

**CE**

**Oplossingen voor  
milieu, economie  
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: [ce@ce.nl](mailto:ce@ce.nl)

website: [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

## **Snelheid en milieu**

### **EINDNOTITIE**

#### **Notitie**

Delft, december 2004

Opgesteld door: L.C. (Eelco) den Boer  
J.P.L. (Joost) Vermeulen



## **1 Inleiding**

Naast effecten op de reistijd en doorstroming, die in het vorige hoofdstuk beschreven zijn, heeft de snelheid van voertuigen ook invloed op het milieu. In dit hoofdstuk beantwoorden we de vraag: "Wat zijn de milieueffecten van verschillende snelheden?"

Voertuigen veroorzaken enerzijds kooldioxide (CO<sub>2</sub>) emissies, die bijdragen aan de opwarming van het klimaat, anderzijds veroorzaken verkeersemissies ook luchtverontreiniging. Met name stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) en fijn stof (ook wel roet of PM) zijn daarbij tegenwoordig nog belangrijk, want deze stoffen tasten de gezondheid van mensen aan. Voor zowel CO<sub>2</sub> als de luchtverontreinigende stoffen geldt dat de omvang van de uitstoot samenhangt met de snelheid.

## **2 Vooral NO<sub>x</sub> en fijn stof zijn schadelijk voor de gezondheid**

Luchtverontreinigende emissies zijn schadelijk voor de menselijke gezondheid. Met name van fijn stof en NO<sub>2</sub> is bekend dat ze de menselijke gezondheid schade toebrengen. De overige voertuigemissies (onder andere SO<sub>2</sub>, HC en CO) vormen tegenwoordig geen groot probleem meer omdat de uitstoot van deze stoffen de afgelopen jaren fors is verminderd.

Fijn stof is een van de meest zorgwekkende luchtverontreinigende stoffen van dit moment. Het verkeer is de belangrijkste bron van fijn stof dat door de mens wordt voortgebracht. Op korte termijn kan fijn stof astma en bronchitis veroorzaken. Op de langere termijn kan deze stof leiden tot long-, hart- en vaatziekten (CE, 2002). NO<sub>2</sub> zelf is vermoedelijk niet erg schadelijk, maar vormt een belangrijke rol bij de vorming van fijn stof en ozon in de lucht. Ozon kan astma en allergische reacties verergeren en irritatie van de luchtwegen en vroegtijdige celschade veroorzaken. Als zodanig wordt NO<sub>2</sub> geassocieerd met gezondheidsschade en is het een goede indicator voor de luchtkwaliteit.

## **3 De invloed van snelheid op luchtverontreinigende emissies**

De relatie tussen snelheid en emissies is het laatste decennium complexer geworden. In het verleden hingen de luchtverontreinigende emissies van voertuigen primair samen met het brandstofverbruik. Sinds het begin van de jaren negentig is er echter Europese regelgeving die de emissies van voertuigen in fasen terugbrengt, de zogenaamde Euronormen. Deze Euronormen hebben geleid tot de introductie en verdere verbetering van de katalysator en soortgelijke systemen in voertuigen. Hierdoor zijn de verkeersemissies in de afgelopen 10 jaar flink gedaald.

Een neveneffect van deze ontwikkeling is dat de invloed van het brandstofverbruik op voertuigemissies is verminderd en andere factoren belangrijker zijn geworden, waaronder de rijomstandigheden en rijstijl van de bestuurder. Het is dus niet zozeer alleen de rijnsnelheid alsook de mate van dynamiek (versnellen en afremmen) die van invloed is op luchtverontreinigende emissies.

