

**Emissieschattingen Diffuse bronnen  
Emissieregistratie**

**Emissies alkyfenolen uit de  
zeescheepvaart**

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](http://www.emissieregistratie.nl)).

In opdracht van RIJKSWATERSTAAT – WVL  
Uitgevoerd door DELTARES en TNO

# Emissies alkylfenolen uit de zeescheepvaart

## 1 Omschrijving

Nonylfenol en octylfenol zijn prioritare stoffen binnen de Kaderrichtlijn Water en vallen binnen de stofgroep alkylfenolen. Deze stoffen komen in de Noordzee terecht door afbraak van nonylfenol-ethoxylaat en octylfenol-ethoxylaat (zie bijlage 1) en door directe emissies van nonylfenol en octylfenol. Directe emissies van nonylfenol en octylfenol vanuit de zeescheepvaart zijn niet bekend. Emissies van octylfenol-ethoxylaat komen vrij bij sommige marine coatings en zijn niet meegenomen in de berekening omdat ze verwaarloosbaar klein zijn. Emissies van nonylfenol-ethoxylaten (NPEO) door zeescheepvaart worden door twee processen veroorzaakt:

- Gebruik van persoonlijke verzorgingsproducten door passagiers en bemanning. NPEO wat vrijkomt bij gebruik van voornamelijk detergentia door passagiers en bemanning komt via het grijze en zwarte water in de Noordzee terecht. Cruiseschepen hebben vaak nog een zuiveringsinstallatie aan boord, overige schepen niet.
- Gebruik van reinigingsmiddelen voor de reiniging van het schip en de ladingtanks.

Emissies worden toegekend aan de doelgroep Verkeer en Vervoer.

## 2 Toelichting berekeningswijze

Emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV) met een emissiefactor (EF). Deze berekeningswijze is uitgebreid toegelicht in de Handreiking Regionale aanpak diffuse bronnen [1].

$$\text{Emissie} = \text{EVV}_s * \text{EF}_s + \text{EVV}_p * \text{EF}_p$$

Waarbij:

$\text{EVV}_s$  = Aantal schepen dat gedurende een jaar in een bepaald gebied aanwezig is

$\text{EF}_s$  = NPEO emissie per schip (kg NPEO/schip.jaar)

$\text{EVV}_p$  = Aantal personen op schepen dat gedurende een jaar in een bepaald gebied aanwezig is

$\text{EF}_p$  = NPEO emissie per persoon (kg NPEO/persoon.jaar)

## 3 Emissieverklarende variabele

De emissie verklarende variabele is het aantal schepen en het aantal personen op schepen dat zich gemiddeld over het jaar op de Noordzee bevindt. Voor deze gegevens is gebruikt gemaakt van de door het MARIN bewerkte AIS gegevens [2]. Sinds 2005 hebben alle zeeschepen groter dan 300 Gross ton<sup>1</sup> een AIS transponder (AIS = Automatic Identification System) aan boord die een aantal malen per minuut automatisch berichten uitzendt met gegevens van het schip waaronder de exacte positie. Dit levert per geografische gridcel gegevens op over aanwezigheid van schepen per jaar en aanwezigheid van bemanning en passagiers. Omdat de visserij voornamelijk een ander systeem aan boord heeft, ontbreekt de kottervisserij. Echter de grote vissersschepen (met AIS transponder) worden wel meegenomen in de aantallen. Omdat de kottervisserij gemiddeld minder bemanning heeft dan de overige zeeschepen, is te verwachten dat daarmee ook de emissies vanuit deze schepen lager is.

Voor de emissieberekening van nonylfenol-ethoxylaten zijn de scheepsaantallen en aantallen personen gesommeerd per gebied dat binnen de Kaderrichtlijn Water is onderscheiden.

