

Case studie afstromend wegwater

Vergelijking metingen met de EmissieRegistratie

Nanette van Duijnhoven
Dianne den Hamer

1208038-000

Titel

Case studie afstromend wegwater

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Rijkswaterstaat	1208038-000	1208038-000-ZWS-0005	28
Water, Verkeer en Leefomgeving			

Trefwoorden

Run-off, afstromend wegwater, EmissieRegistratie, wegverkeer, verwaaiing, zware metalen, PAK, wegdektypen, ZOAB, DAB, DZOAB, snelwegen, provinciale wegen

Samenvatting

In deze studie is een vergelijking gemaakt tussen de metingen van de kwaliteit van afstromend wegwater in drie case studies met de emissies zoals ze zijn opgenomen in de EmissieRegistratie. De vergelijking wordt gemaakt voor de bronnen uit de EmissieRegistratie die vallen onder 'wegverkeer': bandenslijtage, remslijtage, wegdekslijtage en lekkage motorolie. Het betreft twee snelwegen (A59 en A27) en twee provinciale wegen in Utrecht. Voor elk bemonsterd deel van de snelweg wordt een vergelijking gemaakt met de data voor datzelfde deel wegdek uit de EmissieRegistratie. Per case studie is gekeken naar de zware metalen (cadmium, chroom, koper, lood, nikkel en zink) en PAK die via run-off en verwaaiing in het milieu terechtkomen.

De belangrijkste conclusie die getrokken kan worden uit de vergelijking is dat de jaarvrachten voor cadmium, chroom en nikkel uit de EmissieRegistratie veel lager liggen dan de jaarvrachten berekend uit de monitoringsdata. De EmissieRegistratie vrachten voor koper en lood liggen iets lager dan de jaarvrachten uit de monitoringsdata. De vergelijking met zink pakt redelijk goed uit: de gegevens uit de EmissieRegistratie liggen onder of rond een factor 2 van de monitoringsgegevens. De berekende PAK vrachten uit de EmissieRegistratie liggen veel hoger dan de berekende vrachten uit de monitoringsgegevens

Omdat alleen zink redelijk tot goed uit de vergelijking naar voren komt wordt aanbevolen om nog eens goed te kijken naar het model waarmee de emissies berekend worden. Daarbij dienen vooral de emissiefactoren uit de afzonderlijke factsheets uit de EmissieRegistratie voor lekkage motorolie, wegdekslijtage, slijtage banden en slijtage remmen bekeken te worden.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	dec. 2013	Nanette van Duijnhoven		Janneke Klein		Sacha de Rijk	
		Dianne den Hamer					

Status

definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
1.1 Aanleiding en doel	1
1.2 Case Studie afstromend wegwater	1
1.3 Leeswijzer	2
2 Case studie A27 (ZOAB/DAB)	3
2.1 Bemonstering A27	3
2.1.1 Aannames voor de case studie	4
2.1.2 Berekening trajecten A27	5
2.1.3 Berekende vrachten A27	6
2.2 EmissieRegistratie	7
2.3 Vergelijking monitoringsgegevens met EmissieRegistratie	9
2.3.1 Traject 1 – ZOAB-wegdek	9
2.3.2 Traject 2 – DAB-wegdek	10
2.3.3 Afspoeling bodem/oppervlaktewater	12
3 Case studie A59 (ZOAB)	13
3.1 Bemonstering A59	13
3.1.1 Run-off	14
3.1.2 Verwaaiing	14
3.1.3 Totale belasting vanuit de proefvakken	15
3.2 EmissieRegistratie	15
3.2.1 Verdeling bodem/oppervlaktewater	17
3.2.2 Afspoeling	17
3.3 Vergelijking monitoringsgegevens met EmissieRegistratie	18
3.3.1 Afspoeling bodem/oppervlaktewater	19
4 Case studie Provinciale weg (DAB)	20
4.1 Bemonstering provinciale weg	20
4.1.1 Run-off	20
4.1.2 Verwaaiing	21
4.1.3 Totale belasting vanuit de proefvlakken	21
4.2 EmissieRegistratie	22
4.3 Vergelijking monitoringsgegevens met EmissieRegistratie	24
4.3.1 Afspoeling bodem/oppervlaktewater	25
5 Vergelijking drie case studies	26
6 Conclusies en aanbevelingen	27
6.1 Conclusies	27
6.2 Aanbevelingen	27
7 Literatuur	28

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

Vanaf wegen komen milieubelastende stoffen in het milieu terecht. Deze verontreinigingen worden met name veroorzaakt door het autoverkeer: verbranding van brandstoffen en slijtage van de voertuigen en het wegdek. Daarnaast wordt ook door corrosie van het wegmeubilair verontreiniging veroorzaakt. Naast luchtverontreiniging betreft dit ook de diffuse verspreiding van microverontreinigingen zoals zware metalen, polycyclische koolwaterstoffen (PAK) en minerale olie. Deze niet-gasvormige stoffen komen op het wegdek terecht of verwaaien naar de wegberm en de verdere omgeving. Het op het wegdek gedeponeerde materiaal spoelt met het regenwater af naar de zijkanten van de weg en komt in de berm en kan uiteindelijk in het oppervlaktewater terecht komen en zo de bodem-, grond- en oppervlaktewaterkwaliteit beïnvloeden.

In 2002 is een studie uitgevoerd naar de aard en omvang van de problematiek van afstromend wegwater en zijn aanbevelingen gedaan met betrekking tot het uitvoeren van maatregelen ter bescherming van de bodem en het water (CIW, 2002).

De doelen van de huidige studie zijn:

- 1 Geven van een update van het verontreinigingsbeeld - beschreven in hoofdstuk 2 en bijlage I - van het CIW-rapport (2002) voor afstromend wegwater en verwaaiing op basis van recente onderzoeken. Hierbij wordt ook een vergelijking van het verontreinigingsbeeld uit het CIW-rapport met het verontreinigingsbeeld uit recente onderzoeken gemaakt.
- 2 Maken van een vergelijking tussen de metingen van de kwaliteit van afstromend wegwater in een aantal case studies met de emissies zoals ze zijn opgenomen in de EmissieRegistratie voor de bronnen die vallen onder 'wegverkeer' (bandenslijtage, remslijtage, wegdekslijtage en lekkage motorolie). Op basis van deze vergelijking zullen aanbevelingen aan de EmissieRegistratie worden gedaan.

Beide onderwerpen zijn in een aparte rapportage beschreven. De rapportages zijn zelfstandig leesbaar. Onderliggende rapportage betreft doelstelling 2, een case studie waarin metingen worden vergeleken met data uit de EmissieRegistratie. Doelstelling 1, een update van het verontreinigingsbeeld van het CIW-rapport is beschreven in de rapportage "Update verontreinigingsbeeld afstromend wegwater" (Van Duijnhoven et al, 2013).

1.2 Case Studie afstromend wegwater

In deze rapportage worden drie cases uitgewerkt. Het betreft twee snelwegen (A59 en A27) en twee provinciale wegen in Utrecht. Voor elk bemonsterd deel van de snelweg wordt een vergelijking gemaakt met de data voor datzelfde deel wegdek uit de EmissieRegistratie.

De studies aan de A59 (Berendsen, 2006) en provinciale wegen in de provincie Utrecht (Schipper et al., 2003), waren gericht op het meten van run-off en verwaaiing. Voor de casestudies zijn de resultaten grotendeels overgenomen uit de bijbehorende rapportages. Voor de A27 (Brongers, 2006 - 2010) lag dit anders. Dit onderzoek was bedoeld om de kwaliteit van de run-off te toetsen aan de gestelde normen uit de WVO-vergunning voor de lozing van het run-off water. In deze studie is niet gekeken naar verwaaiing.

De resultaten van de meetgegevens worden vergeleken met de verkeersemisies uit de EmissieRegistratie. In de EmissieRegistratie worden een aantal verschillende verkeersbronnen onderscheiden, waarbij stoffen via run-off en verwaaiing in het milieu terecht kunnen komen. Het gaat om de bronnen:

- Bandenslijtage
- Remslijtage
- Wegdekslijtage
- Lekkage motorolie

De vangrail wordt in de studie niet meegenomen als bron voor het wegverkeer. Er wordt vanuit gegaan dat de vangrail op de bemonsterde locaties geen invloed heeft op de meetgegevens.

Het grove stof (PM_{10}) komt via bovengenoemde bronnen op de bodem en in het oppervlaktewater terecht. Het fijne stof ($PM_{2,5}$) emitteert naar de lucht. Via atmosferische depositie komen deze deeltjes weer op de bodem, het oppervlaktewater of verhard oppervlak terecht. De bron atmosferische depositie wordt in deze case studies niet meegenomen. Er zijn nog tal van andere bronnen die atmosferische depositie veroorzaken. Het onderscheid naar alleen verkeersemisies die depositie veroorzaken kan niet gemaakt worden.

1.3 Leeswijzer

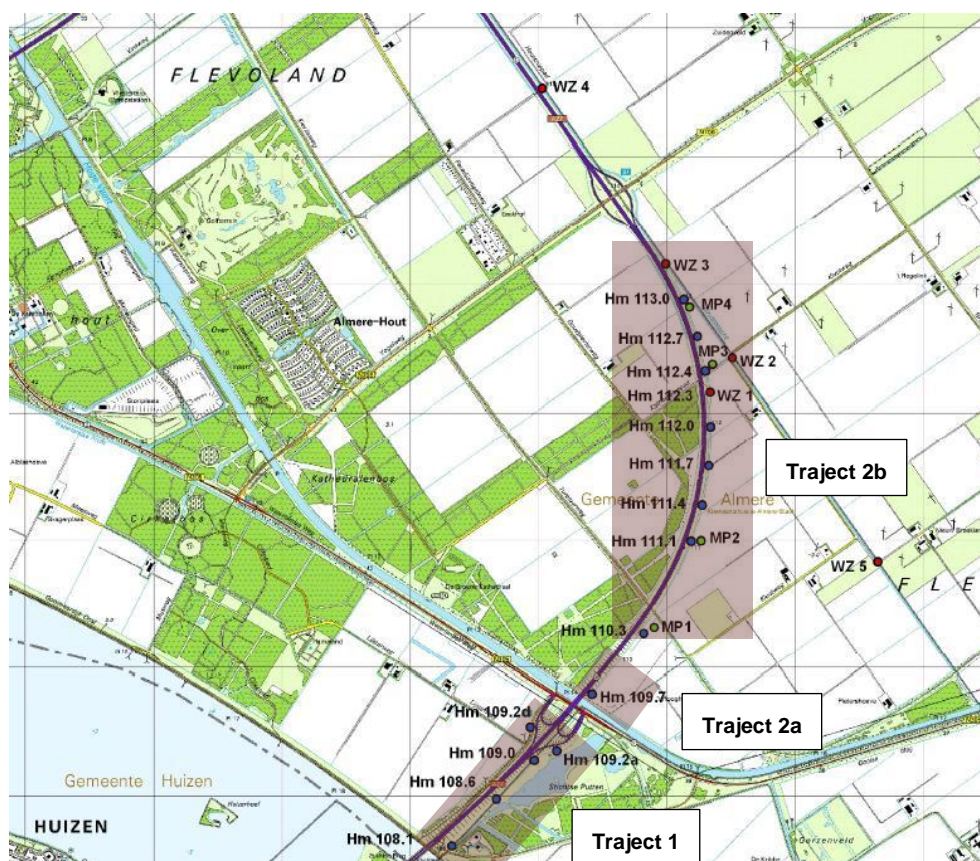
In hoofdstuk 2, 3 en 4 worden de case studies van de A27, de A59 en de provinciale wegen in Utrecht beschreven. Deze hoofdstukken zijn afzonderlijk van elkaar te lezen. In hoofdstuk 5 worden de drie case studies met elkaar vergeleken. Conclusies en aanbevelingen komen tot slot in hoofdstuk 6 aan bod.

