

Weggerelateerde emissie en maatregelen rond luchtkwaliteit

ir. Jan (J.) Hooghwerff

dr. Gijsjan (G.J.) van Blokland

ir. Ivonne (I.P.A.) Verstappen

werkzaam bij M+P - raadgevende ingenieurs

Samenvatting

De luchtkwaliteit rond wegen kan een belangrijke belemmering opleveren voor de voortgang van infrastructurele en ruimtelijke ontwikkelingen. In deze bijdrage wordt inzicht gegeven in de belangrijkste bronnen en maatregelen rond deze problematiek. Specifieke aandacht wordt gegeven aan de relatie tussen de luchtkwaliteit en de weg zelf. Het blijkt dat het aandeel van fijn stof door slijtage van banden, wegdekken en remmen in de toekomst fors zal toenemen. Er is veel inzicht in de verbrandingsemissie van voertuigen, de kennis van de emissie van slijtage en opwerveling is veel beperkter. Aanbevolen wordt om naast het vergroten van het inzicht meer aandacht te geven aan maatregelen die de emissie ten gevolge van slijtage kan reduceren. Nagegaan wordt welke bijdragen het wegdek zelf kan leveren.

Trefwoorden

luchtkwaliteit, wegdek, fijn stof, slijtage, opwerveling

1. Inleiding

Het dossier luchtkwaliteit blijft op vele fronten de aandacht vragen. Inmiddels is de problematiek bij iedereen bekend. Als gevolg van Europese regelgeving is in 2001 in Nederland het Besluit Luchtkwaliteit van kracht geworden, als implementatie van een Europese richtlijn. Doel van dit Besluit is het beschermen van mens en milieu tegen negatieve effecten van luchtverontreiniging. Bij het wijzigen van bestemmingsplannen of bij de aanleg of reconstructie van wegen dienen de in het Besluit opgenomen grenswaarden in acht te worden genomen. Ook voor bestaande situaties zijn er stringente doelstellingen voor de peiljaren 2005 en 2010. De opgenomen grenswaarden zijn tamelijk streng, zodat bij het van kracht worden van de grenswaarde van fijn stof op 1 januari 2005, gecombineerd met enkele duidelijke uitspraken van de Raad van State, veel plannen voor nieuwbouw of uitbreiding van wegen en gebouwen stilgelegd zijn.

Als gevolg van deze ontwikkelingen zijn er tal van activiteiten gestart, zoals:

- de herziening van het Besluit van 2001, wat geresulteerd heeft in het Besluit Luchtkwaliteit 2005, waarin het mogelijk is gemaakt om bij nieuwe projecten iets meer speelruimte te creëren, vooral door:
 - de aftrek van natuurlijk fijn stof in de vorm van zeezout,
 - het loslaten van het “standstill” beginsel,
 - de mogelijkheid om de effecten van plannen in een groter gebied te “salderen”;
- het opstellen van vernieuwde wetgeving om met luchtkwaliteit om te gaan (de Wet luchtkwaliteit), via een aantal aanpassingen onder de Wet milieubeheer, waarbij een meer programmatische aanpak wordt voorgestaan;
- het opzetten van het Meet- en Rekensysteem Luchtkwaliteit 2006, om meer uniformiteit te krijgen in het meten en berekenen van concentraties;
- het subsidiëren van maatregelen om op nationaal niveau de concentraties te verminderen, bijvoorbeeld door de subsidies van roetfilters;
- onderzoek naar allerlei maatregelen om lokaal tot vermindering van uitstoot van verontreinigende stoffen te komen.

Naast deze met name nationale activiteiten zijn er nog diverse Europese ontwikkelingen, zoals de nieuwe Thematische Strategie waarin de strategische doelstellingen voor de toekomst neergelegd worden en een nieuwe richtlijn, waarin onder andere ook grenswaarden voor fijnere stofdeeltjes (PM_{2,5}) gesteld gaan worden.

Dit artikel - in het kader van de Wegbouwkundige Werkdagen - richt zich specifiek op de aspecten rond luchtkwaliteit die te maken hebben met de “wegbouwkunde”, in de zin van bronnen en effecten die te maken hebben met de fysieke weg.

2. Wegverkeer als bron voor luchtverontreiniging

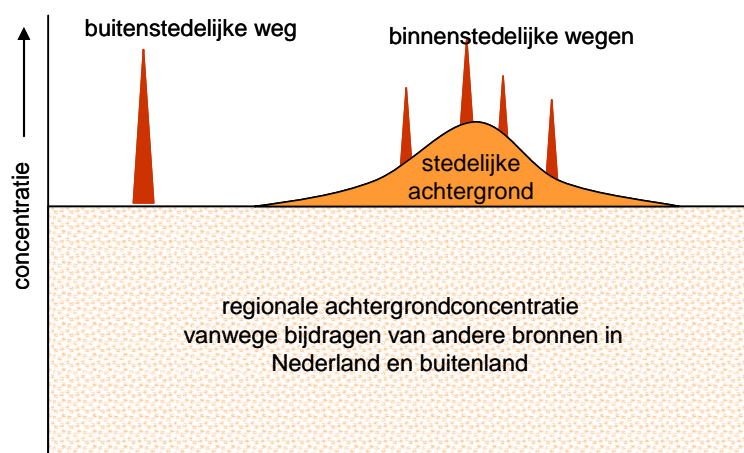
Voor wegverkeer is met name de emissie van NO₂ en Fijn Stof (PM₁₀) een potentieel knelpunt. Andere componenten zijn na de invoering van de katalysator al zo ver gereduceerd, dat ze in het kader van het Besluit luchtkwaliteit vrijwel nooit een overschrijding van grenswaarden geven. Met de huidige stand der techniek worden zowel NO₂ als PM₁₀ nog

