Gebromeerde difenylethers (PBDE)

Cas nr. 32534-81-9

Gebromeerde vlamvertragers. Prioritaire stof; Prioritaire gevaarlijke stof; Zeer zorgwekkende stof (ZZS); Alomtegenwoordige PBT-stof.

Normen (µg/l)

	JG-OGW	MAC-OGW	OGW Biota	Doel realisatie
Landoppervlaktewater	-	0,14	0,0085 µg/kg	2021
Ander oppervlaktewater	-	0,014	0,0085 µg/kg	2021
Gewijzigde normen per 22-12-2027				
Landoppervlaktewater	-	0,14	0,00028 µg/kg	22-12-2033
Ander oppervlaktewater	-	0,014	0,00028 µg/kg	22-12-2033

Toelichting

Als prioritaire stof gelden voor gebromeerde difenylethers overal in de Europese Unie dezelfde normen. Aanvullend op de beoordeling van de maximale concentratie in oppervlaktewater dienen gehalten in vissen aan de biotanorm te worden getoetst. Bij de recente herziening van de richtlijn prioritaire stoffen is deze OGW biota met een factor 30 verlaagd. De normen zijn gebaseerd op de gesommeerde concentratie van een zestal veel voorkomende, goed te analyseren en risicovolle congeneren namelijk triBDE 28, tetraBDE 47, pentaBDE's 99 en 100 en de hexaBDE's 153 en 154.

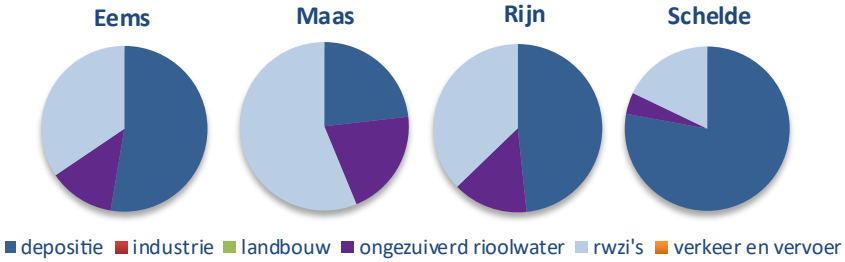
Noot. PBDE's worden onderverdeeld op basis van het aantal broom-atomen in het molecuul. In totaal zijn er 209 verschillende congeneren, die met nummers worden aangeduid. De meest voorkomende groepen zijn penta, octa en deca met respectievelijk 5, 8 en 10 broom-atomen.