Of emissies plaatsvinden is afhankelijk van de locatie waar de schepen zich bevinden. Zo mogen schepen ongezuiverd zwart water alleen buiten de 12 mijls zone lozen. Er wordt aangenomen dat passagiersschepen een waterzuivering aan boord hebben. Zwart water mag hierbij na zuivering ook buiten de 3 mijls zone geloosd worden. Deze grenzen van de 12 mijls zone en de 3 mijls zone komen

---

<sup>1</sup> De (inhouds)maat voor de totale grootte van een schip, bepaald in overeenstemming met het Internationaal Verdrag betreffende de meting van schepen uit 1969.

niet overeen met de grenzen worden gehanteerd binnen de Kaderrichtlijn Water (KRW). Voor de berekening zijn de KRW regio's in 3 categorieën ingedeeld:

1. Binnen 1 km van de kust
2. Binnen 1-10 km van de kust
3. Meer dan 10 km vanuit de kust

Er wordt aangenomen dat emissies door scheepsreiniging, en wassing ladingtanks alleen gebeurd in de regio's verder dan 10 km uit de kust. Verder wordt aangenomen dat emissies van grijs water overal kunnen plaatsvinden en dat emissies van zwart water alleen plaatsvinden in de regio's verder dan 10 km uit de kust. Alleen voor passagiersschepen wordt aangenomen dat emissies van zwart water ook plaatsvinden in de regio's verder dan 1 km uit de kust.

Als basis voor de emissie verklarende variabele worden de bewerkte AIS gegevens van 2007 gebruikt. Eerdere jaren worden hiervan afgeleid. Voor passagiersschepen wordt de reeks afgeleid van het aantal passagiers dat met cruiseschepen in de regio Amsterdam is aangekomen. Het aantal passagiers van cruiseschepen dat in de regio Amsterdam is aangekomen, is toegenomen van 59 000 in 1996 naar 182 638 in 2009 [3]. Voor overige schepen wordt de reeks voor het aantal personen en het aantal schepen apart afgeleid. Het aantal personen is berekend naar verhouding van de totale maximale belading (DWT = Dead Weight Tonnage) van de schepen, welke de belangrijkste Nederlandse zeehavens hebben bezocht [4]. De EVV is vanaf 2010 ongewijzigd door gekopieerd omdat er geen nieuwe betrouwbare gegevens beschikbaar waren om de EVV te vernieuwen.

In tabellen 1-3 wordt de EVV weergegeven.

*Tabel 1: Emissie verklarende variabele voor scheepsreiniging en wassing van ladingtanks, uitgedrukt in gemiddeld aantal aanwezige schepen gedurende het hele jaar (in de regio's verder dan 10 km uit de kust)*

| Scheepstype       | 1990  | 1995  | 2000  | 2005  | 2010   | 2013   | 2014   |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Passagiersschepen | 0.40  | 0.40  | 1.01  | 1.27  | 1.88   | 1.88   | 1.88   |
| Chemie schepen    | 7.70  | 7.70  | 13.78 | 15.06 | 16.63  | 16.63  | 16.63  |
| Overige schepen   | 50.87 | 50.87 | 91.05 | 99.46 | 109.89 | 109.89 | 109.89 |

*Tabel 2: Emissie verklarende variabele voor grijs water, uitgedrukt in gemiddeld aantal aanwezige personen gedurende het hele jaar (op het gehele NCP)*

| Scheepstype       | 1990   | 1995   | 2000   | 2005   | 2010   | 2013   | 2014   |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Passagiersschepen | 1 247  | 1 247  | 3 117  | 3 921  | 5 692  | 5 692  | 5 692  |
| Chemie schepen    | 1 406  | 1 349  | 1 277  | 1 322  | 1 316  | 1 316  | 1 316  |
| Overige schepen   | 11 159 | 10 706 | 10 133 | 10 495 | 10 448 | 10 448 | 10 448 |

*Tabel 3: Emissie verklarende variabele voor zwart water, uitgedrukt in gemiddeld aantal aanwezige personen gedurende het hele jaar (voor passagiersschepen in alle regio's verder dan 1 km uit de kust en voor de chemie schepen en de overige schepen in de regio's verder dan 10 km uit de kust)*

| Scheepstype       | 1990  | 1995  | 2000  | 2005  | 2010  | 2013  | 2014  |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Passagiersschepen | 482   | 482   | 1 206 | 1 517 | 2 203 | 2 203 | 2 203 |
| Chemie schepen    | 344   | 330   | 312   | 323   | 322   | 322   | 322   |
| Overige schepen   | 2 932 | 2 813 | 2 662 | 2 758 | 2 745 | 2 745 | 2 745 |

