

**Emissieschattingen Diffuse bronnen  
Emissieregistratie**

**Antifouling recreatievaart**

Versie juni 2019

De gepresenteerde methode voor emissieberekening van de genoemde emissieoorzaken in deze factsheet is actueel, maar vanaf 2020 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

# Antifouling recreatievaart

## 1 Omschrijving emissiebron

Het betreft hier de emissies ten gevolge van het uitlogen van toegepaste verfproducten bij recreatievaartuigen tijdens afspuiten, stilliggen in havens en tijdens het varen. Deze emissiebron wordt binnen de nationale Emissieregistratie toegekend aan de doelgroep Verkeer en Vervoer.

## 2 Toelichting berekeningswijze

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier het aantal recreatievaartuigen in Nederland, met een emissiefactor (EF) per stof, uitgedrukt in emissie per eenheid van de EVV. De effecten van de maatregelen zijn in de emissiefactoren verwerkt. Deze berekeningswijze is uitgebreid toegelicht in de Handreiking Regionale aanpak diffuse bronnen [20].

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

Voor de jaren 1975 tot en met 1990 is het aantal vaartuigen uit [20] aangehouden in combinatie met interpolatie van de jaren 2004 en 1997. Het aantal pleziervaartuigen in 1997 is gebaseerd op een schatting en vastgelegd door Stichting Recreatie [2]. Uit een onderzoek van Stichting Waterrecreatie [19] blijkt dat het aantal vaartuigen in de recreatievaart ligt op 187 740 in 2004. In de tussenliggende jaren (1997 – 2004) zijn de aantallen geïnterpoleerd. Vanaf 2007 tot nu wordt gebruik gemaakt van de HISWA factsheets watersportindustrie [22]. Tussenliggende jaren zijn geïnterpoleerd.

Van schepen die voor lange tijd aan wal liggen, kano's en roeiboten, is verondersteld dat zij geen antifouling gebruiken.

Tabel 1: Ontwikkeling aantal recreatievaartuigen in Nederland

jaar	emissieverklarende variabele (aantal recreatievaartuigen)	referentie
1990	217 750	1
1995	250 000	1
2000	231 889	2
2005	187 643	Interpolatie 19, 20
2010	169 015	22
2015	185 500	22
2016	185 500	22
2017	185 500	22

## 4 Maatregelen en effecten

Een aantal maatregelen heeft effect gehad op het gebruik van bepaalde typen antifouling. Het betreft de volgende maatregelen:

### *Koperhoudende antifouling*

- Introductie kopervrije antifouling: sinds begin jaren 90 zijn steeds meer alternatieven voor koperhoudende antifouling op de markt. In referentie [3, p. 39] is geschat dat voor het jaar 1995 ca. 20% van de toegepaste antifouling kopervrij is. In 1990 was het gebruik van kopervrije antifouling nog nihil. Het percentage tussen 1990 en 1995 is vervolgens lineair geïnterpoleerd. Aangenomen is dat in de jaren 1996 t/m 1998 het percentage kopervrije antifouling stabiel was op 20%.
- Verbod koperhoudende antifouling: met ingang van 2001 is het aanbrengen gebruik van koperhoudende antifouling voor het gebruik op recreatievaartuigen verboden. In 2005 is dit verbod weer teruggedraaid. De implementatie van dit verbod verliep als volgt:

- 2001: Volgens een enquête van het blad Zeilen was in 2001 ongeveer de helft van het aantal boten uitgerust met een “milieuvriendelijke” coating [4];
- 2002: In 2002 is door VROM-inspectie een intensieve handhavingscampagne ondernomen, waarbij koperhoudende middelen van de schappen zijn gehaald. In totaal zijn tijdens deze actie 128 bedrijven bezocht, waarbij 23 overtredingen zijn geconstateerd, wat een naleving van 80% inhoudt [5]. Volgens de enquête in het blad Zeilen zou het percentage wat lager liggen; 31% van de invullers gaf aan nog met koperhoudende verf te varen [4]. Volgens Zeilen is dit echter geen representatieve steekproef, boten op zout water waren oververtegenwoordigd. Daarnaast heeft de enquête alleen betrekking op zeilboten. Voor 2002 wordt een percentage van 25% aangehouden, voor recreatievaartuigen welke nog met koperhoudende antifouling zijn voorzien;
- 2004: In 2004 lijkt het verbod op binnenwateren goed te worden nageleefd. In de zeehavens wordt zo nu en dan nog wel een koperhoudende coating aangetroffen. Daarnaast zijn koperhoudende coatings in België en Duitsland niet verboden, dus boten met een vaste ligplaats in deze landen (3% van de boten in Nederland [6]) kunnen nog van een koperhoudende antifouling worden voorzien [7]. In totaal is in 2004 nog maximaal 14% van de boten van een koperhoudende antifouling zijn voorzien.  
In de periode dat koper verboden was in Nederland, wordt aangenomen dat het gebruik van kopervrije antifouling toenam. Omdat antifouling gebaseerd op andere actieve stoffen toen niet beschikbaar waren, werd in die periode overgestapt op andere vormen van bescherming (non-stick coating etc.).
- 2005 en later: Koperhoudende coating mag weer worden gebruikt. Het verbod op koperhoudende antifouling voor recreatievaartuigen is voor 5 merken verf weer teruggedraaid [30]. De afname van de voorgaande jaren zet daardoor niet door vanaf 2005. Per jaar wordt het percentage koperhoudende coating verdubbeld, omdat er 2-jaarlijks wordt vervangen. Dit gaat door tot een percentage koperhoudende antifouling van 63%, zie volgende bullet.
- Uit de enquête van Milieu centraal [23] in 2018 blijkt dat van de 431 respondenten 63% met koperhoudende antifouling, 25% met kopervrije antifouling en 12% zonder antifouling (harde coating, niets, siliconen, non-stick) rondvaart. Vanwege de *healthy volunteer bias* wordt de enquête door Milieu Centraal zelf als niet representatief gezien. Aangezien dit de enige beschikbare cijfers zijn wordt het percentage wel overgenomen. In Duitsland ligt het percentage koperhoudende antifouling op 75%.  
Het percentage schepen met koperhoudende antifouling wordt vanaf 2007 op 63% gehouden, het gebruik van kopervrije antifouling neemt geleidelijk af tot 25% en recreatievaartuigen met andere soorten coating (non-stick etc) neemt toe tot 12%.

#### *PAK-houdende antifouling*

Verbod PAK-houdende coating: M.i.v. 1/10/96 mogen PAK-houdende coatings alleen nog in verpakkingen van ten hoogste 25 liter voorradig zijn of verhandeld worden en per 1/7/1997 mogen PAK-houdende coatings niet meer worden toegepast. Er is een reductie aangenomen van 25% in 1996, oplopend tot 50% in 1997 en een reductie die stabiel is op 80% vanaf 1998. In de enquête van het blad Zeilen [4] eind 2002 werd geen PAK-coating meer aangetroffen. Aangenomen wordt dat de emissies vanaf 2005 0 is.

#### *TBT-houdende antifouling*

Verbod organotinhoudende (TBT-)antifouling: Per 1/1/1990 heeft Nederland de toelating op het gebruik van organotin voor jachten kleiner dan 25 m ingetrokken. Er is aangenomen dat in 1990 het gebruik van organotinhoudende antifouling al met 50% was teruggelopen en dat het gebruik m.i.v. 1993 geheel is gestopt.

De onderstaande tabel geeft de geschatte ontwikkeling van antifouling in de loop van de jaren weer. Tussen 1985 en 1990 en tussen 1990 en 1995 zijn de percentages geïnterpoleerd.

Tabel 2: Verdeling antifouling recreatievaart (%).

Jaar	TBT/Cu-coating	PAK-coating	Cu-coating (TBT-vrij)	Cu-vrije coating	niets
1985	96	4	0	0	0
1990	48	4	48	0	0
1995	0	4	77	19	0
1996	0	3	77	20	0
1997	0	2	78	20	0
1998	0	1	79	20	0
1999	0	1	77	22	0
2000	0	1	72	27	1
2001	0	0.8	48	52	2
2002	0	0.6	25	73	2
2003	0	0.4	19	78	3
2004	0	0.2	14	82	4
2005	0	0	28	67	5
2006	0	0	56	38	6
2007	0	0	63	30	7
2008	0	0	63	29	8
2009	0	0	63	28	9
2010	0	0	63	27	10
2011	0	0	63	27	10
2012	0	0	63	27	10
2013	0	0	63	27	10
2014	0	0	63	27	10
2015	0	0	63	27	10
2016	0	0	63	26	11
2017	0	0	63	25	12

## 5 Emissiefactoren

### *Volume boot onder water*

RIVM [24] heeft een methode ontwikkeld om het onderwateroppervlak van recreatievaartuigen te berekenen op basis van de bootlengte. Het gewogen gemiddelde voor het onderwateroppervlak van recreatievaartuigen in Nederlandse jachthavens is 23.1 m<sup>2</sup>. Een uitsplitsing daarvan naar zeewater, binnenwateren en overgangswateren is mogelijk. Voor deze factsheet wordt met het overall oppervlak van 23.1 m<sup>2</sup> gerekend.

