

Schadstoffbelastung im Scrubber-Waschwasser und dessen Freisetzung

2016-2019 (gefördert durch das Umweltbundesamt)



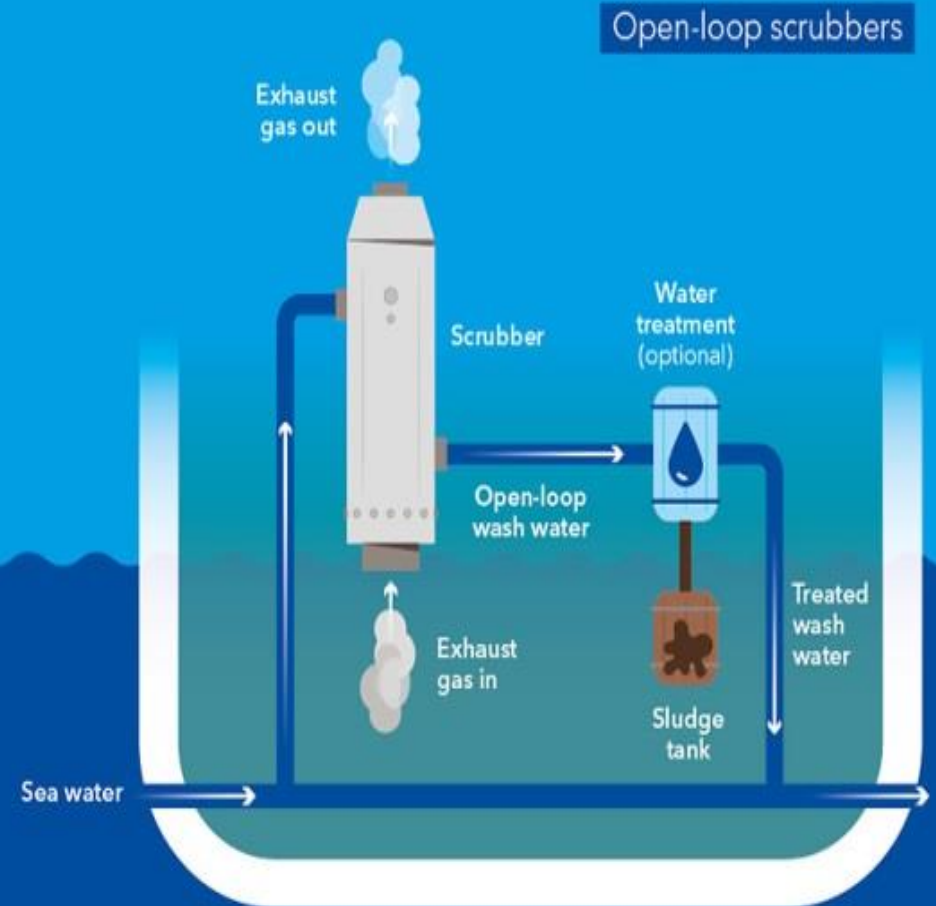
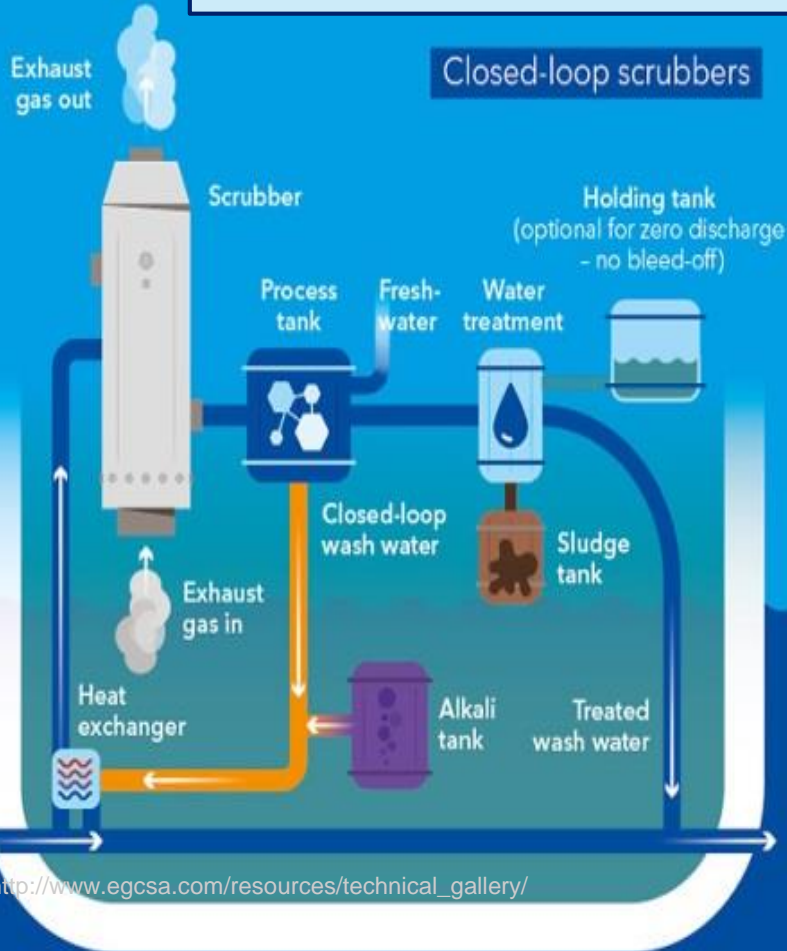
T. Kirchgeorg, M. Kaste, F. Jung, T. Schöngaßner, S. Maßmann, K. Deichnik, K. Ewert, O. Marin, S. Schmolke

