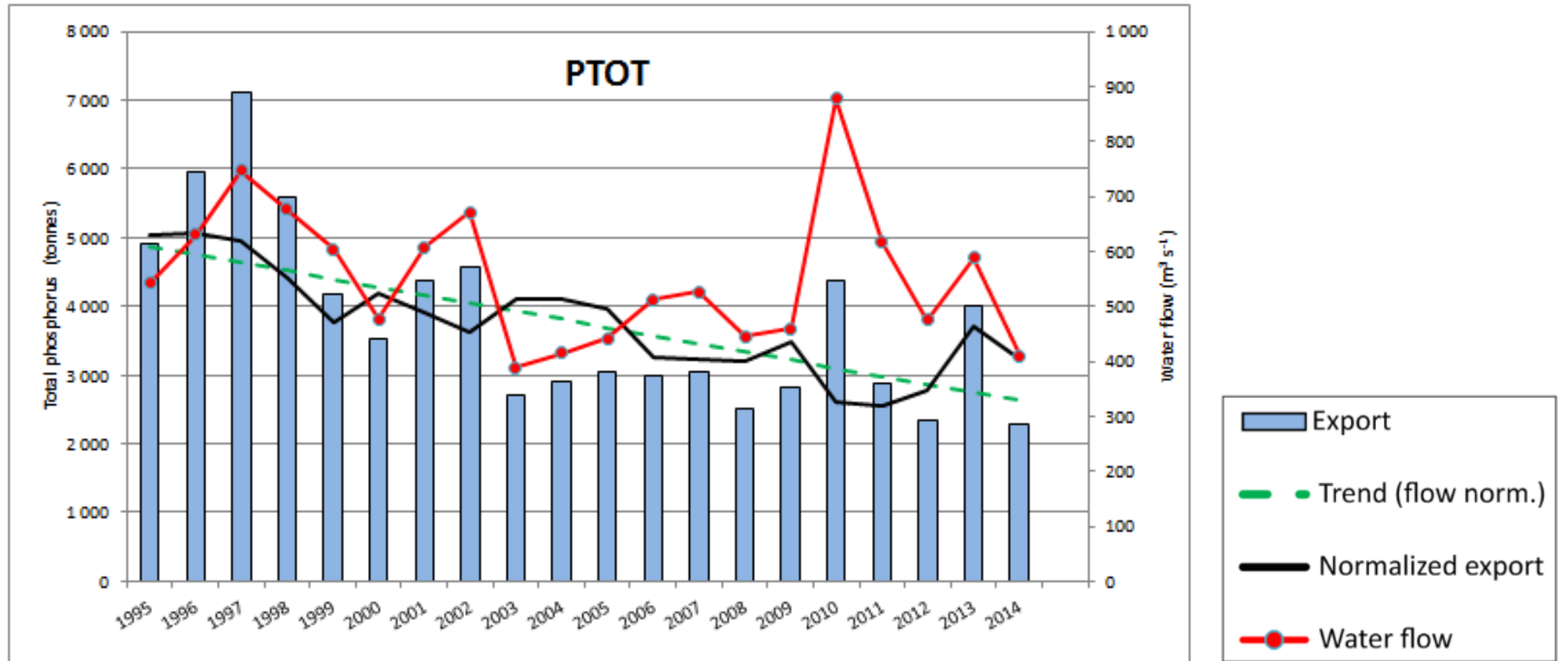
- Während es DE gelingen könnte, die Stickstoffreduktionsanforderungen des Ostseeaktionsplans bis 2021 zu erfüllen, ist dies für Phosphor ausgeschlossen
- Reduktionserfordernis für Phosphor ist von 170 Tonnen (Referenzzeitraum 1997-2003) auf 208 Tonnen (2010-2012) gestiegen
- Seit Mitte der 1990ziger Jahre schwanken die Phosphoreinträge abflussbedingt und es wurden keine Reduktionen mehr erzielt

