

Lucht	Water	A	B	C	D	AT	AVBs	Bouw	Buitenland	Consumenten	DWBs
Energie	HDO	Industrie	Landbouw	Raffinaderijen	RWZIs	Verkeer	Diffuus	Puntbron	ZEZ		

Dit document is opgesteld in het kader van het verschijnen van de *Voortgangsrapportage Milieubeleid voor Nederlandse Prioritaire Stoffen*. Zie voor meer informatie over prioritaire stoffen www.rivm.nl/rvs/stoffen/prio.

Let op! Een deel van de normen voor waterkwaliteit in deze factsheet zijn aangepast conform de Kaderrichtlijn water. De tekst en de beleidsmatige status van de stoffen zijn hier nog niet op aangepast.

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)

Algemeen

Overzicht indeling stoffen

CAS-nr.

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen	
Antraceen ^{a)}	120-12-7
Benz(a)antraceen ^{a)}	56-55-3
Benzo(a)pyreen ^{a,b)}	50-32-8
Benzo(b)fluoranteen ^{b)}	205-99-2
Benzo(e)pyreen	192-97-2
Benzo(g,h,i)peryleen ^{a,b)}	191-24-2
Benzo(j)fluoranteen	205-82-3
Benzo(k)fluoranteen ^{a,b)}	207-08-9
Chryseen ^{a)}	218-01-9
Dibenz(a,h)acridine	226-36-8
Dibenz(a,j)acridine	224-42-0
Dibenzo(a,e)pyreen	192-65-4
Dibenz(a,h)antraceen	53-70-3
Dibenzo(a,h)pyreen	189-64-0
Dibenzo(a,i)pyreen	189-55-9
Dibenzo(a,l)pyreen	191-30-0
Fenantreen ^{a)}	85-01-8
Fluoranteen ^{a,b)}	206-44-0
7H-dibenzo(c,g)carbazol	194-59-2
Indeno(1,2,3-cd)pyreen ^{a,b)}	193-39-5
Naftaleen ^{a)}	91-20-3

^{a)} behorend tot de 10 PAK's van VROM.

^{b)} behorend tot de 6 PAK's van Borneff.

Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's) behoren tot een groep van enkele honderden organische stoffen die zijn opgebouwd uit twee of meer benzeenringen. Het zijn hydrofobe, (veelal) vaste stoffen, waarbij afhankelijk van de toename in het molecuulgewicht (aantal benzeenringen) onderscheidt gemaakt wordt tussen een beperkt aantal "vluchtige" (bijvoorbeeld naftaleen) en de overige grote meerderheid van "niet-vluchtige" PAK's (bijvoorbeeld benzo(a)pyreen). Bij toename van het aantal benzeenringen neemt de vluchtigheid snel af en de hydrofobe (slecht wateroplosbare)

eigenschap van de PAK sterk toe. Naast de verschillen in fysisch-chemische eigenschappen, zijn er onderling grote verschillen in risico's voor mens en ecosystemen. Voor het vaststellen van risico's worden daarom veelal één of meerdere PAK's geselecteerd als gidsstoffen voor de blootstelling aan PAK-mengsels. Voorbeelden hiervan zijn benzo(a)pyreen (gidsstof voor kwaliteit lucht), de 10 PAK's van VROM of de 6 PAK's van Borneff (zie bovenstaand overzicht).

Productie en gebruik

PAK's ontstaan op zowel natuurlijke als antropogene wijze bij de (onvolledige) verbranding van koolstofhoudende materialen. Natuurlijke voorbeelden zijn bosbranden en vulkanische activiteiten. Roken en gebruik van fossiele brandstoffen zijn antropogene voorbeelden. Voor Nederland is de bijdrage van natuurlijke bronnen verwaarloosbaar t.o.v. die van antropogene bronnen.