#### 4 Emissiefactoren

Emissiefactoren van zeeschepen zijn gebaseerd op een studie van IVAM [5]. In dit rapport worden emissiefactoren berekend voor een historische situatie waarin nonylfenol-ethoxylaten nog maximaal gebruikt werden. In tabel 5 zijn deze emissiefactoren samengevat. De meeste passagiersschepen hebben een waterzuivering aan boord van het schip. Er wordt aangenomen dat de NPEO emissies hierdoor met 50% verminderen. Deze aanname is gebaseerd op metingen aan diverse RWZI's [6,7] en de aanname dat de gemiddelde waterzuivering op een cruiseschip wat minder effectief zal zijn dan een waterzuivering aan land.

Tabel 4: Emissiefactoren van NPEO per persoon en per schip

|          | Emissiebron         | Passagiersschepen     | Overige schepen       | Overige schepen       |
|----------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Schepen  | Scheepsreiniging    | 21.4 kg NPEO/schip    | 21.4 kg NPEO/schip    | 21.4 kg NPEO/schip    |
|          | Wassing ladingtanks | -                     | 0.15 kg NPEO/schip    | -                     |
| Personen | Grijs water         | 0.212 kg NPEO/persoon | 0.424 kg NPEO/persoon | 0.424 kg NPEO/persoon |
|          | Zwart water         | 0.039 kg NPEO/persoon | 0.078 kg NPEO/persoon | 0.078 kg NPEO/persoon |

Vanaf 1990 is men binnen Europa op vrijwillige basis begonnen met het verminderen van het gebruik van NPEO. Vanaf 2005 mag er helemaal geen NPEO meer verwerkt worden in reinigingsmiddelen en persoonlijke verzorgingsproducten door de invoer van de Detergentenrichtlijn 2003/53/EG. Metingen aan RWZI influent en effluent [8,9] laten zien dat de emissies een factor 10 zijn verminderd. De Detergentenrichtlijn geldt alleen voor Europa. In andere landen mag NPEO nog steeds gebruikt worden. Echter veel grote bedrijven zijn vrijwillig overgestapt naar alternatieve stoffen. Aan metingen in RWZI's in de Verenigde Staten [6] is te zien dat de emissies ook in de Verenigde Staten zijn gedaald. Deze daling is echter wel minder dan in Europa. Omdat een deel van de passagiers aan boord van de cruiseschepen en andere schepen geen Europese nationaliteit hebben, is te verwachten dat deze schepen nog steeds NPEO emissies veroorzaken.

Er wordt aangenomen dat op cruiseschepen ongeveer 50% van de opvarenden geen Europese nationaliteit bezitten. Dit is gebaseerd op cijfers van Amsterdam Cruise Port in 2007, waarbij de verdeling binnen/buiten Europa gelijk is aan 53/47% [3]. Op overige schepen zal het aandeel passagiers zonder Europese nationaliteit lager zijn en hiervoor wordt een percentage van 25% aangehouden. Dit percentage is geschat op basis van CBS cijfers over het totale deadweight (DWT) van schepen die van buiten Europa binnenkomen in Nederland. Het percentage DWT van deze schepen ligt tussen de 23% en 28% van het totale DWT. Verder wordt aangenomen dat voor Europese nationaliteiten de emissiefactoren met een factor 10 zijn afgenomen en voor niet Europese nationaliteiten met een factor 5. Als laatste wordt aangehouden dat de vermindering van emissies vanaf 1995 inzet tot 2005. Daarom is tussen 1995 en 2005 een lineair verband aangehouden. Vanaf 2005 is aangenomen dat de emissies niet meer afnemen en waarmee de emissiefactoren vanaf 2005 gelijk zijn gehouden aan jaar 2005.

Bovenstaande aannamen leveren een reeks van emissiefactoren op die gepresenteerd zijn in tabel 5.