Closed Loop Scrubber (CL)

- Geringe Abwassermengen
~ 0,2 m³/MWh
- Technisch komplexer
- WW-aufbereitung notwendig um Grenzwerte einzuhalten.

Open Loop Scrubber (OL)

- Hohe Wassermengen
60- 140 m³/MWh
- direkte Einleitung ins Meer
- Wasseraufbereitung möglich



Beprobte Schiffe

3 Hybrid Schiffe

- Open Loop und Closed Loop

2 Open Loop Schiffe

alle Schiffstypen:

- 1x Auto Transporter
- 1x RoPax Fähre
- 3x Kreuzfahrtschiffe



Herausforderung „Probenahme“



Fotos M. Kaste

- Keine standardisierten Probenentnahmestellen
- BSH Probennamekonzept konnten nicht immer umgesetzt werden (Zugänglichkeit und Dimension der Probeentnahmestellen, verwendete Materialien)
- Mögliche Ursache für streuende Messwerte

Waschwasserproben, aufgeschüttelt und abgesetzt

Closed Loop (1) vor Behandlung, (2) Sludge, (3) Ablauf, (4) Open Loop Ablauf



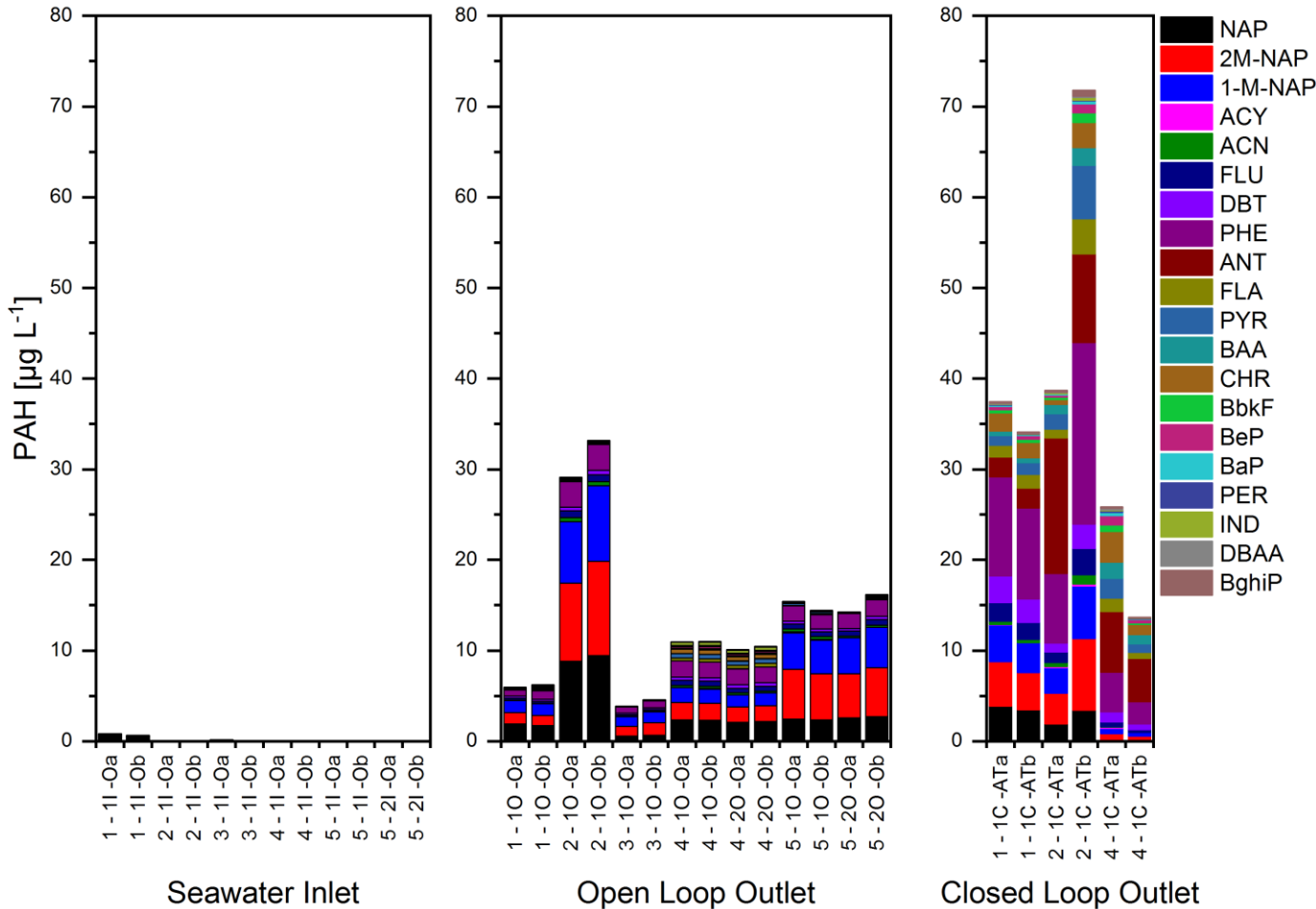


Schadstoffbelastung im Waschwassers

(ausgewählte Ergebnisse)

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

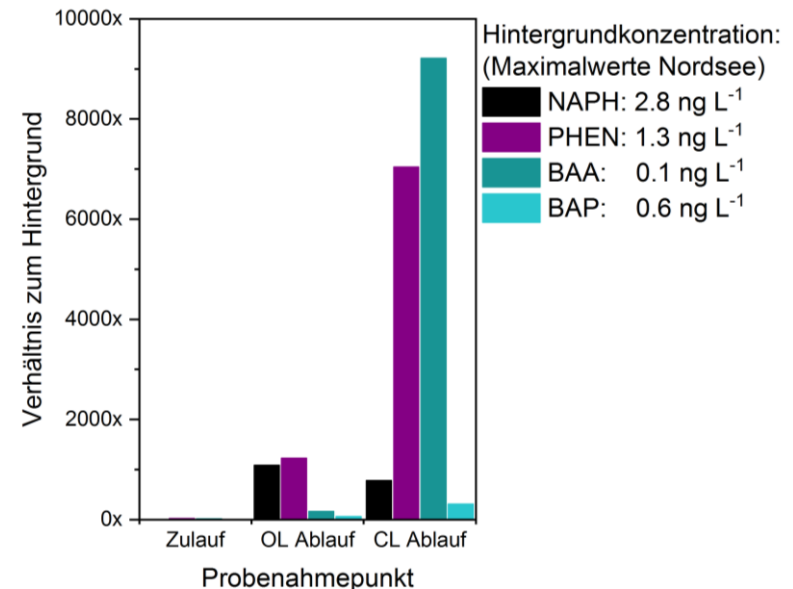
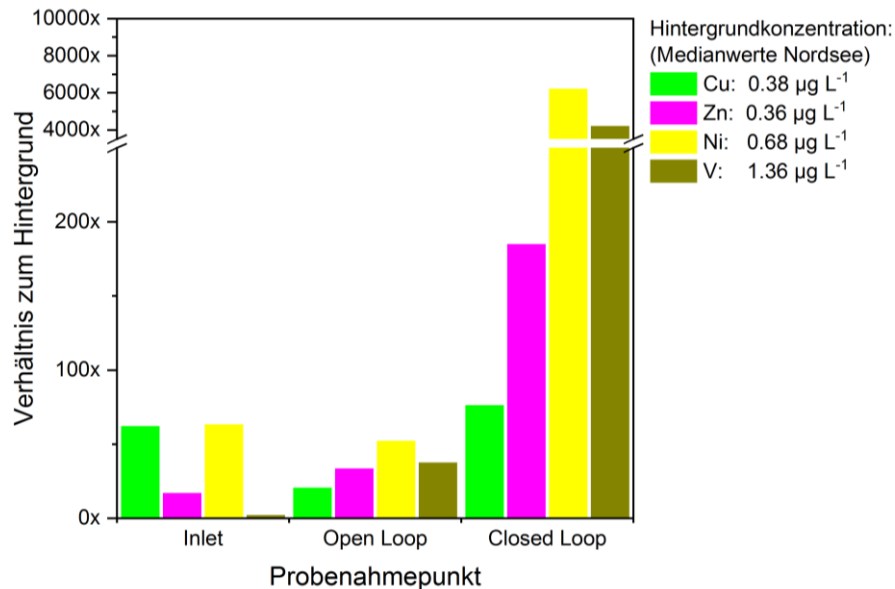
Konzentrationen in $\mu\text{g/L}$