De meeste gebruikte antifouling bestaat voor de minder snel varende recreatievaartuigen uit zelfslipende antifouling. Deze antifouling wordt 1x per vaarseizoen opgebracht. Tijdens het varen slijpt een deel weg en ook tijdens het schoonspuiten van de boot verdwijnt een groot deel [28]. Voor deze factsheet wordt uitgegaan dat er gemiddeld per jaar en per boot één laag antifouling wordt opgebracht (productiebladen antifouling verven). De productiebladen van de in 2018 toegestane antifoulingverven geven aan hoeveel m<sup>2</sup> scheepsoppervlak er behandeld kan worden met 1 liter verf. Dit ligt gemiddeld op 10 m<sup>2</sup> per liter. Per jaar wordt er dan 2.3 liter antifouling verbruikt. Aangenomen wordt dat de helft hiervan wegslijpt of oplost. Deze aanname is gekoppeld aan de jaarlijkse vervangingsfrequentie.

### *Emissies uit Cu-houdende coatings*

- Periode tot en met 2014.  
Na het verdwijnen van TBT houdende antifouling vanaf 1993 is het kopergehalte in TBT-vrije verven ongeveer 25%. Dit getal is gebaseerd op informatie uit een beslissing van het toenmalig CTB [9], waarin een aantal antifouling definitief wordt verboden. Veel van de in deze brief genoemde antifouling waren toegestaan in de recreatievaart.  
De concentratie aan Cu in deze antifouling is volgens de bestrijdingsmiddelenbank van CTgB ongeveer 25% [10]. Bij dit kopergehalte weegt één liter antifouling 1.3 kg. Het kopergehalte is dan 330 gram per liter.  
Een recreatievaartuig heeft in Nederland een onderwateroppervlak van gemiddeld 23.1 m<sup>2</sup> [11]. Uitgaande dat gemiddeld per jaar en per boot één laag antifouling wordt opgebracht (10 m<sup>2</sup>/liter), wordt per jaar 2.3 liter antifouling verbruikt. De helft hiervan slijpt weg of lost op, waardoor de jaarlijkse koperemissie 380 g Cu per jaar bedraagt.
- Periode vanaf 2014

Vanaf november 2014 mogen particulieren alleen antifouling aanbrengen met relatief weinig koper. De in 2018 toegestane antifoulingverven voor de recreatievaart hebben een gemiddeld kopergehalte van 10% [26]. Uitgaand van 10% koper en een soortelijk gewicht van gemiddeld 1.44 kg/l, komt het kopergehalte afgerond uit op 150 gram per liter. Met 2.3 liter antifouling per jaar komt er gemiddeld 345 gram per boot per jaar vrij. Met de aanname dat de helft wegslijpt en/of oplost is de koperemissie jaarlijks 170 gram per boot.

In de periode waarin wordt overgestapt van koperhoudende antifouling met gemiddeld 25% koper naar gemiddeld 10% koper wordt een overgangperiode ingesteld, zie tabel 4.

Tabel 4: Berekening Emissiefactor in de overgangperiode antifouling met 25% naar 10% koper

jaartal	antifouling 25% koper (%)	Antifouling 10% koper (%)	EF (g Cu/boot)
2014	75	25	0.328
2015	50	50	0.275
2016	25	75	0.225
2017	0	100	0.170

#### *Emissies biociden in Cu-houdende coatings*

Op basis van de destijds toegestane antifoulingverven voor o.a. de recreatievaart op de toenmalige CTB-site [10] kan de volgende verdeling worden aangetroffen: in 25% van de gevallen werd een middel toegepast met diuron, 25% met triazine (Irgarol) en 2.5% met zineb of ziram. Als er biociden in de antifouling zitten, dan bedraagt het gehalte gemiddeld circa 10% van het koperoxidegehalte. Voor de periode na 1993 kan diuronemissie dus worden geschat op 4% van de koperemissie (9 g per boot per jaar). De triazine-emissie komt op 9 g per boot per jaar en de zineb en ziram emissie op 1 g per boot per jaar. Na 2003 wordt zineb niet meer toegepast in de niet-professionele antifouling, volgens de ctgb toelatingsdatabase. Ook ziram wordt niet meer terug gevonden. Voor beide stoffen worden de emissies in 2003 gehalveerd en vanaf 2004 op 0 gezet.

Triazine wordt niet/amper toegepast in de recreatievaart. Het wordt vooral gebruikt op zeegaande schepen. Voor diuron geldt een verbod. De emissies van beide biociden zijn vanaf 2006 gehalveerd en in 2007 op 0 gezet, zie ook paragraaf 11.