Phosphoreinträge in die Ostsee stagnieren



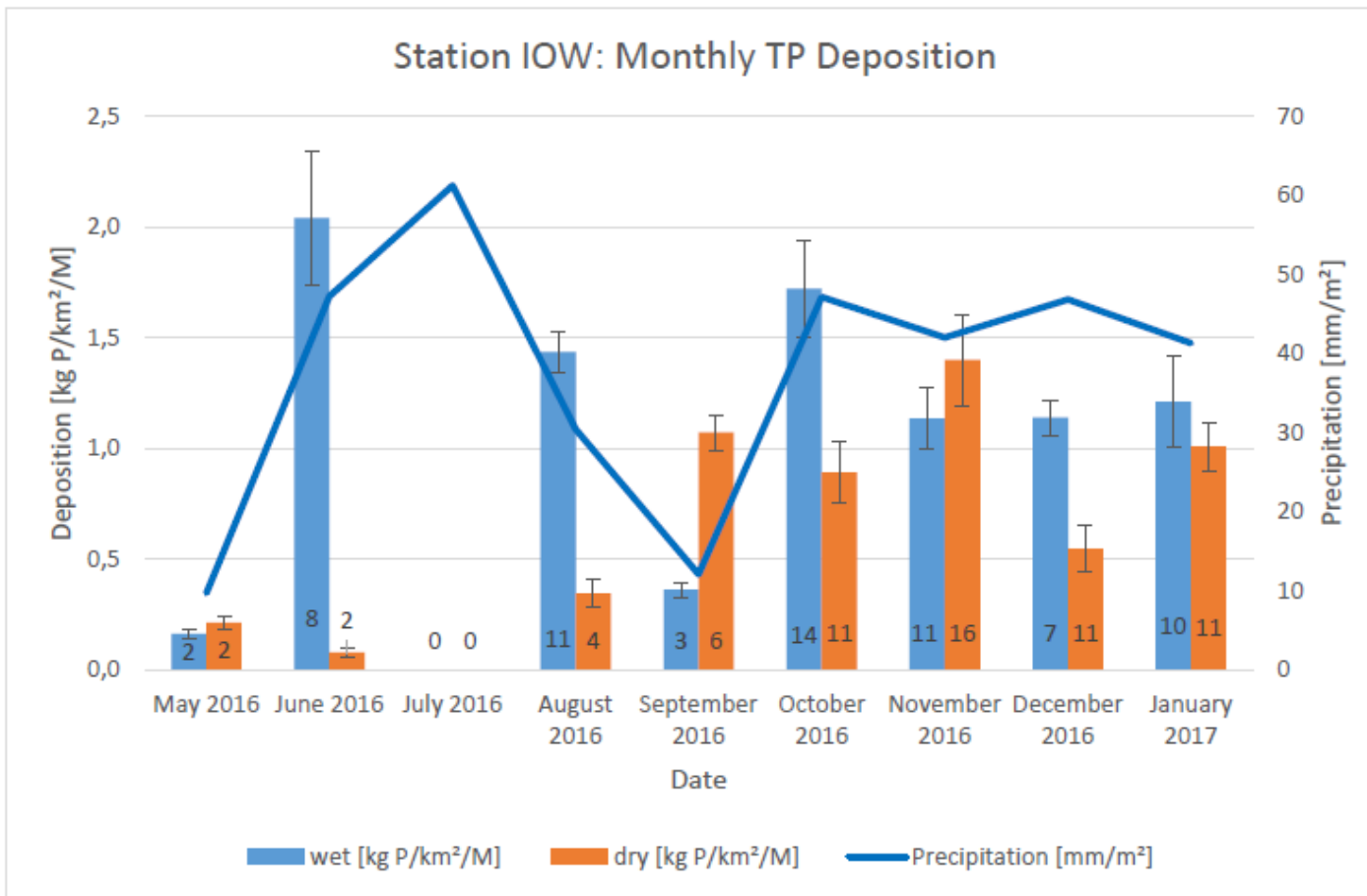
Daten: UBA PLC Berichterstattung

Gesamtphosphoreintrag der Oder

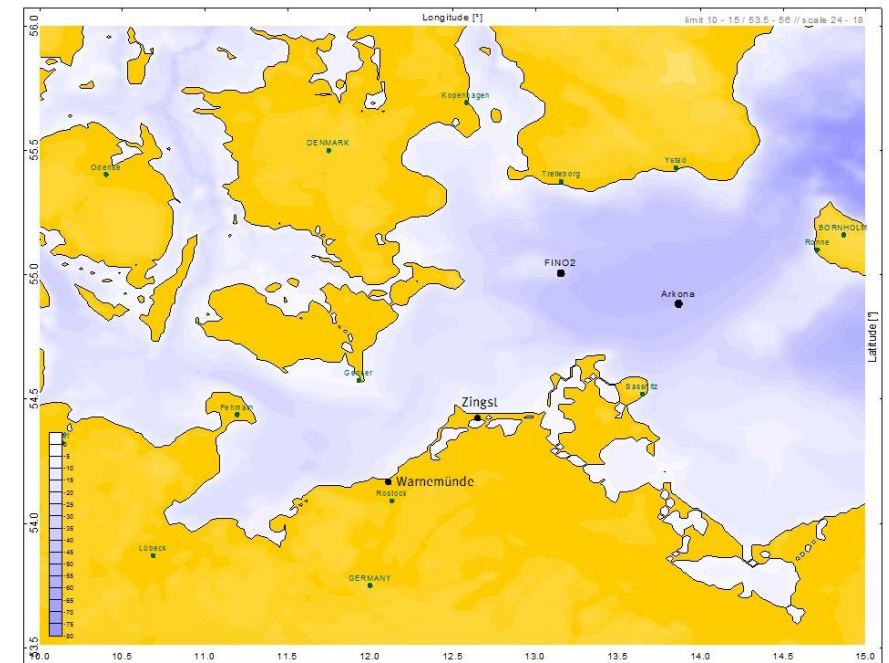


Quelle: PLC 6 (HELCOM 2017)

Atmosphärische Phosphor-Deposition



- HELCOM: Annahme für BSAP 2007 15 kg P/km²/a als Hintergrundwert
- Reduktion auf 5kg P/km²/a basierend auf vereinzelt Messdaten (13%, 6211 Tonnen)
- UBA F&E zeigt, dass 15 kg P/km²/a realistischer sind
- Recherche zu den Quellen, anthropogener Anteil?



HELCOM-Maßnahmen zur Reduktion der P-Einträge

Festlegung erfolgt im Ostseeaktionsplan (2007) und auf den Ministertreffen (2010, 2013, 2018); es erfolgt ein regelmäßiges follow-up durch HELCOM

Maßnahmen für Punktquellen

- Zahlreiche Empfehlungen zur Abwasserbehandlung (gegenwärtig durch EU-Recht überholt, aber Russland an Bord)
- Empfehlung zum Ersatz von Phosphat in Waschmitteln bis 2015; bei Geschirrspülmitteln freiwillige Selbstverpflichtung der Industrie
- Aktuell: 2016 Verabschiedung einer Empfehlung zu Klärschlamm – P-Rückgewinnung

Maßnahmen für diffuse Quellen

- Zahlreiche Maßnahmen in der Landwirtschaft (Lagerung und Handhabung von Gülle, Einführung der Nährstoffbuchführung, Ausweisung von Hot Spots)

