

**Emissieschattingen Diffuse bronnen
Emissieregistratie**

**Bilgewater
binnenscheepvaart**

Versie mei 2016

De gepresenteerde methode voor emissieberekening van de genoemde emissieoorzaken in deze factsheet is actueel, maar vanaf 2017 worden de nieuwe emissiecijfers niet meer toegevoegd. Ga voor de meest recente emissiecijfers naar de website van EmissieRegistratie (www.emissieregistratie.nl).

In opdracht van RIJKSWATERSTAAT – WVL
Uitgevoerd door DELTARES en TNO

Bilgewater binnenscheepvaart

1 Omschrijving emissiebron

Het betreft hier de emissies ten gevolge van het lozen van met olie verontreinigd water dat in de bilgeruimte (onder in de machinekamer) van binnenvaartschepen ontstaat. Bilgewater moet door binnenvaartschippers worden afgegeven bij een daartoe bevoegde inzamelaar. Dit gebeurt met name de laatste jaren steeds meer. Toch wordt aangenomen dat een gedeelte nog illegaal wordt geloosd. Bilgewater kan naast olie vaak ook nog andere verontreinigingen bevatten, zoals schoonmaak- en oplosmiddelen, koelvloeistoffen en vetten. Dit document beperkt zich tot de minerale olie die in het bilgewater aanwezig is en de hoeveelheid PAK die hier in zit, omdat deze componenten vanuit milieuoogpunt het meest relevant zijn.

Deze emissiebron wordt binnen de nationale Emissieregistratie toegerekend aan de doelgroep Verkeer en vervoer.

2 Toelichting berekeningswijze

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier de geloosde hoeveelheid bilgewater, met een emissiefactor (EF), uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV. Het gemiddelde oliegehalte in het bilgewater is de emissiefactor (EF). Deze berekeningswijze is uitgebreid toegelicht in de Handreiking Regionale aanpak diffuse bronnen [1].

$$\text{Emissie} = \text{EVV} * \text{EF}$$

Waarbij:

Emissie = emissie minerale olie

EVV = geloosde hoeveelheid bilgewater, berekend als het verschil tussen de geproduceerde en ingezamelde hoeveelheid bilgewater

EF = oliegehalte bilgewater

De PAK-emissie wordt vervolgens berekend uit de emissie van de minerale olie door een PAK-gehalte aan te nemen voor deze olie:

$$\text{emissie PAK} = \text{emissie minerale olie} * \text{PAK-gehalte minerale olie}$$

Aangezien het hier directe lozing op het oppervlaktewater betreft, is de bruto emissie gelijk aan de netto belasting van het water.

3 Emissieverklarende variabele

De geproduceerde hoeveelheid bilgewater (m³/jaar) wordt berekend uit het aantal gevaren tonkilometers. Hiervoor is een jaarreeks van gevaren tonkilometers ontwikkeld, welke voor de periode na 1996 is gebaseerd op gegevens van CBS [2] en vanaf 2010 op gegevens uit Eurostat [15]. De periode voor 1996 is teruggerekend met behulp van de ontwikkeling van de vervoerscapaciteit van de binnenvaart [3]. Op basis van ruim 33 miljard gevaren tonkilometers in 1985, wordt de productie van bilgewater per gevaren tonkilometer in 1985 geschat op 2,15 liter per miljoen tonkilometer. Dit getal is afkomstig uit de WSV-doelgroepstudie Binnenvaart [4] en is gebaseerd op een onderzoek van het Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam, waar gedurende een jaar 820 schepen werden gecontroleerd op diverse afvalstoffen.