2 Case studie A27 (ZOAB/DAB)

Dit hoofdstuk bevat de toelichting bij de case studie voor de A27. De gebruikte monitoringsgegevens zijn afkomstig uit de rapporten van Brongers en de spreadsheets A27.

2.1 Bemonstering A27

Tussen 2002 en 2010 zijn op de A27 op 14 locaties over een lengte van 5,6 kilometer monsters van het afspoelende wegwater genomen. Doel hiervan was te bepalen of de run-off voldeed aan de gestelde eisen uit de WVO-vergunning. Voor dit deel van de A27 zijn twee WVO-vergunningen afgegeven door Waterschap Zuiderzeeland voor lozing van de run-off. Het bemonsterde traject op de A27 loopt vanaf de Stichtse brug tot en met de kruising met de Vogelweg in Flevoland (zie Figuur 2.1).



Figuur 2.1 Bemonsterde trajecten aan de A27.

Het traject van 5,6 kilometer is verdeeld in twee trajecten. In Figuur 2.1 staan de trajecten weergegeven. De opdeling in trajecten heeft te maken met de vergunningverlening van het Waterschap Zuiderzeeland. De vergunning voor traject 1 beslaat een wegdek dat geheel uit ZOAB bestaat. De vergunning voor traject 2 is opgesplitst in twee trajecten, traject 2a en traject 2b. Traject 2a bestaat uit ZOAB, traject 2b bestaat uit een DAB-wegdek.

Het hemelwater dat op het wegdek van de A27 terechtkomt wordt via afvoerleidingen verzameld in een bezinksloot. Op de trajecten heeft de vangrail geen invloed op het afstromende wegwater. Voor de monsternamen in deze studie diende er direct in de afvoer bemonsterd te worden. Indien er geen afvoer aanwezig was op het moment van

monsternamen, diende er bemonsterd te worden in de opgevangen afvoer. Speciaal daarvoor zijn er monsternameputten gemaakt, waarin de run-off in emmers is verzameld.

Een klein deel van de afvoer wordt direct geloosd op de omliggende sloten. Voor het grootste deel wordt het afstromende regenwater eerst opgevangen in bezinksloten van Rijkswaterstaat IJsselmeergebied (DIJG). Bij een bepaald vulvolume is er een overloop gemaakt naar de omliggende sloten.

2.1.1 Aannames voor de case studie

De monsternamen van de A27 was niet bedoeld als een studie naar afstromend wegwater. Alleen de meetresultaten zijn gepresenteerd in de rapportages (Brongers (2006 – 2010) en spreadsheets (RWS IJG, 2006 – 2010). Om een vergelijking te kunnen maken met de data uit de EmissieRegistratie zijn de meetresultaten omgerekend naar jaarvrachten. Daarvoor zijn een aantal aannames gemaakt:

- Op de A27 is gedurende 10 jaar wegwater bemonsterd en geanalyseerd. Er zijn twee trajecten te onderscheiden:
 - ZOAB-traject, traject 1 + 2a: dit traject is op 5 plaatsen bemonsterd tussen hectometerpaal 108.1 t/m 109.7. Het beslaat een lengte van 1600 meter en bestaat geheel uit ZOAB. Het traject wordt aan de zuidelijke kant begrensd door het Gooien Eemmeer en aan de noordelijke kant door de overgang van ZOAB naar DAB.
 - Traject 2b loopt van hectometerpaal 110.3 t/m 113.0 en wordt op 9 plaatsen bemonsterd. Dit traject is 2700 meter lang en bestaat geheel uit DAB. Dit traject wordt aan de zuidelijke kant begrensd door het ZOAB-wegdek uit traject 1 en aan de noordkant door de afrit naar de Vogelweg.
- Voor deze case studie zijn alleen de laatste 5 jaar van de bemonsteringen gebruikt: 2006 tot en met 2010. Eerdere jaren worden niet meegenomen omdat 1) een gemiddelde over 10 jaar een erg grote periode beslaat, 2) voor één jaar niet voldoende meetgegevens beschikbaar waren en 3) de analyse van de monsters in de meer recente jaren nauwkeuriger geworden is. De rapportagegrens ligt in de laatste 5 jaren lager dan in de eerste 5 jaren. Bij traject 1 zijn er gemiddeld 5 monsters per locatie genomen in de periode 2006 – 2010. De meetpunten op traject 2 zijn intensiever bemonsterd, gemiddeld 24 keer in de periode van 5 jaar
- De resultaten worden vergeleken met de data uit de EmissieRegistratie voor 2010.
- In de periode 2006 tot en met 2010 is er ruim anderhalf jaar gebruik gemaakt van RVS emmers in plaats van plastic (PE) emmers. Het voordeel van de RVS emmers is dat er PAK in de monsters bepaald kan worden. Nadeel is dat er corrosie van de emmers optreedt met als gevolg een hogere nikkel- en chroomconcentratie in de monsters. De metingen voor chroom en nikkel bemonsterd met RVS emmers zijn om die reden niet meegenomen in deze case studie.
- In deze studie is alleen de run-off bemonsterd. De verwaaiing is niet meegenomen. De berekende totale jaarvrachten zullen daardoor een onderschatting zijn van de werkelijke jaarvrachten.
- De afstromingsgegevens voor het bemonsterde traject zijn niet tijdig verstrekt door RWS, waardoor er een aantal aannames gemaakt moesten worden. Voor zowel de rijstroken als voor de vluchtstrook is een breedte van 3,5 meter aangehouden (NOA, 2007). De vluchtstrook is tijdens een veldbezoek opgemeten. Voor de rijstrookbreedte wordt een breedte van 3,5 meter per strook aangehouden. Voor de vluchtstrook aan de kant van de middenberm wordt een breedte van 0,8 meter aangehouden (NOA, 2007).
- Informatie over het oppervlak van het wegdek dat afstroomt naar de afvoerputten waar bemonsterd is, is niet bekend. Om die reden is er voor zowel traject 1 als traject 2 een gemiddelde concentratie berekend, die gebruikt is voor het bepalen van de jaarvracht voor het gehele traject.

2.1.2 Berekening trajecten A27

Voor de trajecten 1+2a en 2b is een gemiddelde jaarvracht bepaald voor de periode 2006 tot en met 2010 met de volgende formule:

$$\begin{aligned} \text{Vracht (g/jaar)} &= \text{concentratie } (\mu\text{g/l}) * \text{volume (l)} * 10^{-6} * \%_{\text{afstroming}} \\ &= \text{concentratie } (\mu\text{g/l}) * \text{neerslag (mm)} * \text{wegoppervlak (m}^2\text{)} * 10^{-9} * \\ &\quad \%_{\text{afstroming}} \end{aligned}$$

De flux, de vracht per strekkende meter snelweg, wordt berekend met de volgende formule:

$$\text{Flux (mg/m/jaar)} = \text{concentratie } (\mu\text{g/l}) * \text{volume (l)} * 1/\text{afgekoppelde weglengte (m)} * 10^{-3}$$

De in de bovenstaande formules gebruikte parameters staan hieronder uitgelegd.

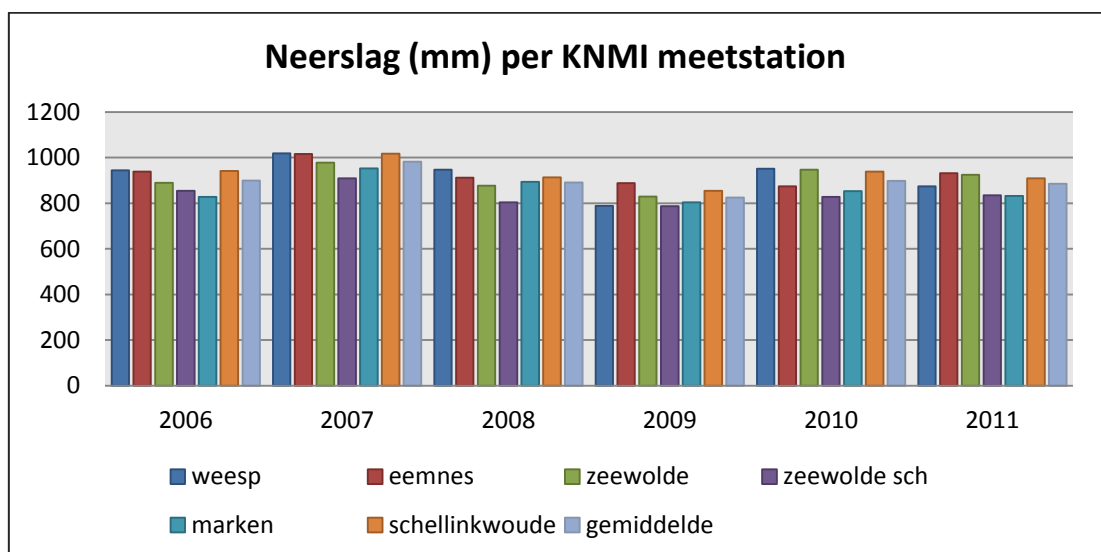
Concentratie

De concentratie is de gemiddelde gemeten concentratie van de stoffen in de run-off over de periode 2006 t/m 2010. Voor de ZOAB meetlocaties is er per locatie gemiddeld 5 keer gemeten, wat neerkomt op één meting per jaar. Op de DAB meetlocaties is er vaker bemonsterd. Het gemiddelde voor de DAB locaties is 4 keer per jaar in de periode 2007 t/m 2010. In 2006 is er intensiever bemonsterd.

Volume

Eén millimeter neerslag komt overeen met 1 liter op een horizontaal gelegen oppervlakte van 1 m². Voor het berekenen van het volume is zowel de hoeveelheid neerslag als het wegoppervlak nodig.

- **Neerslag:** voor het volume is de totale neerslag per jaar nodig. Op de locatie van de snelweg wordt de neerslag niet gemeten. Om die reden is er naar omliggende KNMI meetstations gekeken. Voor de jaren 2006 tot en met 2010 is de totale neerslag per meetstation weergegeven in Figuur 2.2. Het gemiddelde over deze periode voor de 6 meetstations bedraagt 899 mm, het gemiddelde voor alleen het jaar 2010, het jaar waarvoor de vrachten berekend worden, is ook 899 mm.



Figuur 2.2 Totale neerslag voor de jaren 2006 tot en met 2011 voor meetstations in de omgeving van het bemonsterde traject op de A27.

- Wegoppervlak: Voor de berekening van het volume is ook het horizontaal gelegen oppervlakte van het wegdek nodig. Daarvoor zijn de lengte en de breedte van het snelwegtraject gebruikt:
 - Lengte: voor traject 1 en 2a, het ZOAB-wegdek, is dit 1600 meter; voor het DAB-wegdek, traject 2, is dit 2700 meter.
 - Breedte: voor de breedte wordt 11,3 meter aangehouden; twee rijstroken van 3,5 meter, een vluchtstrook van 3,5 meter en een middenvluchtstrook van 0,8 meter, zie ook paragraaf 2.1.1 (NOA, 2007).