#### *Emissies zink uit antifouling*

Zink wordt gebruikt om de werking van koperverbindingen te verbeteren. Het helpt onder meer bij het in oplossing gaan van zelf-slijpende verven. Zink I is geen biocide. Verf met zink mag zonder toelating van het Ctgb worden verkocht. In antifouling zonder biociden komen vaak hoge concentraties zink(oxide) voor. Uit de veiligheidsbladen van de toegestane antifouling [27] voor de recreatievaart in 2018 blijkt dat het percentage zink(oxide) tussen 1% en 25% ligt. De berekende mediaan van 17.5% wordt aangehouden.

Als dezelfde aanname wordt gedaan als bij koperhoudende antifouling wat betreft gebruik van antifouling, dan komt er per jaar 300 gram zink per boot beschikbaar.

#### *Emissies uit kopervrije coatings*

Kopervrije antifouling kunnen worden onderverdeeld in harde, zelf-slijpende en biocidenvrije antifouling. De eerste groep bevatte 9% dichlofluamide; de tweede groep bevat 3,2% dichlofluamide. Volgens opgave van Sikkens [12] is ongeveer de helft van de kopervrije antifouling die in 2004 worden verkocht hard; 30% is zelf-slijpend en de rest is biocidenvrij (non-stick coating). Gemiddeld bevatten kopervrije antifouling dus 5.5% dichlofluamide. Bij een verbruik van 2 liter per boot per jaar en een verlies van 50%, komt de emissie neer op 55 g dichlofluamide per boot per jaar. Coatings met het middel dichlofluamide mogen vanaf 2009 niet meer worden toegepast [29]. De emissies zijn vanaf 2009 gehalveerd en in 2010 op 0 gezet.

#### *Emissies uit PAK-coatings*

De totale consumptie van PAK-coating in 1985 wordt geschat op 16.000 l (20.000 kg) [7]. Hiermee zijn naar schatting ongeveer 8.430 boten van een PAK-coating voorzien. In de factsheet coating binnenscheepvaart [8] wordt voor de beroepsbinnenvaart emissies van VROM-10 PAK geschat op gemiddeld 4 kg per boot per jaar, bij een gemiddeld oppervlak van 800 m<sup>2</sup> per schip. Op basis hiervan kan de VROM-10-PAK emissies worden geschat op 0.1 kg per recreatieboot. Een compleet PAK-emissieprofiel per pleziervaarttuig staat in onderstaande tabel. Vanaf 2011 wordt verondersteld dat PAK niet meer wordt toegepast als antifouling op de beschouwde recreatievaartuigen. De trend van deze stoffen is dusdanig aangepast dat er vanaf 2011 geen emissies meer plaatsvinden.

Tabel 4: PAK-emissieprofiel per recreatieboot (kg/jaar) tot en met 2010.

PAK	Emissie (kg per recreatieboot per jaar)
Naftaleen	0.06630
Anthraceen	0.00324
Fenanthreen	0.00647
Fluorantheen	0.00647
Benzo[a]anthraceen	0.00324
Chryseen	0.00324
Benzo[k]fluorantheen	0.00159
Benzo[a]pyreen	0.00324
Benzo[g,h,i]peryleen	0.00324
Indeno[1,2,3-cd]pyreen	0.00324
Totaal (PAK10)	0.10000

#### Emissies uit TBT-houdende coatings

De emissie van koper en tin door uitloging van koperhoudende en/of TBT-houdende antifouling wordt voor 1985 geschat op 18.500 kg/jaar koper en 770 kg tin [5]. Op basis van het aantal boten in 1985 (excl. de boten met PAK-coating) komt dit overeen met  $92 \cdot 10^{-3}$  kg koper en  $3.8 \cdot 10^{-3}$  kg tin per boot per jaar. Vanaf 1990 mag tin niet meer worden toegepast op de recreatievaart. Er wordt aangenomen dat er na 1993 geen emissies meer plaatsvinden.

Tabel 5: Emissies van TBT en koperhoudende en kopervrije verven (in kg per boot per jaar).

Emissie	TBT-houdend	Cu-houdend, TBT-vrij	Cu-vrij	Toepassing gestopt per
Tin	0.0038			1990
Koper*	0.092	0.375 / 0.17		
Diuron		0.009		2005
Triazine		0.009		2005
Zineb		0.001		2003
Ziram		0.001		2003
Dichlofluamide			0.055	2009
zink		0.3	0.3	

\* tot en met 2014 mag 0.375 worden toegepast, na 2014 0.17 kg per boot per jaar.

## 6 Tijdreeks activiteiten

Aan de hand van de onder 5 genoemde emissiefactoren voor 1985 en de onder 4 genoemde reductiepercentages kan een tijdreeks van aantal boten (tabel 1) worden berekend met een specifieke antifouling in de steekjaren.

