

**Emissieschattingen Diffuse bronnen**

**Emissies door  
wegdekslijtage ten gevolge  
van het wegverkeer**

September 2008

Auteurs: H. Denier van der Gon, H. ten Broeke en J. Hulskotte  
(TNO Bouw en Ondergrond)

RIJKSWATERSTAAT - WATERDIENST

# Emissies wegdekslijtage

## 1 Omschrijving emissiebron

Bij het rijden over het wegdek slijt dit wegdek door de wrijving veroorzaakt door de banden van het wegverkeer. Bij wegdek dient onderscheidt gemaakt te worden tussen asfalt en ander wegdek. Asfalt is een mengsel van  $\geq 95\%$  minerale bestanddelen (stenen, zand en vulstof) met een bindmiddel ( $\leq 5\%$ ). Overig wegdek (beton, klinkers, etc.) bestaat volledig uit minerale grondstoffen zoals steenslag, klei, grind en zand. Het in asfalt gebruikte bindmiddel kan andere verontreinigende stoffen bevatten zoals PAK. In deze factsheet wordt eerst de totale (minerale) wegdekslijtage berekend met behulp van in de factsheet beschreven aannamen, daar basisgegevens voor exacte berekening ontbreken. Vervolgens wordt het onderscheid naar type asfalt gemaakt (teerhoudend versus niet-teerhoudend) en een indicatieve schatting gemaakt van de mogelijke PAK emissie door asfaltslijtage.

Deze emissiebron wordt binnen de landelijke Emissieregistratie toegerekend aan de doelgroep Verkeer en Vervoer.

## 2 Toelichting berekeningswijze

De emissies worden berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier de verkeersprestatie per voertuigtype in Nederland in miljoen km, met een emissiefactor (EF) per voertuigtype, uitgedrukt in mg wegdekstof per km.

$$\text{Emissie} = \text{EVV} \times \text{EF}$$

Waarbij:

EVV = Verkeersprestatie (km)

EF = Slijtage van het wegdek (mg/km)

De eventuele PAK-emissie kan worden berekend als een fractie van het geproduceerde slijtsel:

$$E_x = E_s \times X$$

Waarbij

$E_x$  = emissie van PAK (kg) en

$X$  = PAK gehalte in wegdek materiaal<sup>1</sup> (kg/kg).

De op deze wijze berekende emissie wordt de bruto emissie genoemd. Een specifiek deel hiervan komt terecht in het oppervlakte water: de netto belasting van het oppervlaktewater.

## 3 Emissieverklarende variabele

De emissieverklarende variabele is de verkeersprestatie door de verschillende voertuigcategorieën voor verschillende jaren. De verkeersprestaties worden door het CBS aangeleverd aan de taakgroep Verkeer en Vervoer. De taakgroep Verkeer en Vervoer berekent vervolgens de verdeling over de verschillende rittypen (binnen de bebouwde kom en buiten de bebouwde kom bestaande uit autosnelwegen en landelijke wegen) (Klein et al., 2007). In onderstaande tabellen worden de totale verkeersprestaties weergegeven binnen en buiten de bebouwde kom.

---

<sup>1</sup> Enkel asfalt kan PAK bevatten, ander bestratingmateriaal (beton, klinkers, kinderkopjes, etc.) is PAK vrij en bestaat volledig uit minerale bestanddelen.

**Tabel 1** Verkeersprestaties binnen de bebouwde kom, op landelijke wegen en snelwegen per voertuigcategorie (miljoen km) voor verschillende jaren.

<i>Binnen bebouwde kom</i>									
Jaar	personen- auto's	motortwee- wielers	brom- fietsen	beste- lauto's	vracht- auto's	trekkers	autobus- sen	speciale voertuigen	
								Licht	Zwaar
1990	22665	540	1537	6259	759	402	347	63	204
1995	20723	659	1193	5757	420	534	250	36	133
2000	18491	578	909	6770	404	734	247	48	187
2004	19895	711	729	8394	380	781	247	62	258
2005	19820	733	909	8296	372	793	243	66	275
2006	20137	753	909	8204	368	828	238	71	293
<i>Landelijke wegen</i>									
Jaar	personen- auto's	motortwee- wielers	brom- fietsen	bestel- auto's	vracht- auto's	trekkers	autobus- sen	speciale voertuigen	
								Licht	Zwaar
1990	29574	221	171	805	1159	504	194	13	41
1995	29763	406	133	2355	1039	512	163	15	56
2000	32723	578	101	5078	1001	704	162	20	78
2004	34815	711	81	6295	942	749	162	26	108
2005	34597	733	101	6222	921	761	159	28	114
2006	35163	753	101	6153	912	794	156	30	122
<i>Snelwegen</i>									
Jaar	personen- auto's	motortwee- wielers	brom- fietsen	bestel- auto's	vracht- auto's	trekkers	autobus- sen	speciale voertuigen	
								Licht	Zwaar
1990	27813	126	0	716	1441	1124	119	8	27
1995	31545	291	0	2355	1925	1650	241	9	33
2000	39979	578	0	5078	1855	2269	239	12	47
2004	42680	711	0	6295	1746	2412	238	16	65
2005	42525	733	0	6222	1708	2451	235	17	69
2006	43116	753	0	6153	1690	2558	230	18	73

#### 4 Emissiefactoren

Er is geen kwantificering van totale wegdekslijtage mogelijk vanuit het wegenbeheer. Het wegdek wordt namelijk niet vervangen ten gevolge van een bepaald aantal centimeters slijtage (wat een maat voor totale slijtagemassa zou geven) maar ten gevolge van spoorvorming, breuk, scheuring, innovaties (bijv. de invoering van ZOAB) of ten gevolge van andere werkzaamheden (bijv. onderhoud of riolering). Dit maakt het schatten van totale wegdekslijtage een onzekere exercitie.

##### *Emissie naar lucht*

Een andere ingang kan de chemische compositie van het door wegdekslijtage vrijkomende materiaal zijn. Bij wegdekslijtage zal voornamelijk mineraal materiaal vrijkomen, dit mineraal materiaal is echter chemisch en morfologisch niet te onderscheiden van (bodem-)materiaal dat verwaait vanuit landbouwgronden, afspoelt uit wegbermen enzovoorts. Een deel van het vrijkomende wegdekslijtagestof zal dermate klein zijn dat het naar lucht geëmitteerd wordt (fijn stof). Deze emissie kan gekwantificeerd worden doordat minerale delen in het fijn stof onderscheiden kunnen worden van ander fijn stof (bijv. uitlaatemissies) en onder bepaalde omstandigheden voornamelijk van wegdekslijtage afkomstig zal zijn. Zo zal in een verkeerstunnel de hoeveelheid bodemstof uit andere

bronnen verwaarloosbaar zijn en kunnen we aannemen dat de minerale componenten volledig door wegdekslijtage worden veroorzaakt. Denier van der Gon et al. (2003) hebben deze waarneming in combinatie met chemische analyses van PM<sub>10</sub> gebruikt om een schatting te maken voor wegdekslijtage in de Maastunnel (Rotterdam), leidend tot een emissiefactor van 3-4 mg/vkm (voertuig kilometer) voor wegdekslijtage. Wegdekslijtage zal niet constant zijn maar afhankelijk van de aard van het wegdek materiaal en de hoeveelheid wrijving met banden die bij remmen, optrekken en bochten rijden groter zal zijn dan gemiddeld. Daarom wordt de uit tunnelmetingen afgeleide emissiefactor gezien als een ondergrens. In de literatuur (Tabel 2) worden doorgaans wegdekslijtage emissiefactoren van 8-10 mg/vkm gegeven. Dit is consistent met 3-4 mg/vkm als ondergrens in minder slijtageveroorzakende omstandigheden. Data uit landen als Noorwegen, Zweden, Oostenrijk is (deels) onbruikbaar voor de Nederlandse situatie omdat het gebruik van spikes (studded tires) in de wintermaanden de wegdekslijtage sterk verhoogt.