Afstroming

Voor beide trajecten is niet bekend hoeveel procent van de neerslag tot afstroming komt. Om die reden is een landelijk gemiddelde aangehouden (CIW, 2002). In de CIW-rapportage wordt voor een ZOAB-wegdek een afstroming van 20% aangehouden, voor een DAB-wegdek een afstroming van 80%.

2.1.3 Berekenende vrachten A27

Voor de gemeten stoffen in de opgevangen run-off is zowel de gemiddelde, mediaan, minimum als maximum flux in mg per meter berekend. De jaarvrachten voor de gemeten stoffen zijn zowel berekend met de flux voor het gemiddelde als voor de mediaan. In Tabel 2.1 staan de berekenende vrachten voor het ZOAB-wegdek weergegeven en in Tabel 2.2 staan de waarden voor het DAB-wegdek.

Tabel 2.1 Berekenende flux (mg/meter wegdek) en jaarvracht (gram/jaar) voor 2010 voor traject 1 (ZOAB traject).

Stof	Flux (mg/m)		Vracht (g/jaar)*	
	Gemiddelde	Mediaan	Gemiddelde	Mediaan
cadmium	0,9	0,6	1,4	0,91
chroom	16	9,1	22	14
koper	96	35	144	52
lood	27	10	40	15
nikkel	20	10	30	15
zink	485	128	727	192
PAK6	0,7	0	1,0	0

*=De vracht voor traject is berekend voor een lengte van 1500 ipv 1600 meter. Dit heeft te maken met de trajecten en de afwateringseenheden zoals ze in EmissieRegistratie zijn vastgelegd. In paragraaf 2.2 wordt dit toegelicht.

Tabel 2.2 Berekenende flux (mg/meter wegdek) en jaarvracht (gram/jaar) voor 2010 voor traject 2 (DAB-traject).

stof	traject 2 (mg/m)		vracht (g/jaar)	
	gem	med	gem	med
cadmium	2,5	0,81	9,4	3,1
chroom	34	16	129	62
koper	96	41	364	154
lood	51	41	193	154
nikkel	50	41	189	154
zink	316	252	1.202	957
PAK6	0,1	0	0,47	0

PAK6 is als somparameter bepaald en kan niet worden opgesplitst in de individuele componenten.

2.2 EmissieRegistratie

Voor een vergelijking met de EmissieRegistratie wordt de kleinste geregionaliseerde eenheid uit de EmissieRegistratie gebruikt, de afwateringseenheid (AE). Traject 1 ligt in afwateringseenheid “Horsterwold, Hulkesteinsebos”, het grijs gearceerde vlak in Figuur 2.3. Traject 2b is het “Middengebied zuidelijk Flevoland”, zie Figuur 2.4. Traject 2a ligt in zowel “Middengebied zuidelijk Flevoland” als in “Zuidelijk- en oostelijk Flevoland” en wordt niet meegenomen in de berekeningen.



Figuur 2.3 Afwateringseenheid Horsterwold, met daarin traject 1.



Figuur 2.4 Afwateringseenheid Middengebied zuidelijk Flevoland, met daarin traject 2b.

Beide afwateringseenheden worden doorkruist door zowel de A6 als de A27. Een uitsplitsing in de A27 en A6 in aantal kilometers is met informatie uit de EmissieRegistratie niet te maken. Het totale aantal kilometer snelweg per afwateringseenheid is wel bekend.

In de case studie wordt er aan één kant van de snelweg bemonsterd, omdat een snelweg vooral afwatert richting de vluchtstrook. Om die reden wordt het aantal kilometer snelweg in

de afwateringseenheid verdubbeld zodat niet het aantal kilometer van de snelweg, maar het aantal kilometer snelweg per rijrichting in de afwateringseenheid bekend is. Met behulp van deze informatie kan de vracht per meter snelweg worden berekend in het afwateringsgebied, door de totale vracht van de verkeersemisies naar bodem/oppervlaktewater te delen door het aantal kilometer snelweg in de betreffende afwateringseenheid. Verderop wordt deze formule nader toegelicht.

Binnen de EmissieRegistratie wordt geen duidelijk onderscheid gemaakt tussen run-off en verwaaiing. De slijtage emissies worden opgesplitst in emissies naar water, bodem en lucht. Uit onderzoek (Blok, 2005) blijkt dat de run-off en de natte verwaaiing op een afstand van maximaal 6 meter van de snelweg terechtkomt. De droge verwaaiing wordt in zijn geheel toegekend aan de emissie naar lucht. Via de bron atmosferische depositie komt een deel van deze emissie weer in bodem, oppervlaktewater of verhard oppervlak terecht. In deze case studie kan de droge verwaaiing niet worden meegenomen, omdat onbekend is waar de depositie van dat stuk wegdek terechtkomt.

Uit het CIW-rapport (2002) wordt gesteld dat op een afstand van 10 meter weinig invloed meer merkbaar is van de snelweg op de bodemkwaliteit.

Op basis van bovenstaande wordt aangenomen dat alle slijtage emissies naar bodem en oppervlaktewater uit de EmissieRegistratie bestaan uit run-off en natte verwaaiing, dat terechtkomt op maximaal 6 meter afstand van de snelweg.

De data uit de EmissieRegistratie bestaat uit een vracht naar de bodem en een vracht naar het oppervlaktewater. Bij de verdeling van de run-off en verwaaiing naar bodem en oppervlaktewater wordt een verhouding van 90/10 gehanteerd (ER, 2012).

Wanneer de gegevens vanuit de EmissieRegistratie vertaald worden naar de werkelijke situatie op de A27, dan wordt de emissie op de bodem te hoog ingeschat. Bijna alle run-off wordt opgevangen en afgevoerd via de afvoerpijpen naar de bezinkputten. Er vindt weinig afstroming van het wegdek naar de bodem plaats. Wel zal een deel van de natte verwaaiing op de bodem terechtkomen. De verwaaiing is niet bemonsterd en gemeten in de studie naar de A27. Er kan wel verwacht worden dat een klein deel van de verwaaiing op de vluchtstrook en in de bemonsteringsputten is terechtgekomen.

Om toch een zo goed mogelijke vergelijking te kunnen maken, worden de vrachten naar bodem en oppervlaktewater uit de EmissieRegistratie gesommeerd voor de lekkage van motorolie en slijtage van banden, remmen en wegdek. De totaalvracht van deze emissieoorzaken wordt gedeeld door het aantal kilometer rijrichting (= km snelweg * 2) in de betreffende afwateringseenheid. De berekende emissiefactoren in mg per meter wegdek voor 2005 en 2010 zijn in Tabel 2.3 en Tabel 2.4 weergegeven voor bodem, oppervlaktewater en de som van beide compartimenten. In de tabellen staat tevens de totaal vracht in gram/jaar, waarbij de EF wordt vermenigvuldigd met het aantal kilometer van het betreffende traject. Hierbij zijn de volgende formules gebruikt:

$$EF \text{ (mg/meter rijrichting)} = \text{vracht_AE (kg)} / (\text{km rijrichting_AE}) * 10^{-9}$$

$$\text{Totaalvracht (gram/jaar)} = EF * \text{km traject}$$

Waarbij:

- Vracht_AE: de vracht voor de snelweg gerelateerde emissies in de betreffende afwateringseenheid (kg). De data zijn afkomstig uit de EmissieRegistratie (ER, 2013), waarbij de vracht voor de jaren 2005 en 2010 is meegenomen. De EF wordt zowel voor bodem als voor oppervlaktewater berekend en vervolgens gesommeerd om tot een totale EF voor het wegdek te komen.

- km rijrichting AE: het aantal km zoals is vastgelegd in de EmissieRegistratie vermenigvuldigd met 2. Voor AE Horsterwold gaat het om 39,77 kilometer, voor AE Middengebied zuidelijk Flevoland om 36,69 kilometer.
- km traject: het aantal km in de bemonsterde trajecten. Het ZOAB traject is voor de ER berekening 1500 meter, het DAB-wegdek 2700 meter.

In Tabel 2.3 en Tabel 2.4 wordt de EF voor het berekenen van de vracht in mg per meter wegdek en de totaalvracht voor de jaren 2005 en 2010 weergegeven. Er is gekozen voor twee verschillende peiljaren uit EmissieRegistratie, omdat de bemonsteringsperiode van de A27 de periode tussen 2006 en 2010 bestrijkt. De resultaten voor traject 1, afwateringseenheid "Horsterwold", staan in Tabel 2.3. Traject 2, gelegen in afwateringseenheid "Middengebied zuidelijk Flevoland", staat in Tabel 2.4.

Tabel 2.3 Emissiefactor en vracht voor 2005 en 2010 voor afwateringseenheid "Horsterwold Hulkesteinsebos" (ER kilometers = 39,77 *2).

Stof	EF 2005 (mg/meter rijrichting)			vracht 2005 (g/jaar)	EF 2010 (mg/meter rijrichting)			vracht 2010 (g/jaar)
	water	bodem	totaal		water	bodem	totaal	
cadmium	0,01	0,10	0,11	0,16	0,01	0,07	0,08	0,11
chromium	0,10	0,9	1,0	1,5	0	0,6	0,7	1,0
koper	6,1	55	61	92	4,1	37	41	61
lood	1,6	15	16	24	1,2	10	12	17
nikkel	0,47	4,2	4,7	7,1	0,32	2,9	3,2	4,8
zink	102	919	1.021	1.532	70	634	704	1.056
PAK6	1,0	9,4	10	16	1,0	8,9	10	15

Tabel 2.4 Emissiefactor en vracht voor 2005 en 2010 voor afwateringseenheid Middengebied zuidelijk Flevoland (ER kilometers = 39,69 *2)

Stof	EF 2005 (mg/meter rijrichting)			vracht 2005 (g/jaar)	EF 2010 (mg/meter rijrichting)			vracht 2010 (g/jaar)
	water	bodem	totaal		water	bodem	totaal	
cadmium	0,02	0,17	0,18	0,49	0,01	0,08	0,09	0,24
chromium	0,17	1,5	1,7	4,55	0,08	0,7	0,8	2,12
koper	10	93	103	279,19	4,7	42	47	127,31
lood	2,8	25	28	75,34	1,3	12	13	36,30
nikkel	0,81	7,3	8,1	22,00	0,37	3,3	3,7	9,89
zink	185	1.665	1.850	4.995	82	734	816	2.203
PAK6	1,8	16	18	47,61	1,1	10	11	30,67

2.3 Vergelijking monitoringsgegevens met EmissieRegistratie

De berekende jaarvrachten uit de studie van de A27 en de EmissieRegistratie worden in deze paragraaf met elkaar vergeleken. Voor de studie aan de A27 wordt het jaar 2010 aangehouden en dit wordt vergeleken met de data uit de EmissieRegistratie voor 2010.

2.3.1 Traject 1 – ZOAB-wegdek

Tabel 2.5 bevat voor traject 1 zowel de berekende jaarvrachten uit de EmissieRegistratie voor 2010 (resultaat uit Tabel 2.3) als de berekende vrachten uit de monitoring op het ZOAB deel van de A27 (resultaat Tabel 2.1). De berekende vrachten op het ZOAB deel van de A27 is berekend met de totale neerslaghoeveelheid voor het jaar 2010 en geldt daarom voor het jaar 2010.