Door technologieontwikkeling (bijvoorbeeld betere afdichtingen) en door schaalvergroting ontstaat een afname van de hoeveelheid geproduceerd bilgewater. Voor schroefasvet is ingeschat dat hierdoor in de periode 1985 tot 2006 per tonkilometer 48% minder emissies zijn ontstaan (een afname van het verlies aan schroefasvet van 60 tot 35%) [5]. De maatregelen tegen emissie van schroefasvet zijn deels dezelfde als voor reductie van vorming van bilgewater. Dus bij gebrek aan betere informatie

wordt voor bilgewater eenzelfde effect verondersteld. De aldus berekende ontwikkeling van bilgewaterproductie staat vermeld in tabel 1.

De ingezamelde hoeveelheid bilgewater wordt m.i.v. het jaar 1994 geregistreerd door de Stichting Scheepsafvalstoffen Binnenvaart (SAB) en jaarlijks gerapporteerd [6]. Voor het jaar 1985 wordt conform de WSV-doelgroepstudie een percentage geloosd bilgewater van 30% aangehouden. Voor de latere jaren wordt aangenomen dat de hoeveelheid bilgewater die door buitenlandse schippers in Nederland wordt afgegeven en de hoeveelheid bilgewater die door Nederlandse schippers in het buitenland wordt ingeleverd in evenwicht is. Dit geldt ook voor de periode na 2002, toen er in Nederland betaald moest worden voor de afgifte, terwijl dit in het buitenland nog niet het geval was. Een analyse van hoeveelheden ingeleverd bilgewater in het buitenland leert dat de hoeveelheden daar ingeleverd bilgewater in beperkte mate zijn gestegen (in 2003 in Duitsland met 2500 ton en in België met 1000 ton) [7]. Uit onderzoek van IVW [13] bleek dat er in 2003 4940 m³ en in 2004 8309 m³ is afgegeven door Nederlandse schepen. SAB ziet vanaf 2005 een stabiel beeld in Nederland voor inzameling van bilgewater en verwacht dat er minder in het buitenland wordt afgegeven, daarom is vanaf 2005 8300 m³ aangehouden.

In 2003 is de hoeveelheid ingezameld bilgewater scherp gedaald (bijna gehalveerd t.o.v. 2000). Navraag bij een belangrijk inzamelstation van bilgewater [8] leverde op dat de daling van de afgifte in 2003 onmiddellijk is opgetreden. Verder bestaat bij het inzamelstation de indruk dat het oliegehalte van het bilgewater sinds 2002 in lichte mate gestegen is (tot rond 20 procent). Mogelijk wordt bilgewater, vanwege de betaalplicht, voorgeconcentreerd voordat het wordt ingeleverd.

De emissie van geloosd bilgewater wordt berekend uit het verschil van de bilgewaterproductie en de inzameling.

Tabel 1: Berekening van de emissieverklarende variabele geloosd bilgewater (m³).

jaar	vaarintensiteit (mln tonkm)	relatieve technologie-ontwikkeling	geproduceerd bilgewater (m ³)	ingezameld bilgewater (m ³)	Ingezameld bilgewater buitenland (m ³)	emissieverklarende variabele geloosd bilgewater (m ³)
1990	39 591*	0.9	76 551	56 520	-	20 031
1995	40 253*	0.9	77 831	70 310	-	7 521
2000	41 297	0.65	57 669	45 864	-	11 805
2005	43 066	0.54	49 963	18 765	8 300	22 898
2010	40 284	0.5	43 273	16 205	8 300	18 768
2013	48 641	0.5	52 250	19 035	8 300	24 915
2014	49 327	0.5	52 987	17 026	8 300	27 661

* De vaarintensiteit voor deze jaren is berekend uit de geregistreerde vaarintensiteit voor 1997, gecorrigeerd voor de in Nederland aanwezige vervoerscapaciteit (aantal schepen * gemiddeld tonnage)

4 Emissiefactoren

Uit de WSV-doelgroepstudie [4] wordt een emissiefactor van 144 kg olie per m³ bilgewater afgeleid. Deze factor is gebaseerd op een gemiddeld oliegehalte van bilgewater van 16 volumeprocent en een gemiddelde oliedichtheid van 0,9 kg/l. Dit geldt voor de totale oliefractie. Daarom is het aangepaste berekeningsmodel verder doorgerekend met het oliegehalte in de waterfractie, in plaats van de totale oliefractie [12]. Hiervoor is de uitkomst uit een eerder RIZA-onderzoek [14] gebruikt. Het gemiddelde oliegehalte is in dat onderzoek berekend op 275 mg/liter.