Met uitzondering van enkele "vluchtige" PAK's (naftaleen, antracene, fenantreen, fluoranteen, pyreen) worden PAK's niet als afzonderlijke stoffen geproduceerd en gebruikt. De belangrijkste industriële toepassing van PAK's is verwerking van (rest-) producten die ontstaan bij de raffinering (of kraken) van ruwe olie en bij de verwerking van steenkoolteer. Deze koolteerdestillaten, met relatief hoge concentraties aan PAK's, worden gebruikt in onder andere de metaalproductie, houtverduurzaming, scheepvaart, wegebouw, dakbedekking en de rubberindustrie, o.a. als procesoliën (weekmakers) bij de productie van banden. Naftaleen en antracene worden als afzonderlijke destillaten bereid. Voor zover bekend worden deze stoffen niet in de Nederlandse chemische industrie als grondstof of intermediair gebruikt voor de productie van andere verbindingen.

Bronnen en effecten

De belangrijke emissiebronnen van PAK's zijn het verkeer en de industrie (cokesproductie, kabelverbranding, aluminiumindustrie, houtverduurzaming en conservering). Binnenshuis vormen sigarettenrook en open haarden een belangrijke bron. In het verleden is veel teer gebruikt in asfaltwegen. Dit komt vrij bij het opbreken of renoveren van wegen. Het daarbij vrijkomende materiaal wordt veelal hergebruikt in de wegebouw. Emissies van PAK's vinden plaats naar zowel (water)bodem, oppervlaktewater als lucht.

Het gedrag van PAK's in het milieu kan sterk verschillen en is afhankelijk van specifieke stoffeigenschappen. Zo kan circa 90% van de carcinogene potentie van PAK-mengsels voorkomend in de buitenlucht toegeschreven worden aan de stoffen benzo(a)pyreen, chryseen, fluoranteen, en fenantreen.

In de compartimenten water en bodem zijn PAK's slecht afbreekbaar en worden ze beschouwd als persistente organische stoffen. In lucht kunnen PAK's ontleden onder invloed van zonlicht en andere aanwezige chemicaliën in een tijdsbestek van dagen tot weken.

De mens wordt blootgesteld aan PAK's via voeding en inademing. Omwonenden bij bepaalde industrieën en/of bij een hoge verkeersdichtheid worden extra blootgesteld. Bij verwerking van PAK-houdende materialen, bij het reinigen, hergebruiken of storten, kunnen werknemers en andere betrokkenen (onverwacht) blootgesteld worden aan soms aanzienlijke belastingen met PAK's door stof of door dampen.

Sommige PAK's zijn ingedeeld als kankerverwekkend, mutageen en vergiftig voor de voortplanting. Dit geldt o.a. voor benzo(a)pyreen, een stof die vaak dient als kwalitatieve en kwantitatieve indicator voor de aanwezigheid van PAK's. Benzo(a)pyreen is als gevaarlijke stof ingedeeld in categorie 2 volgens de oude Richtlijn 67/548/EEG, waarbij blootstelling kan leiden tot onaanvaardbare risico's voor de menselijke gezondheid en het milieu.

Geschat wordt dat de huidige niveaus van PAK's in de lucht leiden tot 2-20 extra sterfgevallen door longkanker per jaar, waarbij het risico in stedelijk gebied ongeveer tweemaal zo groot is als in landelijk gebied.

Als afzonderlijke stof wordt naftaleen, de meest "vluchtige" PAK, gebruikt ter bestrijding van motten. In een dergelijke omgeving kan herhaalde blootstelling via lucht zeer schadelijk zijn voor de gezondheid.

Milieuaspecten

Normen

Informatie over de milieukwaliteitsnormen voor het compartiment lucht en water staat in onderstaand overzicht. Eventuele informatie over het compartiment bodem is te vinden in het Besluit Bodemkwaliteit 2008 (www.senternovem.nl/Bodemplus/bodembeheer/Besluit_bodemkwaliteit/index.asp). Actuele informatie over milieukwaliteitsnormen is te vinden op de website Risico's van stoffen (www.rivm.nl/rvs/normen/mil/).