Tabel 2.5 Vergelijking jaarvrachten (gram/jaar) EmissieRegistratie (ER) en monitoring traject 1 A27 (=ER/monitoring).

stof	ER	monitoring (g/jaar)		fractie ER tov monitoring	
	(g/jaar)	gem	med	gem	med
cadmium	0,11	1,4	0,91	0,08	0,12
chromium	1	24	14	0,04	0,07
koper	61	144	52	0,42	1,18
lood	17	40	15	0,43	1,12
nikkel	4,8	30	15	0,16	0,32
zink	1 056	727	192	1,45	5,50
PAK6	15	1,0	0,0	14	-

In bovenstaande tabel is een vergelijking gemaakt tussen de berekende jaarvrachten vanuit de EmissieRegistratie en de berekende jaarvrachten uit de monitoring van traject 1. Daarbij is met kleuren de volgende verdeling weergegeven:

- groen: de resultaten uit de EmissieRegistratie zijn een factor 2 lager dan de monitoringsresultaten;
- geel: de resultaten uit de EmissieRegistratie en de monitoringsresultaten wijken minder dan een factor 2 van elkaar af;
- rood: de resultaten uit de EmissieRegistratie zijn meer dan een factor 2 hoger van de resultaten uit de monitoring.

Koper en lood zijn de twee stoffen die redelijk scoren. Bij een vergelijking van de data uit de EmissieRegistratie met de monitorings-jaarvracht, berekend met behulp van zowel het jaargemiddelde als de mediaan, is het verschil minder dan een factor twee. Zink berekend op basis van het gemiddelde scoort goed ten opzichte van de data uit de EmissieRegistratie. De jaarvracht berekend met de jaarmediaan wijkt echter meer dan een factor 5 af.

De berekende jaarvrachten van cadmium, chromium en nikkel uit de EmissieRegistratie zijn veel lager dan de berekende jaarvrachten uit de monitoringsresultaten voor zowel het gemiddelde als de mediaan. Voor PAK zijn de met de EmissieRegistratie berekende vrachten juist veel hoger dan de berekende vrachten uit de monitoringsresultaten.

2.3.2 Traject 2 – DAB-wegdek

In Tabel 2.6 worden de vrachten van het DAB-wegdek van de A27 vergeleken met de vrachten uit de EmissieRegistratie. De vrachten zijn berekend voor 2010.

Tabel 2.6 Vergelijking jaarvrachten (gram/jaar) EmissieRegistratie (ER) en monitoring traject 2 A27 (=ER/monitoring).

stof	ER	monitoring (g/jaar)		fractie ER tov monitoring	
	(g/jaar)	gem	med	gem	med
cadmium	0,2	9,4	3,1	0,02	0,08
chromium	2,1	129	62	0,02	0,03
koper	127	364	154	0,35	0,82
lood	36	193	154	0,19	0,24
nikkel	10	189	154	0,05	0,06
zink	2 203	1 202	957	1,83	2,30
PAK6	31	0,47	0,0	66	-

In bovenstaande tabel is een vergelijking gemaakt tussen de berekende jaarvrachten vanuit de EmissieRegistratie en de berekende jaarvrachten uit de monitoring van traject 2. Daarbij is met kleuren de volgende verdeling weergegeven:

- groen: de resultaten uit de EmissieRegistratie zijn een factor 2 lager dan de monitoringsresultaten;

- geel: de resultaten uit de EmissieRegistratie en de monitoringsresultaten wijken minder dan een factor 2 van elkaar af;
- rood: de resultaten uit de EmissieRegistratie zijn meer dan een factor 2 hoger van de resultaten uit de monitoring.

Net als bij traject 1 zijn ook bij traject 2 grote verschillen tussen de EmissieRegistratie en de monitoringsresultaten te zien. De meeste metalen, op zink na, hebben lagere vrachten in de EmissieRegistratie dan bij de monitoring. Dat is niet vreemd, aangezien er in de EmissieRegistratie vanuit wordt gegaan dat er met name ZOAB ligt op de Rijkswegen. De vrachten vanaf ZOAB zijn lager dan vanaf DAB-wegen. Net als bij traject 1 wordt ook de verwaaiing maar deels meegenomen. Alle verwaaiing die terechtkomt op het wegdek wordt gerioleerd afgevoerd, maar de verwaaiing die terechtkomt op de eerste meters van de bodem wordt niet meegenomen in de metingen. De verwaaiing heeft bij een DAB-wegdek een grotere invloed dan bij een ZOAB-wegdek.

De resultaten voor koper en zink zijn nog redelijk vergelijkbaar. Bij koper ligt de berekende mediaanvracht dicht bij de monitoringsresultaten, bij zink is dat juist bij de gemiddelde vracht. PAK wordt te hoog ingeschat in de EmissieRegistratie in vergelijking met de monitoringsresultaten.

Voor ZOAB wordt in EmissieRegistratie gerekend met een afspoelingspercentage van 20%. In Klein et al. (2012) wordt omschreven hoe dit afspoelingspercentage wordt ingezet voor het bepalen van een correctiefactor die wordt toegepast op de verkeersemisies bij ZOAB-wegen. Voor 2010 wordt er vanuit gegaan dat er op 90% van de snelwegen ZOAB aanwezig is. Met behulp van een formule ($= (1 - \text{fractie ZOAB}) + (\text{fractie ZOAB} / \text{reductiefactor})$) wordt er een correctiefactor van 15% berekend voor 2010.

De cijfers uit de EmissieRegistratie in Tabel 2.6 voor het DAB-wegdek zijn gecorrigeerd voor deze 15%, om vervolgens vermenigvuldigd te worden met het afspoelingspercentage voor een DAB-wegdek. In de berekeningen voor de meetresultaten is voor het DAB-wegdek uitgegaan van een afspoelingspercentage van 80% (CIW, 2002). De vergelijking met de gecorrigeerde waarden staat in Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Vergelijking jaarvrachten (gram/jaar) EmissieRegistratie (ER) gecorrigeerd en monitoring traject 2 A27 (=ER/monitoring).

stof	ER	monitoring (g/jaar)		fractie ER tov monitoring	
	(g/jaar)	gem	med	gem	med
cadmium	1,3	9,4	3,1	0,13	0,41
chromium	11,3	129	62	0,09	0,18
koper	679	364	154	1,87	4,40
lood	194	193	154	1,01	1,25
nikkel	53	189	154	0,28	0,34
zink	11 748	1 202	957	10	12
PAK6	164	0,47	0,0	350	-

Met de gecorrigeerde gegevens komen de resultaten voor koper en lood uit de EmissieRegistratie in de buurt van de monitoringsgegevens. De cadmium-, chromium- en nikkelvrachten uit de EmissieRegistratie liggen nog steeds ver onder de monitoringsresultaten, terwijl de Zink en PAK6 vrachten juist ver boven de monitoringsresultaten liggen..

2.3.3 Afspoeling bodem/oppervlaktewater

Op de bemonsterde locaties van de A27 werd al het afstromende wegwater gerioleerd afgevoerd. Alleen dit afspoelende wegwater is bemonsterd. Er is niet gekeken naar verwaaiing. De berekende jaarvrachten uit de meetgegevens zouden bij het DAB-wegdek zeer waarschijnlijk hoger zijn als de verwaaiing wel zou zijn meegenomen bij de metingen. Verwaaiing heeft bij een DAB-wegdek een veel grotere invloed dan bij een ZOAB-wegdek (CIW, 2002).

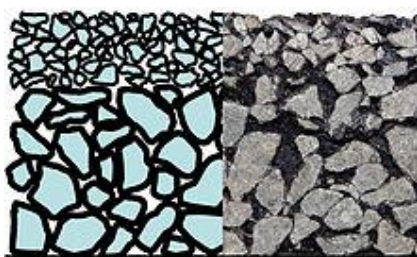
In deze studie kunnen ook geen uitspraken worden gedaan over de hoeveelheid water die op de bodem en/of in het oppervlaktewater terecht komt. Tijdens een veldbezoek kon wel worden geconstateerd dat de afstand van het wegdek tot het oppervlaktewater groter was dan 6 meter. Een deel van de afvoer van het wegwater komt echter via de bezinksloten alsnog in het oppervlaktewater terecht. Om wat voor percentages het gaat is niet bekend.

3 Case studie A59 (ZOAB)

Dit hoofdstuk bevat de toelichting bij de case studie voor de A59. De gebruikte monitoringsgegevens zijn afkomstig uit het rapport van DHV in opdracht van RWS DWW (Berendsen, 2006).

3.1 Bemonstering A59

In 2005/2006 zijn door DHV op de A59 op twee locaties van een DZOAB wegdek trajecten van 1 meter bemonsterd. DZOAB is dubbellaags ZOAB, waarbij de bovenste laag een kleinere structuur heeft dan de onderste laag (zie Figuur 3.1). De studie was bedoeld om de eigenschappen van dit nieuwe soort ZOAB te vergelijken met bestaande soorten asfalt.

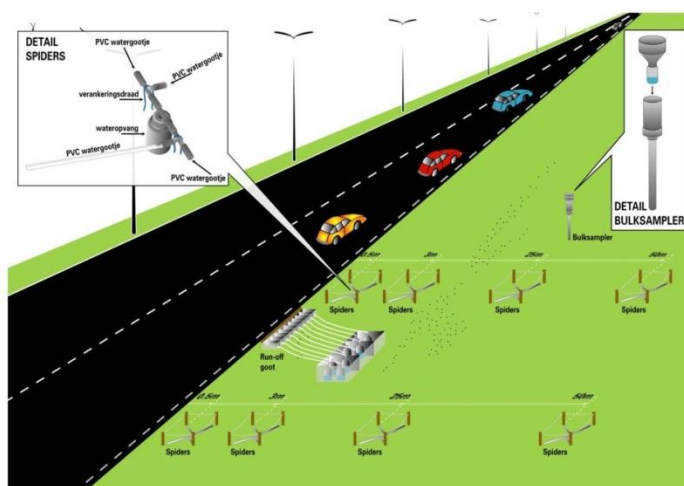


Figuur 3.1 Dubbellaags: links schematisch en rechts de werkelijke situatie (bron:Wikipedia).

Op de linker rijbaan van de A59 bij Fijnaart zijn in de periode juni 2005 tot april 2006 metingen verricht bij de volgende proefvakken:

- Het eerste proefvak "Heijmans", dubbellaags met een toplaag met een gradering van 2/6 mm;
- Het tweede proefvak "Ooms", dubbellaags met een toplaag met een gradering van 4/8 mm.

De run-off en verwaaiing zijn op een aantal verschillende manieren gemeten. Daarbij zijn de volgende stoffen geanalyseerd die voor deze case studie interessant zijn: chroom, zink, lood, cadmium, nikkel, koper en PAK10. Een schematische weergave van de monsteropstelling is weergegeven in Figuur 3.2. In de paragrafen 3.1.1 t/m 3.1.3 worden de verschillende meetmethoden kort toegelicht.



Figuur 3.2 Schematische weergave van de bemonstering op de A59.

3.1.1 Run-off

Aan beide proefvakken is een één meter lange goot bevestigd aan de twee lagen ZOAB van de snelweg. Gedurende een jaar werd er na een hoeveelheid neerslag van 50 mm (cumulatief) en minimaal 1x per maand een monster genomen. Het wegwater werd opgevangen in opvangflessen. De gemeten PAK is een somparameter. De individuele componenten van PAK VROM zijn niet gemeten.