Tabel 3: Aantal recreatieboten met soort antifouling

Jaar	TBT/Cu-coating	PAK-coating	Cu-coating (TBT-vrij)	Cu-vrije coating	andere soort coating
1985	202 320	8 430	0	0	0
1990	104 520	8 710	104 520	0	0
1995	0	10 000	192 000	48 000	0
2000	0	1 855	166 960	63 074	2 319
2005	0	709	49 596	159 872	8 856
2006	0	666	93 250	63 276	9 991
2007	0	312	98 220	46 772	10 913
2008	0	329	103 719	47 744	13 171
2009	0	335	105 374	46 833	15 053
2010	0	338	106 480	45 634	16 902
2011	0	0	106 480	45 634	16 902
2012	0	0	105 374	45 160	16 726
2013	0	0	104 822	44 924	16 638
2014	0	0	116 865	50 085	18 550
2015	0	0	116 865	50 085	18 550
2016	0	0	116 865	48 230	20 405
2017	0	0	116 865	46 375	22 260

## 7 Emissies

Onderstaande tabellen geven de emissies voor de verschillende stoffen per jaar weer, uitgedrukt in kg/jaar. De emissies zijn berekend door vermenigvuldiging van de tijdreeks aan activiteiten uit paragraaf 6 met de emissieverklarende variabele (aantal recreatievaartuigen) uit paragraaf 3. De effecten van de maatregelen zijn al in de emissiefactoren verwerkt.

Tabel 6: PAK-emissies (kg/jaar).

jaar	totaal (PAK10)	Naftaleen	Anthra-ceen	Fenan-threen	Fluoran-theen	Benzo [a]-anthraceen	Chry-seen	Benzo[k]-fluoran-theen	Benzo[a]-pyreen	Benzo-[g,h,i]pe-ryleen	Indeno-[1,2,3-cd]py-reen
1985	843	559	27	55	55	27	27	13	27	27	27
1990	871	577	28	56	56	28	28	14	28	28	28
1995	1 000	663	32	65	65	32	32	16	32	32	32
2000	186	123	6.0	12	12	6.0	6.0	2.9	6.0	6.0	6.0
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

In tabel 7 staan de emissies van tin, koper en biociden weergegeven.

Tabel 7: Tin, koper en biociden emissies (kg/jaar).

Jaar	tin	Koper*	diuron	triazine	zineb	ziram	dichlofluanide	zink
1985	769	16 007	0	0	0	0	0	25085
1990	397	42 427	941	941	105	105	0	25084
1995	0	62 746	1 728	679	75	75	2 640	57600
2000	0	54 562	1 503	461	51	51	3 444	55097
2005	0	16 208	118	243	0	0	6 527	40385
2010	0	37 798	0	0	0	0	1 288	36507
2015	0	27 639	0	0	0	0	0	40068
2016	0	22 362	0	0	0	0	0	39623
2017	0	17 086	0	0	0	0	0	39178

\*Op de website staat koper nog weergegeven als dikoperoxide. De echte kopervracht is 86% van het dikoperoxide. In de volgende update van de EmissieRegistratie wordt deze vracht aangepast

## 8 Verdeling compartimenten

De emissies door uitloging van antifouling recreatievaart gaan voor 100% direct naar het oppervlaktewater.

## 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 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 en landbouwactiviteiten. 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 [18]), 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. Volgens een inventarisatie van Alterra is het aantal vaardagen per recreatievaartuig per jaar ongeveer 59 [13]. 84% van de tijd brengen de schepen dus in jachthavens door. Het aantal ligplaatsen is bepalend voor de verdeling van emissies in jachthavens; de belangrijkste bron daarvoor is de recreatievaart. De gegevens hiervoor worden geproduceerd door

het Kennis- en Informatiecentrum Recreatie en zijn toegankelijk via het Beleid Ondersteunend Ruimtelijk Informatie Systeem (BORIS) [17].

Naar analogie met de uitloging van TBT in het MAM-PEC-model [14] is de uitloging per tijdseenheid tijdens vaart ongeveer 3 keer zo hoog als de uitloging tijdens stilliggen in de haven. In totaal vindt dus 50% van de uitloging plaats in jachthavens en 50% op de vaarwegen. De regionalisatie van emissies vindt dus voor 50% plaats naar het aantal ligplaatsen in jachthavens, en voor 50% naar de verdeling van toervaarders per vaarweg, als weergegeven in [14], en gebaseerd op gegevens van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer [15].