hoofdzakelijk veroorzaakt door dieselmotoren. Omdat de problematiek zich momenteel vooral toespitst op die van fijn stof, zal in dit artikel met name op fijn stof ingegaan worden. Fijn Stof met een diameter kleiner dan 10 micrometer (PM_{10}) ontstaat bij de verbranding in dieselmotoren (roet), maar ook bij de slijtage van banden, wegdekken, remvoeringen en koppelingsplaten. In de afgelopen jaren is meer aandacht gekomen voor de relatie tussen de deeltjesgrootte en de gezondheidseffecten. Een breed gedeelde mening is dat er geen ondergrens is aan de deeltjesgrootte en de optredende concentratie, waaronder geen schade meer optreedt. Verder geldt dat hoe kleiner de deeltjes zijn, des te schadelijker deze deeltjes zijn voor de gezondheid. Dit is de achtergrond voor de verhoogde aandacht voor het aandeel $PM_{2.5}$ in het fijn stof. Naar verwachting zal in de eerstkomende EU-richtlijn een grenswaarde voor $PM_{2.5}$ opgenomen worden.

Inmiddels is een aantal goede publicaties beschikbaar waarin de actuele stand van de kennis van fijn stof uitvoerig wordt beschreven, zoals onder andere het rapport “Fijn stof nader bekeken” [2] van het Milieu en Natuur Planbureau en het rapport “Schwebestaub in Österreich” van het Oostenrijkse Umweltbundesamt [3].

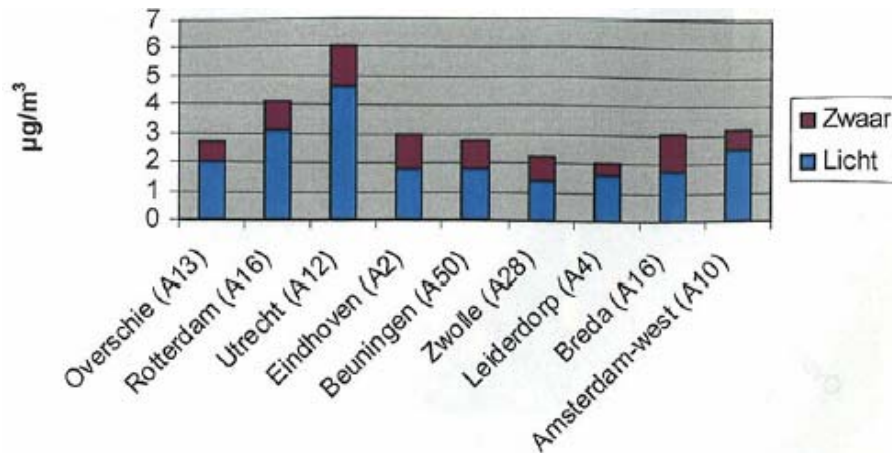
Wat is de bijdrage van wegverkeer op de fijn stof problematiek? Op deze vraag zijn meerdere antwoorden mogelijk, het hangt namelijk af van de invalshoek van de vraag.

1. Het meest gangbare antwoord is dat wegtransport minder dan 10% bijdraagt aan de fijn stof concentratie. Dit is meestal gebaseerd op een overzicht van de opbouw van de fijn stofconcentratie zoals dat door MNP gepresenteerd wordt [2]. Uit die gegevens blijkt dat 55% van het fijn stof bestaat uit niet-antropogene bronnen (zeezout, bodemstof) en verder circa 30% buitenlandse bronnen betreft. Bedacht moet worden dat die verdeling gemaakt is voor een gemiddelde achtergrondconcentratie in buitenstedelijke gebieden.
2. Binnenstedelijk is de achtergrondconcentratie vrijwel altijd hoger dan de regionale achtergrondconcentratie wat voor het grootste deel veroorzaakt wordt door het verkeer. Verder treedt nabij de drukke wegen lokaal een sterke verhoging van de fijn stof concentratie op, zie figuur 1. Schattingen van het aandeel van de antropogene bijdragen in stedelijke omgeving (vooral veroorzaakt door lokaal verkeer) variëren sterk, volgens MNP kan de bijdrage oplopen tot 45% [2]. Overigens zijn de inzichten momenteel aan het wijzigen als het gaat om de bijdrage van de achtergrondconcentratie aan de totale concentratie. Recent is gebleken dat de regionale achtergrondconcentratie significant lager ligt dan afgelopen jaren op basis van landelijke metingen en modelberekeningen werd aangenomen [20].



