

Note / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water & Maritime

An: ONE-Dyas
Von: Filip Schuurman, Laura Bergsma
Datum: 30. März 2022
Kopie: Robert van der Velde
Unser Zeichen: BG6396WATNT2003281158
Klassifikation: Projektbezogen

Thema: Modellierung der Schadstofffahne N05A – Dispersion Produktionswasser

1 Einleitung und Methodik

Royal HaskoningDHV hat im Auftrag von ONE-Dyas eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) für das Gasförderungsprojekt N05-A in der Nordsee nahe der niederländisch-deutschen Grenze durchgeführt. Einer der Bestandteile der UVP ist die Vorhersage der Dispersion von freigesetztem Produktionswasser in der Nordsee mithilfe numerischer Modellierung. Vorgehensweise und Ergebnisse finden sich im Bericht von Royal HaskoningDHV¹.

Zusätzlich zur durchgeführten Modellierung wurde Royal HaskoningDHV von ONE-Dyas beauftragt, die Analyse der Dispersion des Produktionswassers im Hinblick auf die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) des Küstenmeers Ems-Ästuar detaillierter auszuführen. Dieser Wasserkörper beginnt 2,5 km östlich der N05-A-Plattform. In der ursprünglichen Studie wurde die Dispersion des eingeleiteten Wassers als Input für eine ökotoxikologische Bewertung modelliert. Zur Beurteilung der Stoffkonzentrationen in der Meerwassersäule wurde die Dispersion der Schadstofffahne modelliert. Für Punkte von besonderem Interesse wurden die Konzentrationen an mehreren sogenannten Beobachtungspunkten aufgelistet. Um sich ein besseres Bild über die Konzentrationen in der deutschen Nordsee und insbesondere im Küstenmeer Ems-Ästuar zu verschaffen, werden dem Modell zusätzliche Beobachtungspunkte in den Gewässern hinzugefügt und analysiert. Die maximalen Konzentrationen im WRRL-Gewässer Küstenmeer Ems-Ästuar finden sich im direkten Umfeld der Plattform, in einer Entfernung von etwa 2,5 km in östlicher Richtung. Dieser Standort wird in Tabelle 2-1 angezeigt. Diese zusätzliche Modellierung soll die Beantragung der deutschen Genehmigungen unterstützen.

Die Ergebnisse dieser zusätzlichen Analyse des WRRL-Gewässerkörpers Küstenmeer Ems-Ästuar werden in diesem Bericht ausgeführt. Zu beachten ist, dass in der ursprünglichen Studie der Fokus auf der Konzentration der untersten Wasserschicht der Wassersäule lag, während in dieser zusätzlichen Studie die obere Wasserschicht, in der die höchsten Konzentrationen auftreten, betrachtet wird. Zudem wird nach konservativer Annahme davon ausgegangen, dass alle Stoffe im Produktionswasser in gelöster Form vorliegen und die im Wasser gelösten Stoffe nicht durch Sedimentation, Verdunstung, Verwitterung, Bindung an andere Stoffe etc. abnehmen.

2 Ausgangspunkte

Die Modellierung wird für einen Höchstwert durchgeführt, bei dem 60 Kubikmeter Produktionswasser pro Tag eingeleitet werden. Im Normalfall wird bei der Gasproduktion der Ablauf jedoch geringer sein. Die

¹ Royal HaskoningDHV, 2021, Pluimmodellering productiewater, in: Milieueffectrapport Gaswinning N05-A, ref. BG6396WATNT2003281158.

untersuchten Stoffe und die Ausgangskonzentrationen im freigesetzten Produktionswasser sind in Tabelle 2-1 dargestellt.

Tabelle 2-1: Konzentration von Stoffen im freigesetzten Produktionswasser, verwendet als Quellterm für die Modellierung der Schadstofffahne.

Substanz		Konzentration im freigesetzten Produktionswasser (mg/l)
Kohlenwasserstoffe	Aromaten (ca. 80 % Benzol)	110
Metalle	Cadmium	0,0025
	Blei	0,01
	Metallisches Quecksilber	0,00012

Es wurden zwei Modellszenarien ausgewählt, in denen die Gezeiten- und Windverhältnisse variieren. Die Szenarien beschreiben verschiedene Zeiträume im Jahr:

- **Szenarium März - Juni:** eine Periode mit schwerem Sturm, gefolgt von einer Periode mit mittleren Windstärken.
- **Szenarium September - Dezember:** eine Periode mit ruhigem Wetter gefolgt von einer Periode mit hohen Wind- und Strömungsgeschwindigkeiten.