Het PAK-profiel van bilgewater is afgeleid van het zwavelgehalte, zoals dat wordt gemeten bij de uiteindelijke verwerker. Dit zwavelgehalte schommelt volgens AVR tussen 0,5 en 1% [9]. Dieselolie heeft zelf een zwavelgehalte van 0,2%, terwijl smeerolie een gehalte heeft van 1,5%. Blijkbaar bestaat de organische verontreiniging van bilgewater dus voor ongeveer de helft uit dieselolie en voor de andere helft uit smeerolieachtige componenten. Als PAK-profiel voor bilgewater wordt het gemiddelde PAK-profiel voorgesteld van dieselolie en smeerolie [10]. Dit gemiddelde wordt weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 2: PAK-profiel bilgewater (in mg per kg minerale olie in het bilgewater).

Component	10-VROM	6-Borneff
Naftaleen	2 160	
Fenanthreen	1 500	
Anthraceen	300	
Fluorantheen	200	200
Chryseen	20	
Benzo[a]anthraceen	40	
Benzo[b]fluorantheen		20
Benzo[k]fluorantheen	20	20
Indeno[1,2,3-cd]pyreen	20	20
Benzo[g,h,i]peryleen	0,7	0,7
Benzo[a]pyreen	20	20
Totaal	4 240	220

5 Maatregelen en effecten

Er zijn diverse maatregelen mogelijk die effect hebben op de hoogte van de emissieverklarende variabele. Door zorgvuldig gedrag en het juiste onderhoud kan de hoeveelheid geproduceerd bilgewater substantieel verminderen. Zo kan het installeren van een lekvrije schroefasdicthing de productie van bilgewater zelfs vrijwel geheel voorkomen. Dit effect is meegenomen in de ontwikkeling van de emissieverklarende variabele in paragraaf 3 (relatieve technologieontwikkeling). Over de effecten van deze maatregelen op de emissiefactor (het oliegehalte in het bilgewater en het PAK-profiel van het bilgewater) is echter geen betrouwbare informatie beschikbaar.

Er is een richtlijn in wording die een korting gaat geven op gecertificeerde schroefaskokerafdichtingen (rond februari 2008) die afval (waaronder bilgewater) afgeven, ofwel er zal steeds minder bilgewater geproduceerd gaan worden omdat dat goedkoper is voor de schipper.

6 Tijdreeks emissiefactoren

Aangezien er geen maatregelen bekend zijn die effect hebben op de in par. 4 vermelde emissiefactoren, blijven de emissiefactoren constant in de tijd.

7 Emissies

Onderstaande tabel geeft de emissies weer, uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactoren uit par. 4 met de emissieverklarende variabele (de hoeveelheid geloosd bilgewater) uit par. 3.

Tabel 3: Emissies van minerale olie en PAK (kg/jaar)

	Minerale olie	Naftaleen	Fenanthreen	Anthraceen	Fluorantheen	Chryseen	Benzo[a]anthraceen
1985	6 756	14.6	10.1	2.03	1.35	0.135	0.27
1990	5 509	11.9	8.3	1.65	1.10	0.110	0.22
1995	2 068	4.5	3.1	0.62	0.41	0.041	0.22
2000	3 247	7.0	4.9	0.97	0.65	0.065	0.13
2005	6 297	14	9.4	1.9	1.3	0.13	0.25
2010	5 161	11	7.7	1.5	1.0	0.10	0.21
2013	6 852	15	10.3	2.1	1.4	0.14	0.27
2014	7 607	16	11.4	2.3	1.5	0.15	0.30

