

**Emissieschattingen Diffuse bronnen
Emissieregistratie**

**Zinkanodes
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-WATERDIENST
Uitgevoerd door DELTARES en TNO

Zinkanodes binnenscheepvaart

1 Omschrijving emissiebron

Het betreft hier de emissies ten gevolge van corrosie van zinken opofferingsanodes van beroepsbinnenvaartuigen. Anodes worden op de buitenwand van de scheepshuid gelast om het gedeelte van het schip dat zich onder de waterlijn bevindt tegen corrosie te beschermen. Anodische bescherming is alleen nodig wanneer twee of meer verschillende metalen onder water elektrisch geleidend met elkaar zijn verbonden, bijvoorbeeld het staal van de romp en de messing kogelkranen of het brons van de schroef en het roestvast staal van de schroefas. Om corrosie te voorkomen wordt gebruik gemaakt van "offerblokken" of anodes. Deze zijn gemaakt van een metaal dat een potentiaalverschil heeft met het metaal dat beschermd moet worden. Door de anode wordt een potentiaalverschil aangebracht waardoor de anode zich als het ware opoffert voor het te beschermen metaal en oplost in het water. In de binnenvaart worden meestal zink, aluminium en magnesium gebruikt als "offermetaal".

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

2 Toelichting berekeningswijze

De emissies worden op eenvoudige wijze berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier het aantal actieve binnenvaartuigen in Nederland, met een emissiefactor (EF) voor zink, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV. Deze berekeningswijze is uitgebreid toegelicht in de Handreiking Regionale aanpak diffuse bronnen [5].

De op deze wijze berekende emissie wordt de bruto emissie genoemd. Aangezien het hier directe lozing op het oppervlaktewater betreft, is de bruto emissie gelijk aan de netto belasting van het oppervlaktewater.

3 Emissieverklarende variabele

De informatie over het aantal actieve binnenvaartuigen in Nederland is afkomstig uit de statistieken van het CBS en van de Inspectie Verkeer en Waterstaat (IVW) [11]. Deze gegevens werden jaarlijks door het CBS gepubliceerd tot 2002. Hierna zijn alleen nog nieuwe gegevens van het Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT), voorheen Inspectie Verkeer en Waterstaat (IVW) beschikbaar, zodoende is de hoogte van de EVV afkomstig van verschillende bronnen.

Tabel 1: Emissieverklarende variabele, het aantal actieve binnenvaartschepen.

| Jaar | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2013 | 2014 |
|------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| EVV | 6 371 | 6 282 | 5 494 | 4 410 | 4 382 | 5 776 | 5 882 | 5 707 |
| Referentie | [2, p.211] | CBS | IVW | IVW | IVW | IVW | IVW | ILT |

4 Emissiefactor

In de WSV-doelgroepstudie Binnenvaart [1] werd nog uitgegaan van een emissiefactor van ongeveer 5 kg zink per actief binnenvaartschip. Dit getal was gebaseerd op een gebruik van zinkanodes door 10% van de binnenvaartvloot en een verbruik van 100 kg zink per schip in de twee jaar.

Een evaluatie van deze gegevens door RIZA in 2007 bij scheepswerven, deskundigen en Regionale Directies van Rijkswaterstaat heeft uitgewezen dat deze schatting te hoog is geweest. Dit heeft geleid tot een aanpassing van de eerdere schattingen (zie par. 11). De hieronder weergegeven cijfers zijn gebaseerd op een document over zinkanodes [9]. In de nieuwe berekening is aangenomen dat 25% van de binnenvaartvloot gebruik maakt van zinkanodes. Daarnaast zou 50% gebruik maken van

aluminiumanodes en 25% van magnesiumanodes. Deze stoffen worden hier echter niet meegenomen.

Het hoge cijfer van 100 kg zinkanodes per schip die in twee jaar helemaal zouden zijn opgebruikt, blijkt vooral gebaseerd op aanbevelingen van producenten van zinkanodes. In de praktijk blijken deze cijfers aanzienlijk lager te liggen: een aanname van 6 zinkanodes van ca. 3 kg elk per schip die in gemiddeld 3 jaar worden vervangen lijkt realistischer te zijn. Hiermee wordt een emissiefactor per schip van $(3 \times 6) / 3 \times 25\% = 1,5$ kg zink per actief binnenvaartschip berekend.

Aangezien er geen effecten van lopende maatregelen bekend zijn, zie paragraaf 5, blijft de emissiefactor constant in de tijd.

Tabel 2: Emissiefactor in kg/jaar per actief binnenvaartschip.

| | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2013 | 2014 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| EF (kg/jaar) | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |

5 Maatregelen en effecten

Over de werking van zinkanodes in zoet water is veel discussie. De laatste tijd is men steeds meer van mening dat zink minder goed zou werken in zoet water dan aluminium. De indruk bestaat dat het gebruik van zinkanodes vermindert en het gebruik van aluminiumanodes toeneemt.

Een alternatief voor het gebruik van anodes zou het "opgedrukt stroomsysteem" of "impressed current - IC" kunnen zijn. Deze IC-systemen worden echter om technische en financiële redenen nog niet op grote schaal toegepast op binnenvaartschepen.

Over de implementatie en effecten van deze maatregelen en ontwikkelingen is echter geen betrouwbare informatie beschikbaar.

6 Emissies

Onderstaande tabel geeft de emissies weer, uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de emissiefactor uit par. 6 met de emissieverklarende variabele uit par. 3.