Detaillierte Informationen zum numerischen Modell, den Modelleinstellungen und der Herangehensweise finden sich im Bericht der Modellierung von Royal HaskoningDHV¹.

Zu beachten ist, dass in der ursprünglichen Studie zur UVP der Fokus auf den Konzentrationen der tiefsten Wasserschicht lag, während in dieser Studie die Wasserschicht mit den höchsten Konzentrationen, d. h. die obere Wasserschicht, betrachtet wird.

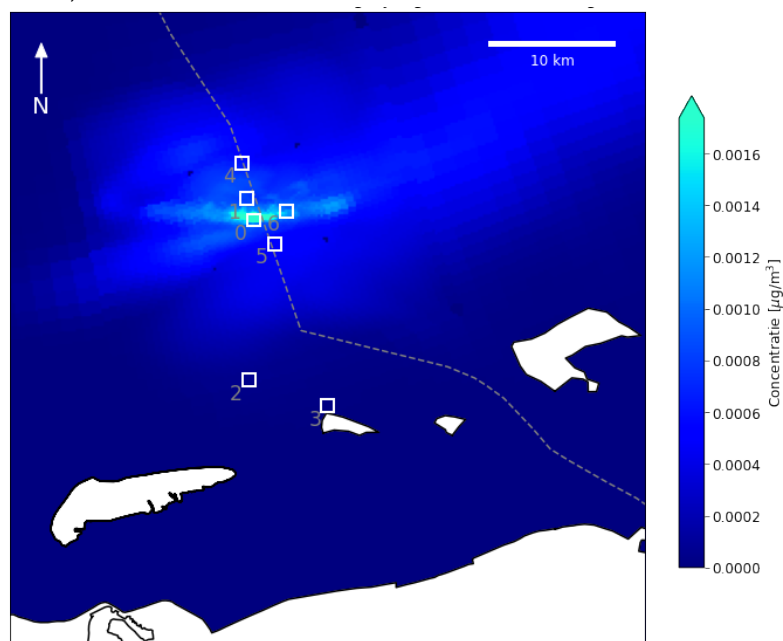


Abbildung 2-1: Maximale Cadmium-Konzentration im Tagesmittel in der Nähe der Wasseroberfläche im Szenario März-Juni inkl. empfindlicher Standorte (0 = N05-A, 1 = Projekt zur Regenerierung der Europ. Auster (südl. Punkt), 2 = N2000 Küstenzone Nordsee, 3 = Rottumerplaat, 4 = N2000 Borkum Riffgrund, 5 = N2000 Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer). Zusätzlicher Beobachtungspunkt 6 = WRRL-Wasserkörper Küstenmeer Ems-Ästuar.

3 Ergebnisse

3.1 Szenarium März - Juni

Die Stoffkonzentrationen im Tages- und Wochenmittel an der westlichen Grenze des WRRL-Wasserkörpers Küstenmeer Ems-Ästuar für den Zeitraum März bis Juni sind in den Abbildungen 3-1 und 3-2 aufgeführt. Die Konzentrationen sind für Aromaten, Cadmium, Blei und metallisches Quecksilber angegeben. Die Ergebnisse werden für die obere Wasserschicht angegeben, in der die höchsten Konzentrationen auftreten, da die Einleitung knapp unterhalb der Wasseroberfläche erfolgt. In den tieferen Wasserschichten der Wassersäule nehmen die Konzentrationen allmählich ab.