- PAK nur in Spuren in Inlet-Proben: n.d. - $0.4 \mu\text{g L}^{-1}$
- Anreicherung im Open-Loop mit Werten zwischen $3.9 - 33.8 \mu\text{g L}^{-1}$
- Closed Loop: $13.8 - 71.8 \mu\text{g L}^{-1}$; Anreicherung von schwerflüchtigen PAKs
- Unterschiede A und B im CL Probenahme zeigt Einfluss der Probenahme, Öl- und Partikelgehalt

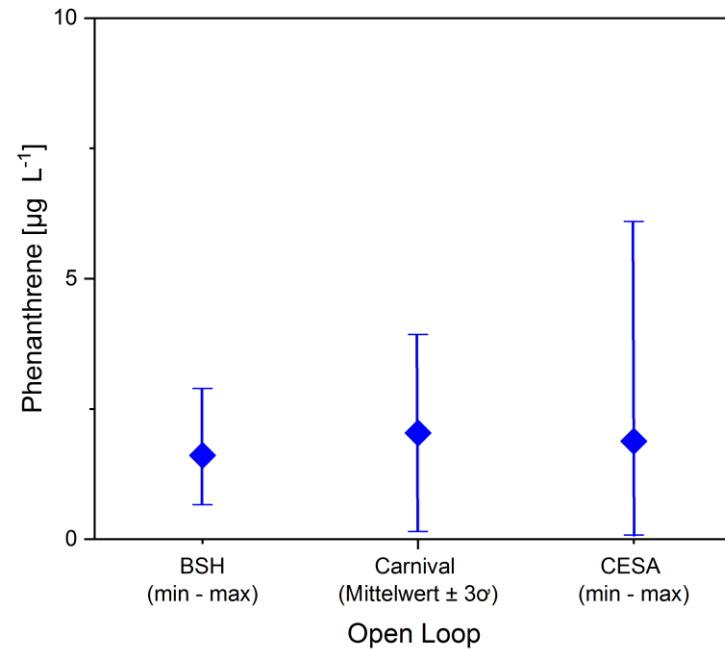
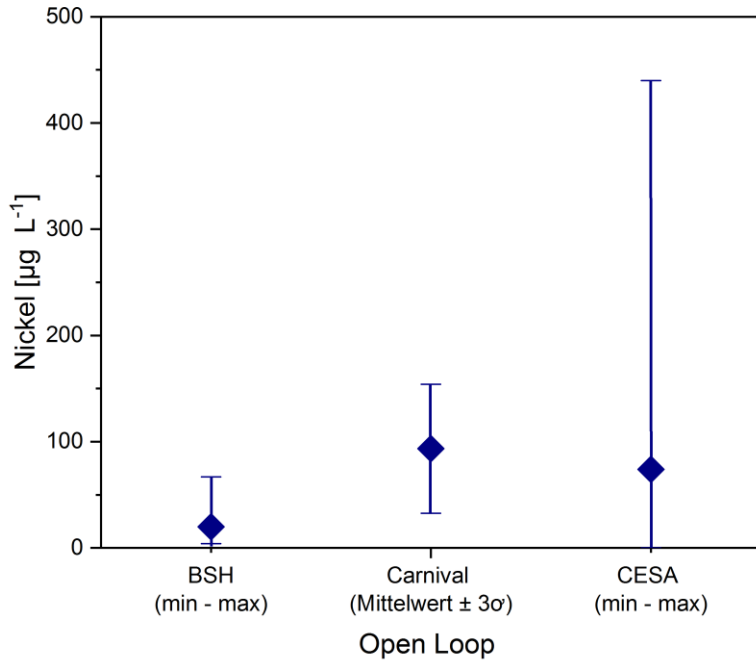
Anreicherung Schadstoffkonzentration

