

Wiebke Kathmann (BfG), Magnus Kaste (BSH), Berit Brockmeyer (BSH), Torben Kirchgeorg (BSH), Georg Reifferscheid (BfG), Sebastian Buchinger (BfG)

## Motivation und Zielsetzung

Zur nachhaltigen Minderung der Luftverschmutzung durch Schiffe gilt seit 2015 unter anderem in Nord- und Ostsee (Abb. 1) ein Grenzwert von 0,1% Schwefelanteil in Schiffskraftstoffen. Als Alternative zu schwefelarmen Treibstoffen können zur Emissionsreduktion **Abgaswäscher**, sogenannte **Scrubber**, zum Einsatz kommen. Zur Abgaswäsche wird je nach technischer Auslegung entweder Meerwasser

(Open Loop) oder Frischwasser (Closed Loop) eingesetzt (Abb. 2). Nach Abtrennung öligier Feststoffe und Partikel wird das Abwasser mit Meerwasser vorverdünnt und in die Meeresumwelt eingeleitet. Ziel der Arbeiten ist ein **verbessertes Prozessverständnis** der eingesetzten Technologien, um mögliche **Umweltauswirkungen** zu **bewerten** und, wenn möglich, zu **minimieren**.

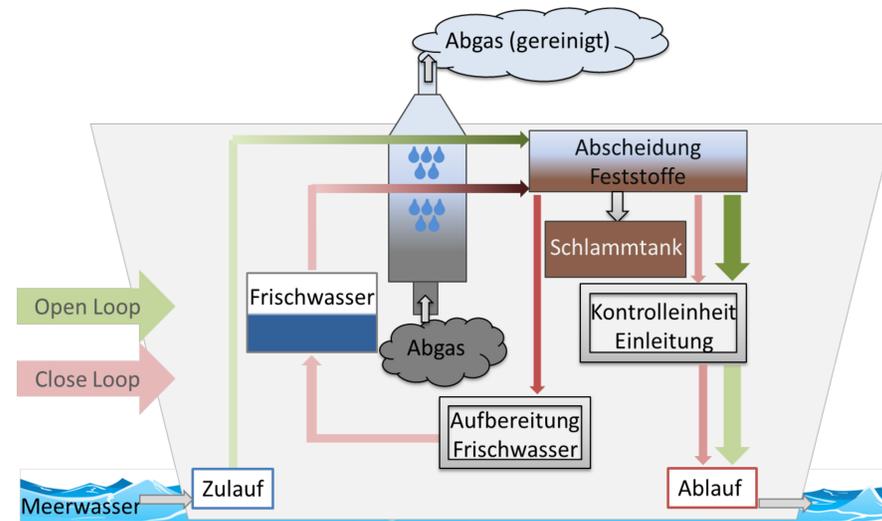


Abb. 2: Funktionsprinzip und Probenahmeplätze der Scrubber-Systeme.

## Methoden

Auf bislang fünf Schiffen in Nord- und Ostsee wurden Wasserproben vom Zulauf bis zum Ablauf in das Meerwasser entlang des Prozesses der Abgaswäsche entnommen und vorgeschriebene Parameter wie pH-Wert und Trübung gemessen (**BSH**). Einige Schiffe wurden in beiden Betriebsarten (Open / Closed Loop) beprobt. Zur Erfassung und Bewertung möglicher Umweltauswirkungen wurden die Proben anhand verschiedener chemischer (**BSH**) und biologischer (**BfG**) Testverfahren vergleichend charakterisiert (Abb. 3 und 4).



Abb. 1: Verlauf des Schwefelemissionskontrollgebiets in Nord- und Ostsee.

Probenahme (BSH)	Analytik (BSH)	PAKs (Auswahl)	Schwermetalle	Nährstoffe
		1,2-Benzanthracen	Aluminium	Nitrit
		Anthracen	Arsen	Nitrat
		Benzo(a)pyren	Blei	Sulfat
		2,6-di-methyl-Naphtalin	Cadmium	
		Chrysen	Chrom	
		Fluoranthen	Kupfer	
		Fluoren	Nickel	
		Naphthalin	Vanadium	
		Pyren	Zink	
<b>Biotests (BfG)</b>				

Abb. 3: Überblick des Untersuchungsablaufs. Probenahme und chemische Analytik im Rahmen einer Projektförderung des Umweltbundesamtes.