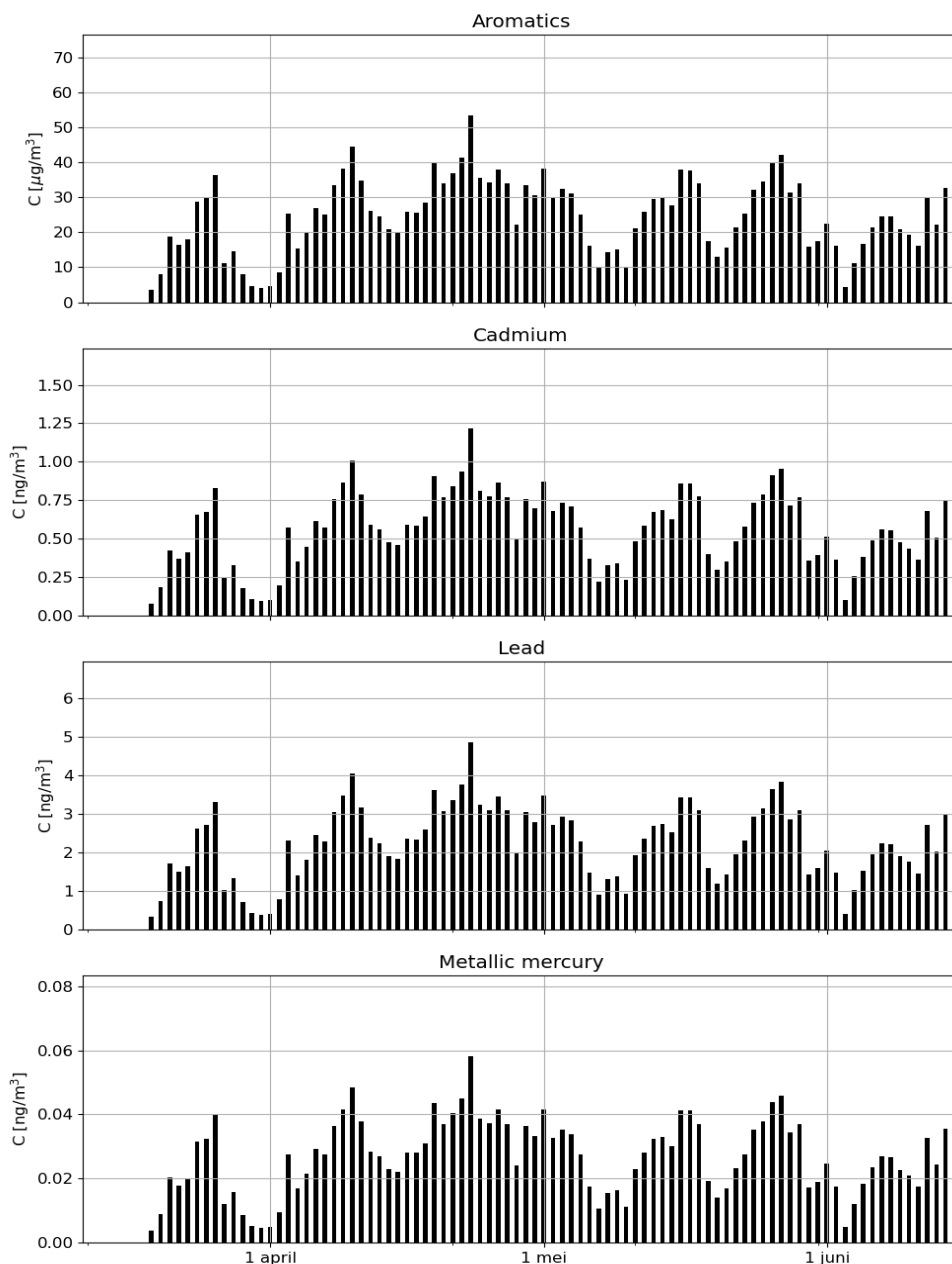


Abbildung 3-1: Konzentrationen im Tagesmittel im WRRL-Wasserkörper Küstenmeer Ems-Ästuar von März bis Juni. Beachten Sie, dass für die unterschiedlichen Stoffkonzentrationen unterschiedliche Skalierungen verwendet werden.