**Tabel 2 Wegdekslijtage emissiefactoren in de literatuur.**

Voertuigklasse	Waarde mg/vkm	Opmerkingen	Bron
Niet ingedeeld	4	Onderste limiet	Boulter et al, 2006
Niet ingedeeld (overwegend Personen auto's)	3-4	Onderste limiet	Denier van der Gon et al., 2003
Niet ingedeeld	3,8		Muschack, 1990
LDV	7,9	Inclusief bandenslijtage	CBS, 1998
HDV	38		
Tweewielers	3.0	NB: schatting, niet nauwkeurig	Corinair Emission Inventory Guidebook, 2003
Personenauto's	3,8		
LDV	3,8		
HDV	7,6		

De afleiding voor het aandeel wegdekslijtage kan verder onderbouwd worden met analyses van verkeerstunnelstudies Gillies et al. (2001) rapporteerden dat ~12% van het PM<sub>10</sub> in de Sulpeveda tunnel van geologische of minerale oorsprong was. Daar de totale PM<sub>10</sub> concentratie ook gemeten was kan hier een emissiefactor uit worden afgeleid die wederom redelijk overeenkomt met 3-8 mg/vkm.

Ter vergelijking worden de waarden weergegeven die in het RAINS model en de CEPMEIP inventarisatie zijn gebruikt (Tabel 3). Omdat deze waarden ook gebaseerd zijn op literatuurstudies zijn ze niet in de zelfde tabel opgenomen als directe waarnemingen (Tabel 2), maar ze vormen wel een borging voor de gemaakte keuzes.

**Tabel 3 Gehanteerde wegdekslijtage in de RAINS en CEPMEIP-modellen.**

Voertuigklasse	Model	TSP (mg/vkm)	PM <sub>10</sub> (mg/vkm)	PM <sub>2,5</sub> (mg/vkm)
Tweewielers	RAINS <sup>a)</sup>	6	3	1,6
	CEPMEIP <sup>b)</sup>	73	3,65	0
Personenauto's	RAINS	15	7,5	4,2
	CEPMEIP	145	7,25	0
LDV	RAINS	15	7,5	4,2
	CEPMEIP	190	9,5	0
HDV	RAINS	76	38	21
	CEPMEIP	738	26,9	0

<sup>a)</sup> Klimont et al. (2002)

<sup>b)</sup> Visschedijk et al. (2004)

### Totale wegdekslijtage schatting

De tracermethode is niet toe te passen voor de totale wegdekslijtage. Een eerste schatting kan gemaakt worden door een zelfde fractionering aan te nemen als voor bandenslijtage omdat beide emissies door het zelfde (wrijvings)proces veroorzaakt worden. Dit betekent dat de fijn stof emissie 5% van de totale slijtage is; m.a.w. de totale slijtage is een factor 20 hoger dan de fijn stof emissie. Omdat wegdek materiaal harder is dan bandenrubber lijkt dit een overschatting, maar de informatie om nauwkeuriger te zijn ontbreekt. De fractie  $PM_{2,5}$  in  $PM_{10}$  wordt gesteld op 15%. Deze verdeling is gebaseerd op fractionering van minerale delen in fijn stof naar de fracties  $PM_{2,5}$  en  $PM_{2,5-10}$  zoals geanalyseerd op filters. De verdeling naar andere voertuigtypen wordt volgens een zelfde verdeling gedaan als de  $PM_{10}$  door bandenslijtage daar gegevens voor andere voertuigtypen ontbreken.

Het voorstel voor emissiefactoren wordt in Tabel 4 weergegeven.

**Tabel 4** Voorgestelde emissiefactoren wegdekslijtage voor 3 voertuigklassen.

Klasse	Totaal stof (mg/vkm)	$PM_{10}$ (mg/vkm)	$PM_{2,5}$ (mg/vkm)
tweewielers	70	3.5	0.55
Licht	140	7	1,1
Zwaar	700	35	5,3

Onder de klasse licht vallen personenauto's, bestelauto's en lichte speciale voertuigen en met zwaar worden vrachtauto's, autobussen, trekkers en zware speciale voertuigen gerekend. Tweewielers (bromfietsen en motortweewielers) worden als half maal de waarde van licht ingedeeld.

#### 4.1 PAK emissie uit asfaltslijtage

Asfalt bestaat uit minerale grondstoffen en  $\leq 5\%$  uit een bindmiddel. Vroeger was dat veelal (kool)teer, tegenwoordig bitumen. De termen teer en bitumen worden regelmatig ten onrechte door elkaar gebruikt. De materialen hebben wel dezelfde donkerbruine tot zwarte kleur, hebben beide uitstekende hecht-eigenschappen maar zijn verder van verschillende herkomst en chemische samenstelling.

Teer is een hoog viskeus mengsel van complexe hoogmoleculaire componenten, dat verkregen wordt bij de destructieve destillatie van steenkool of hout. Tot 1991 werden regelmatig koolteer (teer) of een combinatie van teer en bitumen (teerbitumen) in asfalt als bindmiddel gebruikt in plaats van bitumen. Teerhoudende bindmiddelen bevatten hoge gehalten PAK waardoor asfaltmengsels met teerhoudend bindmiddel concentraties aan PAK hebben van 100 – 3000 mg/kg. Vaak wordt een gemiddelde van 1500 milligram per kilo (mg/kg) genoemd hoewel de schaarse voorbeeldanalyses lagere gehalten geven bijvoorbeeld 674 mg/kg (Rood et al, 1995) en 998 mg/kg (OCW, 2003 – zie Tabel 6). Het bereik in concentraties ontstond waarschijnlijk omdat teer en bitumen gemengd werden. Per definitie wordt asfalt(granulaat) dat meer dan 75 mg/kg PAK-10 bevat teerhoudend asfalt granulaat (TAG) genoemd. Afspraken in de CAO voor de Bouw leidde ertoe dat vanaf 1991 teer en teerproducten definitief niet meer werden toegepast en daarmee geen nieuw TAG meer als (bovenste) wegdeklaag werd aangelegd. Vanaf 1995 was enkel gebruik van asfaltgranulaat met minder dan 75 mg/kg PAK10 toegestaan. In het verleden is vrijgekomen TAG ook hergebruikt in wegfunderingen, vaak vermengd met andere steenachtige materialen. Vanaf 1 januari 2001 verbiedt het Bouwstoffenbesluit bodem – en oppervlaktewater (Bsb) ook dergelijk hergebruik van TAG. Belangrijkste conclusie uit bovenstaande is dat sinds 1991 geen TAG met hoog PAK10 gehalte meer gebruikt wordt als bovenste wegdeklaag.