Figuur 1: Schematische opbouw van de fijn stof concentratie buiten- en binnenstedelijk

3. Het aandeel van wegverkeer op de fijn stof concentratie in de buurt van snelwegen hangt uiteraard af van de afstand tot de weg en de regionale achtergrondconcentratie. Uit onderzoek naar een aantal knelpuntsituaties langs snelwegen blijkt dat de bijdrage van het verkeer circa 10 - 20% bedraagt.



Figuur 2: Bijdrage van snelwegverkeer (uitgesplitst voor licht en zwaar verkeer) aan de PM_{10} -concentratie in 2010 voor een aantal knelpuntsituaties, de achtergrondconcentratie voor deze locaties variëren tussen 24 en 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [4]

4. Tenslotte kan gekeken worden naar de (productie) van de emissie van primair fijn stof in Nederland. In de afgelopen 15 jaar is de totale emissie in Nederland gedaald met circa 50%. Volgens [2] is de totale emissie van PM_{10} in 2003 42 miljoen kg. Hiervan wordt een kleine 40% veroorzaakt door het verkeer. In 2010 zal de bijdrage van het verkeer teruglopen tot circa 30% van de totale emissie.

De conclusie is dat het verkeer een belangrijke bron is voor de concentratie van fijn stof. Het belang van het verkeer op de fijn stof concentratie is nog groter als rekening gehouden wordt met het feit dat de grootste deel bestaat uit kleine stofdeeltjes uit verbrandingsmotoren ($PM_{2.5}$), waarvan de gezondheidseffecten het grootste zijn.

3. Uitlaat- en niet-uitlaatgerelateerde emissie

Ruwweg kan de concentratie van fijn stof in de lucht nabij een weg in de volgende bronnen verdeeld worden:

- de achtergrondconcentratie, waarvan de bronnen heel divers zijn en op grotere afstand liggen;
- de emissie van het lokale verkeer als gevolg van een verbrandingsmotor, aangeduid als uitlaatgerelateerde emissie;
- de emissie van verkeer vanwege slijtage van remvoering, banden en wegdek;
- de opwerveling van allerlei deeltjes die zich op en nabij de weg bevinden.

Een dergelijke indeling is internationaal gangbaar. De meeste aandacht krijgt meestal de uitlaatgerelateerde emissie. Dit blijkt o.a. uit het feit dat in veel overzichten van de totale emissie van verkeer alleen het uitlaatgerelateerde deel opgenomen wordt, zoals bijvoorbeeld bij de emissiefactoren zoals die door het CBS beschikbaar gesteld worden [10]. De inzichten

voor deze bronnen zijn behoorlijk groot, omdat voor de meeste voertuigtypen gericht metingen uitgevoerd zijn van de emissie onder allerlei rijomstandigheden.

De kennis van de bijdrage aan de concentratie ten gevolge van slijtage is minder goed ontwikkeld. Dit blijkt bijvoorbeeld als een vergelijking gemaakt wordt van de bijdragen zoals die door verschillende emissiemodellen behandeld worden.

Voor het aspect van opwerveling van fijn stof als onderdeel van de concentratie ligt het anders. In Nederland is dit een onderwerp dat nauwelijks aandacht krijgt, terwijl het internationaal als een relevant fenomeen wordt gezien.

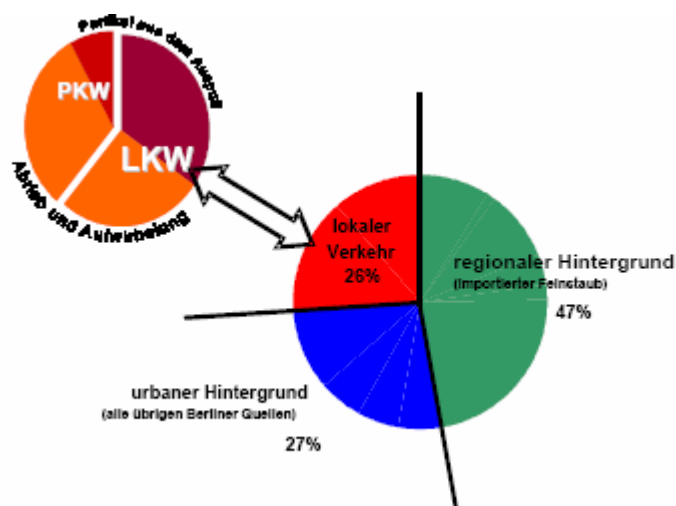
Voor de scope van dit artikel zijn de bijdragen ten gevolge van slijtage en de opwerveling van fijn stof het meest interessant, daarom wordt hierop dieper ingegaan.

De bijdrage van slijtage op de totale emissie van fijn stof door verkeer en vervoer wordt in Nederland geschat op tussen 15% en 30% (zie [2] en [11]). Hierin zit behalve de slijtage van wegdek, banden en remvoeringen ook de slijtage van railverkeer, bijvoorbeeld van de rails en de bovenleidingen. In tabel 1 wordt een overzicht gegeven hoe deze bijdrage zich verhoudt over een periode van 20 jaar. Wat opvalt is dat relatief de slijtage een groter aandeel aan de emissie gaat leveren, omdat met name de verbrandingsemissie van dieselmotoren naar 2010 fors zal afnemen.