Belasting

Vracht in kg/jaar in 2023

	binnenlandse emissies
Eems	0,5
Maas	2
Rijn	11
Schelde	1

Binnenlandse belasting

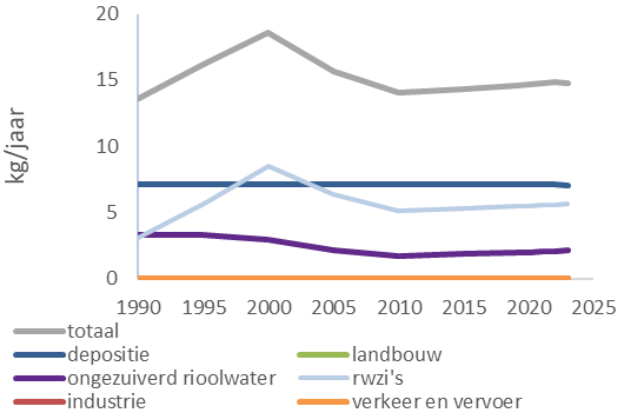


Toelichting

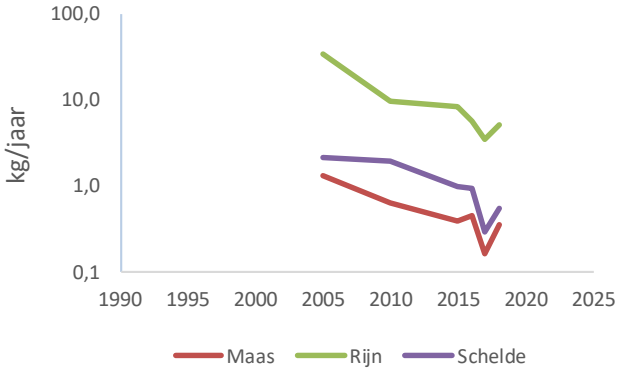
Gebromeerde difenylethers zijn vlamvertragende stoffen, die in veel huishoudelijke voorwerpen werden toegepast zoals allerlei textiel, meubels en elektronica. De in de emissieregistratie opgenomen emissieroutes bestaan uit atmosferische depositie (± 50%), effluenten van RWZI's (± 40%) en ongezuiverd rioolwater (± 10%), maar de betrouwbaarheid van deze gegevens wordt door Deltares als zeer laag ingeschat (Arcadis & Aveco de Bondt, 2026). Hergebruik van afvalstoffen en uitspoeling bij afvalstortplaatsen zijn mogelijk ook relevant maar nog niet gekwantificeerd. Ondanks het feit dat het huidig gebruik binnen de EU sterk is ingeperkt (zie onder 'Maatregelen') is er nog een grote hoeveelheid PBDE's aanwezig in al eerder gemaakte producten, die nog steeds in de samenleving aanwezig zijn. Emissies naar het oppervlaktewater treden dan ook nog steeds op. Verhoogde gehalten in sediment worden

aangetroffen nabij RWZI's en in gebieden met een industrieel (bijv. textielindustrie) of stedelijk landgebruik (Toms *et al.*, 2008; Zhao *et al.*, 2018).

Trends binnenlandse vracht



Trends buitenlandse vracht



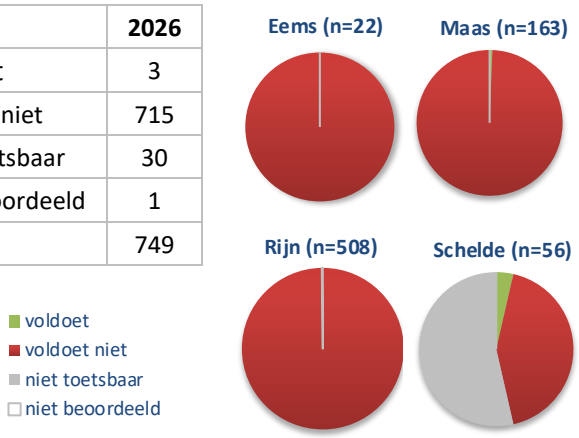
Toelichting

De totale binnenlandse emissie is sinds 1990 niet veranderd. De lichte afname van de emissies via ongezuiverd rioolwater is ongeveer gelijk aan de lichte toename van de vracht via RWZI-effluenten. De buitenlandse belasting van de Rijn, Maas en Schelde is tussen 2005 en 2018 met 70-80% afgenomen. Omdat de totale vracht tussen de rivieren verschilt heeft de y-as van de figuur een logaritmische schaal.

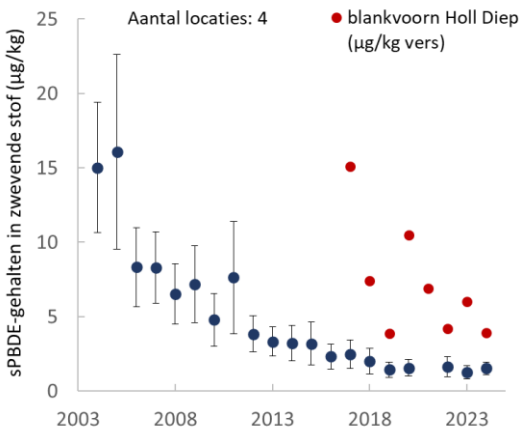
Toestand

Beoordeling oppervlaktewaterlichamen

	2026
Voldoet	3
Voldoet niet	715
Niet toetsbaar	30
Niet beoordeeld	1
Totaal	749



Trends in rijkswateren



Toelichting

In alle vier stroomgebieden wordt de norm veelvuldig overschreden. Deze overschrijdingen zijn vastgesteld middels biotamonitoring (Sneekes & Kotterman, 2020; STOWA, 2022; Ecofide, 2026; Bervoets *et al.*, 2025). De MAC-OGW in oppervlaktewater wordt nergens overschreden.