Bitumen is een aardolieproduct. Het wordt verkregen door destillatie onder bepaalde omstandigheden van druk en temperatuur, van daarvoor geselecteerde ruwe aardolie. Het is een mengsel van complexe verbindingen dat voorgesteld kan worden als een dispersie van asfaltene en harsen in een

aromatische olie met een hoog kookpunt. Bitumen is een vaste stof bij omgevingstemperatuur. Het PAK gehalte van bitumen is laag. Het Nederlands adviesbureau voor bitumentoe toepassingen (Nabit, 1996) bepaalde het PAK-gehalte in 14 bitumenstalen afkomstig van 7 raffinaderijen. Globaal kwam men tot een PAK-gehalte (10 PAK) van minder dan 3 mg/kg bitumen. Een Europese studie rapporteerde een gemiddeld PAK gehalte van 26 mg/kg (Concawe, 1994). Het eerste getal (3 mg/kg) lijkt echter meest representatief voor Nederland. Dit geeft op basis van 5% bindmiddel een PAK gehalte in asfalt van 0,15 mg/kg.

**Tabel 5 Voorbeeld van PAK in teerhoudend asfaltgranulaat (TAG).**

Naam van de individuele PAK-verbinding	Voorbeeld van TAG (5 massa-% bindmiddel: bitumen/wegenteer 85/15)	
	(mg/kg)	(%)
benzo[a]antraceen	74	7,4
benzo[a]pyreen	67	6,7
benzo[ghi]peryleen	35	3,5
benzo[b]fluoranteen	90	9,0
benzo[k]fluoranteen	25	2,5
chryseen	73	7,3
fenantreen	367	36,8
fluoranteen	232	23,2
indeno[1,2,3-cd]pyreen	34	3,4
naftaleen	1	0,1
Totaal voor PAK10 in dit voorbeeld	998	100

Bron OCW (2003)

Er bestaat nagenoeg geen literatuur over het vrijkomen van PAK door wegdekslijtage van TAG. Klein et al (2000) stellen dat de emissies van PAK uit wegdekslijtage voor de gehele periode 1980-1999 niet significant zijn op basis van een interne notitie uit 1996. De exacte onderbouwing van deze conclusie is echter niet goed te achterhalen. Om toch een kwantitatieve analyse mogelijk te maken is een aantal aannames gedaan waardoor vervolgens op basis van totale wegdekslijtage een schatting van de emissie van PAK door wegdekslijtage gegeven kan worden. Er zijn aannames nodig voor:

- Het PAK10 gehalte van TAG van voor 1991 (Tabel 6),
- Het PAK10 gehalte van huidig AG (Tabel 6),
- De fractie wegen en categorie wegen waar nog TAG voorkomt (Tabel 7)
- Het aantal kilometers dat op deze wegen verreden wordt (landelijke wegen zie Tabel 1).

**Tabel 6 PAK10 gehalte van TAG en AG.**

Materiaal	Totaal PAK10 in	
	bindmiddel	Asfalt (5% bindmiddel) (mg/kg)
teer	5-20%	1500 <sup>1)</sup>
bitumen	10-30 (mg/kg)	0.5 -1.5
bitumen_gem NL	3 (mg/kg)	0.15

<sup>1)</sup> Dit is een onzeker getal en zou een overschatting met een factor 1.5-2 kunnen zijn indien de 2 analyses in Rood et al. (1995) en OCW (2003) representatief zouden zijn. Twee analyses is echter een te smalle basis om dit op te baseren..

Aangenomen wordt dat de fractie TAG binnen de bebouwde kom verwaarloosbaar is. Enerzijds is bestaat binnen de bebouwde kom een groot deel van de wegen niet uit asfalt. Daarnaast is al het asfalt van na 1991 geen TAG meer en wordt aangenomen dat asfaltwegen binnen de bebouwde kom van voor 1991 (dan wel de toplaag van die wegen) inmiddels vervangen zijn als gevolg van onderhoud en herinrichtingen zoals riool- of andere ondergrondse werkzaamheden.

Voor snelwegen is de aanname dat in 2005 al het asfalt van voor 1991 vervangen is dan wel van een nieuwe top-/slijtlaag is voorzien. Het aandeel TAG is dus nul in 2005, het aandeel in 1990 is op 85% geschat. Dit laatste is wellicht een overschatting maar goede gegevens ontbreken. Dat vervanging van asfalt op snelwegen relatief snel gaat wordt bevestigd door de sterke groei van het aandeel ZOAB op de Nederlandse snelwegen sinds 1990 (zie ook Klein et al. 2007).

De vervanging van asfalt bij landelijke wegen zal aanzienlijk minder snel gaan. Er is uitgegaan van een zelfde aandeel asfalt in 1990 als op snelwegen met de aanname dat in 2015 al het TAG houdende asfalt van voor 1991 vervangen zal zijn.

Op basis van bovenstaande kan een schatting van het voorkomen van TAG op Nederlandse wegen gemaakt worden (Tabel 7). Voor de tussenliggende jaren is een lineaire afname verondersteld.

**Tabel 7 Schatting van het voorkomen van teerhoudend asfalt granulaat (TAG).**

Snelwegen		Landelijke wegen	
Jaar	Fractie TAG	Jaar	Fractie TAG
1990	0,85	1990	0,85
1991	0,79	1991	0,82
1992	0,73	1992	0,78
1993	0,67	1993	0,75
1994	0,61	1994	0,71
1995	0,55	1995	0,68
1996	0,49	1996	0,65
1997	0,43	1997	0,61
1998	0,36	1998	0,58
1999	0,30	1999	0,54
2000	0,24	2000	0,51
2001	0,18	2001	0,48
2002	0,12	2002	0,44
2003	0,06	2003	0,41
2004	0,00	2004	0,37
2005	0	2005	0,34
2006	0	2006	0,31
2007	0	2007	0,27
2008	0	2008	0,24
2009	0	2009	0,20
2010	0	2010	0,17
2011	0	2011	0,14
2012	0	2012	0,10
2013	0	2013	0,07
2014	0	2014	0,03
2015	0	2015	0

#### 4.2 Emissiefactoren binnen de bebouwde kom, op landelijke wegen en snelwegen

Binnen de bebouwde kom wordt in de regel meer geaccelereerd en geremd dan buiten de bebouwde kom. Ook zijn er meer bochten, is het weglandschap dynamischer en de relatieve verschillen in snelheid groter. Hoewel bekend is dat om die redenen de slijtage van banden en remmen per verreden km binnen de bebouwde kom hoger is dan buiten de bebouwde kom zijn er geen data om die dit voor wegdekslijtage kwantificeren. Wegdekslijtage is echter een gevolg van dezelfde processen als rem- en bandenslijtage er is daarom als eerste benadering voor gekozen, naar analogie van de rem- en bandenslijtage, de emissiefactoren binnen de bebouwde kom een factor 2 hoger te veronderstellen per verreden kilometer dan op de snelweg en landelijke wegen. Voor een verdere onderbouwing van deze keuze wordt verwezen naar de factsheet bandenslijtage en remvoeringslijtage. Tabel 8 geeft de uiteindelijke gedifferentieerde emissiefactoren weer.