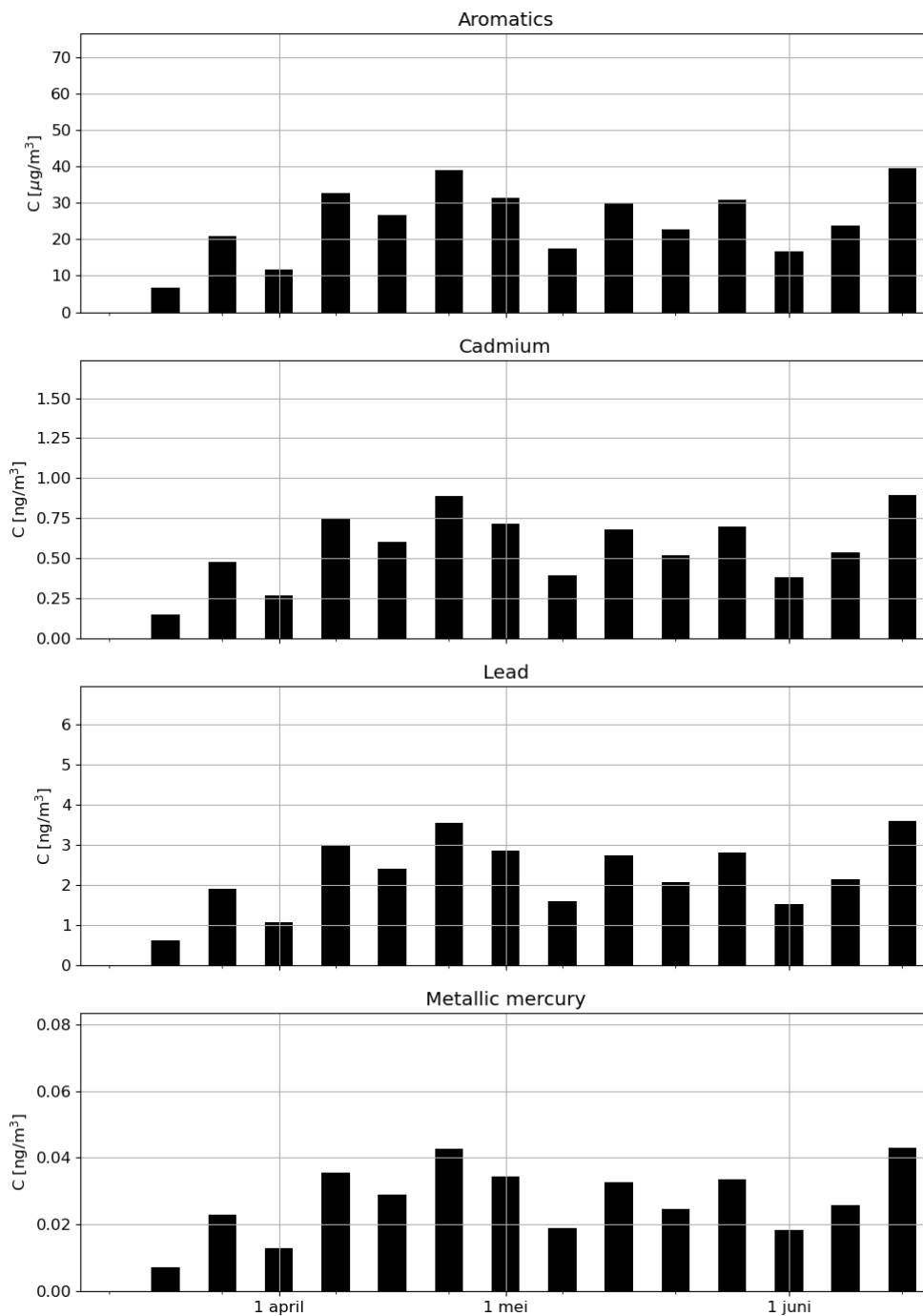


Abbildung 3-2: Konzentrationen im Wochenmittel im WRRL-Wasserkörper Küstenmeer Ems-Ästuar von März bis Juni. Beachten Sie, dass für die unterschiedlichen Stoffkonzentrationen unterschiedliche Skalierungen verwendet werden.

3.2 Szenarium September - Dezember

Die Stoffkonzentrationen im Tages- und Wochenmittel an der westlichen Grenze des WRRL-Wasserkörpers Küstenmeer Ems-Ästuar für den Zeitraum September bis Dezember sind in den Abbildungen 3-3 und 3-4 aufgeführt. Die Konzentrationen sind für Aromaten, Cadmium, Blei und metallisches Quecksilber in der oberen Wasserschicht angegeben.