Tabel 1: Emissie (in miljoen kg) van primair fijn stof van verkeer in Nederland [2]

	1990	1995	2000	2002	2003	2010
wegverkeer, verbrandingsemissie dieselveertuigen	14	10	8	7	6	6
wegverkeer verbrandingsemissie overige voertuigen	4	4	4	4	5	3
slijtage	3	3	3	3	3	4
overig verkeer	2	3	2	2	2	0
totaal verkeer	23	20	17	16	16	13

In figuur 3 blijkt voor een concrete straat in Berlijn dat meer dan 50% van het aandeel van lokaal verkeer op de fijn stof concentratie wordt veroorzaakt door slijtage en opwerveling.



Figuur 3: Voorbeeld van de verdeling van de bronnen voor fijn stof langs een drukke straat in de binnenstad van Berlijn, rechts de verdeling over achtergrond en lokaal verkeer, links voor het verkeer een verdeling over lichte (PKW) en zware (LKW) motorvoertuigen en over uitlaatgerelateerde (paars) en niet-uitlaatgerelateerde emissie (oranje) [12]

Afhankelijk van de bron van kan het fijn stof vanwege slijtage verdeeld worden in grotere en kleinere fracties. In tabel 2 is er verdeling gegeven van de totale emissie van het verkeer, dus ook railverkeer [7]. Het blijkt dat voor PM₁₀ de slijtage van remmen en het wegdek de belangrijkste bronnen zijn. Voor de kleinere fracties blijven alleen de remmen als belangrijke bron over.

Tabel 2: Verdeling van slijtage over verschillende bronnen en naar deeltjesgrootte in % [7] (TSP = Total Suspended Particulates)

	TSP	PM₁₀	PM_{2.5}
slijtage van remmen	5,6	48,6	92,2
slijtage van banden	29,4	15,3	0,0
slijtage van wegdek	62,8	27,9	0,0
slijtage van bovenleidingen	0,1	0,5	0,9
slijtage van rails	1,7	7,3	6,9
overige	0,5	0,4	0,0
totaal	100	100	100

In Nederland wordt nauwelijks aandacht gegeven aan de opwerveling van fijn stof als deel van de concentratie. Uit internationale onderzoeksrapporten en ervaringen blijkt daarentegen dat een aanzienlijk deel van het fijn stof in de lucht langs wegen juist bestaat uit de opwerveling van fijn stof [3, 5]. Dit kan lokaal tot hoge PM₁₀-concentraties leiden. Om verwarring in het spraakgebruik te voorkomen is het zinvol om te definiëren wat met opwerveling van fijn stof bedoeld wordt. De deeltjes die voor opwerveling zorgen zijn waarschijnlijk vooral afkomstig van bodemstof en daarnaast voor een deel uit de emissie van uitlaat en slijtage. De opwerveling van fijn stof is het deel van de concentratie dat niet verklaard kan worden uit de verbrandingsemissie, de emissie ten gevolge van slijtage van remmen en banden en de achtergrondconcentratie. De slijtage van het wegdek wordt meestal als onderdeel van de opwerveling beschouwd. Het aandeel van opwerveling op de concentratie in stedelijke omgeving kan oplopen tot circa 50%, zoals bijvoorbeeld blijkt uit modelberekeningen en metingen in Duitsland [6].

Internationaal zijn er diverse modellen beschikbaar, waarin de “niet-uitlaatgerelateerde” emissie beschreven wordt, zoals het Amerikaanse EPA-model, een Zweeds model (SMHI), een Noors model (VLUFT) en een model dat in Duitsland gebruik wordt en dat gebaseerd is op modificaties van het EPA-model.

De inzichten in de bijdragen van de verschillende niet-uitlaatgerelateerde bronnen zijn heel divers. De emissies ten gevolge van slijtage en opwerveling variëren van “in dezelfde orde van grootte als de uitlaatemissie” tot emissies die circa 10 keer zo hoog liggen. Belangrijke invloed op de opwerveling blijkt de toestand van de weg te hebben (onderhoudstoestand) en regen. Er zijn (nog) geen gerichte onderzoeken bekend naar het effect van het wegdektype op de opwerveling van fijn stof.

De verwachting is dat het wegdektype zeker van belang is, waarbij gedacht wordt aan het effect van de buffering van bijvoorbeeld poreuze wegdektypen ten aanzien van stofdeeltjes. Daarnaast speelt ook de onderhoudstoestand en het materiaal van het wegdek een rol: oudere “versleten” dichte wegdekken zouden bijvoorbeeld voor meer opwerveling kunnen zorgen.

Vergelijking van de emissiefactoren zoals die in Nederland gebruikt worden met buitenlandse emissiefactoren (bijvoorbeeld Duitsland) levert een aantal interessante gegevens op:

- in Nederland wordt wel het effect van slijtage in de emissie verwerkt, maar geen invloed van opwerveling;
- de emissiefactoren ten gevolge van verbranding liggen in Nederland veel hoger (bijna factor twee) dan bijvoorbeeld in het Duitse handboek voor emissiefactoren [19].