**Tabel 8 Afgeleide emissiefactoren wegdekslijtage binnen en buiten de bebouwde kom (mg/km).**

Stofnaam	Voertuigcategorie	Bebouwde kom	Landelijke wegen	Autosnelwegen
Grof stof	Personenauto	215	108	108
	Motortweewieler	88	44	44
	Bromfiets	88	44	0
	Bestelauto	215	108	108
	Vrachtauto	1100	550	550
	Trekker	1100	550	550
	Autobus	1100	550	550
	Speciaal voertuig-licht	215	108	108
	Speciaal voertuig-zwaar	1100	550	550
	PM10	Personenauto	11	5,5
Motortweewieler		5	2,5	2,5
Bromfiets		5	2,5	0
Bestelauto		11	5,5	5,5
Vrachtauto		58	29	29
Trekker		58	29	29
Autobus		58	29	29
Speciaal voertuig-licht		11	5,5	5,5
Speciaal voertuig-zwaar		58	29	29
PM2,5		Personenauto	1,7	0,8
	Motortweewieler	0,8	0,4	0,4
	Bromfiets	0,8	0,4	0,0
	Bestelauto	1,7	0,8	0,8
	Vrachtauto	8,7	4,4	4,4
	Trekker	8,7	4,4	4,4
	Autobus	8,7	4,4	4,4
	Speciaal voertuig-licht	1,7	0,8	0,8
	Speciaal voertuig-zwaar	8,7	4,4	4,4

Noot: Emissiefactoren grof stof zijn afgerond op hele getallen, PM10 en PM2,5 emissiefactoren op 1 decimaal.

## 5 Maatregelen en effecten

Tot 1990 werden teer en teerproducten op grote schaal in de wegenbouw gebruikt als bindmiddel in asfalt, bij oppervlaktebehandeling en reconstructie van wegen. Het teerhoudend asfalt granulaat (TAG) bevatte aanzienlijke hoeveelheden PAK. Per 1 januari 1991 is in Nederland geen teerhoudend bindmiddel meer gebruikt in asfaltfabricage en wordt enkel bitumen als bindmiddel gebruikt. Het gehalte PAK in bitumen (de vervanging van teer als bindmiddel) is <1,5 mg/kg (RIVM, 1995). Hierdoor is het PAK gehalte in huidig asfalt granulaat een factor ~ 1000-10000 lager dan in TAG. De PAK emissies door slijtage van asfalt en toplagen aangelegd na 1990 zijn daarom verwaarloosbaar. Dit betekent dat na 1990 PAK emissie door wegdekslijtage enkel ontstaat door rijden over wegen met een toplaag daterend van voor 1991. Het uifaseren van TAG heeft er toe geleid dat in de tijd de emissies van PAK door wegdekslijtage afnemen naar nul in 2015, waarbij de aanname is dat in 2015 al het TAG vervangen is.

## 6 Verdeling naar compartimenten

De verdeling van de slijtage-emissies naar de verschillende milieucompartimenten zoals momenteel wordt gehanteerd door de taakgroep verkeer staat in Tabel 9. De emissie van fijn stof wordt in alle gevallen voor 100% aan het compartiment lucht toegekend. De toedeling van fijn stof naar lucht staat niet ter discussie. Echter de verdeling van grof stof naar de verschillende milieucompartimenten staat in deze factsheet ter discussie en wordt herzien (analoog aan de factsheet voor bandenslijtage).



**Tabel 9 Verdelingspercentages voor wegdekslijtagestof naar compartimenten zoals tot nu toe gehanteerd (bron: Klein et al., 2007).**

	Bandenstof		
	lucht	bodem	water
	%		
<b>Fijn stof (incl metalen)</b>			
bebouwde kom	100	0	0
landelijke wegen	100	0	0
autosnelwegen	100	0	0
<b>Grof stof (incl metalen)</b>			
bebouwde kom	0	0	100
landelijke wegen	0	80	20
autosnelwegen	0	80	20

Bron: methodiekrappport taakgroep verkeer (Klein et al., 2007)

#### Toedeling binnen de bebouwde kom

De toedeling van de emissie binnen de bebouwde kom gaat voor 100% naar riool (Tabel 9), dit is echter niet waarschijnlijk. Een GIS-overlay van het grondgebruiksbestand van Nederland met de rioleringsgebieden in Emissieregistratie leert dat precies 50% van het oppervlak van de rioleringsgebieden uit verhard gebied bestaat (zie Tabel 10).

**Tabel 10 Resultaten GIS-overlay rioleringsgebieden.**

AggregatieNaam	Bodem Areaal [ha]	Riool Areaal [ha]
Bodem verhard	433649	341061
Bodem onverhard	2893753	336033
Bodem semi-verhard	50136	16016
Som	3377538	693109

Dat 50 procent van het gerioleerde gebied verhard is, wil nog niet zeggen dat ook 50 procent van de emissie van de depositie van grof stof naar het riool zal gaan. In de rioleringswereld worden afstroomcoëfficiënten gebruikt om te bepalen welk deel van het regenwater dat in een rioleringsgebied valt naar het riool gaat. Dikwijls worden een afstroomcoëfficiënt van 50% gehanteerd. Tijdens een recente studie van TNO in de verzorgingsgebieden van twee RWZI's in Noord-Brabant in 2005 werden voor den Bosch en Asten afstroomcoëfficiënten van respectievelijk 50% en 90% gemeten. Omdat water als transportmedium van de vervuiling werkt lijkt het voor de hand liggend om de verdeling van het water over de compartimenten als uitgangspunt te hanteren.

Er zijn echter diverse factoren die afwijkingen zowel naar boven als beneden kunnen veroorzaken:

- Een deel van het water verdampt waardoor het deel van het oppervlak dat afstroomt groter is dan het oppervlak dat kan worden afgeleid van de neerslag en het water dat naar het riool gaat. Als de depositie van neerslaand stof redelijk homogeen verdeeld is, dan is het afstromende oppervlak een goede maat voor de hoeveelheid emissie die afstroomt. Het zal echter zo zijn dat op onverhard gebied een deel van de vervuiling wordt afgefilterd waardoor de hoeveelheid vuil per hoeveelheid water (de concentratie) van onverhard gebied kleiner wordt. (afnemende bijdrage naar riool)
- De depositie van grof stof vindt dicht bij de bron plaats. De bron is de verharde weg. Daarom zal daar ter plekke de depositie meer geconcentreerd zijn en bijgevolg de emissie in verhouding tot de hoeveelheid water (de concentratie) groter zijn. (toenemende bijdrage naar riool)
- Een gedeelte van de vervuiling van de wegen zal via de route van het veegvuil worden ingezameld. Dit gedeelte komt niet in het riool terecht. Het grootste deel van het veegvuil is grof zand dat relatief weinig vervuiling bevat. (afnemende bijdrage naar riool)
- Een deel van het bodemmateriaal van onverhard gebied zal afspoelen naar riool. In dit bodemmateriaal zal in de loop der tijd vuil zijn geaccumuleerd dat onder andere van

bandenslijtage afkomstig is. Dit betekent dat een klein deel van het vuil dat oorspronkelijk in de bodem is geaccumuleerd alsnog in het riool terecht komt (toenemende bijdrage naar riool).