Uit eerdere onderzoeken (CIW, 2002) is gebleken dat het percentage afstroming van een ZOAB-wegdek 20% is. Met een gemeten afstroming van het DZOAB van proefvak Ooms van 19% klopt het percentage met het landelijke beeld. Het proefvak Heijmans daarentegen heeft een afstroming van slechts 5%. Het verschil wordt door Berendsen (2006) verklaard door een lagere dichtheid van het DZOAB en de grotere waterberging in het Heijmans proefvak. De vrachten in de run-off liggen daardoor een stuk lager bij het Heijmans proefvak.

De jaarfluxen zijn overgenomen uit het Berendsen (2006), zie Tabel 3.1. De berekeningsmethodiek is terug te vinden in deze rapportage (RWS DWW, 2006). De flux is berekend per strekkende meter weg, uitgaande van de run-off concentraties, het percentage afstroming, een wegbreedte van 11,4 meter en een neerslaghoeveelheid van 800 mm per jaar.

Tabel 3.1 Gemiddelde concentraties in run-off ($\mu\text{g/l}$) en jaarflux (mg/meter wegdek).

stof	DZOAB 2/6 "Heijmans"		DZOAB 4/8 "Ooms"	
	Run-off ($\mu\text{g/l}$)	Run-off (mg/m/jaar)*	Run-off ($\mu\text{g/l}$)	Run-off (mg/m/jaar)*
cadmium	1,6	1	0,5	1
chromium	8	3,7	8	15
koper	18	8,2	33	56
lood	9	4.1	9	16
nikkel	1	0	1	2
zink	57	23	99	172
olie	156	71	172	298
PAK VROM	0,1	0,05	0,2	0,3

* In (Berendsen, 2006) staat de vracht op basis van 643 mm per jaar, terwijl het langjarig gemiddelde berekend zou moeten worden. De vrachten zijn omgerekend naar 800 mm neerslag per jaar.

3.1.2 Verwaaiing

De uitgevoerde metingen voor verwaaiing door Berendsen (2006) worden opgesplitst in natte en droge verwaaiing.

Natte verwaaiing

Op beide meetlocaties zijn er "spiders" aangebracht op 0.5, 3, 25 en 50 meter vanaf de weg. Hiermee wordt de doorval van het regenwater op het bermgras bemonsterd. Een spider bestaat uit vier gootjes die onder het gras liggen en het doorvalwater opvangen. De doorval is een maat voor de natte verwaaiing. Uit onderzoeken (ER, 2012) blijkt dat run-off en natte verwaaiing een grote invloed hebben tot een afstand van maximaal 6 meter van de snelweg. Om die reden worden de spiders op 0.5, 3 en 25 meter van de weg meegenomen voor deze case studie. DHV heeft een rekenmethodiek geleverd (DHV, 2013), waarmee de natte verwaaiing tot een afstand van 6 meter berekend kan worden.

In de studie van DHV is wel een invloed van het wegverkeer geconstateerd op de verder van de weg gelegen spiders. Deze invloed zal grotendeels door droge verwaaiing worden veroorzaakt. Tijdens regenbuien komt de droge verwaaiing met het regenwater op de bodem terecht.

In Tabel 3.2 is de berekende flux in de spiders terug te vinden tot een afstand van 6 meter van de snelweg. De achterliggende resultaten zijn terug te vinden in Berendsen (2006).

Tabel 3.2 Flux natte verwaaiing tot een afstand van 6 meter van het wegdek op de A59 voor de twee bemonsterde trajecten.

	Flux 0 – 6 (mg/meter wegdek per jaar)	
	Proefvak "Heijmans"	Proefvak "Ooms"
cadmium	0,3	0,7
chromium	18	17
koper	16	17
lood	1,8	7,5
zink	42	36
PAK VROM	0,45	0,08

In bovenstaande tabel zijn alleen de berekende fluxen weergegeven. In Van Duijnhoven et al. (2013) wordt beschreven dat de gemeten concentraties op 0,5 en 3 meter bij het "Heijmans" wegdek voor chromium, koper en zink afnemen bij verdere afstand van het wegdek. Bij "Ooms" was er alleen bij zink sprake van een duidelijke afname in concentratie.

Droge verwaaiing

De depositie op graszoden tot 50 meter van de weg (droge depositie) en de bulkdepositie op 25 meter van de weg op een hoogte van 1,5 meter worden in deze case studie niet meegenomen. Deze depositie is vooral bedoeld om de droge depositie vanaf de snelweg te bepalen. In deze case studie kan de droge verwaaiing niet worden meegenomen, omdat onbekend is waar de depositie van dat stuk wegdek terechtkomt.

3.1.3 Totale belasting vanuit de proefvakken

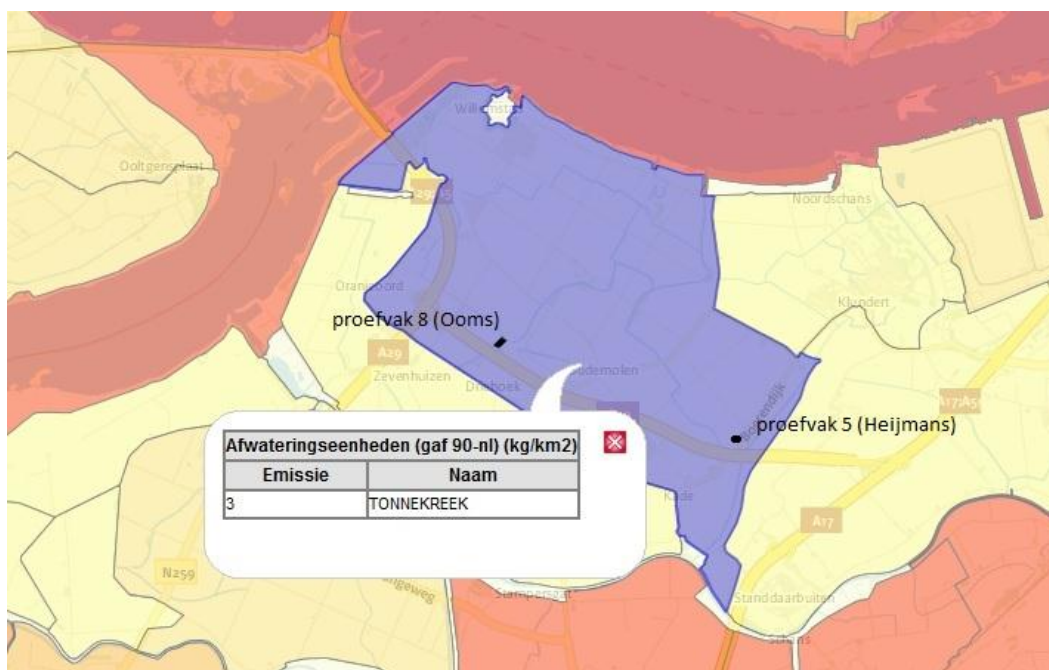
De fluxen van de run-off en van de natte verwaaiing voor de eerste 6 meter worden gesommeerd om de resultaten te kunnen vergelijken met de resultaten uit de EmissieRegistratie. In Tabel 3.3 staan de gesommeerde vrachten per meter wegdek voor beide proefvakken.

Tabel 3.3 Totale flux van droge en natte verwaaiing tot 6 meter afstand van de snelweg op de A59 voor de twee bemonsterde trajecten.

stof	Totale flux run-off en natte verwaaiing (mg/ meter wegdek per jaar)	
	Proefvak "Heijmans"	Proefvak "Ooms"
cadmium	1,3	1,7
chromium	20	32
koper	24	73
lood	5,9	24
nikkel	0	2
zink	65	208
PAK VROM	0,5	0,4

3.2 EmissieRegistratie

Voor een vergelijking met de EmissieRegistratie wordt de kleinste geregionaliseerde eenheid uit de EmissieRegistratie gebruikt, de afwateringseenheid (AE). Beide trajecten liggen in afwateringseenheid Tonnekreek, het blauw gearceerde deel in Figuur 3.3. De twee proefvakken zijn in de figuur aangegeven.



Figuur 3.3 Afwateringseenheid Tonnekreek, met daarin de twee proefvakken "Ooms" en "Heijmans".

Afwateringseenheid Tonnekreek wordt doorkruist door zowel de A59 als de A29. Een uitsplitsing in A59 en A29 in aantal kilometers is met informatie uit de EmissieRegistratie niet te maken. Wel is het totale aantal kilometer snelweg per afwateringseenheid bekend. Snelwegen wateren vooral af naar de vluchtstrook en in de A59 studie wordt er aan één kant van de snelweg bemonsterd. Om die reden wordt het aantal kilometer snelweg in de afwateringseenheid verdubbeld zodat niet het aantal kilometer snelweg, maar het aantal kilometer snelweg per rijrichting in de afwateringseenheid bekend is. Met behulp van deze informatie kan de vracht per meter snelweg worden berekend in het afwateringsgebied.

Binnen de EmissieRegistratie wordt geen duidelijk onderscheid gemaakt tussen run-off en verwaaiing. De slijtage emissies worden opgesplitst in emissies naar water, bodem en lucht. Uit onderzoek (Blok, 2005) blijkt dat de run-off en de natte verwaaiing op een afstand van maximaal 6 meter van de snelweg terechtkomt. De droge verwaaiing wordt in zijn geheel toegekend aan de emissie naar lucht. Via de bron atmosferische depositie komt een deel van deze emissie weer in bodem, oppervlaktewater of verhard oppervlak terecht. In deze case studie kan de droge verwaaiing niet worden meegenomen, omdat onbekend is waar de depositie van dat stuk wegdek terechtkomt. Uit het CIW-rapport (2002) wordt gesteld dat op een afstand van 10 meter weinig invloed meer merkbaar is van de snelweg op de bodemkwaliteit.

Op basis van bovenstaande wordt aangenomen dat alle slijtage emissies naar bodem en oppervlaktewater uit de EmissieRegistratie bestaan uit run-off en natte verwaaiing, dat terechtkomt op maximaal 6 meter afstand van de snelweg.

De data uit de EmissieRegistratie bestaat uit een vracht naar de bodem en een vracht naar het oppervlaktewater. Bij de verdeling van de run-off en verwaaiing naar bodem en oppervlaktewater wordt een verhouding van 90/10 gehanteerd (ER, 2012).