Het verdient aanbeveling om het aandeel “niet-uitlaatgerelateerde” emissie nog eens goed onder de loep te nemen, waarbij ook het aspect van opwerveling meegenomen wordt. Ter illustratie geeft tabel 3 een overzicht van emissiefactoren zoals die momenteel in Nederland gehanteerd worden voor fijn stof door slijtage van banden remmen en voertuigen. Deze factoren worden vergeleken met de (gemiddelde) emissiefactoren zoals die voor een bepaalde voertuigcategorie gebruikt wordt in het CAR-model voor snelwegsituaties. Het aandeel slijtage in de emissiefactoren blijkt voor snelwegsituaties in de orde van 25 tot 40% te liggen.

Tabel 3: Emissiefactoren in g/km zoals die in Nederland gehanteerd worden voor de slijtage van banden, remmen en wegdek [17, 18]

	personenauto	vrachtauto	autobus
slijtage emissie			
slijtage van banden	0,0046	0,0248	0,018
slijtage van remmen	0,008	0,043	0,031
slijtage van wegdek	0,0073	0,039	0,028
totaal slijtage	0,020	0,107	0,077
totale emissie voor snelwegsituatie			
emissiefactoren voor 2002	0,050	0,302	0,280

Aan de andere kant bestaat er ook in Nederland het besef dat voor het hoofdwegenet het aandeel van fijn stof door slijtage van banden, wegdekken en remmen in de toekomst fors zal toenemen. Voor de komende 10 jaar wordt een toename geschat van 40% naar circa 70%. Dit is een gevolg van het steeds schoner worden van de uitlaatmissie van de voertuigen, terwijl de bronnen ten gevolge van slijtage en/of de opwerveling ten gevolge van het verkeer door de toenemende verkeersintensiteiten verder toeneemt [4].

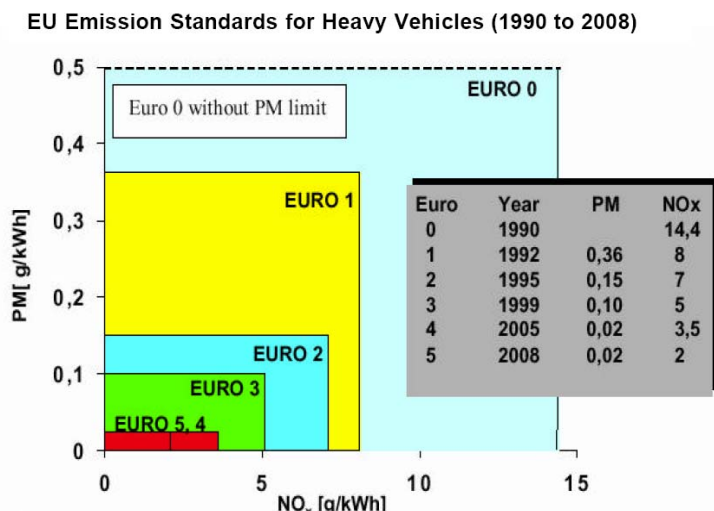
4. Maatregelen

In de afgelopen jaren zijn enorm veel maatregelen bedacht om de luchtkwaliteit te verbeteren. Onderscheid kan gemaakt worden tussen maatregelen die reductie opleveren in een groot gebied, bijvoorbeeld door het schoner maken van voertuigen en andere belangrijke bronnen en maatregelen die lokaal voor reductie kunnen zorgen. Bij de lokale maatregelen kan weer een verdeling gemaakt worden naar bronmaatregelen en maatregelen in de overdracht. Veel lokale bronmaatregelen zijn gebaseerd op beïnvloeding van het verkeer(sgedrag). Inmiddels zijn uitgebreide overzichten van mogelijkheden opgesteld en gepubliceerd, zoals bijvoorbeeld de CROW-publicaties Luchtkwaliteit en verkeer [8, 9].

Andere maatregelen zijn gericht op het verlagen van de emissie van de voertuigen zelf. Zo zijn als gevolg van Europese regelgeving verbrandingsmotoren van wegvoertuigen de laatste jaren aanzienlijk schoner geworden en de komende jaren mag nog een forse verbetering

verwacht worden. In 2005 is Euro 4 van kracht geworden voor nieuwe typen voertuigen. De afspraken over Euro 5 en Euro 6 liggen voor een deel al vast. Een voorbeeld van de verschillen in emissies tussen de euroklassen is weergegeven in figuur 4. Na invoering van deze normen zal de uitlaatgasemissie van voertuigen met dieselmotoren vergelijkbaar zijn met voertuigen met benzinemotor.

Bedacht moet worden dat dit maatregelen zijn die pas op de lange termijn effect hebben. Eenmaal verkochte voertuigen rijden immers nog vele jaren rond met “verouderde” technologie. Om het proces van vervanging door schone technologie te versnellen heeft de Nederlandse overheid in 2005 besloten om 800 miljoen euro uit te trekken voor extra maatregelen. Dit betreft onder andere subsidieregelingen voor nieuwe dieselpersonenauto’s en bestelwagens met roetfilter, de invoering van roetfilters op bestaande voertuigen, bouwmaschinen en binnenvaartschepen en voor voertuigen die voortijdig voldoen aan Euro 5. De Europese Commissie is bezig met een voorstel voor de invoering van Euro 5 als eis vanaf 2008. Becijferd is dat 10 jaar na de invoering dit een emissiereductie geeft voor fijn stof van 50% van de verbrandingsemis­sie. Aan Euro 5 kan met een roetfilter voldaan worden. Het toepassen van deze filters blijkt kosteneffectief te zijn: geschat is dat de schade als gevolg van de emissie €340 per kg emissie is, terwijl de kosten voor de roetfilters per kg emissiereductie geraamd zijn op €50 tot €250 [14].