Tabel 4: Emissies van PAK. totaal 10 VROM-PAK en Borneff-6 PAK (kg/jaar)

	Benzo[b] fluorantheen	Benzo[k] fluorantheen	Indeno[1.2.3cd] pyreen	Benzo[g,h,i] peryleen	Benzo[a] pyreen	VROM-10	Borneff-6
1985	0.135	0.135	0.135	0.0047	0.135	29	1.9
1990	0.110	0.110	0.110	0.0039	0.110	24	1.5
1995	0.041	0.041	0.041	0.0014	0.041	9.0	0.58
2000	0.065	0.065	0.065	0.0023	0.065	14	0.91
2005	0.13	0.13	0.13	0.00	0.13	27	1.8
2010	0.10	0.10	0.10	0.00	0.10	22	1.4
2013	0.14	0.14	0.14	0.00	0.14	29	1.9
2014	0.15	0.15	0.15	0.01	0.15	33	2.1

8 Verdeling compartimenten

De emissies vinden in zijn geheel plaats naar oppervlaktewater. De emissies naar bodem en lucht worden als verwaarloosbaar verondersteld.

9 Emissieroutes via riool naar water

De hier berekende emissies zijn directe emissies naar water.

10 Regionalisatie

Voor de regionale verdeling van emissies wordt binnen emissieregistratie gebruik gemaakt van een set van digitale kaarten, welke aanwezig is bij RIVM. Deze set geeft de regionale verdeling in Nederland weer van allerlei grootheden, zoals de bevolkingsdichtheid, verkeersintensiteit, landbouwactiviteiten, etc. Binnen emissieregistratie worden deze kaarten gebruikt als 'lokator' om de regionale verdeling van emissies vast te stellen. De set aan mogelijke lokatoren is beperkt (voor een overzicht van beschikbare lokatoren zie [16]), dus kan niet iedere denkbare grootheid als lokator worden toegepast. Daarom wordt die lokator gebruikt, waarvan wordt aangenomen dat hij het beste correleert met de emissie.

De verdeling van emissies over Nederland wordt aangenomen gelijk te zijn aan de verdeling van de lokator over Nederland.

In onderstaande tabel staat voor de verschillende emissieoorzaken de lokator weergegeven, waarmee emissies worden geregionaliseerd.

Tabel 8: Overzicht van wijze van regionalisatie van emissies.

Onderdeel	Lokatoren
Bilgewater	Beroepsbinnenvaart (verkeersprestatie ton.km)

De wijze waarop de lokatoren tot stand komen wordt beschreven op de website van de [emissieregistratie](#).

Beroepsbinnenvaart

Als invoer is hiervoor de export gebruikt van het BIVAS-model van Rijkswaterstaat (2011-10-17 emissies basis (2008).txt). De rekenkern van BIVAS-model is gelijk aan die van het EMS-model (zie <http://bivas.chartasoftware.com/Article/332>). Het reizenbestand van schepen in het BIVAS-model is een geactualiseerd bestand dat de verkeerssituatie met betrekking tot vrachtverkeer in 2008 op de Nederlandse vaarwegen zo nauwkeurig weergeeft. De export van het BIVAS-model bevat per EMS-scheepstype de bijbehorende afgelegde afstand met een onderverdeling naar beladen en onbeladen schepen.

Bepalend voor de verdeling is het aantal vaartuigen per vaarwegvak, vermenigvuldigd met de lengte van dat vak (in kilometers) en het gemiddelde laadvermogen van het scheepstype (CBS-grootteklasse, zie tabel 9), waarbij ongeladen schepen niet werden meegenomen. Dit levert een rechtstreekse schatting op van het aantal ton.km op elk vaarwegstuk. De ligging en lengte van de vaarwegen in het BIVAS-model is afkomstig uit het NWB.