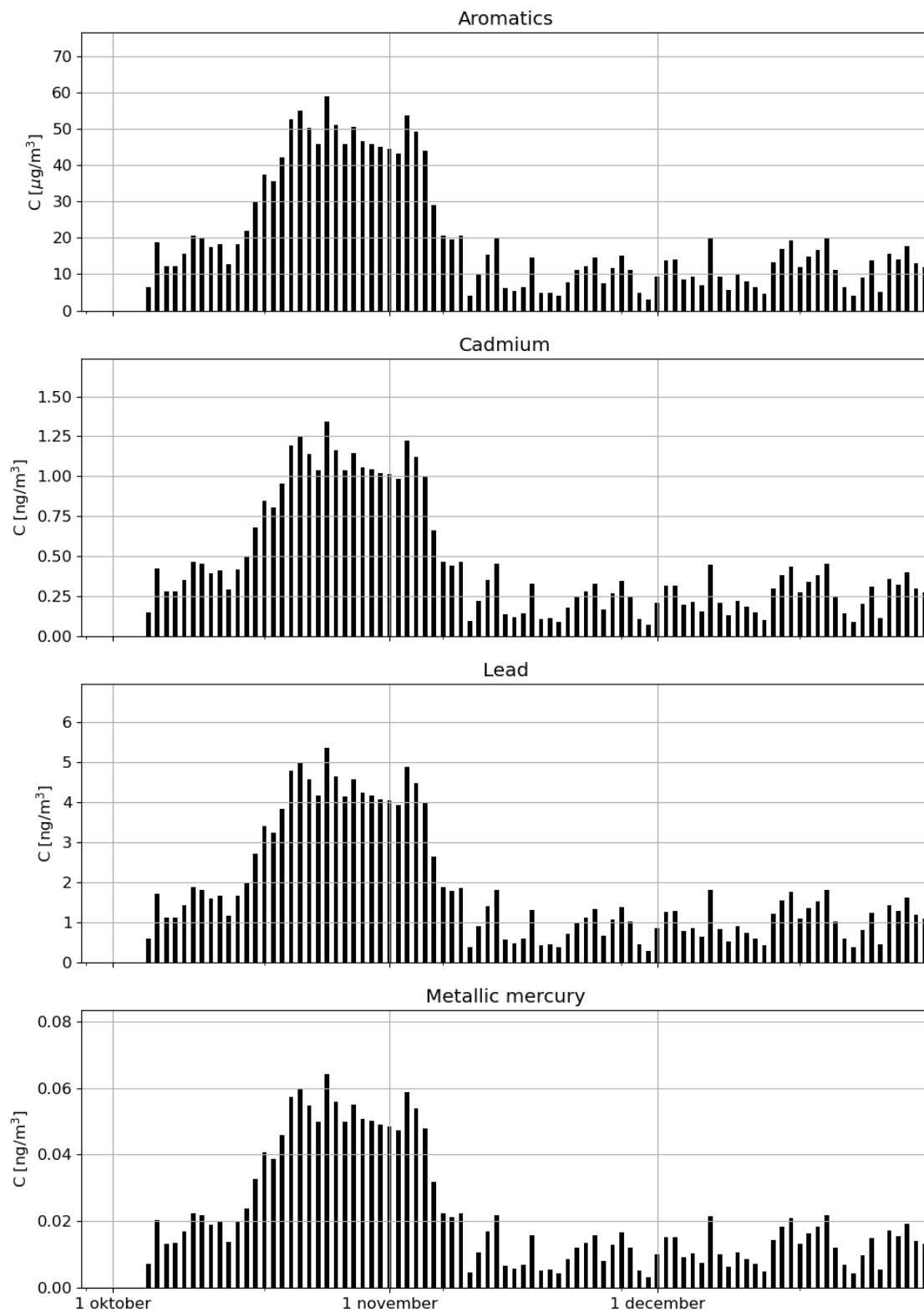


Abbildung 3-3: Konzentrationen im Tagesmittel im WRRL-Wasserkörper Küstenmeer Ems-Ästuar von September bis Dezember. Beachten Sie, dass für die unterschiedlichen Stoffkonzentrationen unterschiedliche Skalierungen verwendet werden.