Figuur 4: Toegestane uitlaatgasemissie voor zware vrachtwagens afhankelijk van euroklasse, horizontaal de emissiefactor voor NO_x, verticaal voor PM₁₀.

Tenslotte kan gekeken worden naar effecten en maatregelen die verband houden met de weg en de inrichting van de weg. Voor maatregelen bij de inrichting van de weg moet gedacht worden aan de rol van afscherming (bebouwing, geluidschermen, overkappingen) en bijvoorbeeld van groen rond de weg. Ook het wegdek en maatregelen aan het wegdek (nat reinigen, sproeien) kunnen van invloed zijn op de luchtkwaliteit. De maatregelen die verband houden met de weg krijgen momenteel minder aandacht, wellicht omdat de verwachtingen en mogelijkheden minder zijn. Ze krijgen o.a. wel aandacht in het Innovatieprogramma Lucht (IPL) en in een aantal Luchtkwaliteitplannen van gemeenten (Maastricht, Nijmegen, Utrecht)

Aan enkele aspecten waarbij een grote relatie met het wegdek zelf is, wordt in de volgende paragrafen aandacht gegeven: rolweerstand en luchtkwaliteit, band/wegdek slijtage, het reinigen van wegen en het vuil absorberend vermogen van poreuze wegdekken.

5. Band-wegdek en luchtkwaliteitmaatregelen

Rolweerstand en uitlaatemissie

Een voertuig heeft energie (in vorm van brandstof) nodig om de rijweerstand te overwinnen. In het algemeen geldt: hoe lager de weerstand des te lager het brandstofverbruik en des te lager de uitlaatgasemissie. Door allerlei niet-lineaire effecten vertaalt een reductie van de rolweerstand zich niet 1 op 1 door in een reductie van brandstofverbruik en emissie. In de praktijk blijkt deze verhouding ongeveer 25% te zijn (20% reductie van rolweerstand geeft circa 5% reductie in brandstofverbruik).

Met name in Duitsland is door de BASt (Bundes Anstalt für Strassenwesen) veel onderzoek gedaan naar het effect van wegdekken op de rolweerstand. Hierbij is met name gekeken naar het effect op een vrij rollende band. Er is een duidelijke relatie gevonden met de textuur van het wegdek: hoe ruwer het wegdek des te hoger de rolweerstand. Het verschil tussen het vlakste en het ruwste wegdek bedraagt meer dan 60%. Dit zou een verschil in brandstofverbruik van 15% kunnen geven.

Momenteel wordt er in Nederland veel onderzoek gedaan naar wegdekken met een fijnere textuur, zoals 2-laags ZOAB en dunne asfalt deklagen. Door de toplaag met kleinere stenen ontstaat een fijnere textuur ten opzichte van normaal ZOAB, waardoor ook een grotere geluidreductie wordt gerealiseerd. Op grond van de bovenstaande ervaringen wordt van 2-laags ZOAB ook een reductie van de rolweerstand verwacht. Wellicht is zelfs nog meer reductie te realiseren met de moderne geluidarme dunne deklagen, omdat hierbij het geluideffect een gevolg is van een nog fijnere textuur.

Een eenduidige meet- en beoordelingsmethode is momenteel nog niet beschikbaar, maar in samenwerking met de Technische Universiteit Gdansk, de BASt, DWW en M+P is in 2005 een vergelijkend onderzoek uitgevoerd naar verschillende meetsystemen. Daaruit blijkt dat het mogelijk is om de rolweerstand van een vrij rollende band betrouwbaar te meten. De veronderstelde relatie tussen deze rolweerstand en het energieverbruik kon echter nog niet meetkundig bevestigd worden. Het vermoeden bestaat dat additionele wegdekeigenschappen (spoorvorming, langgolvige onvlakheid en microslip onder invloed van aandrijfkrachten) het veronderstelde model gedeeltelijk verstoren.

Uit een recente bureaustudie van SenterNovem en VBW-asfalt blijkt dat er al wel kwalitatieve inzichten zijn in de relatie tussen de invloed van asfalt op het brandstofverbruik, maar dat kwantitatief onderzoek nodig is om het energiebesparingspotentieel van de toepassing van asfalt met een lage rolweerstand te concretiseren [1].

Slijtage van band en wegdek

Momenteel wordt zoals in paragraaf 3 beschreven een beperkt deel van de verkeersgebonden emissie van PM_{10} veroorzaakt door band- en wegdekslijtage. Doordat motoren steeds schoner worden, wordt het relatieve aandeel van slijtage steeds belangrijker. Scenarioberekeningen gaan uit van circa 70% bijdrage door slijtage in 2015 [4]. De slijtage van banden hangt samen met de micro/macrotuur van wegdekken: hoe geringer de textuurdiepte des te lager de slijtage. Hier moet echter een compromis gezocht worden met bijvoorbeeld de stroefheid en geluidemissie.