## 11 Opmerkingen en wijzigingen ten opzichte van voorgaande jaren

In 2018 is de berekening aangepast:

- Scheepsoppervlak was 22.5 m<sup>2</sup>. Op basis RIVM rapport [24] wordt dit 23.1 m<sup>2</sup>
- Aantallen recreatievaartuigen voorzien van koperhoudende antifouling is aangepast. In de oude berekeningen werd deze stabiel gehouden op 14%. Op basis van enquête van Milieu centraal [23] is deze aangepast naar 63%.
- De toepassing van de biociden zijn aangepast. De meeste biociden mogen niet meer gebruikt worden in de niet-professionele scheepvaart.
- In de meeste antifouling komt ook zinkoxide voor. Zink in de vorm van zinkoxide is toegevoegd.
- Vanaf 2014 mag er maximaal 13% koper in antifouling voorkomen voor niet-professionele recreatievaartuigen.

In het verleden werd de emissie uit antifouling berekend als activiteit maal emissiefactor. Het effect van het beleid (verbod of TBT-houdende en koperhoudende antifouling) werkte door in de emissiefactor. De methode is nu omgevormd naar een systeem waarbij de activiteit (het aantal recreatievaartuigen) wordt onderverdeeld in subcategorieën per coatingtype. Hierbij sluit de methode nauwer aan bij enquêtes, zoals bijvoorbeeld met enige regelmaat door het blad 'Zeilen' wordt verzorgd. Voor het vaststellen van emissiefactoren kan nauwer worden aangesloten bij methoden die elders worden gehanteerd, gebaseerd op totaal aanwezig aantal m<sup>2</sup> van een specifiek coatingtype. Voor de 4 coatingtypes (PAK-coating, TBT-houdende coating, TBT-vrije en koperhoudende coating en kopervrije coating) zijn emissiefactoren per boot aangehouden, gebaseerd op een gemiddeld onderwateroppervlak per recreatievaartuig van 22.5 m<sup>2</sup>. Dit is toegepast in 2007.

In 2005 zijn nieuwe cijfers over het aantal gebruikte recreatievaartuigen in Nederland beschikbaar gekomen [19]. Deze zijn voor de jaren 2005 en 2006 toegepast in ronde 2008.

Wijzigingen ten opzichte van 2008 zijn:

Voor het inschatten van het aantal recreatievaartuigen zijn de ligplaatsen in jachthavens gebruikt van CBS. Deze data worden 1 x per 3 jaar geleverd.

Wijzigingen ten opzichte van 2011:

In 2012 is er een correctie doorgevoerd voor een aantal stoffen:

PAK's: PAK coating wordt niet toegepast op recreatievaartuigen. Waarschijnlijk alleen nog op de grotere boten, bruine vloot en charters. Die worden in deze factsheet niet meegenomen. De emissies zijn aangepast. Er is een interpolatie uitgevoerd tussen 1995 en 2010 om een geleidelijke afname door te voeren. Voor 2011 worden de emissie op 0 gezet.

Triazine wordt niet/amper toegepast op recreatieboten, dit wordt vooral gebruikt op zeegaande schepen. De emissiecijfers tussen 1990 en 2005 zijn geïnterpoleerd. Vanaf 2005 wordt er geen triazine emissie meer verwacht en staat deze op 0.

Diuron is verboden in antifouling. De trend is bijgesteld naar een 0 emissie in 2011.

Wijzigingen ten opzichte van 2012:

Door nieuwe CBS statistieken voor de ligplaatsen in jachthavens, bijgewerkt tot en met 2009, is de extrapolatie voor 2010 en 2011 bijgewerkt. Uit de statistieken bleek dat met name het aantal zeilboten in 2009 behoorlijk is afgenomen ten opzicht van 2006. Ook het aantal motorboten is afgenomen, maar minder fors dan het aantal zeilboten.



Jaar	Aantal recreatievaartuigen	
	oud	Nieuw
2010	187 161	172 086
2011	187 064	168 993

Wijzigingen ten opzichte van 2013:

Vanaf dit jaar wordt gebruikt gemaakt van de HISWA factsheets “de watersportindustrie”. In de jaarlijkse factsheets wordt het aantal recreatievaartuigen bijgehouden sinds 2007.