Tabel 5: Emissiefactoren voor NPEO per jaar

|              | Scheepstype       | Emissiebron         | 1990  | 1995  | 2000  | 2005  | 2010  | 2013  | 2014  |
|--------------|-------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Schepen      | Passagiersschepen | Scheepsreiniging    | 21.40 | 19.75 | 11.48 | 3.21  | 3.21  | 3.21  | 3.21  |
|              |                   | Wassing ladingtanks | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| (kg/schip)   | Chemie schepen    | Scheepsreiniging    | 21.40 | 19.70 | 11.19 | 2.68  | 2.68  | 2.68  | 2.68  |
|              |                   | Wassing ladingtanks | 0.15  | 0.138 | 0.078 | 0.019 | 0.019 | 0.019 | 0.019 |
|              | Overige schepen   | Scheepsreiniging    | 21.40 | 19.70 | 11.19 | 2.68  | 2.68  | 2.68  | 2.68  |
|              |                   | Wassing ladingtanks | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Personen     | Passagiersschepen | Grijs water         | 0.212 | 0.196 | 0.114 | 0.032 | 0.032 | 0.032 | 0.032 |
|              |                   | Zwart water         | 0.039 | 0.036 | 0.021 | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| (kg/persoon) | Chemie schepen    | Grijs water         | 0.424 | 0.390 | 0.222 | 0.053 | 0.053 | 0.053 | 0.053 |
|              |                   | Zwart water         | 0.078 | 0.072 | 0.041 | 0.010 | 0.01  | 0.01  | 0.01  |
|              | Overige schepen   | Grijs water         | 0.424 | 0.390 | 0.222 | 0.053 | 0.053 | 0.053 | 0.053 |
|              |                   | Zwart water         | 0.078 | 0.072 | 0.041 | 0.010 | 0.01  | 0.01  | 0.01  |

## 5 Maatregelen en effecten

Maatregelen die effect hebben op de berekeningsmethode zijn diverse besluiten over het gebruik van NPEO in producten en het lozen van water. In de studie van IVAM zijn deze maatregelen en effecten uitgebreid uitgewerkt. Het verminderd verbruik van NPEO door beleid op deze stoffen is verwerkt in de emissiefactor. Hieronder staan de maatregelen genoemd. Dit is een samenvatting van de belangrijkste maatregelen, genoemd in [5].

- Rond 1990 is op vrijwillige basis gestart met het vervangen van nonylfenol-ethoxylaten voor alcohol-ethoxylaten in was- en vaatwasmiddelen.

- De Detergentenrichtlijn (2003/53/EG) zorgde voor een volledige vervanging van nonylfenol-ethoxylaten in persoonlijke verzorgingsproducten rond 2005.

## 6 Emissies

De emissies van NPEO worden berekend door vermenigvuldiging van het aantal schepen of personen op de juiste locatie (tabellen 1-3) met een emissiefactor (tabel 5). Deze emissies worden weergegeven in tabel 6. De emissies worden opgegeven in de emissieregistratie met 3 verschillende emissieoorzaken:

- Zeeschepen huishoudelijke lozingen – grijs water
- Zeeschepen huishoudelijke lozingen – zwart water
- Zeeschepen lozingen scheepsreiniging

De emissies in deze emissieoorzaak zijn een optelling van de emissies zoals deze zijn berekend in tabel 6. De laatste emissieoorzaak omvat emissies van scheepsreiniging en wassing ladingtanks samen. In tabel 7 worden de emissies van bovenstaande emissieoorzaken weergegeven. Emissies door huishoudelijke lozingen grijs water komen overal op het NCP voor. De overige emissies komen alleen voor in de regio's verder dan 10 km van de kust.