In 2005 is de 4^e dochterrichtlijn m.b.t. de luchtkwaliteit (2004/107/EG) van kracht geworden met daarin normen voor de concentratie in de buitenlucht voor arseen, cadmium, nikkel en PAK's. De richtlijn geeft een streefwaarde van 1 ng/m³ benzo(a)pyreen voor de jaargemiddelde concentratie in de buitenlucht.

Milieukwaliteitsnormen voor lucht en water.

Stof	Lucht ^{a)}		Water ^{a,c)}	
	MTR (ng/m ³)	SW (ng/m ³)	MTR (µg/l)	SW (µg/l)
Antraceen (landoppervlaktewateren)	(1,59·10 ³)	n.b.	0,1 ^{d)}	
Antraceen (andere oppervlaktewateren)	(1,59·10 ³)	n.b.	0,1 ^{d)}	
Benz(a)antraceen	(0,0629)	n.b.	0,03	3,0·10 ⁻⁴
Benzo(a)pyreen (landoppervlaktewateren)	1,0 ^{b)}	0,01	0,05 ^{d)}	
Benzo(a)pyreen (andere oppervlaktewateren)	1,0 ^{b)}	0,01	0,05 ^{d)}	
Benzo(b)fluoranteen (landoppervlaktewateren)	n.b.	n.b.	0,03 ^{d)}	
Benzo(b)fluoranteen (andere oppervlaktewateren)	n.b.	n.b.	0,03 ^{d)}	
Benzo(e)pyreen	(4,8·10 ⁻⁴)	n.b.	(1,5·10 ⁻³)	(1,5·10 ⁻⁵)
Benzo(g,h,i)peryleen	(0,18)	n.b.	0,002 ^{d)}	
Benzo(g,h,i)peryleen	(0,18)	n.b.	0,002 ^{d)}	
Benzo(j)fluoranteen	(3,6·10 ⁻³)	n.b.	(1,9·10 ⁻³)	(1,9·10 ⁻⁵)
Benzo(k)fluoranteen (landoppervlaktewateren)	(2,1·10 ⁻³)	n.b.	0,03 ^{d)}	
Benzo(k)fluoranteen (andere oppervlaktewateren)	(2,1·10 ⁻³)	n.b.	0,03 ^{d)}	
Chryseen	(0,25)	n.b.	0,9	9,0·10 ⁻³
Dibenz(a,h)acridine	(2,0·10 ⁻⁴)	n.b.	(5,4·10 ⁻³)	(5,4·10 ⁻⁵)
Dibenz(a,j)acridine	(7,0·10 ⁻⁴)	n.b.	(6,6·10 ⁻³)	(6,6·10 ⁻⁵)
Dibenzo(a,e)pyreen	(3,2·10 ⁻⁴)	n.b.	(5,0·10 ⁻⁴)	(5,0·10 ⁻⁶)
Dibenz(a,h)antraceen	(2,25·10 ⁻⁴)	n.b.	(1,02·10 ⁻³)	(1,02·10 ⁻⁵)
Dibenzo(a,h)pyreen	(2,7·10 ⁻⁴)	n.b.	(5,0·10 ⁻⁴)	(5,0·10 ⁻⁶)
Dibenzo(a,i)pyreen	(9,7·10 ⁻⁷)	n.b.	(2,0·10 ⁻⁶)	(2,0·10 ⁻⁸)
Dibenzo(a,l)pyreen	(3,0·10 ⁻⁴)	n.b.	(2,5·10 ⁻⁴)	(2,5·10 ⁻⁶)
Fenantreen	(9,6)	n.b.	0,3	3,0·10 ⁻³
Fluoranteen (landoppervlaktewateren)	(1,2)	n.b.	0,1 ^{d)}	
Fluoranteen (andere oppervlaktewateren)	(1,2)	n.b.	0,1 ^{d)}	
7H-dibenzo(c,g)carbazol	(6,3·10 ⁻⁴)	n.b.	(7,15·10 ⁻³)	(7,15·10 ⁻⁵)
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	(1,0·10 ⁻³)	n.b.	0,002 ^{d)}	
Naftaleen (landoppervlaktewateren)	(8,89·10 ³)	n.b.	2,4 ^{d)}	
Naftaleen (andere oppervlaktewateren)	(8,89·10 ³)	n.b.	1,2 ^{d)}	