Tabel 3, Zinkemissie als gevolg van zinkanodes in de binnenscheepvaart.

| | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2013 | 2014 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Zink emissie (kg/jaar) | 9 957 | 9 423 | 8 241 | 6 615 | 6 753 | 8 664 | 8 823 | 8 561 |

7 Verdeling compartimenten

De emissie door corrosie van zinkanodes in de binnenscheepvaart gaan 100% direct naar het oppervlaktewater.

8 Emissieroutes via riool naar water

De hier berekende emissies zijn directe emissies naar water.

9 Regionalisatie

Voor de regionale verdeling van emissies wordt binnen de 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 de 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 [10]), 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 4: Overzicht van wijze van regionalisatie van emissies.

| Onderdeel | Lokatoren |
|-------------------------|---|
| Corrosie van zinkanodes | Beroepsbinnenvaart (verkeersprestatie: scheepskilometers) |

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

Beroepsbinnenvaart

Voor de beroepsbinnenvaart is 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). Dit levert een rechtstreekse schatting op van het aantal gevaren kilometers op elk vaarwegstuk. De ligging en lengte van de vaarwegen in het BIVAS-model is afkomstig uit het NWB.

10 Opmerkingen en wijzigingen ten opzichte van voorgaande jaren

2008:

Het aantal actieve binnenvaartschepen wordt niet langer bekend gemaakt via het CBS. De gegevens worden nu verkregen via de IVW. De IVW had twee bestanden over de binnenvaart in beheer, de actieve binnenvloot (Rijnvloot) en het overzicht van de Nederlandse binnenvloot. Sinds mei 2005 zijn deze twee databases samengevoegd onder de naam Rijnvloot [11].

2005:

In vorige publicaties [1, 5, 6, 7] werd uitgegaan van een emissiefactor van 4,78 kg zink per actief binnenvaartschip (zie par. 4). De nieuwe schatting (februari 2007) ligt ruim een factor 3 lager, wat op landelijk niveau een daling betekent van ca. 21 ton zink naar 7 ton in 2000.

Originele factsheet:

Roovaart, J.C. van den (RWS RIZA); Zinkanodes binnenscheepvaart; Werkdocument nr. 2001.088X, volgnummer 6; 2002

De factsheet wordt jaarlijks geupdate.

11 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 | 10 |
| Emissiefactor | 100 |
| Verdeling compartimenten | 1 |
| Emissieroutes via riool naar water | - |
| Regionalisatie | 10 |

De emissieverklarende variabele wordt door RWS-IVW bijgehouden. De emissieverklarende variabele krijgt een betrouwbaarheidspercentage van 10%. In het algemeen kan worden gesteld dat de emissiefactor gebaseerd is op een beperkt aantal metingen van een aantal jaren geleden, die recent zijn getoetst aan de praktijk. Er is echter geen rekening gehouden met de effecten van lopende maatregelen. Op grond hiervan kan voor de emissiefactor een betrouwbaarheidspercentage van 100% worden aangehouden.

De verdeling van de emissies over de verschillende compartimenten en de emissieroutes via riool naar water zijn duidelijk geheel naar oppervlaktewater, zodat hiervoor een betrouwbaarheid van 1% wordt gehanteerd. De regionalisatie van de emissies is vrij betrouwbaar, hiervoor wordt het BIVAS model gebruikt. Er wordt een betrouwbaarheidspercentage van 10% aangehouden.

Als belangrijkste verbeterpunten kunnen worden genoemd:

- Verbetering van de informatie over de effecten van de in par. 5 genoemde maatregelen en ontwikkelingen door monitoring.
- Verbetering van de informatie waarop de emissiefactor is gebaseerd, zowel het aantal zinkanodes per schip, het gemiddelde gewicht per anode, de vervangingstermijn en het percentage schepen dat gebruik maakt van zinkanodes.
- Verbetering van de regionalisatie van de emissies door rekening te houden met verschillen in corrosiesnelheid in brak en zoet oppervlaktewater.
- Er wordt geen rekening gehouden met de buitenlandse schepen die op de Nederlandse wateren varen. Evenzo wordt er ook geen rekening meegehouden hoeveel de Nederlandse schepen in het buitenland verblijven. Dit zou als verbetering meegenomen moeten worden.

13 Reacties

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

14 Referenties

- [1] Waveren, R.H. en I. Zeegers, september 1997. Watersysteemverkenningen 1996. *Doelgroepstudie en Beleidsanalyse Binnenvaart*. RIZA rapport 97.063.
- [2] CBS. *Statistisch jaarboek 1996, 1998, 2001*. Voorburg/Heerlen.
- [3] CBS. *Statistisch jaarboek 1998*. Voorburg/Heerlen.
- [4] CBS. *Statistisch jaarboek 2001*. Voorburg/Heerlen.
- [5] CIW/CUWVO werkgroep VI, februari 1997. *Handreiking Regionale aanpak diffuse bronnen*. Bijlage 1.
- [6] Coenen, P.W.H.G. *et al*, mei 2001. Rapportagereeks Doelgroepmonitoring nr. 9. *Emissies in Nederland per regio, Jaarrapport 1998 en ramingen 1999*.

- [7] Harmelen, A.K. van *et al.*, november 2000. Rapportagereeks Doelgroepmonitoring nr. 6. *Emissies en afval in Nederland, Jaarrapport 1998 en ramingen 1999.*
- [8] Most, P.F.J. van der *et al.*, juli 1998. *Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water.* Publicatierreeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [9] Röling, I.S., 2002. *Zinkanodes binnenvaart.* RIZA werkdocument.
- [10] Molder, R. te, 2007. Notitie ruimtelijke verdeling binnen de emissieregistratie. Een overzicht.
- [11] Inspectie Verkeer en Waterstaat, toezicht beheereenheid, Den Haag. Databestanden Rijnvloot 1993-2013.