Voor de jaren 2005 tot en met 2009 werd gebruik gemaakt van de CBS-statistieken over het aantal ligplaatsen in havens [21]. Om de drie jaar inventariseert CBS het aantal ligplaatsen en middels interpolatie voor 2005 en extrapolatie voor 2010 tot en met 2012 werd het aantal recreatievaartuigen geschat. Deze aantallen zijn nu vervangen door HISWA cijfers.

jaar	Oude emissieverklarende variabele (aantal recreatievaartuigen)	referentie	Nieuwe emissieverklarende variabele (aantal recreatievaartuigen)
1990	217 750	1	217 750
1995	250 000	1	250 000
2000	231 889	2	231 889
2005	187 643	19	177 129
2010	175 178	21, extrapolatie	169 015
2011	172 086	21, extrapolatie	169 015
2012	168 993	21, extrapolatie	167 261

Originele factsheets:

- Roovaart, J.C. van; Antifouling recreatievaart. Versie 1. RIZA Werkdocument nr. 2001.088X, mei 2001;
- Oonk, H. (TNO), J. Hulskotte (TNO), J. van den Roovaart (RWS RIZA); Antifouling recreatievaart; januari 2005.

De factsheet wordt alleen nog geupdate indien er methodiekwijzigingen hebben plaatsgevonden.

## 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	25
Emissiefactor	50
Verdeling compartimenten	1
Emissieroutes via riool naar water	-
Regionalisatie	50

Hoewel de betrouwbaarheid van de emissiefactoren per stof en per jaar aanzienlijk kan verschillen, kan in het algemeen worden gesteld dat de emissiefactoren gebaseerd zijn op een beperkt aantal metingen van een aantal jaren geleden, die zijn geëxtrapoleerd naar het heden op grond van aannames. De verhouding tussen de coatings en waar de boten varen (zoet/zout) is niet goed bekend. Aangezien nu op zowel zoet als zout water maximaal 13% koper in antifouling mag zetten, wordt een betrouwbaarheidspercentage van 25% aangehouden. Voor de emissieverklarende variabele wordt een percentage van 25% aangehouden. Het onderzoek van stichting recreatie vormt een goede basis voor het aantal recreatieboten in Nederland. Met behulp van de CBS statistieken van de jachthavens worden de aantallen geëxtrapoleerd naar de huidige jaren.

De verdeling van de emissies over de verschillende compartimenten is duidelijk geheel naar oppervlaktewater, zodat hiervoor een betrouwbaarheidspercentage van 1% wordt gehanteerd. De regionalisatie van de emissies is nogal onbetrouwbaar. Wel zijn de ligplaatsen en vaarwegen redelijk bekend. Daarom is een betrouwbaarheidspercentage van 50% aangehouden.

- Als belangrijkste verbeterpunten kunnen worden genoemd: Aanpassen koper in koperdioxide in de berekeningen.
- Nagaan percentage zinkoxide in antifouling. De gehanteerde 17.5% lijkt aan de hoge kant te zijn.
- Een nieuwe aanname is in 2018 gemaakt voor het percentage boten met koperhoudende antifouling. Een verbetering van de informatie over de effecten van de maatregelen door monitoring verbruik koperhoudende en kopervrije coating en biocidevrije coating in de recreatievaart blijft een verbeterpunt;
- Verbetering informatie over verdeling typen antifouling;
- Verbetering van de wijze van regionalisatie door gebruik te maken van tellingen van recreatievaartuigen;

### 13 Reacties

Voor vragen naar aanleiding van dit werkdocument of opmerkingen kan contact worden opgenomen met Nanette van Duijnhoven, Deltares, 06-10399534, e-mail [nanette.vanduijnhoven@deltares.nl](mailto:nanette.vanduijnhoven@deltares.nl).

### 14 Referenties

- [1] CBS. *Statistisch jaarboek 1996*. Heerlen/Voorburg.
- [2] Tuunter E., Schmeink H. en Veer M., 'Cijfermateriaal boven water' Stichting Recreatie, Kennis- en Innovatiecentrum, Den Haag, 2002.
- [3] CIW/CUWVO werkgroep VI, april 1991. *Waterverontreinigingsproblematiek bij het afspritzen van recreatievaartuigen*.
- [4] Hoeve, K.J., Lengkeek J., Veel varen helpt het best, Zeilens grote antifouling-enquête. Zeilen, 3, 1993, pp. 156-164.
- [5] VROM-Inspectie, Jaarrapportage 2002, VROM Den Haag.
- [6] E-mail correspondentie met Klaasjan Hoeve van het blad 'Zeilens', 2004.
- [7] Campen, A.L.B.M. van, *et al.*, juni 1991. *PAK in oppervlaktewater. Bronnen en maatregelen*. SPEED werkplan PAK. RIZA notanr. 91.029, RIVM notanr. 736301007.