bezogen auf die Hintergrundkonzentrationen (BSH Monitoringprogramm)



- PAK; Konzentrationen deutlich über dem marinen Hintergrund
- Cu, Ni, Zn; Bereits im Zufluss des EGCS erhöhte Metallkonzentrationen (Kontamination durch das Schiff, Hähne oder Leitungen)
- Sehr starke Anreicherung einzelner Schadstoffe im Closed Loop EGCS

Messwertvergleich mit weiteren Studien



- 1) BSH study
- 2) Carnival: Compilation and Assessment of Lab Samples from EGCS Washwater Discharge on Carnival ships (2019)
- 3) CESA: Study report on analyses of water samples from exhaust gas cleaning systems – MEPC 73/INF.5 (2018)

Wie stark wird die Meeresumwelt durch den Einsatz der Scrubber-Technologie belastet?

Quantitative Abschätzung:

Wieviel Waschwasser wird emittiert

Wie hoch ist es mit Schadstoffen kontaminiert

Räumliche zeitliche Komponente:

Wo wird **wieviel** Waschwasser **wann** emittiert?

Wie breitet es sich im Wasserkörper aus?

Quantitative Abschätzung (1)

Wie viele Schiffe sind in Nord- und Ostsee wo unterwegs?



BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE



AIS Daten Basisjahr 2015

Bewegungsdaten aus Automatic Identification System (AIS) von der European Maritime Safety Agency (EMSA)

27067 Schiffe

17466 Schiffe mit IMO Nummer

13482 für die weitere Betrachtung ausgewählt

(3984 unter anderem Arbeitsboote mit IMO Nummer aussortiert)

Quantitative Abschätzung (2)

Wie viele dieser Schiffe haben einen Scrubber, oder könnten einen wirtschaftlich betreiben?

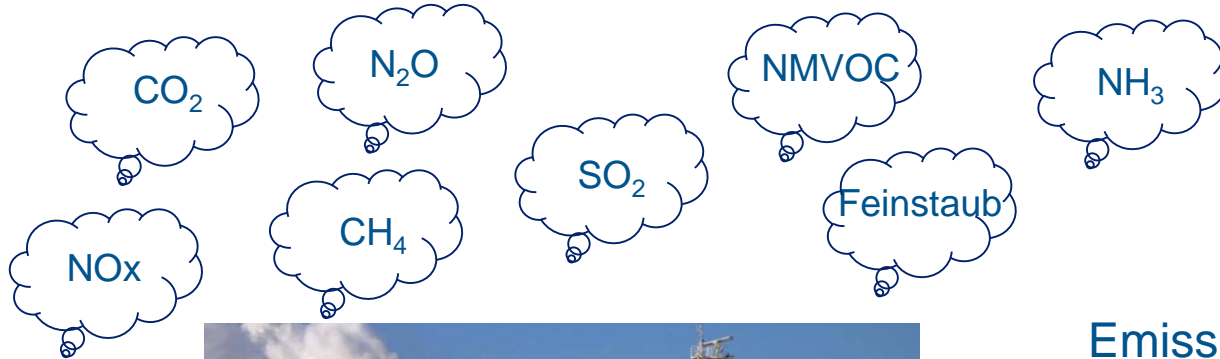
Szenario 1 (Current State Scenario (CSS) 2018) = 88 Schiffe

Alle Schiffe, die am 20.03.2018 in der GISIS Datenbank (IMO) gelistet waren (178) und deren AIS Signal in 2015 empfangen wurde.