EUTROPHICATION - What has been done

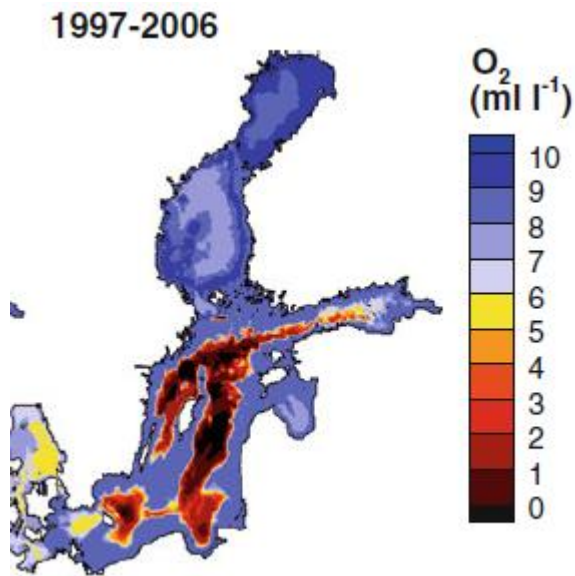
| BSAP agreement | Action | Dead-line | DE | DK | EE | FI | LT | LV | PL | RU | SE |
|--------------------|--|-----------|----------|-----------|-----------|----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| E-9 | National programmes on nutrient reduction | 2010 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E-5 | Actions to reduce nutrient load undertaken | 2016 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| E-10 | Inclusion of BSAP targets in national programmes | 2009 | 0 | -3 | 0 | 0 | -2 | 0 | -2 | -2 | 0 |
| E-11, E-12 | Advanced municipal waste water treatment | 2018 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E-11, E-12 | On site treatment for scattered settlements (transitional) | 2017 | 0 | -1 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 |
| E-11, E-12 | On site treatment for scattered settlements (final) | 2021 | 0 | -1 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 |
| E-13 | Substitution of phosphorus in detergents | 2010 | 0 | 0 | -1 | 0 | -2 | 0 | 0 | -2 | 0 |
| E-16 | Designation of zones vulnerable to nitrogen | 2021 | 0 | -1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| E-17 | Permit systems for animal farms | 2012 | 0 | 0 | 0 | 0 | -3 | -2 | 0 | -2 | 0 |
| E-19 | List of agricultural hot spots | 2009 | 0 | 0 | -2 | 0 | -3 | 0 | -2 | -2 | -3 |
| Total score | | | 0 | -8 | -3 | 0 | -11 | -5 | -6 | -8 | -2 |

WWF 2013

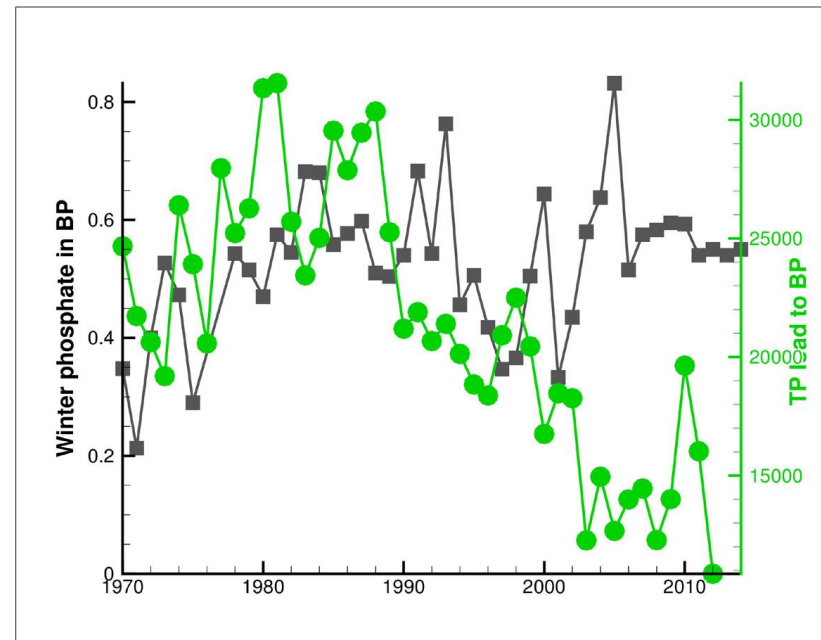
P-Rücklösung aus dem Sediment in der Ostsee