3.2.1 Verdeling bodem/oppervlaktewater

In de case studie is er bij locatie Heijmans een sloot op ca. 20 meter en bij locatie Ooms op ca. 30 meter van de snelweg aanwezig. Beide sloten liggen te ver weg om beïnvloed te worden door de run-off en natte verwaaiing. Om die reden worden de berekende vrachten voor bodem en oppervlaktewater uit de EmissieRegistratie gesommeerd. De totaalvracht van de wegverkeer gerelateerde emissieoorzaken worden gedeeld door het aantal kilometer rijrichting (=snelweg * 2) in de betreffende afwateringseenheid. De berekende emissiefactoren voor 2005 en 2010 staan in Tabel 3.4 weergegeven. In de tabel staan de emissies gesommeerd die afkomstig zijn uit de lekkage van motorolie en de slijtage van banden, remmen en wegdek. Overige emissieoorzaken worden buiten beschouwing gelaten.

$$EF \text{ (mg/meter rijrichting)} = \text{vracht_AE} / (\text{km rijrichting_AE}) * 10^{-9}$$

$$\text{Totaalvracht (gram/jaar)} = EF * \text{km traject}$$

Waarbij:

- Vracht_AE is de vracht voor de snelweg gerelateerde emissies in de betreffende afwateringseenheid (kg). De data zijn afkomstig uit EmissieRegistratie (ER,2013), waarbij de vracht voor de jaren 2005 en 2010 is berekend. De EF wordt zowel voor bodem als voor oppervlaktewater berekend en vervolgens gesommeerd om tot een totale EF voor het wegdek te komen.
- km rijrichting AE: Het aantal km zoals is vastgelegd in de EmissieRegistratie vermenigvuldigd met 2 (km). Voor AE Tonnekreek gaat het om 24,73 km.
- Km traject is in deze studie één meter, omdat beide proefvakken over een lengte van één meter bemonsterd worden.

De berekende resultaten uit de EmissieRegistratie voor oppervlaktewater, bodem en het totaal van beide compartimenten staat voor de jaren 2005 en 2010 weergegeven in Tabel 3.4

Tabel 3.4 Flux per strekkende meter wegdek op de A59 berekend vanuit de EmissieRegistratie voor de jaren 2005 en 2010.

Stof	2005			2010		
	water	bodem	totaal	water	bodem	totaal
cadmium	0,01	0,09	0,10	0,004	0,04	0,04
chromium	0,09	0,8	0,9	0,04	0,37	0,41
koper	5,3	48	53	2,3	20	23
lood	1,5	13	15	0,7	6,1	6,8
nikkel	0,45	4,0	4,5	0,19	1,7	1,9
zink	112	1 005	1 116	47	425	473
PAK (10 van VROM)	5,4	48	54	3,8	35	38

3.2.2 Afspoeling

Voor de afspoeling van ZOAB wordt in de EmissieRegistratie gecorrigeerd. Hierbij wordt een verschillende afspoelingsfactor voor metalen en PAK aangehouden (Klein et al., 2012). Voor metalen is de reductiefactor 20%, voor PAK 2,5%. Daarbij wordt gecorrigeerd voor het percentage ZOAB op de Nederlandse snelwegen. Voor het jaar 2005, het vergelijkingsjaar in deze case studie, werd een percentage ZOAB op de Nederlandse snelwegen van 70% aangehouden. Daarmee werd voor de metalen een correctiefactor voor de afspoeling berekend van 34% voor zware metalen en 58% voor PAK. Voor 2010 zijn de reductiepercentages voor metalen 15% en voor PAK 46%.

Bovenstaande percentages zijn nodig om de emissies uit de EmissieRegistratie te corrigeren voor de bepaalde afspoelingspercentages uit de twee proefvakken. Proefvak Heijmans heeft een afspoelingspercentage van 5%, Ooms van 19%. De vrachten berekend volgens de correctie hebben dezelfde afspoeling zoals gemeten in de proefopstelling.

De gecorrigeerde jaarvrachten uit de EmissieRegistratie zijn terug te vinden in Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Flux per strekkende meter wegdek voor de proefvakken, gecorrigeerd voor het afspoelingspercentage.

Stof	Proefvak Heijmans (5%)		Proefvak Ooms (19%)	
	2005	2010	2005	2010
cadmium	0,015	0,003	0,056	0,01
chroom	0,14	0,03	0,52	0,10
koper	8	2	30	6
lood	2,2	0,5	8	2
nikkel	0,7	0,1	2,5	0,5
zink	164	32	624	120
PAK10	8	13	30	49

3.3 Vergelijking monitoringsgegevens met EmissieRegistratie

De berekende jaarvrachten uit de studie van de A59 en de EmissieRegistratie worden in deze paragraaf met elkaar vergeleken. De studie aan de A59 is uitgevoerd in 2005/2006 en wordt vergeleken met data uit EmissieRegistratie voor 2005. Tabel 3.6 bevat voor proefvak Heijmans en proefvak Ooms zowel de berekende jaarvrachten uit de monitoringsvracht van traject A59 als de berekende jaarvracht vanuit de EmissieRegistratie voor 2005.

Tabel 3.6 Vergelijking jaarvrachten (mg/meter wegdek per jaar) EmissieRegistratie (niet gecorrigeerd en gecorrigeerd) en monitoring trajecten Heijmans en Ooms A59.

Stof	Monitoring		EmissieRegistratie		EmissieRegistratie correctie	
	Heijmans	Ooms	Heijmans	Ooms	Heijmans	Ooms
	mg/meter wegdek in 2005					
cadmium	1,6	2,6	0,10	0,10	0,015	0,056
chroom	41	52	0,9	0,9	0,14	0,52
koper	36	92	53	53	7,8	30
lood	5,9	33	15	15	2,2	8,4
Nikkel	0	2,0	4,5	4,5	0,7	2,5
zink	116	238	1 116	1 116	164	624
PAK10	1,2	0,47	54	54	8	30

Tabel 3.7 bevat de vergelijking tussen berekende jaarvrachten vanuit de ER (niet gecorrigeerd en wel gecorrigeerd) met de monitoring op de A59.

Tabel 3.7 Vergelijking berekende jaarvrachten vanuit de EmissieRegistratie (niet gecorrigeerd en wel gecorrigeerd) met monitoring A59 (=ER/monitoring).

stof	fractie ER tov Heijmans		fractie ER tov Ooms	
	Ercorr	ER	Ercorr	ER
cadmium	0,01	0,08	0,04	0,06
chromium	0,01	0,05	0,02	0,03
koper	0,33	2,21	0,41	0,73
lood	0,37	2,54	0,35	0,63
nikkel	-	-	1,25	2,25
zink	2,52	17	3,00	5,37
PAK10	16	108	75	135

Het proefvak Heijmans laat met de gecorrigeerde gegevens alleen voor zink een goed resultaat zien. De gecorrigeerde ER vrachten zijn voor de overige metalen een stuk lager dan de monitoringsvrachten. De vracht aan PAK is bij de gecorrigeerde EmissieRegistratie veel hoger dan de resultaten van de monitoringsgegevens.

De niet gecorrigeerde EmissieRegistratie waarden liggen voor koper en lood iets boven een factor 2 van de gemeten waarde. Zink uit de EmissieRegistratie ligt ver boven en cadmium en chromium ver onder de vracht berekend uit de monitoringsgegevens.

Voor het proefvak Ooms liggen de gecorrigeerde jaarvrachten uit de EmissieRegistratie voor alle metalen, met uitzondering van nikkel en zink, meer dan een factor 2 onder de vracht berekend uit de monitoringsgegevens. De gecorrigeerde ER vracht voor zink en PAK10 liggen meer dan een factor 2 hoger dan de jaarvrachten berekend uit de monitoringsgegevens. Voor koper en lood zijn beide vrachten enigszins met elkaar vergelijkbaar. Nikkel kon alleen bepaald worden bij proefvak Ooms. De gecorrigeerde jaarvracht komt goed overeen met de meetgegevens.

Bij de niet gecorrigeerde vrachten uit de EmissieRegistratie komen koper en lood in de buurt van de factor 2, nikkel iets boven de factor 2. Cadmium en chromium liggen ver onder en zink en PAK10 ver boven de berekende jaarvrachten uit de monitoringsgegevens.

De correctie voor het afspoelingspercentage heeft een positieve invloed op zink en PAK10. Voor de overige metalen wordt het verschil tussen de resultaten uit de EmissieRegistratie groter ten opzichte van de monitoringsgegevens.

3.3.1 Afspoeling bodem/oppervlaktewater

Ook bij dit onderzoek is niet gekeken naar de hoeveelheid wegwater dat uiteindelijk in oppervlaktewater beland. Er is wel informatie bekend over de afstand van de snelweg tot het dichtstbijzijnde water. Bij het traject Heijmans is er een erfafscheidingsloot aanwezig op ca. 20 meter afstand en bij traject Ooms een sloot op ca. 30 meter. Op basis van de informatie dat de run-off en verwaaiing tot een afstand van 6 meter van de snelweg terechtkomen (CIW, 2002), kan er geconcludeerd worden dat op beide trajecten met name de bodem belast wordt met de verkeersemisies lekkage van motorolie en slijtage van wegdek, banden en remmen.

4 Case studie Provinciale weg (DAB)

Dit hoofdstuk bevat de toelichting bij de case studie voor twee provinciale wegen. De gebruikte monitoringsgegevens zijn afkomstig uit het rapport van Schipper et al. (2003) uitgevoerd door Grontmij en ECN.

4.1 Bemonstering provinciale weg

Op twee provinciale wegen met een DAB-wegdek in de provincie Utrecht zijn gedurende 13 maanden, augustus 2001 tot en met augustus 2002, metingen verricht aan de run-off en verwaaiing veroorzaakt door het wegverkeer. Het gaat om de volgende twee locaties:

- Een open locatie langs de N199 (Bunschoten – Amersfoort)
- Een bosrijke locatie lang de N413 (Soest – Soestduinen)

Er is voor twee verschillende situaties gekozen omdat de vracht van verontreinigingen die in het milieu terecht komt anders zal zijn in de open situatie van de N199 ten opzichte van een gesloten, bosrijke omgeving zoals bij de N413. Ook de vrachten afkomstig van run-off en verwaaiing kunnen verschillen tussen beide locaties.

In de studie is gemeten aan run-off en verwaaiing, waarbij gekeken is naar de zware metalen lood, chroom, nikkel, koper, zink en PAK16. Zowel bij de run-off als bij de verwaaiing is er 13 keer bemonsterd.

4.1.1 Run-off

De run-off opstelling is een goot van één meter lang direct bevestigd aan de rand van het asfalt. Het run-off water wordt vanuit de goot in vaten opgevangen. Figuur 4.1 toont twee foto's van de proefopstelling op locatie Bunschoten.



Figuur 4.1 Run-off meter op locatie Bunschoten. Links is de goot te zien aan de rand van de weg met daarachter de kist met monsterflessen. Rechts een detailfoto van de monsterflessen.

In de studie van Schipper et al. (2003) wordt ervan uitgegaan dat de run-off in de eerste 0,5 meter van de wegberm terecht komt en dat de weg 3,5 meter breed is. De weg heeft in het midden het hoogste punt en stroomt af naar beide zijden. Net als bij de case studies van de A27 en A59 wordt er aan één zijde van de weg bemonsterd. Bij de metingen is gebleken dat ca. 70% van het regenwater afstroomt. In Tabel 4.1 is de vracht in mg per meter per jaar weergegeven. De gegevens zijn overgenomen uit Schipper et al. (2003). In tegenstelling tot

de andere studies is cadmium in deze studie niet meegenomen. PAK16 is gemeten als somparameter. De individuele componenten zijn niet bekend.

Tabel 4.1 Totale afgestroomde run-off vracht gedurende 13 maanden op de locaties Bunschoten en Soestduinen in 2001/2002.