^{a)} n.b.: Waarde normstelling (nog) niet bekend. Waarde tussen haakjes is indicatieve norm.

^{b)} Norm conform Richtlijn 2004/107/EC (gemiddelde waarde op jaarbasis) waarbij benzo(a)pyreen dient als indicator voor het carcinogene risico van PAK's. De afgeleide indicatieve norm voor benzo(a)pyreen is 1,89·10⁻⁴ ng/m³.

^{c)} Het betreft de totale concentratie in water

^{d)} JG-MKN

Emissies

Onderstaande tabel geeft een kwalitatief overzicht van de emissiebronnen (doelgroepen) voor PAK's.

Overzicht relevante emissiebronnen (doelgroepen)

Doelgroep	Type bron ^{a)}	Emissie lucht ^{b)}	Emissie water ^{b)}	Emissie bodem ^{b)}	Opmerkingen
Afvalverwerkingsbedrijven	P	-	-	-	
Bouw	D	-	-	-	
Buitenland	D/P	+	+	+ ^{c)}	
Consumenten	D	+	-	-	
Drinkwaterbedrijven	P	-	-	-	
Energiesector	P	-	-	-	
HDO	D	-	-	-	
Industrie	P	+	+	-	
Landbouw	D	-	+	n.b.	
Raffinaderijen	P	+	-	-	
RWZIs	P	-	+	n.b.	
Verkeer en vervoer	D	+	+	+	

^{a)} P, puntbron; D, diffuse bron

^{b)} Kwalitatieve indicatie: + = ja; - = nee of verwaarloosbaar (<5%).

^{c)} indirect via atmosferische depositie.

De kwantitatieve emissiegegevens voor PAK's zijn meestal gebaseerd op de gemeten of geschatte emissie van de gidsstof benzo(a)pyreen. De belangrijkste doelgroepen zijn Afvalverwerkingsbedrijven, Energiesector, Industrie, Raffinaderijen en Verkeer en Vervoer.

Voor de doelgroepen Energiesector, Industrie, en Verkeer en Vervoer ligt de emissie beneden de 2000-emissiedoelstelling. Voor twee doelgroepen (Afvalverwerkingsbedrijven en Raffinaderijen), met een relatief kleine bijdrage aan het totaal, ligt de emissie nog boven de emissiedoelstelling voor het jaar 2000.

De overige doelgroepen, HDO, Landbouw, Bouw, Consumenten, RWZIs en Drinkwaterbedrijven zitten onder de doelstelling voor het jaar 2000 en zelfs al op of nabij de doelstelling voor het jaar 2010.

Uit de geaggregeerde emissie van PAK voor alle doelgroepen uit de periode 1990-2003 blijkt dat de eerder geconstateerde trend van een afname van de emissie doorgaat, dat het doel-2000 gehaald is, en dat het doel voor het jaar 2010 gehaald kan worden.

Milieu kwaliteit

De jaarlijks gemiddelde concentratie van de gidsstof benzo(a)pyreen in de buitenlucht is de afgelopen tien jaar ongeveer gelijk gebleven met een waarde die de norm (MTR en Europese streefwaarde) van 1 ng/m³ niet overschrijdt. In de lucht speelt het probleem vooral in en nabij drukke straten en rond grote industriële bronnen zoals het Rijnmondgebied, waarbij ook het MTR overschreden wordt (Lucht in cijfers 2005).