0,03 Mio Tonnen Phosphor werden pro Jahr in die Ostsee eingetragen; 1,4 Mio Tonnen sind im Sediment gespeichert; davon sind 0,1 Mio Tonnen mobil
Eutrophierungsbedingter Sauerstoffmangel führt zur Rücklösung von Phosphor aus dem Sediment - Teufelskreislauf der sich selbst verstärkenden Eutrophierung

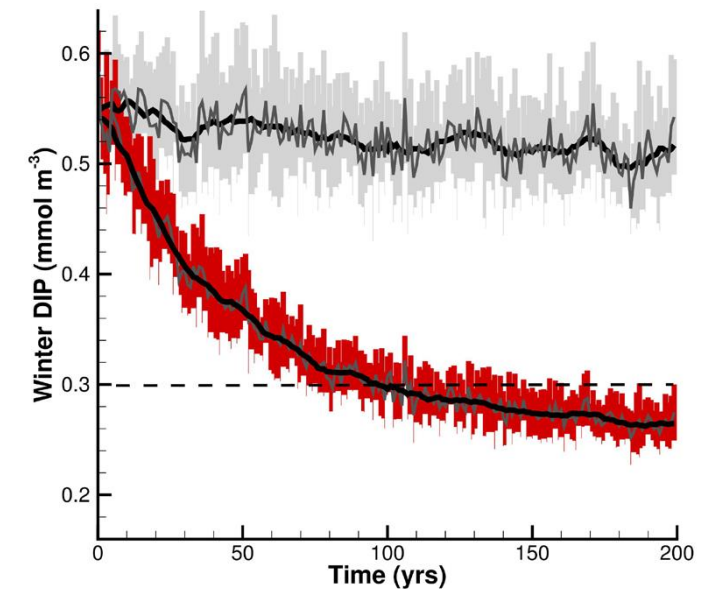
In Folge der P-Rücklösung aus dem Sediment werden die Ziele des Ostseeaktionsplans erst 100 Jahre nach der Implementierung der Phosphorreduktionsanforderungen erreicht



Sauerstoffkonzentrationen in der Ostsee
Gustaffson et al 2012



Zeitreihe der Phosphorkonzentrationen (grau) und der Phosphoreinträge (grün) in der zentralen Ostsee (Gustaffson 2017)



HELCOM 2013

Interne Maßnahmen zur Verminderung des in der Ostsee akkumulierten Phosphors

Entfernung von Phosphor

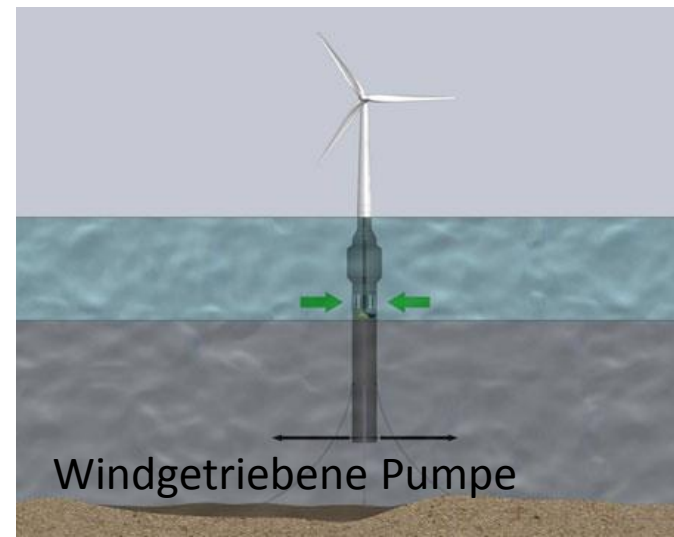
- Abaggerung des Sediments
- Entnahme von Biomasse (Fischerei, Aquakultur - Muscheln oder Algen)

Verminderung der Rücklösung aus dem Sediment

- Belüftung des Tiefenwassers (Oxygenierung des Sediments, Erprobung läuft bereits in Fjorden an der schwedischen Westküste)
- Phosphor binden durch Zugabe von Aluminium