- [8] Rijkswaterstaat waterdienst, 2014. Coating binnenscheepvaart, factsheet diffuse bronnen, RWS-WD, Lelystad, mei 2014.
- [9] Beschikking van Ctgb, maart 2002, [http://www.ctb.agro.nl/ctb\\_files/11800\\_06.html](http://www.ctb.agro.nl/ctb_files/11800_06.html) .
- [10] Diverse documenten (toelatingen specifieke stoffen) in bestrijdingsmiddelendatabank CTB, via zie [www.ctb-wageningen.nl](http://www.ctb-wageningen.nl) .Ctgb (www.ctgb.nl).
- [11] Hattum B. van, Baart A.C., Boon J.G., Computer model to generate predicted environmental concentrations (PECs) for antifouling in the marine environment, 2<sup>nd</sup> ed. Accompanying the release of mam-pec version 1.4. rapport-nr. E-02-04 / Z3117, IVM, Amsterdam.
- [12] E-mail correspondentie met H. Slechtenhorst, Akzo-Nobel, 2004.
- [13] Goossen C.M., Langers F., Recreatietoervaart, 9 jaar later, Alterra Wageningen, rapport P050, 2002.
- [14] van Hattum B., Baart A., Boon J., computer model to generate predicted environmental concentrations (PEC's) for antifouling products in the marine environment. Report no 2002/E-02-04/Z 3117, IVM, Amsterdam.
- [15] Vaarwegennetwerk in Nederland, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam.
- [16] Most, P.F.J. van der *et al.*, juli 1998. *Methoden voor de bepaling van emissies naar lucht en water*. Publicatiereeks Emissieregistratie, nr. 44.
- [17] Toedeling naar locatie, jachthaven. Methode voor regionalisatie van Emissieregistratie, 2005.
- [18] Te Molder, R. Metadata gegevensbeheer emissieregistratie: beschrijving gegevens t.b.v ruimtelijke verdeling van emissies, MNP, Bilthoven, jaarlijks, intern document.
- [19] Stichting Waterrecreatie Advies, 2005. Onderzoek aantal recreatievaartuigen die met enige regelmaat worden gebruikt. In opdracht van het ministerie van LNV.
- [20] CIW/CUWVO werkgroep VI, februari 1997. *Handreiking Regionale aanpak diffuse bronnen*
- [21] CBS, Statline, december 2013. Jachthavens; capaciteit, tarieven en voorzieningen. Verslagperiode: 1997 – 2009.
- [22] HISWA, Kerncijfers Toerisme & recreatie, Factsheet watersportindustrie, 2007 tot en met 2014. <http://www.hiswa.nl/brancheorganisatie/feiten-en-cijfers/publicaties>
- [23] Kallen, M., S. de Waart, Resultaten Enquête Antifouling (concept), Milieu centraal, september 2018
- [24] J. Bakker & P.L.A. van Vlaardingen, Wetted surface area of Recreational boats, RIVM Rapport 2017-0116, 2017
- [25] HISWA, nieuwsbrief: <https://www.hiswa.nl/hiswa/voor-bedrijven/hiswa-kennisbank/dossiers/milieu-en-veiligheid/antifouling?waxtrapp=at-smvjEsHmwOzcPbBwCfCmEtDHjB>
- [26] CTGB, 2018: <https://toelatingen.ctgb.nl/>
- [27] Veiligheidsbladen verschillende antifouling toegestaan in 2018: <https://docplayer.nl/44664236-Veiligheidskaart-guardia.html>  
<https://www.hempel.com/en/product-list>  
<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/waterbase-uwtd-urban-waste-water-treatment-directive-5/waterbase-uwtd>

<https://polyestershoppen.nl/download/antifouling-boero-scirocco-nl/msds-boero-scirocco-nl-728.pdf>  
[https://www.budgetverf.nl/veiligheidsbladen/pdf/Micron\\_LZ.pdf](https://www.budgetverf.nl/veiligheidsbladen/pdf/Micron_LZ.pdf)  
[http://datasheets1.international-coatings.com/msds/BQA500\\_NLD\\_DUT.pdf](http://datasheets1.international-coatings.com/msds/BQA500_NLD_DUT.pdf)  
<https://static.webshopapp.com/shops/032299/files/055824846/veiligheidsblad-verfschilderen-seajet-023-seajet-0.pdf>  
<https://polyestershoppen.nl/download/antifouling-international-cruiser-one/international-cruiser-one-navy-msds-607.pdf>

- [28] Telefonische informatie opgevraagd bij de Verfgroothandel in Sneek, de Friese en olie verfhandel in Leeuwarden, boat-cleaing in Loosdrecht en OranjeMarine in Amsterdam
- [29] Staatscourant, jaargang 2007, nr 240, 11 december 2007
- [30] [https://www.zeilen.nl/nieuws/verbod\\_koperhoudende\\_antifouling\\_opgeschort/](https://www.zeilen.nl/nieuws/verbod_koperhoudende_antifouling_opgeschort/)