In 2004, 2006 en 2007 zijn op de locatie in Wijk aan Zee verhoogde concentraties benzo(a)pyreen gemeten die boven de streefwaarde liggen.

Vanwege het feit dat voor benzo(a)pyreen in water de streefwaarde beneden de detectiegrens ligt, is (nog) niet bekend of in het oppervlaktewater op grotere schaal een normoverschrijding plaatsvindt. Voor zwevend stof in water is er meestal (circa 80%) een overschrijding van het MTR. In Rijkswateren wordt in 2005 op 40% van de locaties het MTR van een individuele PAK met een factor 2 of meer overschreden in zwevend stof. Normen voor zwevend stof zijn opgenomen in de 4^e nota waterhuishouding (RWS, 1998). Dit algemene beeld wordt bevestigd in de Quick scan (Duynhoven, 2006) waarin op een aantal locaties in Rijkswateren de KRW normen voor individuele PAK's wordt overschreden. De gehalten aan PAK's in zwevend stof vertonen in de periode vanaf 1990 tot 2005 een grillig verloop.

Beleid

Internationaal

Met benzo(a)pyreen als indicator is er een norm van 1 ng/m³ voor de toegestane concentraties PAK's in lucht conform EU-richtlijn 2004/107/EG.

Op de prioriteitslijst behorend bij de Kaderrichtlijn Water (2455/2001/EG) worden PAK's als prioritaire stofgroep genoemd. Voor de betreffende PAK's zijn de afgeleide normen, met uitzondering van naftaleen, strenger dan het MTR.

Een viertal PAK's (benzo(a)pyreen, benzo(b)fluoranteen, benzo(k)fluoranteen, en indeno(1,2,3-cd)pyreen) staan als Persistent Organic Pollutant (POP) op de UNECE-POP-lijst.

In 2004 is middels Richtlijn 2005/69/EC een voorstel aangenomen voor een amendement van 76/769/EEC, waarin staat dat procesoliën voor rubberverwerking niet op de markt mogen worden gebracht, en voor de productie van banden gebruikt worden, als zij meer dan 1 mg/kg benzo(a)pyreen (BaP) of meer dan 10 mg/kg van alle in een bijlage vermelde PAK's tezamen bevatten. Ook banden zelf mogen niet meer dan een bepaald gehalte aan PAK's bevatten. Het is de bedoeling dat de aanpassing vanaf 1 januari 2010 van kracht wordt. Dit is inmiddels opgenomen in Bijlage XVII van de REACH-verordening (1907/2006/EG), welke verordening 76/769/EEC vervangt.

Aan het gebruik van creosootolie en met creosootolie behandeld hout zijn beperkingen gesteld voor verkoop en gebruik, die vallen onder de gevaarlijke-stoffen- en preparatenrichtlijn 76/769/EEG. De beperkingen met betrekking tot de verkoop en gebruik zijn vastgelegd in Richtlijn 2001/90/EC. Deze bepaalt onder andere dat het gebruik van gecreosoteerd hout verboden is, behalve voor industrieel/professioneel gebruik zoals in spoorbielzen, elektriciteitspalen en omheiningen, mits in een vacuüm/drukinstallatie behandeld. In aanvulling hierop mag in Nederland gecreosoteerd hout niet worden toegepast in contact met oppervlakte- of grondwater (2002/884/EC). Deze bepalingen zijn inmiddels opgenomen in Bijlage XVII van de REACH-verordening (1907/2006/EG), welke verordening 76/769/EEC vervangt.

De emissiebestrijding van PAK's bij de doelgroep verkeer loopt o.a. via regelmatige aanscherping van de emissie-eisen voor wegverkeer (Euronormen) en de eisen die gesteld worden aan de samenstelling van brandstoffen (Richtlijn 98/70/EC) zoals het PAK-gehalte in dieselbrandstof.