Pumpen in Byfjorden,
Schweden
Stigebrandt et al. 2015



http://science.gu.se/english/News/News_detail/oxygenation-at-a-depth-of-120-metres-can-save-the-baltic-sea.cid987268

Deskriptor 5 „Eutrophierung“ der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie

Festlegung des guten Zustands 2012:

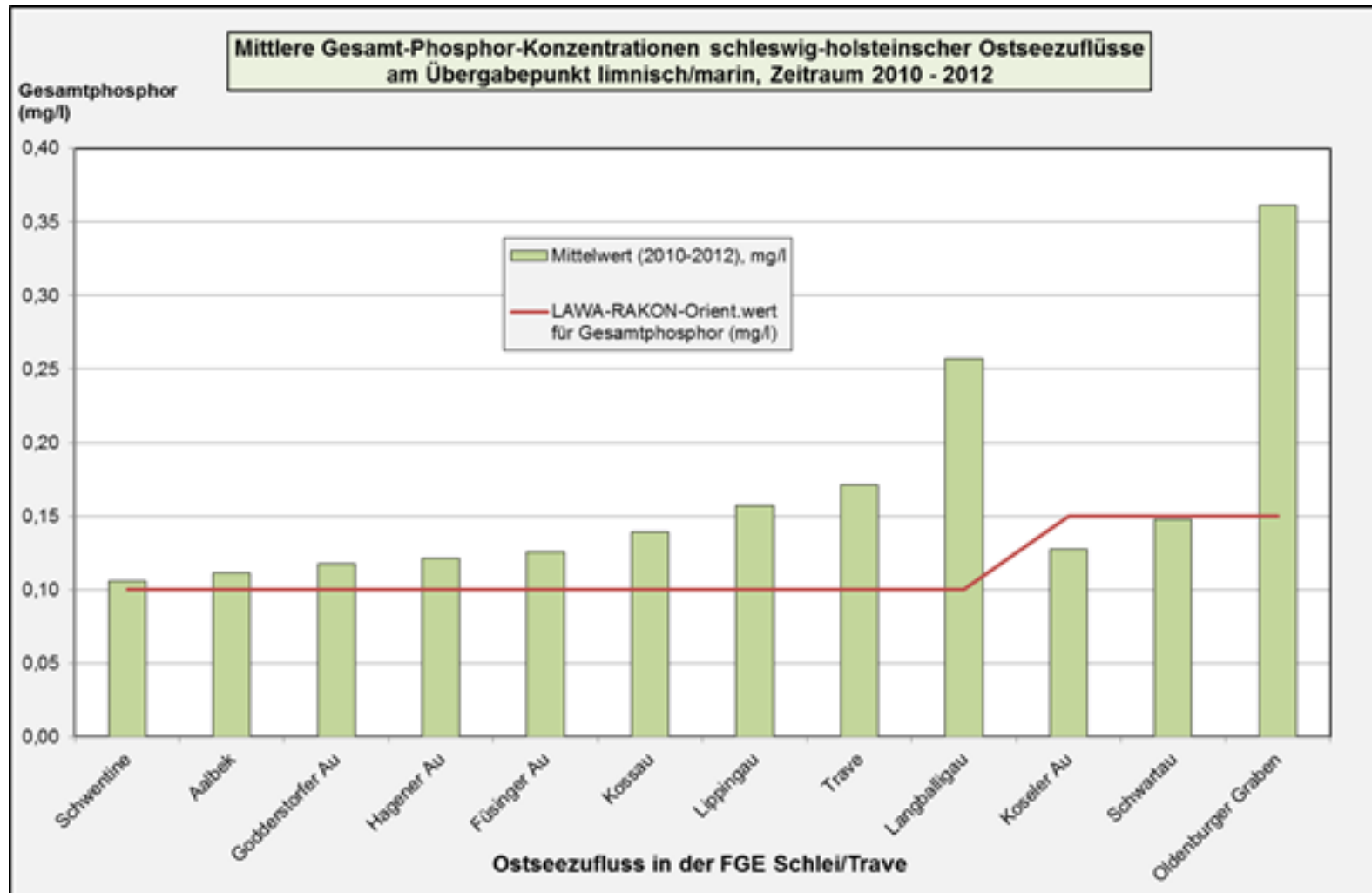
Der gute Zustand hinsichtlich Deskriptor 5 „Eutrophierung“ ist erreicht, wenn der „gute ökologische Zustand“ gemäß WRRL erreicht ist und wenn in der Nordsee der gute Zustand gemäß OSPAR und in der Ostsee der gute Zustand gemäß HELCOM erreicht sind