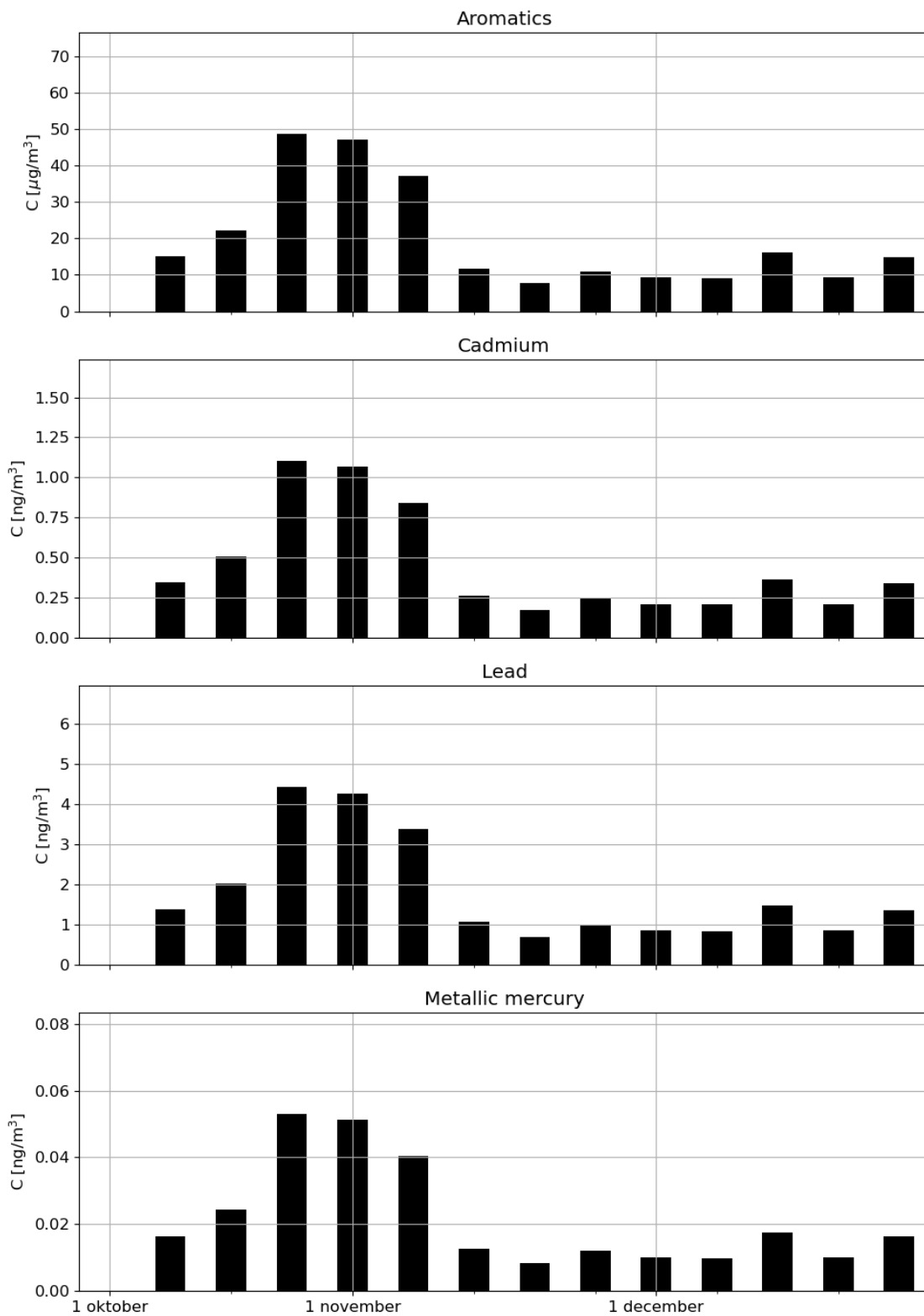


Abbildung 3-4: Konzentrationen im Wochenmittel im WRRL-Wasserkörper Küstenmeer Ems-Ästuar von September bis Dezember. Beachten Sie, dass für die unterschiedlichen Stoffkonzentrationen unterschiedliche Skalierungen verwendet werden.