Szenario 2 (Maximum Installation Scenario (MIS)) = 5885 Schiffe

13482 Schiffe wurden auf einen wirtschaftlichen Einsatz von Scrubbern untersucht, für 5885 Schiffe wurde dies angenommen. (Kriterien nach MEPC 70/INF.6, 2016)

Welches Schiff emittiert wieviel Waschwasser?



**NEU: Waschwassereinträge von
Scrubbern**

EMMA

Emissions-Modell Marine Aktivitäten

Ausgabe von Emissionen getrennt u.a. nach Inventargruppen, Gebieten, Schiffstypen oder anderen Parametern, je nach Fragestellung

Ergebnis aus dem EMMA Modell:
Wassermenge pro Schiff pro
Zeiteinheit.

Wie hoch ist die Schadstoffbelastung durch den Einsatz von EGCS-Analgen

In Tonnen	Current State (Min60 – Max140)	Maximum Installation (Min60 – Max140)	Vergleichswerte
Nitrat+Nitrit	20 – 1275	200 – 12069	542890 – 544020 ((1) als NO ₃ -N)
Naphthalin	0.1 – 5	1 – 43	-
Phenanthren	0.1 – 1	1 – 13	12 (4)
16 EPA PAH	0.3 – 7	3 – 63	6.5 - 7 (2)
Vanadium	2.6 – 151	26 – 1407	-
Nickel	1 – 35	12 – 331	-
Kupfer	0.4 – 8	3 - 72	968 – 973 (1)
Zink	0.5 - 65	5 - 598	2690 – 2739 (1)
Öl	11 - 131	104 – 1226	4000 (3)

- Gesamtfrachten beziehen sich auf das Gesamtgebiet (SECA)
- Vergleichswerte nur auf Teilgebiete!
- Maximal erreichte Frachten meist deutlich unter Fluss- und Direkteinträgen

(1) Direct and Riverine Input
North Sea Main Body (OSPAR 2013)

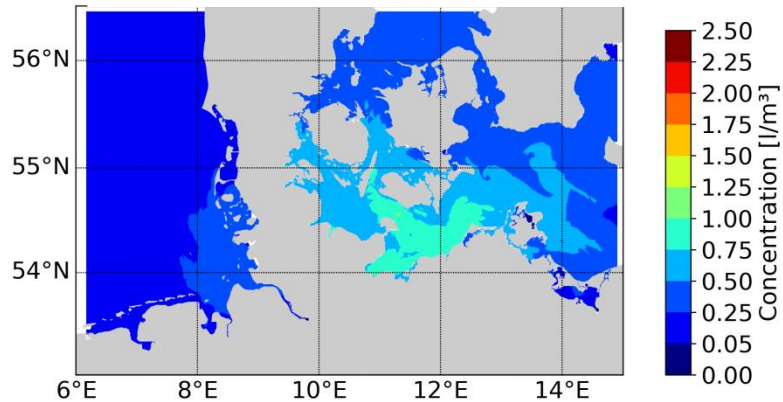
(2) Estimated River Rhine Input
(UBA-Bericht 56/02)

(3) Öl Input von Prozesswasser der Öl
Gasindustrie (OSPAR 2014)

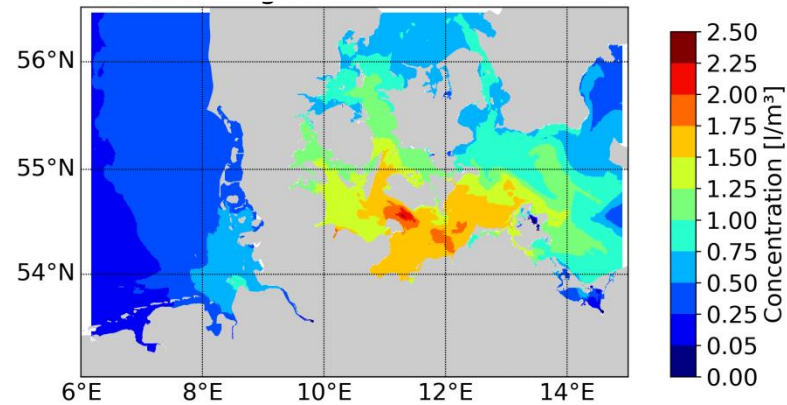
(4) Abschätzung nasse Deposition Nord-
und Ostsee (2009) C. Mai 2012

Waschwasser-Mischungsverhältnis und PAH Konzentration oberste Modellschicht – MIS