Tabel 6: Emissies door zeescheepvaart op NCP en overige Nederlandse wateren, (kg NPEO/jaar)

|               | Scheepstype       | Emissiebron         | 1990  | 1995  | 2000  | 2005  | 2010  | 2013  | 2014  |
|---------------|-------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Schepen       | Passagiersschepen | Scheepsreiniging    | 9     | 8     | 12    | 4     | 6     | 6     | 6     |
|               |                   | Wassing ladingtanks |       |       |       |       |       |       |       |
|               | Chemie schepen    | Scheepsreiniging    | 165   | 152   | 154   | 40    | 44    | 44    | 44    |
|               |                   | Wassing ladingtanks | 1.2   | 1.1   | 1.1   | 0.3   | 0.3   | 0.3   | 0.3   |
|               | Overige schepen   | Scheepsreiniging    | 1 089 | 1 002 | 1 019 | 266   | 289   | 289   | 289   |
|               |                   | Wassing ladingtanks |       |       |       |       |       |       |       |
| Personen      | Passagiersschepen | Grijs water         | 264   | 244   | 354   | 125   | 181   | 181   | 181   |
|               |                   | Zwart water         | 19    | 17    | 25    | 9     | 13    | 13    | 13    |
|               | Chemie schepen    | Grijs water         | 596   | 526   | 283   | 70    | 70    | 70    | 70    |
|               |                   | Zwart water         | 27    | 24    | 13    | 3     | 3     | 3     | 3     |
|               | Overige schepen   | Grijs water         | 4 731 | 4 176 | 2 247 | 556   | 554   | 554   | 554   |
|               |                   | Zwart water         | 229   | 202   | 109   | 27    | 27    | 27    | 27    |
| <b>Totaal</b> |                   |                     | 7 129 | 6 351 | 4 217 | 1 101 | 1 185 | 1 185 | 1 185 |

De zeescheepvaart levert ook emissies van nonylfenol-ethoxylaten op bij legale en illegale lozingen van olie. Emissies van nonylfenol-ethoxylaten worden tegelijk berekend met de PAK's uit legale en illegale lozingen [10].

Tabel 7: Emissies door zeescheepvaart per emissieoorzaak (kg NPEO/jaar)

| Emissieoorzaken                                  | 1990  | 1995  | 2000  | 2005 | 2010 | 2013 | 2014 |
|--|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| Zeeschepen huishoudelijke lozingen – grijs water | 5 592 | 4 946 | 2 884 | 751  | 805  | 805  | 805  |
| Zeeschepen huishoudelijke lozingen – zwart water | 274   | 243   | 147   | 39   | 43   | 43   | 43   |
| Zeeschepen lozingen scheepsreiniging             | 1 263 | 1 162 | 1 186 | 311  | 339  | 339  | 339  |

## 7 Verdeling compartimenten

De emissies van nonylfenol-ethoxylaten uit zeescheepvaart gaan direct naar het oppervlaktewater.

## 8 Emissieroutes naar water

De emissies van nonylfenol-ethoxylaten uit zeescheepvaart gaan direct naar het oppervlaktewater.

## 9 Regionalisatie

Voor de regionale verdeling van emissies wordt binnen emissieregistratie gebruik gemaakt van een set van digitale kaarten, welke aanwezig is bij PBL. 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 [11]), 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  |
|--|--|
| Zeeschepen huishoudelijke lozingen – grijs water | AIS gegevens personen op het gehele NCP                          |
| Zeeschepen huishoudelijke lozingen – zwart water | AIS gegevens personen in de regio's verder dan 10 km uit de kust |
| Zeeschepen lozingen scheepsreiniging             | AIS gegevens schepen verder dan 10 km uit de kust                |

## 10 Opmerkingen en wijzigingen ten opzichte van voorgaande jaren

Dit is de vereenvoudigde versie van de methode die volledig beschreven is in de originele factsheet. Deze factsheet wordt jaarlijks geupdate.

Originele factsheet:

Dröge, R. (TNO), J. Hulskotte (TNO), B. Bellert (RWS WD), Alkylfenolen zeescheepvaart, oktober 2009.

## 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<br>emissieberekening | betrouwbaarheids-<br>classificatie |
|--------------------------------|------------------------------------|
| EVV                            | 30%                                |
| Emissiefactor                  | 100%                               |
| Verdeling compartimenten       | 0%                                 |
| Emissieroutes naar water       | 0%                                 |
| Regionalisatie                 | 10%                                |

De emissiefactor wordt als onbetrouwbaar ingeschat omdat het gebruik en ingeschat verlies gebaseerd is op verouderde gegevens. De EVV is relatief betrouwbaar omdat de scheepvaartroutes vastliggen en goed bekend zijn. De regionalisatie wordt gezien als betrouwbaar omdat de scheepvaartroutes vastliggen en goed bekend zijn. De verdeling compartimenten en de emissieroutes naar water worden gezien als zeer betrouwbaar omdat de emissie alleen direct naar water is.