Deze tegen elkaar in werkende processen maken het moeilijk om een kwantitatief gefundeerde uitspraak te doen. Zeker is dat de hoeveelheid emissie die naar riool gaat onder de 100 procent zal liggen. De hier geponeerde stelling is (tot dat betere meetgevens beschikbaar komen) om 50 procent naar riool binnen de bebouwde kom te hanteren als uitgangspunt in plaats van 100%. Daar echter een deel van de vuillast van de bodem alsnog afspoelt naar riool zal rekening gehouden moeten worden met een iets hogere aanvoer naar riool. Als voorlopige waarde wordt daarom 60 procent aanvoer naar riool gekozen.

#### Toedeling binnen de bebouwde kom

De toedeling van de emissies van de grove fractie van het wegdekslijtagestof buiten de bebouwde kom is complexer dan binnen de bebouwde kom. Een vrij uitgebreide studie is gedaan door Blok voor bandenstof (Blok, 2005). Uit het werk van Blok blijkt dat ongeveer 70% van de totale hoeveelheid materiaal via het mechanisme van run-off grotendeels in de bodem van de wegberm terecht komt. De overige 30 procent wordt volgens Blok verspreid via het mechanisme van drift. Hierbij nemen we aan dat de fijnste fractie van deze 30 procent (ongeveer 5 procent fijn stof) via atmosferisch transport verder weg getransporteerd zal worden. Het grootste deel (25 van de 30 procent) die via drift wordt verspreid komt volgens Blok niet verder dan 4,5 m (overige wegen) tot 6 meter (snelwegen) van de zijkant van de weg. Hoewel de studie van Blok (2005) slijtage en verspreiding van bandenstof beschrijft wordt hier aangenomen dat deze redenatie in grote lijn ook geldig is voor wegdekslijtage daar banden- en wegdekslijtage een gevolg zijn van het zelfde proces. Het is onbekend wat het aandeel van sloten is van het oppervlak dat op 4,5 tot 6 meter langs de wegen ligt, echter dit zal minder dan 50% van het oppervlak tussen 4,5 en 6 meter vanaf wegen zijn. Als eerste benadering nemen we de helft van 25 procent en ronden af naar beneden resulterend in een schatting van 10 procent directe emissie naar oppervlaktewater.

Op basis van de hierboven beschreven aannames en overwegingen wordt een nieuwe verdeling van wegdekslijtagestof naar de verschillende milieucompartimenten voorgesteld <sup>(a)</sup> Noot: Totaal stof = Grof stof + Fijn stof

Tabel 13).

**Tabel 11 Voorgestelde verdelingspercentages voor wegdekslijtage naar compartimenten.**

	Lucht	Bodem	Oppervlaktewater	Riool
	%			
<b>Fijn stof</b>				
bebouwde kom	100	0	0	0
landelijke wegen	100	0	0	0
autosnelwegen	100	0	0	0
<b>Grof stof)</b>				
bebouwde kom	0	40	0	60
landelijke wegen	0	90	10	0
autosnelwegen	0	90	10	0

## 7 Emissies

De berekende emissies worden in onderstaande tabellen gepresenteerd. Tevens wordt een prognose voor het jaar 2015 geschetst. In Tabel 12 worden de totale emissies gepresenteerd per steekjaar, incl de prognose voor 2015. In <sup>a)</sup> Noot: Totaal stof = Grof stof + Fijn stof

Tabel 13 t/m Tabel 16 geven respectievelijk de emissie naar de bodem, het oppervlaktewater, riool en de lucht weer. In de bijlagen worden de emissies verder uitgesplitst naar wegdeklocatie (binnen / buiten de bebouwde kom) en voertuigklasse.

Alle emissies zijn in kilogrammen.

**Tabel 12 Totale emissies (kg) van PAK, grof en fijn stof, steekjaren.**

Stof	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2015
Fenanthreen	2685	2061	1405	752	687	634	0
Fluorantheen	1698	1303	888	475	434	401	0
Chryseen	534	410	279	150	137	126	0
Benzo(a)Anthraceen	541	415	283	152	138	128	0
Benzo(a)Pyreen	490	376	257	137	125	116	0
Benzo(b)Fluorantheen	659	505	345	184	168	155	0
Benzo(k)Fluorantheen	183	140	96	51	47	43	0
Benzo(ghi)Peryleen	256	197	134	72	65	60	0
Indeno (1,2,3-c,d)Pyreen	249	191	130	70	64	59	0
Naftaleen	7	6	4	2	2	2	0
Grof stof <sup>a)</sup>	16739542	15865449	16089764	16555061	16294116	16278450	18950354
Fijn stof (PM <sub>10</sub> ) <sup>a)</sup>	864283	818991	830441	854007	840680	839906	977188
Fijn stof (PM <sub>2,5</sub> )	129642	122849	124566	128101	126102	125986	146578

<sup>a)</sup> Noot: Totaal stof = Grof stof + Fijn stof

**Tabel 13 Emissies (kg) van PAK en grof stof naar de bodem per steekjaar.**

Stof	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2015
Fenanthreen	2417	1854	1265	676	618	571	0
Fluorantheen	1528	1172	799	428	391	361	0
Chryseen	481	369	252	135	123	114	0
Benzo(a)Anthraceen	487	374	255	136	125	115	0
Benzo(a)Pyreen	441	339	231	123	113	104	0
Benzo(b)Fluorantheen	593	455	310	166	152	140	0
Benzo(k)Fluorantheen	165	126	86	46	42	39	0
Benzo(ghi)Peryleen	230	177	121	65	59	54	0
Indeno (1,2,3-c,d)Pyreen	224	172	117	63	57	53	0
Naftaleen	7	5	3	2	2	2	0
Grof stof	10916880	10611863	10829590	10872024	10637279	10573259	11808632

**Tabel 14 Emissies (kg) van PAK en grof stof direct naar het oppervlaktewater per steekjaar.**

Stof	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2015
Fenanthreen	269	206	141	75	69	63	0
Fluoranthreen	170	130	89	48	43	40	0
Chryseen	53	41	28	15	14	13	0
Benzo(a)Anthraceen	54	42	28	15	14	13	0
Benzo(a)Pyreen	49	38	26	14	13	12	0
Benzo(b)Fluoranthreen	66	51	34	18	17	16	0
Benzo(k)Fluoranthreen	18	14	10	5	5	4	0
Benzo(ghi)Peryleen	26	20	13	7	7	6	0
Indeno (1,2,3-c,d)Pyreen	25	19	13	7	6	6	0
Naftaleen	1	1	0	0	0	0	0
Grof stof	844213	853137	878737	850000	823926	812376	845698

**Tabel 15 Emissies (kg) van grof stof naar het riool per steekjaar.**

Stof	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2015
Grof stof	4978450	4400450	4381437	4833038	4832911	4892814	6296024

Noot: Er zijn hier geen PAK emissies omdat de aanname is dat er binnen de bebouwde kom geen TAG aanwezig is. Mogelijk is dit voor de situatie 1990 een onderschatting maar goede gegevens om beter te schatten ontbreken.