In de sfeer van maatregelen krijgt op dit moment het onderwerp slijtage betrekkelijk weinig aandacht. We doen de aanbeveling om voor dit onderwerp twee sporen op te zetten:

- het vergroten van inzicht in het aandeel van de slijtage op de totale emissie en de mechanismen die voor deze emissie een rol spelen;
- het stimuleren van de ontwikkeling van technologieën en producten (band, wegdek, remsystemen) die deze emissie kunnen reduceren.

Voor dit onderwerp is het van groot belang om de internationale context mee te laten spelen. In de eerste plaats omdat als het gaat over de inzichten in de emissieverhoudingen tussen de verbrandingsemissie en de emissie door slijtage en opwerveling er aanzienlijke verschillen zijn in de Nederlandse en internationale modellen. Daarnaast moet rekening gehouden worden met het feit dat de ontwikkeling van banden een internationale markt en industrie betreft. Tenslotte, aan banden en wegdekken worden meer eisen gesteld dan alleen aan het aspect van slijtage en brandstofverbruik. Oplossingen zullen dus altijd een integrale benadering vragen voor bijvoorbeeld fijn stof emissie, geluid, stroefheid, veiligheid en kosten.

Reinigen van het wegdek

In paragraaf 3 is aandacht gegeven aan de emissie vanwege slijtage en het aspect van opwerveling van stof in de nabijheid van wegen. Voor locaties waarbij dit een relevante bijdrage levert in de concentratie kan onderzocht worden of er gerichte maatregelen zijn die deze opwerveling tegengaan. Te denken valt aan:

- het frequent (nat) reinigen van het wegdek om te zorgen dat er weinig stof op en rond de weg aanwezig is;
- het nat maken en houden van het wegdek, zodat er minder opwerveling plaatsvindt;
- het sproeien (op geringe hoogte) boven het wegdek zodat en het wegdek nat gehouden wordt en de emissie “uitregent”.

Dergelijke maatregelen worden in Nederland steeds vaker voorgesteld, er is echter nog zeer weinig ervaring mee. Partijen die er mee bezig zijn, zijn o.a. het Innovatieprogramma Lucht en een aantal gemeenten, zoals Nijmegen en Utrecht.

Internationaal zijn dit maatregelen waar veel meer mee geëxperimenteerd wordt of die al gericht ingezet worden. Voorbeelden zijn Californië, Canada, Duitsland en Noorwegen. Figuur 5 geeft twee voorbeelden van voertuigen die voor het nat sproeien van het wegdek ingezet worden.



Figuur 5: Voorbeelden van voertuigen die ingezet worden in Duitsland (links) en Canada (rechts) voor het nat sproeien van het wegdek om de fijn stof concentratie te verlagen

Voor de Nederlandse situatie lijkt het zinvol om experimenten met deze maatregelen uit te voeren. Dit zal behalve inzicht via metingen in de effecten ook het inzicht in de bijdrage van slijtage en opwerveling op de fijn stof concentratie vergroeten.

Wegdek als buffer

Ook als de verontreinigende stoffen al zijn geproduceerd, kan het wegdek nog een rol spelen bij het voorkomen dat deze stoffen in het milieu terechtkomen en blijven. Twee ontwikkelingen kunnen genoemd worden: het gebruik van titaandioxide in het wegdek en het bufferen van fijn stof in poreuze wegdekken.

Er lopen al onderzoeken naar het effect van titaandioxide op NO_x als dit wordt verwerkt in het wegdek (bijvoorbeeld via straatstenen). Dit materiaal kan NO_x uit de uitlaatgassen omzetten in milieuvriendelijker nitraat. In Vlaardingen en Antwerpen zijn praktijkproeven met deze stenen ingezet, ook het IPL is er mee bezig [15]. De eerste onderzoeken in het laboratorium laten een forse NO_x -reductie zien [16].

Poreuze wegdekken zijn op zichzelf niet zuiverend, maar hebben de eigenschap dat vuil (roetdeeltjes, olie en vet) in de poriën ophoopt. Dit is een eigenschap die in het kader van verstopping van de poriën negatief beoordeeld wordt voor de geluidreducerende eigenschappen, maar in geval van maatregelen voor de luchtverontreiniging (en ook diffuse verontreiniging van de berm) is deze opvang-eigenschap juist positief. Door het wegdek regelmatig te reinigen worden de geaccumuleerde stoffen verwijderd en gecontroleerd afgevoerd en verwerkt. Daarnaast is er het voordeel dat de geluidreductie verbeterd wordt. Deze eigenschap voor de buffering van zware metalen en Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK) is bekend en wordt in de berekening van de emissie verwerkt. In 2002 is de emissie van zware metalen naar de bodem en het oppervlaktewater op autosnelwegen vanwege toepassing van ZOAB circa 45% lager dan het geval zou zijn geweest als op alle snelwegen dicht asfaltbeton zou zijn toegepast [17]. Voor de verschillen tussen poreuze wegdekken en DAB voor fijn stof is nauwelijks onderzoek gedaan.