Stof	Bunschoten	Soestduinen
	mg/m/jaar	
chromium	34,2	38,5
koper	193,1	253,2
nikkel	15,6	17,7
lood	59,5	101,8
zink	667,2	778,3
PAK16	10,6	21,4

4.1.2 Verwaaiing

Spiders

De verwaaiing wordt gemeten met zogenaamde spiders. Hiermee wordt de doorval van het regenwater op het bermgras bemonsterd. Een spider bestaat uit vier gootjes die onder het gras liggen en het doorvalwater opvangen. De gootjes komen samen in een PE-fles die is ingegraven in de grond. De spiders zijn op afstanden van 1, 2, 3, 10 en 20 meter geplaatst. Uit onderzoek van Blok (2005) blijkt dat de verwaaiing op andere wegen dan snelwegen niet verder komt dan 4,5 meter van de zijkant van de weg.

Met behulp van de meetdata uit Schipper et al. (2003) is de flux bepaald voor de natte verwaaiing tot 4,5 meter afstand van het wegdek. Daarvoor is dezelfde methodiek gehanteerd als bij de A59, zie paragraaf 3.1.2.

Tabel 4.2 Natte verwaaiing tot 4,5 meter van de weg op provinciale wegen in Utrecht in mg/m/jaar.

Stof	Bunschoten	Soestduinen
	mg/m/jaar	
chromium	6,7	1,3
koper	102	30
nikkel	14	4,6
lood	39	15
zink	419	142
PAK16	19	3,0

Poriënwater en regenwater

In het onderzoek van Schipper et al. (2003) wordt ook nog bemonsterd in het poriënwater en in opgevangen regenwater. Deze data worden in deze case studie niet meegenomen, omdat grondwater buiten beschouwing wordt gelaten en het regenwater niet in de vergelijking wordt meegenomen. In de EmissieRegistratie valt het regenwater onder de bron atmosferische depositie.

4.1.3 Totale belasting vanuit de proefvlakken

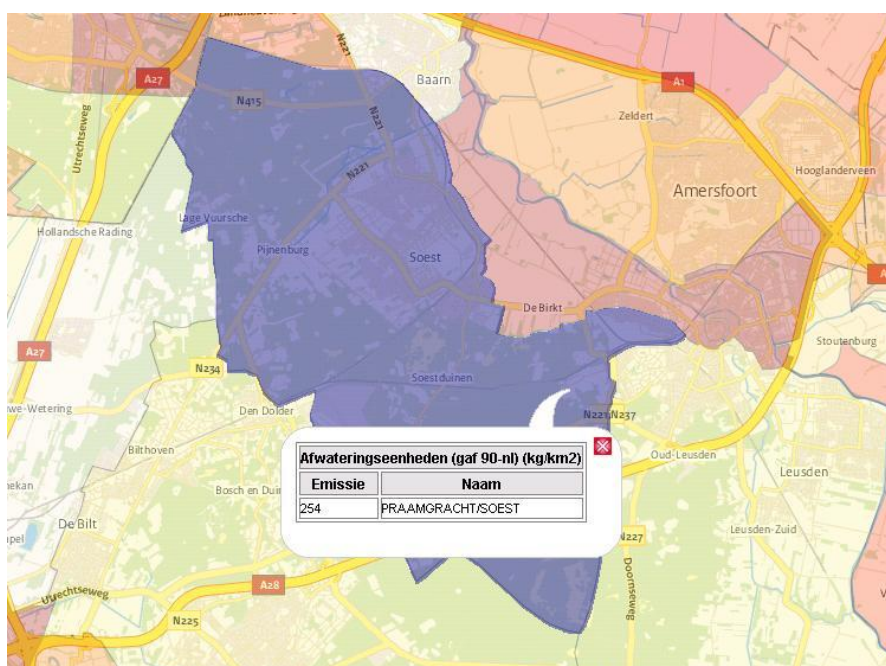
In tabel 4.3 staan de gesommeerde vrachten voor de flux run-off en verwaaiing per meter wegdek voor de beide proefvakken Het gaat om de flux tot 4,5 meter vanaf het wegdek.

Tabel 4.3 Gesommeerde vrachten voor run-off en verwaaiing tot 4,5 meter vanaf het wegdek voor locatie Bunschoten en locatie Soestduinen.

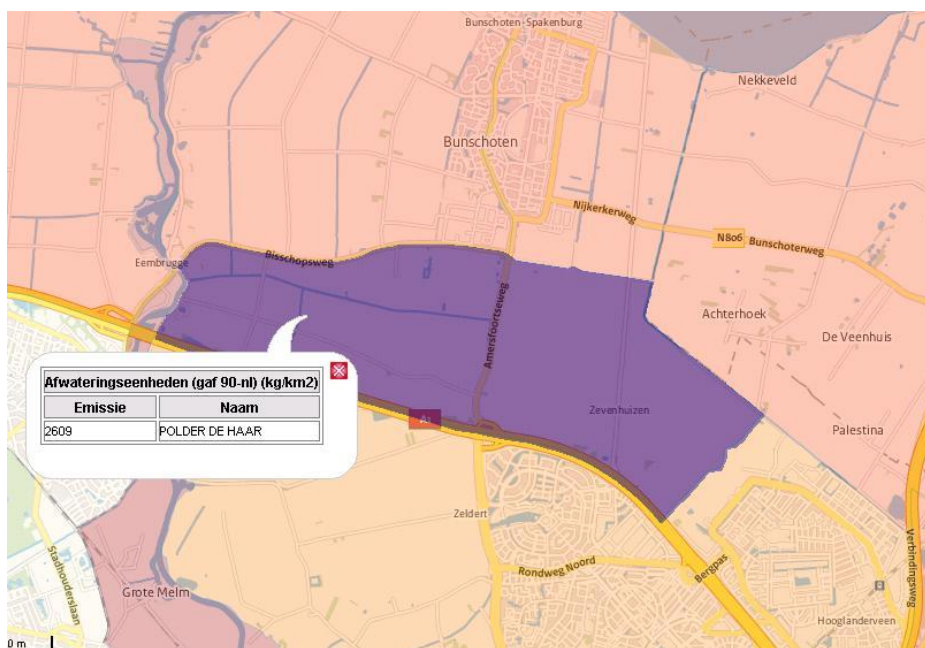
Stof	Bunschoten	Soestduinen
	mg/m/jaar	
chrom	41	40
koper	295	283
nikkel	30	22
lood	99	117
zink	1 086	920
PAK16	30	24

4.2 EmissieRegistratie

Voor een vergelijking met de EmissieRegistratie wordt de kleinste geregionaliseerde eenheid uit de EmissieRegistratie gebruikt, de afwateringseenheid. Locatie Soestduinen, aan de N413 tussen Soest en Soestduinen, ligt in afwateringseenheid Praamgracht/Soest (Figuur 4.2). Locatie Bunschoten, aan de N199 Bunschoten-Amersfoort, ligt in afwateringseenheid Polder de Haar (Figuur 4.3).



Figuur 4.2 Afwateringseenheid Praamgracht/Soest met daarin locatie Soestduinen.



Figuur 4.3 Afwateringseenheid Polder de Haar met daarin locatie Bunschoten.

Van beide afwateringseenheden is bekend hoeveel kilometer wegdek “overige wegen” aanwezig zijn. Onder “overige wegen” worden de wegen verstaan waar met een snelheid tussen de 60 en 100 km/uur mag worden gereden. De provinciale wegen worden aan deze categorie toegekend. Net als bij de case studies van de A27 en A59 wordt ook in deze case studie het aantal kilometer “overige wegen” in de afwateringseenheid verdubbeld zodat niet het aantal kilometer weg, maar het aantal kilometer per rijrichting in de afwateringseenheid bekend is. Met behulp van deze informatie kan de vracht per meter snelweg worden berekend in het afwateringsgebied.

Binnen de EmissieRegistratie wordt geen duidelijk onderscheid gemaakt tussen run-off en verwaaiing. De slijtage emissies worden opgesplitst in emissies naar water, bodem en lucht. Uit onderzoek van Blok (2005) blijkt dat de run-off en de natte verwaaiing op niet snelwegen op een afstand van maximaal 4,5 meter van het wegdek terechtkomen. De droge verwaaiing wordt in zijn geheel toegekend aan de emissie naar lucht. Via de bron atmosferische depositie komt een deel van deze emissie weer in bodem, oppervlaktewater of verhard oppervlak terecht. In deze case studie kan de droge verwaaiing niet worden meegenomen, omdat onbekend is waar de depositie van dat stuk wegdek terechtkomt.

Op basis van bovenstaande wordt aangenomen dat de lekkage en slijtage emissies van het wegverkeer naar bodem en oppervlaktewater uit de EmissieRegistratie bestaan uit run-off en natte verwaaiing. De emissies komen op maximaal 4,5 meter afstand van de provinciale weg terecht.

De data uit de EmissieRegistratie bestaat uit een vracht naar de bodem en een vracht naar het oppervlaktewater. Bij de verdeling van de run-off en verwaaiing naar bodem en oppervlaktewater wordt een verhouding van 90/10 gehanteerd (ER, 2012).

Op de provinciale wegen ligt een DAB-wegdek. Binnen de ER wordt er vanuit gegaan dat ongeveer 70% van het wegdek afspoelt en dat de overige 30% via drift naast de weg terechtkomt.

De totaalvracht van de wegverkeer gerelateerde emissieoorzaken wordt gedeeld door het aantal kilometer rijrichting (=overige wegen * 2) in de betreffende afwateringseenheid. De berekende emissiefactoren voor 2000 en 2005 staan in Tabel 4.4 (Praaggracht Soest) en Tabel 4.5 (Polder de Haar) weergegeven. In de tabellen staan de emissies gesommeerd die afkomstig zijn uit de lekkage van motorolie en de slijtage van banden, remmen en wegdek. Overige emissieoorzaken worden buiten beschouwing gelaten.

Voor de trajecten is een vracht per meter wegdek berekend. Aangezien het bemonsterde proefvak één strekkende meter is, is onderstaande berekende totaalvracht de vracht per bemonsterd traject. De vrachten zijn ook terug te vinden in Tabel 4.4 en Tabel 4.5.

Voor beide trajecten is een afspoelingspercentage van ongeveer 70% berekend door Schipper et al. (2003). In de EmissieRegistratie wordt ook van dit percentage uitgegaan (ER, 2012). De vrachten uit de ER hoeven daarom niet gecorrigeerd te worden.

Tabel 4.4 Flux per strekkende meter wegdek vanuit de EmissieRegistratie voor afwateringseenheid Praaggracht Soest.

Stof	2000			2005		
	water	bodem	totaal	water	bodem	totaal
	kg/meter wegdek					
Cadmium	0,01	0,09	0,10	0,01	0,13	0,14
Chroom	0,08	0,8	0,8	0,12	1,1	1,2
Koper	12	110	123	17	155	172
Lood	2,1	19	21	3,0	27	30
Nikkel	0,42	3,8	4,2	0,6	5,5	6,1
Zink	84	760	845	129	1 158	1 286
PAK10	7,1	63	71	8,6	78	86

Tabel 4.5 Flux per strekkende meter wegdek vanuit de EmissieRegistratie voor afwateringseenheid Polder de Haar.

Stof	2000			2005		
	water	bodem	totaal	water	bodem	totaal
	kg/meter wegdek					
Cadmium	0,01	0,07	0,08	0,01	0,12	0,13
Chroom	0,07	0,6	0,7	0,11	1,0	1,1
Koper	9,3	84	93	16	141	157
Lood	1,6	14	16	2,7	24	27
Nikkel	0,33	2,9	3,3	0,6	5,0	5,5
Zink	70	626	696	117	1 055	1 172
PAK10	5,6	49	56	7,8	71	79

4.3 Vergelijking monitoringsgegevens met EmissieRegistratie

De berekende jaarvrachten uit de studie aan de provinciale wegen in Utrecht en de EmissieRegistratie worden in deze paragraaf met elkaar vergeleken. De studie op locaties Bunschoten en Soestduinen is uitgevoerd in 2001/2002 en wordt vergeleken met data uit de EmissieRegistratie voor de jaren 2000 en 2005.