Verbeterpunten:

- Vernieuwing EVV op basis nieuwe AIS-gegevens en vernieuwing emissiefactoren op basis nieuwe gegevens huidige legale toepassing nonylfenol-ethoxylaten in gebruikte reinigingsmiddelen en persoonlijke-verzorgingsmiddelen.

## 12 Reacties

Voor vragen naar aanleiding van dit werkdocument of opmerkingen kan contact worden opgenomen met Benjamin Ebbers, RWS-WVL, e-mail: benjamin.ebbers@rws.nl.

## 13 Referenties

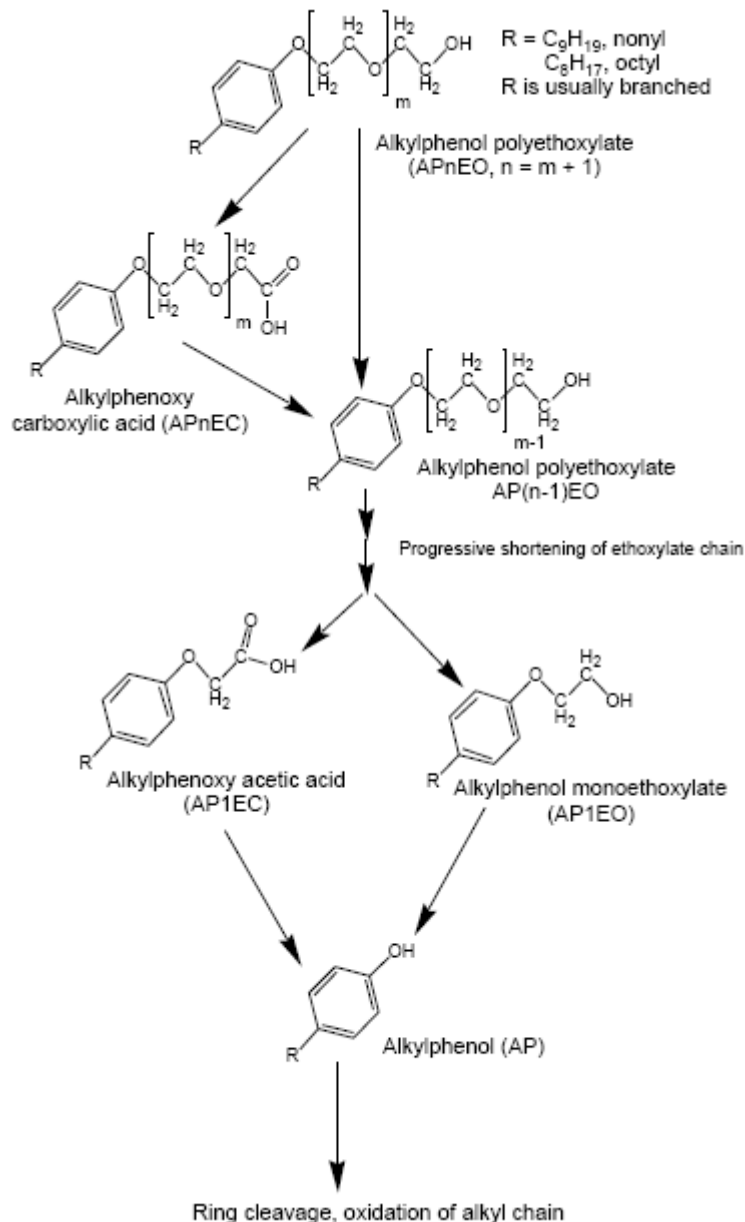
- [1] CIW/CUWVO werkgroep VI, februari 1997. Handreiking Regionale aanpak diffuse bronnen. Bijlage 1, par 2.2
- [2] Tak, C. van der, 2008. Emissions of coatings and anodes by shipping in the greater North Sea (OSPAR region II), based on AIS-data. Report no. 22776.620/2. MARIN, Wageningen.
- [3] Amsterdam Cruise Port, Facts and figures. [www.amsterdamcruiseport.com](http://www.amsterdamcruiseport.com)
- [4] CBS Statline. <http://statline.cbs.nl>.
- [5] Broekhuizen, F. van en Krop, H., 2008. Emissie van Nonylfenol en Octylfenol naar zoute en brakke wateren door de zeescheepvaart, visserij en offshore. IVAM research and consultancy on sustainability, Amsterdam.
- [6] Loyo-Rosales, J.E., Rice, C.P. en Torrents, A., 2007. Fate of octyl- and nonylphenol ethoxylates and some carboxylated derivatives in three American wastewater treatment plants. Environmental Science and Technology 41, 6185-6821.
- [7] Pothitou, P. en Voutsas, D., 2008. Endocrine disrupting compounds in municipal and industrial wastewater treatment plants in Northern Greece. Chemosphere 73, 1716-1723.
- [8] Giger, W., 2004. Organic pollutants in sewage sludges: from detergent-derived chemicals to human-use antibiotics. Keynote paper. In: Halm, D. en Grathwohl, P., 2004. Proceedings of the 2nd international workshop on integrated soil and water protection: Risks from diffuse pollution (SOWA). Held in Prague, Czech Republic, from 28 to 29 June 2004.
- [9] Helsinki Commission, 2002. Guidance document on Nonylphenol/Nonylphenoethoxylates (NP/NPEs). Presented by Sweden. June 2002. Helsinki Commission. Baltic Marine Environment Protection Commission. Implementing the HELCOM Objective with regard to Hazardous Substances.
- [10] Factsheets Emissies naar water, Emissies van uit morsingen PAK door zeescheepvaart op NCP van de Noordzee, juni 2012