In Nederland hebben we een traditie op het gebied van toepassen van poreuze deklagen. Nog steeds vinden ontwikkelingen plaats waarbij de wegdektypen verder geoptimaliseerd worden, zoals bij het Innovatieprogramma Geluid. Aanbevolen wordt om dit aspect bij de optimalisatie van wegdektypen meer aandacht te geven.

6. Conclusies

De luchtkwaliteit rond wegen kan een beperking opleveren voor de voortgang van infrastructurele en ruimtelijke ontwikkelingen. De fijn stof concentraties spelen daarbij een grote rol.

Veel aandacht krijgen momenteel de verbrandingsemissies van voertuigen en de maatregelen die op het gebied van beïnvloeding van de verkeerintensiteiten en het voertuiggedrag liggen. Deze aandacht is voor de kortere termijn terecht. Aan de andere kant blijkt dat het aandeel van fijn stof door slijtage van banden, wegdekken en remmen in de toekomst fors zal toenemen. Dit is een gevolg van het schoner worden van de verbrandingsmotoren en bijvoorbeeld het toepassen van roetfilters.

Er blijkt veel inzicht te zijn in de verbrandingsemissie van voertuigen, terwijl de kennis van de emissie van slijtage en opwerveling veel beperkter is. Echter voor de langere termijn en voor lokale situaties kunnen deze inzichten van grote betekenis zijn. Er is een directe relatie met onderwerpen als de rolweerstand van wegdekken, innovaties om de slijtage van banden,

remmen en wegdekken te verminderen en de mogelijkheden die het wegdek zelf heeft als maatregel voor de beperking van negatieve effecten op de luchtkwaliteit.

Aanbevolen wordt om naast het vergroten van het inzicht in de slijtagebronnen meer aandacht te geven aan maatregelen die de emissie ten gevolge van slijtage kan reduceren. Innovaties op het gebied van het wegdek en banden kunnen (en moeten) aansluiten bij lopende onderzoeken waarbij wegdekken en banden verder geoptimaliseerd worden voor de aspecten geluid en veiligheid.

7. Literatuur

- [1] Rolweerstand als mogelijk criterium bij de keuze voor het type asfalt, BECO-groep, december 2005
- [2] Fijn stof nader bekeken, Buijsman, E., Beck, J.P., van Bree, L., Cassee, F.R., Koelmeijer, R.B.A., Matthijsen, J., Thomas, R., Wieringa, K., MNP-rapport 500037008 , 2005
- [3] Schwebestaub in Österreich, Fachgrundlagen für eine kohärente österreichische Strategie zur Verminderung der Schwebestaubbelastung, Umweltbundesamt, bericht BE-277, Wenen, augustus 2005
- [4] Bron van inspiratie, De bijdragen van het snelwegverkeer aan de emissies en concentraties NO₂ en PM₁₀, L.J. Kortmann et al., CE-rapport05.4048.29, september 2005
- [5] Berechnung der KFZ-bedingten Feinstaubemissionen infolge Aufwirbelung und Abrieb für das Emissionskataster Sachsen, rapport Lohmeyer, project 2546, november 2004
- [6] Validierung von PM₁₀-immissionberechnungen im Nahbereich von Strassen und Quantifizierung der Feinstaubbildung von Strassen, I.Düring et al., Lohmeyer-rapport, juni 2001
- [7] Evaluatie van het reductiepotentieel voor fijn stofemissies (TSP, PM₁₀, PM_{2,5}) naar het compartiment lucht in een aantal sectoren in Vlaanderen, VITO, december 2003
- [8] Wegen naar een schonere lucht, Mogelijkheden voor verbetering van de luchtkwaliteit langs wegen, CROW-publicatie 218a, juni 2005
- [9] Maatregelen voor een schonere lucht, Mogelijkheden voor verbetering van de luchtkwaliteit langs wegen, CROW-publicatie 218a, juni 2005
- [10] Emissiefactoren wegverkeer in 2004 per bouwjaar en brandstofsoort, Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg/Heerlen, 2006
- [11] Milieu & natuurcompendium, Milieudruk doelgroep Verkeer en Vervoer, MNP, www.mnp.nl
- [12] Luftreinhalte- und Aktionsplan für Berlin 2005 - 2010, Berlijn, februari 2005

- [13] Emissiefactoren fijn stof wegverkeer, intern M+P-rapport, 2005
- [14] The impact of Euro 5: facts and figures, MNP-rapport, februari 2006
- [15] www.ipluchtkwaliteit.nl
- [16] Luchtzuivering door fotokatalyse: voorlopige resultaten van een IWT-gesteund VIS/CO-project bij het OCW, OCW Mededelingen nr. 65, december 2005
- [17] Methoden voor de berekening van de emissies door mobiele bronnen in Nederland, rapportagereeks Milieumonitor nr. 13, Taakgroep Verkeer en vervoer, februari 2004
- [18] Handleiding bij softwarepakket CAR II, versie 4.0, TNO-rapport, 2005
- [19] Handbook Emission Factors for Road Transport, UBA Berlijn, UBA Wenen, FOEFL Bern, 2004
- [20] Nieuwe inzichten in de omvang van de fijnstofproblematiek, MNP-rapport, 500093003/2006, maart 2006