Recent onderzoek laat zien dat vanaf 2000-2010 de PBDE-gehalten in meerdere organismen beginnen af te nemen. Dit is waarschijnlijk een gevolg van de ondertussen wereldwijd ingevoerde beperkingen in het gebruik van PBDE's (Bjurlid *et al.*, 2018; Rigét *et al.*, 2019; Zhou *et al.*, 2019). Ook de jaarlijkse metingen in blankvoorns uit het Hollands Diep laten een dalende trend zien (Dogruer *et al.*, 2025). Dit beeld van dalende gehalten komt overeen met de trend van de PBDE-gehalten in het zwevende stof uit rijkswateren. De weergegeven trend is gebaseerd op zwevende stof analyses van Lobith, Eijsden, Schaar van Ouden doel en Vrouwezand en betreft de gemiddelde waarde van de jaargemiddelden van deze vier locaties. Bij

Maassluis zijn de PBDE-gehalten in zwevende stof veel variabeler en soms factoren hoger (gemiddeld gehalte in 2019 bedroeg bijvoorbeeld 170 µg/kg op basis van 13 monsters met een minimum- en maximumgehalte van 2,4 en 1076 µg/kg).

Maatregelen

Sinds 2002 wordt het gebruik van PBDE's in elektrische apparaten binnen de EU beperkt (EU 2002/95). Voor het gebruik van pentaBDE en octaBDE zijn de beperkingen sinds 2004 aangescherpt (EU 552/2009; EU 756/2010) door vast te leggen dat deze stoffen niet langer mogen worden toegepast in gehalten >0,1 gewichtsprocent. Gezamenlijk betekende dit dat het gebruik van vrijwel alle PBDE's in Europa werd verboden, met uitzondering van het gebruik van decaBDE's in andere producten dan elektrische apparaten (EU-PolyBDE EQS dossier 22/3/2011). In 2019 werd ook het vervaardigen of in de handel brengen van deze decaBDE's in de Europese Unie grotendeels verboden[1].

Gezamenlijk resulteerden deze (inter)nationale maatregelen in dalende trends, zoals geïllustreerd voor het zwevend stof uit rijkswateren. In de komende periode zouden de maatregelen zich daarmee in toenemende mate kunnen richten op de emissies vanuit de nog in de maatschappij aanwezige PBDE-houdende producten. Waterbeheerders wordt aangeraden de monitoring te verschuiven naar sediment, zwevend stof en/of zuiveringsslib, waar PBDE's beter detecteerbaar zijn.

Verantwoording en doelbereik

Redenen van niet tijdige realisatie milieukwaliteitseis (doel was 2021)

Doelfasering - technisch onhaalbaar

Voor de prioritaire stof gebromeerde difenylethers (PBDE) is het KRW-doel niet bereikt, door een aantasting van het waterlichaam ten gevolge van menselijke activiteiten die ecologische of sociaal-economische behoeften dienen. Voor deze stof wordt de uitzondering van artikel 4 lid 4 KRW ingeroepen. Dit betekent dat het behalen van de goede toestand kan worden gefaseerd vanwege het feit dat overwogen maatregelen om tot doelbereik te komen technisch onhaalbaar zijn en vanwege natuurlijke omstandigheden.

Het gebruik van PBDE's is binnen de EU sterk beperkt en voor vrijwel alle toepassingen geldt inmiddels een verbod. Dit heeft geleid tot een aanzienlijke daling van emissies van PBDE's. Echter, omdat er nog veel producten met daarin PBDE's in de samenleving aanwezig zijn, treden emissies naar het oppervlaktewater vanuit die producten nog steeds op. Ook zijn de PBDE's in de jaren dat er nog geen beperkingen opgelegd werden aan het gebruik van de stof, geaccumuleerd in sediment. Door de aanwezigheid van PBDE's in het milieu, ondanks de verboden en beperkingen op het gebruik van deze stoffen, gelden deze als ubiquitair.

Maatregelen die zijn overwogen, maar als technisch onhaalbaar beschouwd zijn de sanering van alle waterbodems, waarin de PBDE's zijn geaccumuleerd en het op Europese schaal terugroepen van producten waar PBDE's in gebruikt zijn. Het op Europese schaal terugroepen van PBDE-producten is onmogelijk. Er zijn geen technisch haalbare maatregelen denkbaar, die ertoe leiden dat het oorspronkelijke doel voor PBDE's gehaald wordt. Hiermee is de best mogelijke toestand van het waterlichaam bereikt.
Door inzet van deze KRW-uitzonderingsmogelijkheid treedt geen verdere achteruitgang op in de toestand van het waterlichaam. Daarmee wordt voor PBDE's wel aan de KRW voldaan, ook al is het KRW-doel niet bereikt.