3.3 Maximale Konzentrationen im Tagesmittel

Die maximalen Stoffkonzentrationen im Tagesmittel in der oberen Wasserschicht für das Szenarium März-Juni sind in der Tabelle 3-1 aufgeführt, sowie in der Tabelle 3-2 für das Szenarium September-Dezember. Zu beachten ist, dass in der ursprünglichen Studie der Fokus auf der Konzentration der untersten Wasserschicht der Wassersäule lag, während in dieser zusätzlichen Studie für alle Standorte die obere Wasserschicht, in der die höchsten Konzentrationen auftreten, betrachtet wird. Die Konzentrationen werden für Aromaten, Cadmium, Blei und metallisches Quecksilber für alle Beobachtungspunkte angegeben. Die maximale Stoffkonzentration im Tagesmittel für beide Szenarien ist in der Tabelle 3-3 dargestellt.

Tabelle 3-1: Maximale Konzentration der gelösten Stoffe im Tagesmittel in der oberen Wasserschicht für das Szenarium März bis Juni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Substanz	Plattform N05-A	Regenerationsprojekt für die Europäische Auster (südliche Grenze)	N2000 Nordseeküstenzone	Rottumersplaat	N2000 Borkum Riffgrund	N2000 Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer	WRRL-Wasserkörper Küstenmeer Ems-Ästuar
Aromaten	722,0	36,4	1,7	0,4	26,7	21,4	53,4
Cadmium	0,016409	0,000826	0,000040	0,000009	0,000607	0,000487	0,001214
Blei	0,06563	0,00330	0,00016	0,00003	0,00243	0,00195	0,00486
Metallisches Quecksilber	0,0007876	0,0000397	0,0000019	0,0000004	0,0000292	0,0000234	0,0000583

Tabelle 3-2: Maximale Konzentration der gelösten Stoffe im Tagesmittel in der oberen Wasserschicht für das Szenarium September bis Dezember ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Substanz	Plattform N05-A	Regenerationsprojekt für die Europäische Auster (südliche Grenze)	N2000 Nordseeküstenzone	Rottumersplaat	N2000 Borkum Riffgrund	N2000 Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer	WRRL-Wasserkörper Küstenmeer Ems-Ästuar
Aromaten	587,1	32,4	6,1	3,1	8,1	24,7	58,9
Cadmium	0,013343	0,000737	0,000139	0,000070	0,000184	0,000561	0,001339
Blei	0,05337	0,00295	0,00056	0,00028	0,00074	0,00224	0,00536
Metallisches Quecksilber	0,0006405	0,0000354	0,0000067	0,0000034	0,0000088	0,0000269	0,0000643

Tabelle 3-3: Maximale Konzentration der gelösten Stoffe im Tagesmittel in der oberen Wasserschicht für beide Szenarien ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Substanz	Plattform N05-A	Regenerationsprojekt für die Europäische Auster (südliche Grenze)	N2000 Nordseeküstenzone	Rottumersplaat	N2000 Borkum Riffgrund	N2000 Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer	WRRL-Wasserkörper Küstenmeer Ems-Ästuar
Aromaten	722,0	36,4	6,1	3,1	26,7	24,7	58,9
Cadmium	0,016409	0,000826	0,000139	0,000070	0,000607	0,000561	0,001339
Blei	0,06563	0,00330	0,00056	0,00028	0,00243	0,00224	0,00536
Metallisches Quecksilber	0,0007876	0,0000397	0,0000067	0,0000034	0,0000292	0,0000269	0,0000643

3.4 Maximale Konzentrationen im Wochenmittel

Die maximalen Stoffkonzentrationen im Wochenmittel in der Wasserschicht an der Wasseroberfläche sind in der Tabelle 3-4 für das Szenarium März bis Juni dargestellt und in der Tabelle 3-5 für das Szenarium September bis Dezember. Zu beachten ist, dass in der ursprünglichen Studie der Fokus auf der Konzentration der untersten Wasserschicht der Wassersäule lag, während in dieser zusätzlichen Studie für alle Standorte die obere Wasserschicht, in der die höchsten Konzentrationen auftreten, betrachtet wird. Die Konzentrationen werden für Aromaten, Cadmium, Blei und metallisches Quecksilber für alle Beobachtungspunkte angegeben. Die maximale Stoffkonzentration im Wochenmittel für beide Szenarien ist in der Tabelle 3-6 dargestellt.