## Fazit und Ausblick

Die hier dargestellte **Zusammenarbeit** zwischen dem **BSH** und der **BfG** wäre ohne das **Expertennetzwerk** so nicht zustande gekommen. Die Ergebnisse der vergleichenden Untersuchung liefern Hinweise, die genutzt werden können, den **Betrieb von Abgaswäschern möglichst umweltgerecht zu gestalten**. Biotestverfahren erfassen die summarische Wirkung eines Scrubber-Abwassers auf den eingesetzten Testorganismus und erlauben damit einen

direkten Vergleich möglicher Umweltauswirkungen. Auf dieser Grundlage können **Vorschläge zu verbesserten Betriebsabläufen sowie Einleitbedingungen für Abwasser** abgeleitet werden. Die Ergebnisse der Untersuchungen werden darüber hinaus durch das **BSH** in hydrodynamischen Modellen auf den Nord-Ostseeraum projiziert und erlauben eine verbesserte Einschätzung der räumlichen Wirkung von Scrubber-Abwässern.

## Ergebnisse

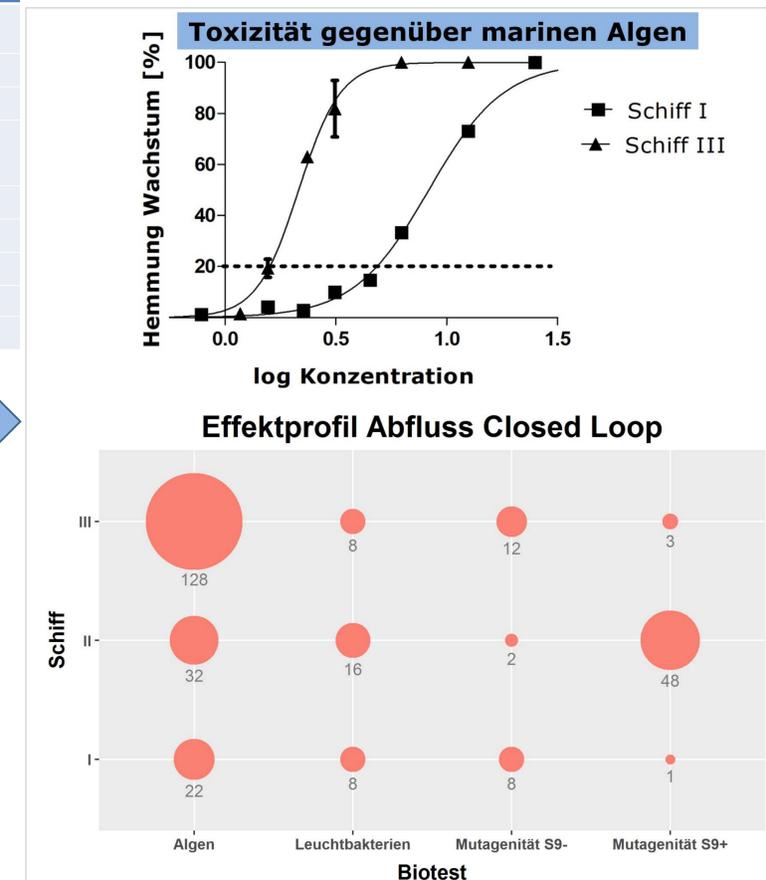


Abb. 4: Exemplarische Ergebnisse der biologischen Testverfahren für Abwasser aus dem Closed Loop Betrieb. Dosis-Wirkungs-Kurven (oben) dienen der Bestimmung der nicht mehr wirksamen Verdünnungsstufe für das Effektprofil drei beprobter Schiffe (unten). Die Größe der Kreise im Effektprofil zeigt das Potenzial einer Umweltschädigung an.

## Kontakt

Wiebke Kathmann, BfG  
E-Mail: kathmann@bafg.de