In het kader van EU-verordening 793/93/EG zijn risicobeoordelingsrapporten opgesteld voor naftaleen, antraceen en steenkoolpek. Deze rapporten zijn online beschikbaar (ecb.jrc.ec.europa.eu).

Een negental PAK's staat op Annex VI van EU-verordening 1272/2008.

Nationaal

In de Wet Milieubeheer is een nieuwe titel 5.2 opgenomen over luchtkwaliteit. Deze titel is op 15 november 2007 in werking getreden en vervangt het Besluit Luchtkwaliteit 2005 waarin de Europese richtwaarde voor benzo[a]pyreen is opgenomen. Titel 5.2 van de Wet milieubeheer gaat over luchtkwaliteitseisen en staat bekend als de 'Wet luchtkwaliteit'.

Conform het Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlaktewaterbescherming geldt een verbod op het gebruik van teerhoudend asfalt en asfaltgranulaat in de wegenbouw. In de Wet milieugevaarlijke stoffen geldt een verbod op het gebruik van met steenkoolteerdestillaat behandeld hout en op gecreosoteerd hout (94/60, 2001/90). In dezelfde wet is een verbodsbepaling opgenomen m.b.t. PAK-houdende coatings.

In het kader van de Nederlandse emissierichtlijn lucht (NeR) gelden voor PAK's de volgende klassenindeling en emissie-eisen:

Stofnaam	Klassenindeling	Grensmassa-stroom (g/uur)	Emissie-eis (mg/m ³)
Antraceen	sO	^{a)}	5/20/50 ^{a)}
Benz(a)antraceen	MVP1	0,15	0,05
Benzo(a)pyreen	MVP1	0,15	0,05
Benzo(b)fluoranteen	MVP1	0,15	0,05
Benzo(g,h,i)peryleen	MVP1	0,15	0,05
Benzo(j)fluoranteen	MVP1	0,15	0,05
Benzo(k)fluoranteen	MVP1	0,15	0,05
Chryseen ^{b)}	MVP1	0,15	0,05
Dibenz(a,h)acridine	MVP1	0,15	0,05
Dibenz(a,j)acridine	MVP1	0,15	0,05
Dibenzo(a,e)pyreen	MVP1	0,15	0,05
Dibenz(a,h)antraceen	MVP1	0,15	0,05
Dibenzo(a,h)pyreen	MVP1	0,15	0,05
Dibenzo(a,i)pyreen	MVP1	0,15	0,05
Dibenzo(a,l)pyreen	MVP1	0,15	0,05

Stofnaam	Klassenindeling	Grensmassa- stroom (g/uur)	Emissie-eis (mg/m ³)
Fenantreen	sO	^{a)}	5/20/50 ^{a)}
Fluoranteen	MVP1	0,15	0,05
7H-dibenzo(c,g)carbazol	MVP1	0,15	0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	MVP1	0,15	0,05
Naftaleen	sO	^{a)}	5/20/50 ^{a)}

^{a)} In de NeR gelden speciale emissie-eisen voor organische stoffen. Voor emissies van de klasse sO geldt bij een emissievracht van 0,1 kg/uur of meer een emissie-eis van 5 mg/m³, wanneer het niet mogelijk is om filtrerende afscheiders toe te passen dan geldt bij een emissievracht van 0,1 kg/uur of meer een emissie-eis van 20 mg/m³. Bij een emissievracht kleiner dan 0,1 kg/uur geldt een emissie-eis van 50 mg/m³.

^{b)} In criteriadocument PAK is chryseen aangeduid als carcinogeen (RIVM rapport 758474007).

De bovenstaande tabel laat zien dat er in het kader van de NeR voor de meeste PAK's een minimalisatieverplichting geldt, wat inhoudt dat er gestreefd wordt naar nul-emissie.