**Tabel 16 Emissies (kg) van fijn stof naar lucht per steekjaar.**

Gepresenteerde stof	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2015
Fijn stof (PM <sub>10</sub> )	864283	818991	830441	854007	840680	839906	977188
Fijn stof (PM <sub>2,5</sub> ) <sup>1)</sup>	129642	122849	124566	128101	126102	125986	146578

<sup>1)</sup> PM<sub>2,5</sub> is een fractie van PM<sub>10</sub>

Noot: Er zijn hier geen PAK emissies omdat aangenomen wordt dat TAG enkel nog in beperkte mate op de landelijke wegen aanwezig is, waar slechts een klein deel van het totaal verreden kilometers in Nederland plaats vindt. Emissie naar lucht (fijn stof) is 5% van het totaal stof en wederom slechts 5% hierin is bindmiddel indien asfalt, waarvan een klein % PAK. De resterende emissie PAK is verwaarloosbaar.

## 8 Regionalisatie

Voor de regionale verdeling van emissies wordt binnen emissieregistratie gebruik gemaakt van een set van digitale kaarten, welke aanwezig is bij MNP. 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 (Molder, 2007)), 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. In sommige gevallen wordt één bron via meerdere lokatoren verdeeld. Dat is hier het geval voor wegdeklijtage op landelijke wegen, welke voor 80% wordt verdeeld middels de verkeersintensiteit op autosnelwegen en voor 20% wordt verdeeld via het aantal woningen buiten de bebouwde kom. 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 22 Overzicht van wijze van regionalisatie van emissies.**

Onderdeel	Lokatoren
Wegdekslijtage, snelwegen	Verkeersintensiteit op autosnelwegen
Wegdekslijtage, landelijke wegen	Verkeersintensiteit landelijke wegen, 80%
Wegdekslijtage, landelijke wegen	Aantal woningen buiten de bebouwde kom, 20%
Wegdekslijtage, binnen de bebouwde kom	Aantal inwoners per gridcel van 500x500 meter

De wijze waarop de lokatoren tot stand komen wordt beschreven in Molder (2007) :

*Verkeersintensiteit autosnelwegen en landelijke wegen (zie boven)*

De verkeersintensiteit op autosnelwegen is afkomstig van de kaart 'toedeling naar wegvak op basis van voertuigkilometers'. Deze kaart onderscheidt 6 categorieën, waaronder:

- Autosnelwegen (rijkswegen) personen- en bestelauto's
- Autosnelwegen (rijkswegen) vracht- en overig verkeer
- Provinciale wegen personen en bestelauto's
- Provinciale wegen vracht- en overig verkeer
- Bebouwde kom personen- en bestelauto's
- Bebouwde kom vracht- en overig verkeer

Gegevens over de ligging en de lengte van de weg(vakken) afkomstig zijn uit het Nationaal Wegenbestand (NWB) van de Adviesdienst Verkeer- en Vervoer (AVV) (zie ook Molder, 2007). De intensiteiten (etmaalgemiddelde aantal voertuigen over het gehele beschouwde jaar x wegvaklengte) zijn voor de autosnelwegen berekend uit door AVV uitgevoerde tellingen en hebben betrekking op 2005. Voor de provinciale wegen en wegen binnen de bebouwde kom betreft het gemodelleerde gegevens, afkomstig uit het Nieuw Regionaal Model (NRM), in beheer bij AVV en hebben betrekking op 2005. Naast tellingen gebruikt dit model sociaal-economische en demografische factoren als bevolkingsdichtheid en opbouw, aanwezige werkgelegenheid en type bedrijven in de omgeving. Voor de intensiteiten binnen de bebouwde kom worden ook gegevens gebruikt uit gemeentelijke verkeersmilieukaarten en hebben betrekking op 2005. De resultaten van het NRM (verkeersintensiteiten) zijn afkomstig van MNP/LOK (Leefomgevingskwaliteit), waar ze dienen als invoer voor geluidsberekeningen.

*Aantal woningen buiten de bebouwde kom en aantal inwoners per gridcel van 500x 500 m*

Het aantal inwoners per gridcel van 500x500 meter is afkomstig uit de kaart 'toedeling naar gridcel op basis van aantal inwoners, woningen en inwoners/rioleringsseenheid', opgesteld door MNP. Deze kaart is gebaseerd op CBS-statistieken over aantal inwoners en aantal woningen per gemeente (voor 2005). De verdeling van inwoners binnen de gemeente over de gridcellen is gedaan gebruik makend van het verrijkt bestand Adres Coördinaten Nederland (met adressen en woningtypen) en bestand RioleringsEenheden (2003).

Hoewel wegdekslijtage bij verhoogde wrijving (veel remmen, optrekken en bochtige wegen) waarschijnlijk hoger is, is er op basis van beschikbare literatuurgegevens en onderzoek geen verschil tussen de slijtagefactoren binnen de bebouwde kom, op landelijke wegen en snelwegen te maken. Daarom zijn vooralsnog de emissiefactoren voor alle wegtypen hetzelfde gehouden.

## **9 Opmerkingen / Wijzigingen ten opzichte van voorgaande jaren**

- De veronderstelde fractie fijn stof in totaal wegdekslijtage (5%) is gelijk aan eerdere schattingen.
- De hoeveelheid totaal stof is berekend op basis van de fijn stof emissie gegevens. In voorgaande jaren was wegdekslijtage gespecificeerd naar 7 voertuigklassen echter de gegevens om een dergelijk nauwkeurige inschatting te geven ontbreken daarom zijn nu enkel 2-wielers, lichte – en zware voertuigen onderscheiden. De totale emissies zijn slechts marginaal veranderd.
- In voorgaande jaren was geen inschatting voor PAK emissies door wegdekslijtage opgenomen.
- De verdeling over de compartimenten is aangepast (zie sectie 7)

## 10 Betrouwbaarheid/verbeterpunten

Bij de classificatie van de kwaliteit van de informatie wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de werkwijze die in de publicatiereeks Emissieregistratie wordt aangehouden. Deze werkwijze is gebaseerd op de methodiek van CORINAIR (CORe emission INventories AIR). Hierbij worden de volgende kwaliteitsclassificaties aangehouden:

- A: een getal gebaseerd op een groot aantal metingen aan representatieve locaties;
- B: een getal gebaseerd op een aantal metingen aan een deel van de voor de sector representatieve locaties;
- C: een getal gebaseerd op een beperkt aantal metingen, aangevuld met schattingen op basis van de technische kennis van het proces;
- D: een getal gebaseerd op een gering aantal metingen, aangevuld met schattingen op basis van aannames;
- E: een getal gebaseerd op een technische berekening op basis van een aantal aannames.