Tabelle 3-4: Maximale Konzentration der gelösten Stoffe im Wochenmittel in der oberen Wasserschicht für das Szenarium März bis Juni ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Substanz	Plattform N05-A	Regenerationsprojekt für die Europäische Auster (südliche Grenze)	N2000 Nordseeküstenzone	Rottumersplaat	N2000 Borkum Riffgrund	N2000 Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer	WRRL-Wasserkörper Küstenmeer Ems-Ästuar
Aromaten	566,8	26,5	0,9	0,2	18,2	17,5	39,5
Cadmium	0,012882	0,000603	0,000021	0,000004	0,000413	0,000398	0,000897
Blei	0,05153	0,00241	0,00009	0,00002	0,00165	0,00159	0,00359
Metallisches Quecksilber	0,0006183	0,0000289	0,0000010	0,0000002	0,0000198	0,0000191	0,0000431

Tabelle 3-5: Maximale Konzentration der gelösten Stoffe im Wochenmittel in der oberen Wasserschicht für das Szenarium September bis Dezember ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Substanz	Plattform N05-A	Regenerationsprojekt für die Europäische Auster (südliche Grenze)	N2000 Nordseeküstenzone	Rottumerplaat	N2000 Borkum Riffgrund	N2000 Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer	WRRL-Wasserkörper Küstenmeer Ems-Ästuar
Aromaten	515,8	27,4	3,4	2,0	5,5	21,4	48,6
Cadmium	0,011723	0,000623	0,000077	0,000046	0,000126	0,000486	0,001104
Blei	0,04689	0,00249	0,00031	0,00019	0,00050	0,00194	0,00442
Metallisches Quecksilber	0,0005627	0,0000299	0,0000037	0,0000022	0,0000060	0,0000233	0,0000530

Tabelle 3-6: Maximale Konzentration der gelösten Stoffe im Wochenmittel in der oberen Wasserschicht für beide Szenarien ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Substanz	Plattform N05-A	Regenerationsprojekt für die Europäische Auster (südliche Grenze)	N2000 Nordseeküstenzone	Rottumerplaat	N2000 Borkum Riffgrund	N2000 Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer	WRRL-Wasserkörper Küstenmeer Ems-Ästuar
Aromaten	566,8	27,4	3,4	2,0	18,2	21,4	48,6
Cadmium	0,012882	0,000623	0,000077	0,000046	0,000413	0,000486	0,001104
Blei	0,05153	0,00249	0,00031	0,00019	0,00165	0,00194	0,00442
Metallisches Quecksilber	0,0006183	0,0000299	0,0000037	0,0000022	0,0000198	0,0000233	0,0000530

3.5 Verdünnungsfaktor

Die anfänglichen Stoffkonzentrationen im Produktionswasser sind in der Tabelle 2-1 aufgeführt. Die betrachteten Stoffe werden als ein Tracer (Stoffindikator) bei der Modellierung der Schadstofffahne modelliert. In der Nachbearbeitung wird die Tracer-Konzentration auf die Konzentrationen von Aromaten, Cadmium, Blei und metallischem Quecksilber im Meerwasser umgerechnet, basierend auf der Ausgangsstoffkonzentration im eingeleiteten Produktionswasser. Das heißt, dass der Verdünnungsfaktor an einem bestimmten Ort für alle Stoffe gleich ist.

Der Verdünnungsfaktor des Maximums im Tagesmittel am Standort WRRL-Wasserkörper Küstenmeer Ems-Ästuar ist für beide Szenarien in Tabelle 3-7 dargestellt.

Tabelle 3-7: Verdünnungsfaktor für die Maximumkonzentrationen im Tages- und Wochenmittel für beide Szenarien.

Szenarium	Verdünnungsfaktor	
	Maximum im Tagesmittel	Maximum im Wochenmittel
März - Juni	4,9E-7	3,6E-7
September - Dezember	5,4E-7	4,4E-7