Festlegung von Umweltzielen 2012:

- Nährstoffeinträge über die **Flüsse** sind weiter zu reduzieren.
- Nährstoffeinträge aus der **Atmosphäre** sind weiter zu reduzieren
- Nährstoffe über **Ferneinträge** aus anderen Meeresgebieten sind zu reduzieren.

Es wird angenommen, dass der gute Zustand gemäß WRRL und MSRL erreicht werden kann, wenn für Phosphor im Übergangsbereich zwischen limnischen und marinen Verhältnissen mindestens die Orientierungswerte der Fließgewässer für Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat-P eingehalten werden.

P-Konzentrationen am Übergabepunkt limnisch-marin am Beispiel der Ostseezuflüsse von SH



T. Petenati (LLUR)

Handlungsbedarf gemäß WRRL & MSRL

Mittlere jährliche Stickstoff- und Phosphoreinträge in Nord- und Ostsee ausgewählter deutscher Flussgebietseinheiten im Zeitraum 2008 – 2012, abgestimmte Zielfrachten und der sich daraus ergebende Reduzierungsbedarf (LAWA 2015)

| Flussgebietseinheit | Meer | Zielkonzentration in mg/l TP | Zielkonzentration in mg/l TN | Bedarf in t P/a | Bedarf in % | Bedarf in t N/a | Bedarf in % | |
|---------------------|---------|---|---------------------------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|--|
| Eider | Nordsee | 0,3 | 2,8 | 0 | 0 % | 2.987 | 41% | |
| Elbe | Nordsee | 0,1 | 2,8 | 1500 | 41 % | 37.389 | 38% | |
| Weser | Nordsee | 0,1 | 2,8 | 900 | 37 % | 14.440 | 30% | |
| Ems | Nordsee | 0,1 | 2,8 | 140 | 33 % | 7.305 | 48% | |
| Rhein | Nordsee | 0,1 | 2,8 | 990 | 12 % | 12.086 | 6% | |
| Schlei / Trave | Ostsee | 0,15 | 2,6 | 20 | 8 % | 4.413 | 49% | |
| Warnow / Peene (MV) | Ostsee | 0,1 | 2,6 | 60 | 22 % | 4.542 | 44% | |
| Oder | Ostsee | Zielwert für die Oder noch nicht international abgestimmt | | | | | | |

Quelle: LAWA 2014/ 2015 Prognose der Auswirkungen einer nach Gewässerschutzaspekten novellierten Düngeverordnung

Schlussfolgerungen

- Um in Nord- und Ostsee den guten Zustand hinsichtlich Eutrophierung zu erreichen, müssen die Nährstoffeinträge weiter gesenkt werden
- Aus Sicht des Meeresschutzes sollte die Erreichung der Orientierungswerte für Phosphor in den Fließgewässern hinreichend sein
- Gemäß WRRL/MSRL gibt es keinen erhöhten Reduktionsbedarf von Phosphor gegenüber Stickstoff
- Die Phosphorreduktionszahlen des Ostseeaktionsplans sind ambitioniert und werden bis 2021 nicht erreicht
- Dennoch steht DE internen Maßnahmen in der Ostsee kritisch gegenüber und fordert weiterhin einen Fokus auf quellenbezogene Maßnahmen
- Für die Nordsee laufen nationale Arbeiten zur Ableitung von Nährstoffreduktionszielen

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit



Foto: W. Leujak