- [11] Molder, R. te, 2007. Notitie ruimtelijke verdeling binnen de emissieregistratie. Een overzicht.
- [12] Most, P.F.J. van der, van Loon, M.M.J., Aulbers, J.A.W. en van Daelen, H.J.A.M., juli 1998. Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water. Publicatierreeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [13] Ball, H.A., Reinhard, M. en McCarty, P.L., 1989. Biotransformation of halogenated and nonhalogenated octylphenol polyethoxylate residues under aerobic and anaerobic conditions. *Environmental Science and Technology* 23, 951-961.
- [14] Ahel, M., Hrsak, D. en Giger, W., 1994. Aerobic transformation of short-chain alkylphenol polyethoxylates by mixed bacterial cultures. *Archives of environmental contamination and toxicology* 26, 540-548.
- [15] Classificatiesysteem betrouwbaarheid wateremissies (Dröge, 2013)



## Bijlage 1

### Afbraak van alkylfenoethoxylaat naar alkylfenol.



Figuur 1: Afbraak van alkylfenol-ethoxylaat naar alkylfenol [13,14].

Bij de afbraak van alkylfenol-ethoxylaat naar alkylfenol neemt de molmassa van de stof af. Dit kan worden uitgewerkt in het volgende voorbeeld:

Nonylfenol-ethoxylaat kan meerdere ethoxylaatgroepen bevatten. NP1EO bevat maar 1 ethoxylaatgroep en heeft een molmassa van 264 gram/mol. Als dit afbreekt naar NP, dan neemt de molmassa af naar 220 gram/mol. Als echter bijvoorbeeld NP16EO (met 16 ethoxylaatgroepen) afbreekt naar NP, dan is dit een afname van het molgewicht van 924 naar 220 gram/mol. Dit is een afname met ruim 75% van het oorspronkelijke gewicht.

De uiteindelijke hoeveelheid nonylfenol die in de Noordzee terecht zal komen, zal dus lager zijn dan de hoeveelheid nonylfenol-ethoxylaat die wordt geëmitteerd. In het IVAM rapport wordt aangenomen dat de bulk van de nonylfenol-ethoxylaten 9 ethoxylaat eenheden bevat. Bij de afbraak van NP9EO naar NP neemt de molmassa af van 616 gram/mol naar 220 gram per mol. Dit is een afname in gewicht van ongeveer 65%