De emissiefactoren zijn, afhankelijk van de stof of stofgroep, gebaseerd zijn op een variërend aantal onderzoeken in binnen- en buitenland die, wederom verschillend per stof, meer of minder variatie vertonen. Op grond hiervan is voor de emissiefactoren per stof / stofgroep een classificatie gekozen van B, C of D.

De emissieverklarende variabele wordt regelmatig bijgehouden door de Taakgroep Verkeer en Vervoer en kan in de categorie A worden ingedeeld. De emissiefactor voor fijn stof is deels gebaseerd op metingen en deels schattingen omdat wegdekafhankelijkheid en type weg (bochtig, binnen of buiten bebouwde kom) niet in de metingen zijn opgenomen en wordt daarom in categorie C ingedeeld. Totaal stof en grof stof zijn berekend op basis van de fijn stof emissie factor op basis van een geschatte fractie fijn stof in totaal stof. De berekening is uitermate gevoelig voor de aangenomen fractie en de emissiefactor voor totaal- en grof stof worden daarom in categorie D ingedeeld.

Het PAK gehalte van TAG is gebaseerd op enkele metingen maar de spreiding is groot en wordt in categorie C ingedeeld. Hoeveel TAG er nog op Nederlandse wegen ligt is niet goed bekend en gebaseerd op schattingen en deductie.

De verdeling van de emissies over de verschillende compartimenten is onzeker, zodat hiervoor de categorie D wordt gehanteerd. In relatie hiermee staat de onzekerheid cq ontbreken van gegevens of wegdekslijtage binnen de bebouwde kom hoger is door meer bochten, kruispunten en stoplichten. Indien de verdeling van emissie verschuift tussen binnen en buiten de bebouwde kom zal ook de toedeling naar compartimenten veranderen. De onzekerheid in emissieroutes naar water is in relatie daarmee minder groot en krijgt een kwalificatie B. De regionalisatie van de emissies tenslotte is vrij betrouwbaar, wat resulteert in een betrouwbaarheidsclassificatie B.

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidsclassificatie
Emissieverklarende variabele	A
Emissiefactor totaal	D
Emissiefactor grof stof	D
Emissiefactor PM <sub>10</sub>	C
Emissiefactor PM <sub>2,5</sub>	C
PAK-gehalte TAG	C
Fractie TAG in Nederlands wegennet	D
Verdeling compartimenten	D
Emissieroutes naar water	B
Regionalisatie	B

## 11 Reacties

Voor vragen naar aanleiding van dit werkdocument of opmerkingen kan contact worden opgenomen met Joost van den Roovaart (Rijkswaterstaat Waterdienst). E-mail: [joost.vanden.roovaart@rws.nl](mailto:joost.vanden.roovaart@rws.nl), Tel: 0320-298866, Hugo Denier van der Gon (TNO Bouw en Ondergrond), E-mail: [hugo.deniervandergon@tno.nl](mailto:hugo.deniervandergon@tno.nl) en/of Jan Hulskotte. E-mail: [jan.hulskotte@tno.nl](mailto:jan.hulskotte@tno.nl).

## 12 Referenties

- Blok, J. (2005) Environmental exposure of road borders to zinc –Science of the Total Environment 348, 173 – 190.
- Boulter, P.; Thorpe, A.; Harrison, R.; Allen, A. (2006) Road vehicle non-exhaust particulate matter: final report on emission modelling – Published project report PPR110, TRL limited, Department for the Environment, Food and Rural Affairs, Scottish Executive, Welsh Assembly Government, and the Department of Environment in Northern Ireland,.
- CBS (Centraal Bureau voor de Statistiek) (1998) Methodiekb beschrijving van de berekening van de emissies door mobiele bronnen in Nederland in het kader van het Emissiejaarrapport.
- Concawe (1994) "Health aspects of bitumens", Concawe, Den Haag,.
- Denier van der Gon, H.A.C , M van het Bolscher, JCT Hollander and H Spoelstra (2003), Particulate matter in the size range of 2.5 – 10 microns in the Dutch urban environment, an exploratory study, TNO-report, R 2003/181..
- De Straat Milieu-adviseurs B.V. (2004), Weg met TAG, rapport ketenhandhaving Teerhoudend Asfalt Granulaat (TAG), In opdracht van VROM-Inspectie regio Oost
- Corinair Emission Inventory Guidebook (2003) Road Vehicle Tyre & Brake Wear, Snap Code 070700/070800, EEA Copenhagen.
- Gillies J.A; A.W. Gertler; J.C. Sagebiel and W.A. Dippel (2001), On-Road Particulate Matter (PM2.5 and PM10) Emissions in the Sepulveda Tunnel, Los Angeles, California, Environmental science & technology 35 1054-1063.
- Klein J., A. Hoen, J. Hulskotte, N. van Duynhoven, R. Smit, A. Hensema, D. Broekhuizen (2007) Methoden voor de berekening van de emissies door mobiele bronnen in Nederland, Taakgroep Verkeer en Vervoer van het project Emissieregistratie, Oktober 2007, <http://www.emissieregistratie.nl/>
- Klein, J., R. van den Brink, J. Hulskotte, J. Annema, J. van den Roovaart, M. Borst, R. Gense, E. van de Burgwal (2002) Methoden voor de berekening van de emissies door mobiele bronnen in Nederland, Methodiekrapport van de taakgroep verkeer, Rapportagereeks MilieuMonitor, Nr. 4, januari 2002, CBS/RIVM/TNO/RIZA, Voorburg/Bilthoven/Apeldoorn/Lelystad.
- Klimont Z., Cofala J., Bertok I., Amann M., Heyes C. and Gyarfas F.: (2002) Modelling Particulate Emissions in Europe A Framework to Estimate Reduction Potential and Control Costs. Interim Report IR-02-076
- Molder, R. te (2007). Notitie ruimtelijke verdeling binnen de emissieregistratie. Een overzicht.
- Muschak, W. (1990) Pollution of street run-off by traffic and local conditions, The science of the total environment, 93, 419 - 431.
- Nabit (Nederlands adviesbureau voor bitumentoe passingen) (1996) geciteerd in; A. Jacobs, L. De Bock en R. Dijkmans, Beste Beschikbare Technieken (BBT), voor Asfaltcentrales, Vito, 2001
- Rood, GA; Wilde, PGM de; Aalbers TG (1995), Emissie van Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK) uit diverse bouwmaterialen en afvalstoffen, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en milieuhygiëne (RIVM) Rapportnr. 771402003, 56p., Bilthoven,.
- Visschedijk, A.J.H., J. Pacyna, T. Pulles, P. Zandveld and H. Denier van der Gon (2004) Coordinated European Particulate Matter Emission Inventory Program (CEPMEIP), In: P. Dilara et al. (eds), Proceedings of the PM emission inventories scientific workshop, Lago Maggiore, Italy, 18 October 2004, EUR 21302 EN, JRC, pp 163-174.