Tabel 4.6 Jaarvrachten (mg/m/jaar) uit de monitoringsgegevens (Schipper, 2003) en jaarvrachten uit de EmissieRegistratie voor de locaties Bunschoten en Soestduinen.

stof	Grontmij studie		EmissieRegistratie 2000		EmissieRegistratie 2005	
	Bunschoten	Soestduinen	Polder de Haar	Praamgracht Soest	Polder de Haar	Praamgracht Soest
mg/m/jaar						
chromium	43	40	0,7	0,8	1,1	1,2
koper	329	289	93	123	157	172
nikkel	39	23	3,3	4,2	5,5	6,1
lood	114	122	16	21	27	30
zink	1 312	951	696	845	1 172	1 286
PAK16	36	25	56	71	79	86

Tabel 4.7 Vergelijking vrachten monitoring en vrachten ER 2000 en 2005 op locaties Bunschoten en Soestduinen (=ER/monitoring).

stof	vergelijking met ER 2000		vergelijking met ER 2000/2005	
	Bunschoten	Soestduinen	Bunschoten	Soestduinen
chromium	0,02	0,02	0,03	0,03
koper	0,32	0,43	0,53	0,61
nikkel	0,11	0,19	0,18	0,28
lood	0,16	0,18	0,27	0,26
zink	0,64	0,92	1,08	1,40
PAK16	1,87	2,96	2,63	3,57

De berekende vrachten uit de ER wijken voor zink minder dan een factor 2 af van de gemonitorde vrachten. Voor PAK zijn de vrachten uit de ER en de monitoringsgegevens redelijk vergelijkbaar: vaak wel hoger dan een factor 2, maar niet de factor 10 of hoger die de vergelijking bij de snelwegen opleverde.

Chroom, lood en nikkel worden te laag ingeschat bij de ER, zowel voor 2000 als voor 2005. De vergelijking voor koper pakt voor 2005 pakt goed uit in tegenstelling tot de vergelijking uit 2000.

4.3.1 Afspoeling bodem/oppervlaktewater

Ook in deze studie is niet gekeken naar het aandeel van de run-off en verwaaiing dat op het oppervlaktewater terecht komt. Er is ook niet bekend op welke afstand het dichtstbijzijnde oppervlaktewater zich bevindt. Er kunnen geen uitspraken worden gedaan over de verhouding waarmee de verkeersemisies zich verspreiden over bodem en oppervlaktewater.

5 Vergelijking drie case studies

In Tabel 5.1 zijn de vergelijkingen van de berekende jaarvrachten uit de EmissieRegistratie en de berekende jaarvrachten uit de monitoringsgegevens naast elkaar gezet. Bij de gele cellen zijn de vrachten uit de EmissieRegistratie meer dan een factor 2 lager dan de gemonitorde vrachten, bij de rode cellen zijn ze meer dan een factor 2 hoger. De groene cijfers laten de beste resultaten zien, de vrachten van de EmissieRegistratie zijn dan minder dan een factor 2 afwijkend van de gemonitorde vrachten.

In Tabel 5.1 zijn de vrachten uit de monitoringsgegevens gebruikt die berekend zijn op basis van een jaargemiddelde concentratie, omdat alleen voor de A27 berekende vrachten op basis van de mediaan beschikbaar zijn.

Voor de A27, traject 2, zijn in Tabel 5.1 zowel de vergelijking met de ER gegevens als met de gecorrigeerde ER gegevens opgenomen. De correctie heeft plaatsgevonden op het afspoelingspercentage voor een DAB-wegdek, omdat de ER gegevens berekend waren met een ZOAB-wegdek. Op de A59 is ook een correctie uitgevoerd voor de afspoelingspercentages. Alleen de gecorrigeerde ER vrachten zijn opgenomen in Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Vergelijking van de berekende jaarvrachten uit de EmissieRegistratie (ER) met de monitoringsgegevens voor de drie wegen uit de case studies (=ER/monitoring).

stof	A27			A59		provinciale weg	
	traject 1	traject 2	traject 2 corr	Heijmans	Ooms	Bunschoten	Soestduinen
	gem	gem	gem	Ercorr	Ercorr	gem	gem
cadmium	0,08	0,02	0,13	0,01	0,04	-	-
chromium	0,04	0,02	0,09	0,01	0,02	0,02	0,02
koper	0,42	0,35	1,87	0,33	0,41	0,32	0,43
lood	0,43	0,19	1,01	0,37	0,35	0,11	0,19
nikkel	0,16	0,05	0,28	-	1,25	0,16	0,18
zink	1,45	1,83	9,78	2,52	3,00	0,64	0,92
PAK6	14	66	350	16	75	1,87	2,96

Uit bovenstaande tabel kan een aantal conclusies worden getrokken:

- De berekende jaarvrachten uit de EmissieRegistratie voor cadmium, chromium en nikkel liggen ver onder de berekende jaarvrachten uit de monitoringsgegevens, met uitzondering van nikkel op de A59.
- De koper en lood vrachten uit de EmissieRegistratie liggen onder de jaarvrachten uit de monitoringsgegevens, maar de afwijking is minder groot dan bij cadmium, chromium en nikkel. Op het gecorrigeerde traject van de A27 (traject 2) is de afwijking tussen de vracht uit de EmissieRegistratie en de monitoringsgegevens een stuk lager voor beide metalen.
- Voor zink zijn in de meeste gevallen de jaarvrachten uit de EmissieRegistratie minder of nabij een factor 2 ten opzichte van de monitoringsgegevens. Alleen bij de gecorrigeerde gegevens van traject 2 op de A27 wijkt de berekende vracht uit de EmissieRegistratie voor zink veel af van de berekende vracht uit de monitoringsgegevens.
- De berekende PAK vrachten uit de EmissieRegistratie zijn voor de snelwegen slecht vergelijkbaar met de vrachten uit de monitoringsgegevens. De jaarvrachten uit de EmissieRegistratie liggen minimaal een factor 6,7 hoger dan de berekende vrachten uit de monitoringsgegevens. Bij de provinciale wegen zijn de resultaten beter. Die vergelijking is echter niet geheel correct, omdat er PAK16 gemeten is, welke vergeleken is met PAK10 uit de EmissieRegistratie.

6 Conclusies en aanbevelingen

In onderstaande paragrafen worden de belangrijkste conclusies en aanbevelingen genoemd.

6.1 Conclusies

De vergelijking tussen de vrachten uit de EmissieRegistratie en de monitoringsgegevens aan de (snel)wegen is gebaseerd op de totale emissie van de verkeersbronnen vanuit de EmissieRegistratie en de run-off en verwaaiing op een maximale afstand van de snelweg vanuit monitoringsgegevens. Het onderscheid naar de emissie op bodem en oppervlaktewater kon niet worden gemaakt omdat hier bij de monitoringsstudies aan de (snel)wegen niet naar gekeken is.

De berekende jaarvrachten uit de EmissieRegistratie zijn vergeleken met de berekende jaarvrachten uit de monitoringsgegevens. Voor cadmium, chroom en nikkel liggen de gegevens uit de EmissieRegistratie veel lager dan de gemeten jaarvrachten. Koper en lood liggen iets lager dan de gemeten jaarvrachten. De vergelijking met zink pakt redelijk goed uit: de gegevens uit de EmissieRegistratie liggen onder of rond een factor 2 van de monitoringsgegevens.

De berekende PAK vrachten uit de EmissieRegistratie liggen veel hoger dan de berekende vrachten uit de monitoringsgegevens.

6.2 Aanbevelingen

Voor de EmissieRegistratie wordt aanbevolen om nog eens goed te kijken naar het model waarmee de emissies berekend worden. Daarbij dienen vooral de emissiefactoren uit de afzonderlijke factsheets voor lekkage motorolie, wegdekslijtage, slijtage banden en slijtage remmen bekeken te worden. Zink is de enige stof die behoorlijk goed uit de vergelijking komt. De overige metalen en PAK vertonen dusdanig grote afwijkingen dat het gebruikte model voor de metalen een behoorlijke onderschatting en voor de PAK een grote overschatting berekend ten opzichte van de monitoringsresultaten.

In de EmissieRegistratie wordt uitgegaan van een afspoelingspercentage van ZOAB van 20%. Door de gebruikte correctiefactor (Klein et al., 2012) wordt er vanaf 2009 met een afspoelingspercentage van 15% gerekend. Dit lijkt een te laag percentage en zal worden voorgelegd aan de taakgroep Verkeer en Vervoer van de EmissieRegistratie. Deze taakgroep is verantwoordelijk voor de opgeleverde data voor de verkeersemisies.

7 Literatuur

- Berendsen, J.W., 2006. Verspreiding van verontreiniging vanaf tweelaags ZOAB. DHV rapport dossiernummer X0826-01-000, registratienummer RB-SE20061813X0826-01-000.
- Blok, J. , 2005. Environemtenal exposure of road borders to zinc, Science of the Total Environment 348, pag. 173 – 190.
- Brongers, I., 2007. RWS Jaarverslag 2006 monitoring WVO-vergunning A27.
- Brongers, I., 2008. Jaarverslag 2007 monitoring WVO-vergunning A27.
- Brongers, I., 2009. Jaarverslag 2008 monitoring WVO-vergunning A27.
- Brongers I., 2010. Jaarverslag 2009 monitoring WVO-vergunning A27, Terugblik 2001- 2009.
- Brongers I., 2011. Jaarverslag 2010 monitoring WVO-vergunning A27.
- RWS IJG, spreadsheets met de resultaten van meetdata aan de A27: resultaten TABEL2006, resultaten TABEL2007, resultaten TABEL2008, resultaten TABEL2010.
- Commissie Integraal Waterbeheer (CIW), 2002. Afstromend wegwater.
- DHV, 2013, mail van Jan-Willem Berendsen, 19 augustus 2013.
- ER, 2012, Factsheet bandenslijtage wegverkeer, juni 2012.
- ER, 2013, www.emissieregistratie.nl, ER1990-2011.
- Klein, J., G. Geilenkirchen, J. Hulskotte, A. Henseman, P. Fortuin en H. Molnár-in ,t veld, 2012. Methode voor berekening door mobiele bronnen in Nederland.
- NOA, 2007. Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Nieuwe ontwerprichtlijn autosnelwegen.
- Schipper, P.N.M., Vergouwen, L., Comans, R., Van Zomeren, A., 2003a. Run-off en verwaaiing bij provinciale wegen. Onderzoek naar risico's voor bodem en water en richtlijnen voor actief wegbermbeheer; Deel 2: Hoofdrapport. Grontmij Advies & Techniek bv, projectnummer 144177, documentnummer 13/99044356/PS.
- Spreadsheets A27, analyses 2002 – 2009 en resultaten Tabel2010
- Van Duijnhoven, N., Klein, J., Den Hamer, D., 2013. Update verontreinigingsbeeld afstromend wegwater. Deltares-rapport 1208038-000-ZWS-0003.