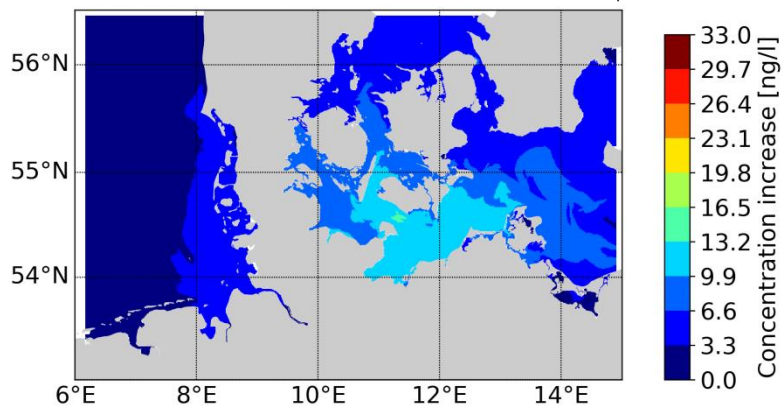
Waschwasser 60m³/MWh



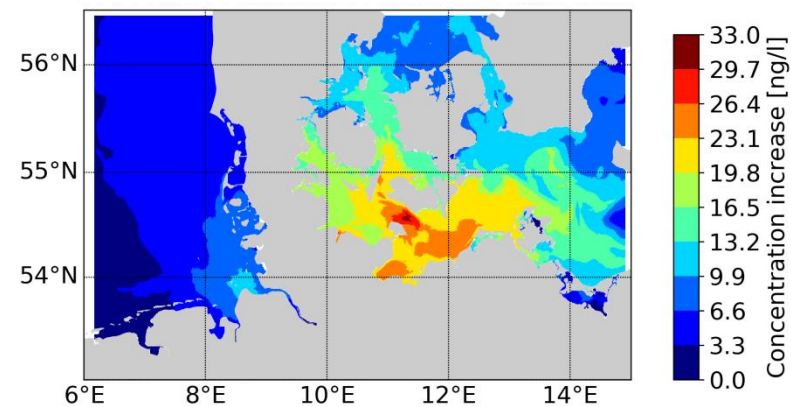
Waschwasser 140m³/MWh



PAH MaxKonz 60m³/MWh

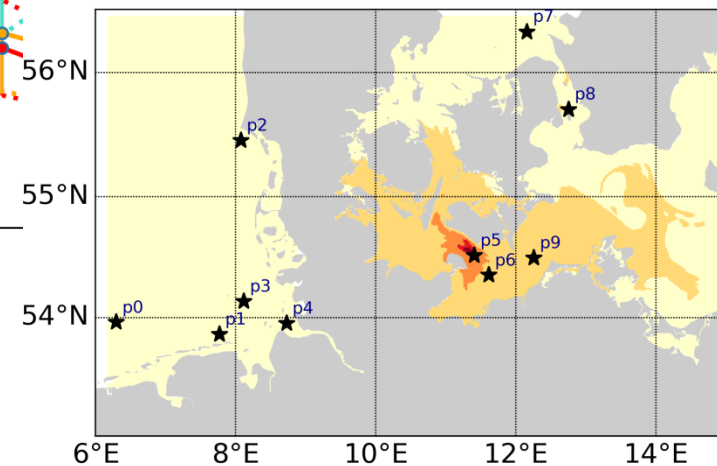
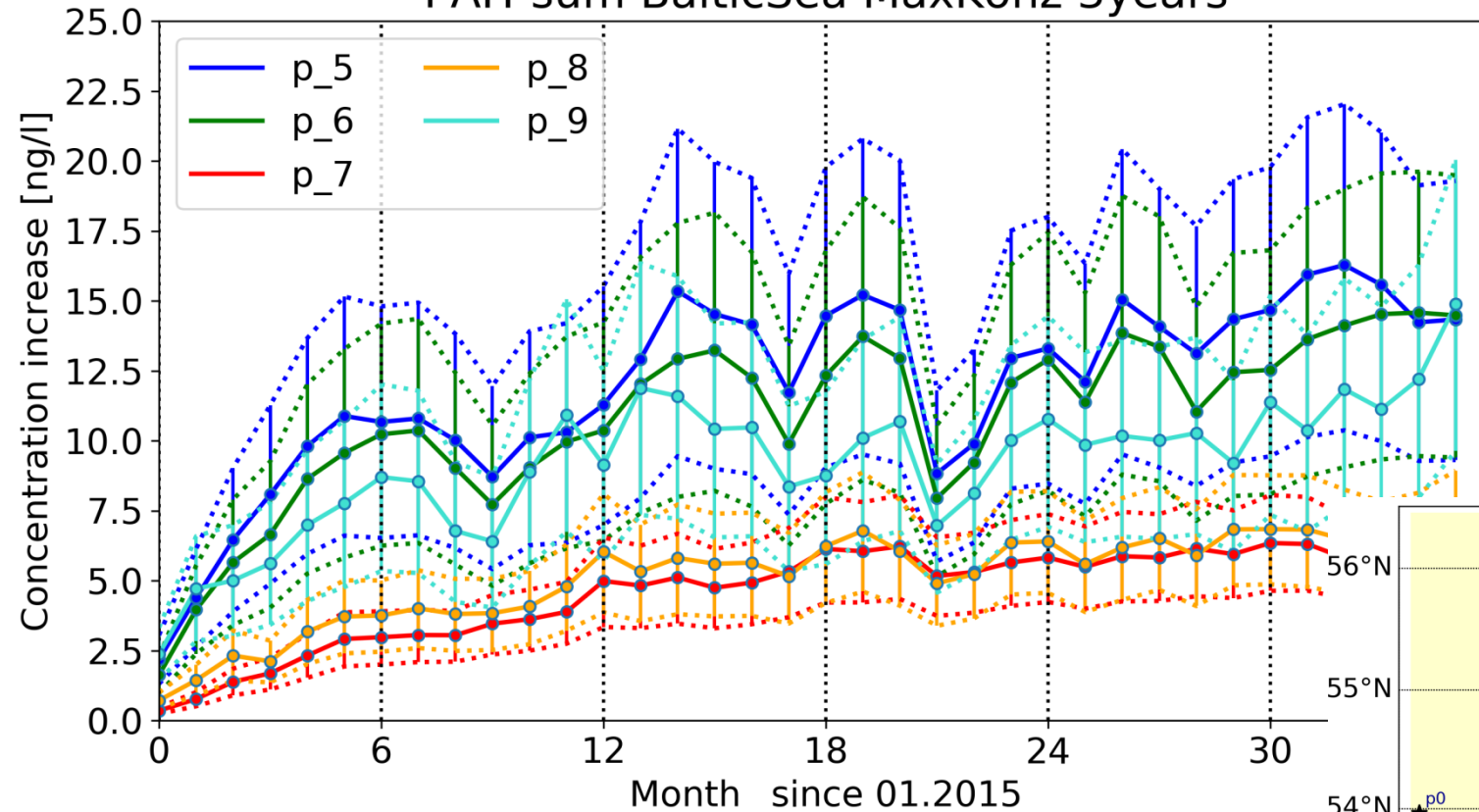


PAH MaxKonz 140m³/MWh



Mittlere monatliche Konzentration von EPA 16 PAH in der Ostsee - MIS

PAH-sum BalticSea MaxKonz 3years



- Schadstoffe werden im Waschwasser von Abgasreinigungsanlagen (EGCS) stark angereichert.
- Besonders stark angereichert werden PAHs, Vanadium und Nickel
- Open Loop EGCS-Anlagen verlagern die Schadstoffbelastung aus dem Abgas (Atmosphäre) in die Wassersäule, mit Einsatz zusätzlicher Energie.
- Closed Loop EGCS-Anlagen reichern Schadstoffe im Waschwasser stärker an und reduzieren dadurch die Abwassermenge, setzen aber für die Abwasserbehandlung zusätzliche Chemikalien und Energie ein und benötigen einen zusätzlichen Entsorgungsweg an Land.
- Modellrechnungen zeigen in der Ostsee eine deutlich höhere Waschwasseranreicherung als in der Nordsee.

Wir danken

- dem Umweltbundesamt für die Förderung des Projektes
- den Reedereien für die hervorragende Unterstützung unserer Probenahmen
- der Firma TriOS Mess- und Datentechnik GmbH für die Bereitstellung ihrer PAH-Messtechnik
- den Mitarbeitern des BSH-Labor Sülldorf für die Unterstützung der chemisch analytischen Arbeiten