## Bijlage 1 – Emissies ten gevolge van wegdekslijtage

In onderstaande tabellen worden emissies berekend en gedifferentieerd naar voertuigklasse, wegdeklocatie (binnen / buiten de bebouwde kom) en compartiment. Lichte voertuigen zijn incl. tweewielers.

**Tabel B1 Emissies (kg) van PAK en grof stof naar de bodem per steekjaar – lichte voertuigen.**

Lokatie <sup>1)</sup>	Stof	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2015
Buiten bk	Fenanthreen	1741	1332	962	552	504	466	0
Buiten bk	Fluorantheen	1101	842	608	349	319	294	0
Buiten bk	Chryseen	346	265	191	110	100	93	0
Buiten bk	Benzo(a)Anthraceen	351	269	194	111	102	94	0
Buiten bk	Benzo(a)Pyreen	318	243	176	101	92	85	0
Buiten bk	Benzo(b)Fluorantheen	427	327	236	135	124	114	0
Buiten bk	Benzo(k)Fluorantheen	119	91	66	38	34	32	0
Buiten bk	Benzo(ghi)Peryleen	166	127	92	53	48	44	0
Buiten bk	Indeno (1,2,3-c,d)Pyreen	161	123	89	51	47	43	0
Buiten bk	Naftaleen	5	4	3	2	1	1	0
Buiten bk	Grof stof	5480972	5495212	5912520	5900625	5733945	5668076	5941338

<sup>1)</sup> bk = bebouwde kom

**Tabel B2 Emissies (kg) van PAK en grof stof naar de bodem per steekjaar – zware voertuigen.**

Lokatie <sup>1)</sup>	Stof	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2015
Buiten bk	Fenanthreen	675	522	303	125	114	105	0
Buiten bk	Fluorantheen	427	330	191	79	72	66	0
Buiten bk	Chryseen	134	104	60	25	23	21	0
Buiten bk	Benzo(a)Anthraceen	136	105	61	25	23	21	0
Buiten bk	Benzo(a)Pyreen	123	95	55	23	21	19	0
Buiten bk	Benzo(b)Fluorantheen	166	128	74	31	28	26	0
Buiten bk	Benzo(k)Fluorantheen	46	36	21	8	8	7	0
Buiten bk	Benzo(ghi)Peryleen	64	50	29	12	11	10	0
Buiten bk	Indeno (1,2,3-c,d)Pyreen	63	48	28	12	11	10	0
Buiten bk	Naftaleen	1.8	1.4	0.8	0.3	0.3	0.3	0
Buiten bk	Grof stof	2116941	2183017	1996112	1749374	1681393	1643307	1669944

<sup>1)</sup> bk = bebouwde kom

**Tabel B3 Emissies (kg) van PAK en grof stof direct naar het oppervlaktewater per steekjaar – lichte voertuigen.**

Lokatie <sup>1)</sup>	Stof	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2015
Buiten bk	Fenanthreen	193	148	107	61	56	52	0
Buiten bk	Fluorantheen	122	94	68	39	35	33	0
Buiten bk	Chryseen	38	29	21	12	11	10	0
Buiten bk	Benzo(a)Anthraceen	39	30	22	12	11	10	0
Buiten bk	Benzo(a)Pyreen	35	27	20	11	10	9	0
Buiten bk	Benzo(b)Fluorantheen	47	36	26	15	14	13	0
Buiten bk	Benzo(k)Fluorantheen	13	10	7	4	4	4	0
Buiten bk	Benzo(ghi)Peryleen	18	14	10	6	5	5	0
Buiten bk	Indeno (1,2,3-c,d)Pyreen	18	14	10	6	5	5	0
Buiten bk	Naftaleen	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.0
Buiten bk	Grof stof	608997	610579	656947	655625	637105	629786	660149

<sup>1)</sup> bk = bebouwde kom



**Tabel B4 Emissies (kg) van PAK en grof stof naar het oppervlaktewater per steekjaar – zware voertuigen.**

Lokatie <sup>1)</sup>	Stof	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2015
Buiten bk	Fenanthreen	75	58	34	14	13	12	0
Buiten bk	Fluoranthreen	47	37	21	9	8	7	0
Buiten bk	Chryseen	15	12	7	3	3	2	0
Buiten bk	Benzo(a)Anthraceen	15	12	7	3	3	2	0
Buiten bk	Benzo(a)Pyreen	14	11	6	3	2	2	0
Buiten bk	Benzo(b)Fluoranthreen	18	14	8	3	3	3	0
Buiten bk	Benzo(k)Fluoranthreen	5	4	2	1	1	1	0
Buiten bk	Benzo(ghi)Peryleen	7	6	3	1	1	1	0
Buiten bk	Indeno (1,2,3-c,d)Pyreen	7	5	3	1	1	1	0
Buiten bk	Naftaleen	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0
Buiten bk	Grof stof	235216	242557	221790	194375	186821	182590	185549

<sup>1)</sup> bk = bebouwde kom

**Tabel B5 Emissies (kg) van grof stof naar het riool per steekjaar – beide voertuigklassen.**

Type	Lokatie	Stof	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2015
Licht	Bebouwde kom	Grof stof	3983944	3606528	3467223	3903898	3903494	3946260	5044266
Zwaar	Bebouwde kom	Grof stof	994506	793922	914214	929139	929417	946554	1251758

**Tabel B6 Emissies (kg) van fijn stof naar lucht per steekjaar – beide voertuigklassen.**

Type	Groep	Stof	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2015
Licht	Bebouwde kom	Fijn stof (PM10)	341102	308685	296717	334052	334146	337834	431289
Licht	Bebouwde kom	Fijn stof (PM2,5)	51165	46303	44508	50108	50122	50675	64693
Licht	Buiten bebouwde kom	Fijn stof (PM10)	311762	312643	336440	335815	326352	322615	338061
Licht	Buiten bebouwde kom	Fijn stof (PM2,5)	46764	46896	50466	50372	48953	48392	50709
Zwaar	Bebouwde kom	Fijn stof (PM10)	87396	69769	80340	81652	81676	83182	110003
Zwaar	Bebouwde kom	Fijn stof (PM2,5)	13109	10465	12051	12248	12251	12477	16500
Zwaar	Buiten bebouwde kom	Fijn stof (PM10)	124023	127894	116944	102489	98506	96275	97835
Zwaar	Buiten bebouwde kom	Fijn stof (PM2,5)	18603	19184	17542	15373	14776	14441	14675

**Tabel B7 Emissies (kg) van grof naar het bodem per steekjaar – beide voertuigklassen.**

Type	Lokatie	Stof	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2015
Licht	Bebouwde kom	Grof stof	2655963	2404352	2311482	2602599	2602329	2630840	3362844
Zwaar	Bebouwde kom	Grof stof	663004	529281	609476	619426	619611	631036	834506