Tabel 9: Gehanteerd laadvermogen per CBS-klasse voor de regionalisatie

CBSKlasse	Laadvermogen
CBS_1	99
CBS_2	349
CBS_3	501
CBS_4	822
CBS_5	1 199
CBS_6	1 663
CBS_7	2 534
CBS_8	4 203

11 Opmerkingen en wijzigingen ten opzichte van voorgaande jaren

In 2007 zijn de aanbevelingen uit de eerdere publicatie om bij de emissieverklarende variabele uit te gaan van ton.km vervoerde lading overgenomen. De aanbeveling om rekening te gaan houden met zowel de door Nederlandse schepen in het buitenland geproduceerde (en afgegeven of geloosd) bilgewater als het in Nederland ingezamelde bilgewater van buitenlandse schepen in de emissieverklarende variabele is niet overgenomen, aangezien dit effect te verwaarlozen leek (zie boven). Daarnaast is in de vorige methodiek de emissie van benzeen en toluen sterk overschat door een toekenning van een foutief stofprofiel aan de lozingen. Een nadere inventarisatie leert dat de emissies van benzeen en toluen nihil zijn. Deze emissies worden daarom in dit stuk niet meer geschat.

Originele factsheet:

Roovaart, J.C. van den (RWS RIZA); Bilgewater binnenvaart.; Werkdocument nr. 2001.088X, volgnummer 4; januari 2002.

De factsheet wordt jaarlijks geupdate.

12 Betrouwbaarheid en verbeterpunten

Aan elk onderdeel van de emissieberekening is een betrouwbaarheid toegekend. De volgende betrouwbaarheidspercentages zijn hierbij gehanteerd: 1%, 5%, 10%, 25%, 50%, 100%, 200% en 400%. Een betrouwbaarheid van 1% wil zeggen dat het desbetreffende onderdeel zeer betrouwbaar is; een betrouwbaarheid van 400% betekent een grote onzekerheid in het desbetreffende onderdeel. Alle percentages ertussen geven van laag naar hoog een steeds kleinere betrouwbaarheid en een grotere onzekerheid. Voor elk van de onderdelen is de betrouwbaarheid ingeschat door een groep experts. Hierbij zijn onder andere de volgende punten in overweging genomen:

- Metingen: zijn er metingen beschikbaar? Om hoeveel metingen gaat het? Zijn ze recent, realistisch en representatief? Hoe groot is de variatie?
- Als er geen metingen voorhanden zijn: is er veel literatuur of zijn er andere informatiebronnen beschikbaar?
- Als de emissie d.m.v. een model wordt verkregen: wat is de schaal van het model en is het model gevalideerd?
- Aannames: moeten er veel aannames gedaan worden en hoe groot zijn die?
- Regionalisatie: geeft de EVV een goed beeld van de ruimtelijke verdeling van de bron? Hoe groot is de variatie van de emissie in de ruimte en kan deze variatie door de EVV wel goed over Nederland verdeeld worden?

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidspercentage (%)
Emissieverklarende variabele	100
Emissiefactor	100
Verdeling compartimenten	1
Emissieroutes via riool naar water	-
Regionalisatie	25

Voor de emissieverklarende variabele wordt een betrouwbaarheidspercentage van 100% gehanteerd. De emissieverklarende variabele is gebaseerd op een vrij oude inventarisatie van bilgewaterproductie

die is omgerekend naar de huidige situatie. Daarbij is rekening gehouden met verbetering van de technologie; echter de kwantificering van de technologieverbetering is zwak onderbouwd. De emissiefactoren zijn gebaseerd op een aantal onderzoeken naar de samenstelling van het bilgewater. Deze zijn wel gedateerd. Voor de emissiefactoren wordt een betrouwbaarheidspercentage van 100% aangehouden.

De verdeling van de emissies over de verschillende compartimenten is duidelijk geheel naar oppervlaktewater, zodat hiervoor een percentage van 1% wordt gehanteerd.