[1] Zo zijn er voor luchtvaartuigen nog enkele uitzonderingen opgenomen; https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0227;

Doelbereik 2033

Ondanks de omvang van de al genomen maatregelen en de dalende trends wordt de huidige OGW biota nog overal, en geregeld met meer dan een factor 100, overschreden (STOWA, 2022). In de komende planperiode zal deze overschrijdingsfactor eerst nog toenemen, aangezien de biotanorm in de herziene richtlijn prioritaire stoffen met een factor 30 wordt verlaagd. Naar verwachting zullen de achterliggende PBDE-gehalten in het aquatische milieu (sediment) een voortgaande daling vertonen, maar mede door het alomtegenwoordige karakter van PBDE's zal in 2033 het merendeel van de waterlichamen nog niet aan de normen voldoen.

Referenties

Arcadis & Aveco de Bondt (2026). Brononderzoek normoverschrijdende KRW-stoffen. Uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat/WVL.

Bervoets L, F Dardenne & T Groffen (2025). Monitoring van KRW chemische stoffen in biota uit waterlopen van vier Nederlandse Waterschappen. Universiteit Antwerpen (UA).025-RES033.

Bjurlid F, A Roos, I Ericson-Jogsten & J Hagberg (2018). Temporal trends of PBDD/Fs, PCDD/Fs, PBDEs and PCBs in ringed seals from the Baltic Sea (Pusa hispida botnica) between 1974 and 2015. Sci. Tot. Environ. 616-617: 1374-1383.

Dogruer, G, MR de Hart, AC Sneekes, T Kemenes van Uden, CJAF Kwadijk, E van Barneveld, T Hoogervorst, HL Jeltes & MJJ Kotterman (2025). Biotamonitoring Rijkswateren tot en met 2024. Deel I: Toestand en Trends conform KRW, KRM en OSPAR. Wageningen Marine Research rapport: C073/25.

Ecofide (2026). Biotamonitoring in regionale wateren 2020-2025. Rapportnr. 205

EU 2002/95. Richtlijn 2002/95 van 27 januari 2003 betreffende beperking van het gebruik van bepaalde gevaarlijke stoffen in elektrische en elektronische apparatuur. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32002L0095

EU 552/2009. Verordening Nr. 552/2009 van 22 juni 2009 tot wijziging van bijlage XVII bij Verordening (EG) nr. 1907/2006 van het Europees Parlement en de Raad inzake de registratie en beoordeling van en de autorisatie en beperkingen ten aanzien van chemische stoffen (REACH). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/GA/TXT/?uri=CELEX:32009R0552

Sneekes, AC & MJJ Kotterman (2020). Biotamonitoring Rijkswateren t/m 2019. Deel I: Toetsing en trends. Wageningen University & Research rapport C104/20.

Rigét F, A Bignert, B Braune, M Dam, R Dietz, M Evans, N Green, H Gunnlaugsdóttir, KS Hoydal, J Kucklick, R Letcher, D Muir, S Schuur, C Sonne, G Stern, G Tomy, K Vorkamp & S Wilson (2019). Temporal trends of persistent organic pollutants in Arctic marine and freshwater biota. Sci. Tot. Environ. 649: 99-110.

Sneekes, AC & MJJ Kotterman (2020). Biotamonitoring Rijkswateren t/m 2019; Deel I: Toetsing en Trends; Wageningen University & Research rapport C104/20; https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_625189_31/1/;

STOWA (2022). Meetcampagne biotamonitoring in regionale wateren. STOWA-rapport nummer 2021-42. Meetcampagne Biotamonitoring in regionale wateren | STOWA;

Toms, LML, M Mortimer, RK Symons, O Paepke & JF Mueller (2008). Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in sediment by salinity and land-use type from Australia. Environ. Intern. 34 (1): 58-66.

Zhao, W, M Cai, D Adelman, M Khairy, P August & R Lohmann (2018). Land-use-based sources and trends of dissolved PBDEs and PAHs in an urbanized watershed using passive polyethylene samplers. Environ. Pollut. 238: 573-580.

Zhou, C, J Pagano, DJ McGoldrick, D Chen, BS Crimmins, PK Hopke, MS Milligan, EW Murphy & TM Holsen (2019). Legacy polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) trends in top predator fish of the Laurentian Great Lakes (GL) from 1979 to 2016: Will concentrations continue to decrease? Environmental Science & Technology 53(12). https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.9b00933;