De regionalisatie van de emissies is vrij betrouwbaar, met behulp van het BIVAS model is een verdeling over de vaarwegen gemaakt, waar precies het bilgewater geloosd wordt is niet bekend, vandaar een betrouwbaarheidspercentage van 25%.

Als belangrijkste (mogelijke) verbeterpunten kunnen worden genoemd:

- Verbetering of actualisering van de meetgegevens t.a.v. de gemiddelde concentratie olie in geproduceerd en ingezameld bilgewater en de gemiddelde hoeveelheid geproduceerd bilgewater per schip;
- In geval de vermindering van de hoeveelheid ingezameld bilgewater na 2003 structureel blijkt, nader onderzoek naar de oorzaak hiervan en eventueel aanpassing van de methodiek (bijvoorbeeld correctie voor het mogelijk verhoogd oliegehalte in het ingezameld bilgewater).
- Betere onderbouwing van het effect van technologieverbetering en andere maatregelen op de hoeveelheid geproduceerd bilgewater en op de emissiefactoren.

13 Reacties

Voor vragen naar aanleiding van dit document of opmerkingen kan contact worden opgenomen met emissieregistratie@deltares.nl.

14 Referenties

- [1] CIW/CUWVO werkgroep VI, februari 1997. Handreiking Regionale aanpak diffuse bronnen. Bijlage 1, par 2.2.
- [2] CBS. Statline, Binnenvaart; goederenvervoer binnenlandse en internationale binnenvaart, 1996-2019.
- [3] Achterliggende gegevens, verkregen binnen het project Emissieregistratie en Monitoring Scheepvaart (EMS), Rijkswaterstaat, 2003.
- [4] Waveren, R.H. en I. Zeegers, september 1997. Watersysteemverkenningen 1996. *Doelgroepstudie en Beleidsanalyse Binnenvaart*. RIZA rapport 97.063.
- [5] Rijkswaterstaat waterdienst, 2015. Schroefasvet binnenscheepvaart, factsheets diffuse bronnen. RWS-WD, Lelystad, mei 2015.
- [6] SAB. Jaarverslag SAB 2014, Trends en Cijfers, Stichting Scheepsafvalstoffen Binnenvaart (SAB), Rotterdam, 2014. (Eerdere jaren zijn afkomstig uit de oudere *SAB trends en cijfers jaarverslagen*.)
- [7] Meijerink J., Minuut bilgewater binnenscheepvaart, RIZA, Lelystad, juni 2004.
- [8] Mondelinge communicatie met dhr. Scholten, Inzamelstation Nijmegen, 2005.
- [9] Mondelinge communicatie met mevr. Stijger, AVR Industrial Waste Service Maritiem-Botlek, Hoogvliet, 2004.
- [10] Polycyclic aromatic hydrocarbons in automotive exhaust emissions and fuels; report no.98/55, Prepared for the CONCAWE Automotive Emissions Management Group by its Special Task Force AE/STF-12: D.E. Hall (Chairman), R. Doel, R. Jørgensen, D.J. King, N. Mann, P. Scorletti, P. Heinze (Technical Coordinator); CONCAWE, Brussels, November 1998.

- [11] Most, P.F.J. van der et al., juli 1998. Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [12] Molder, R. te, 2007. Notitie ruimtelijke verdeling binnen de emissieregistratie. Een overzicht.
- [13] Stap, J, 2005, Strategie milieutoezicht binnenvaart; Emissies van bilgewater en schroefasvet.
- [14] Koops, S.D., 1999. RIZA-werkdocument 99.089X.
- [15] Eurostat, Goods transport by inland waterways, unit Million tonne-kilometre.
<http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=ttr00007&language=en>.
- [16] Emissieregistratie.nl, Documenten, Overzicht documenten, 17. Toedeling naar vaarwegvak (binnenvaart) op basis van energie gebruikt of vaartuigkilometers.pdf.