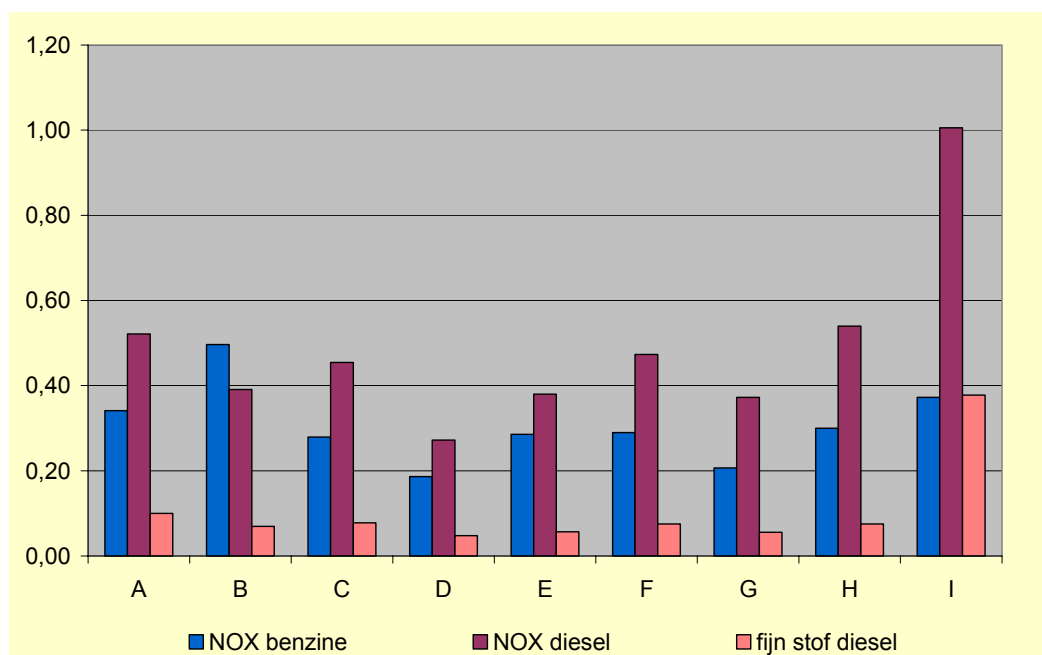
Een benzineauto is tegenwoordig standaard uitgevoerd met een driewegkatalysator. Deze werkt effectief, maar alleen bij een zeer specifieke verhouding tussen lucht en brandstof in de motor. Wanneer deze verhouding afwijkt, kunnen de emissies sterk toenemen. De optimale verhouding kan in veel situaties gerealiseerd worden, maar bij snelle belastingswisselingen (gaspedaalbewegingen) kan het regelsysteem van de katalysator niet snel genoeg bijregelen. Hierdoor zijn de emissies van moderne benzineauto's meer afhankelijk van dynamiekwisselingen dan van de gereden snelheid. Bij hoge snelheden, die gepaard gaan met hoge motortemperaturen, nemen de emissies om technische redenen echter ook toe.

Bij dieselmotoren is het toepassen van een driewegkatalysator technisch niet mogelijk. Tot nog toe zijn de mogelijkheden om de emissies van NO<sub>x</sub> en fijn stof op een andere manier te reduceren beperkt geweest, daarom zijn de emissienormen minder streng. De NO<sub>x</sub>-emissies van dieselmotoren zijn sterk afhankelijk van de belasting en temperatuur van de motor. We zien dus vooral bij hoge snelheden een relatief grote uitstoot. Doordat de driewegkatalysator ontbreekt, is een dieselveertuig wat minder gevoelig voor snelle belastingswisselingen bij lage snelheden dan een benzineauto.

De uitstoot van fijn stof, die karakteristiek is voor een dieselmotor, wordt veroorzaakt door een onvolledige verbranding in de motor. Dit gebeurt vooral bij hoge snelheden en bij snel optrekken waarbij plaatselijk zuurstoftekorten in de cilinders kunnen ontstaan.

In Figuur 1 laten we zien hoe de emissies samenhangen met de verschillende snelheidsprofielen voor een benzineauto met katalysator en een dieselauto. De verschillende snelheidsprofielen zijn gedefinieerd in box 1.

Figuur 1 Verband tussen snelheidsprofiel en emissies voor NO<sub>x</sub> en fijn stof (2002, g/km)



Bron: TNO, 2001; Taakgroep Verkeer, 2004 (bewerkt door CE).

### Box 1 Definitie verschillende afwikkelingsniveaus

Afwikkelingsniveau Definitie

- A Snelheid tussen 0 en 25 km/uur
- B Snelheid tussen 25 en 40 km/uur
- C Snelheid tussen 40 en 75 km/uur
- D Snelheid boven 70 km/uur, snelheidslimiet = 80 km/uur, strenge snelheidshandhaving.
- E Snelheid boven 75 km/uur, intensiteit boven 1000 voertuigen per strook per uur, snelheidslimiet = 100 km/uur
- F Snelheid boven 75 km/uur, intensiteit boven 1000 voertuigen per strook per uur, snelheidslimiet = 120 km/uur
- G Snelheid boven 75 km/uur, intensiteit onder 1000 voertuigen per strook per uur, snelheidslimiet = 100 km/uur
- H Snelheid boven 75 km/uur, intensiteit onder 1000 voertuigen per strook per uur, snelheidslimiet = 120 km/uur
- I Snelheid boven 120 km/uur, onafhankelijk van intensiteit

Opvallend is het komvormige verloop van de emissies: files en hoge snelheden gaan gepaard met hogere emissies. Ook blijkt uit Figuur 1 dat niet alleen de snelheid, maar ook het aantal voertuigen op de weg een rol speelt, wanneer we bijvoorbeeld de snelheidsprofielen E en G met elkaar vergelijken. Hogere voertuigintensiteiten zorgen ervoor dat bestuurders meer op elkaar moeten anticiperen, waardoor het verkeer minder gelijkmatig doorstroomt. De rijdynamiek neemt toe en daarmee de emissies.

Naast de bovengenoemde effecten laat de figuur ook zien dat de NOX-emissies van dieselauto's hoger zijn dan die voor benzineauto's, een gevolg van de minder strenge emissienormen.

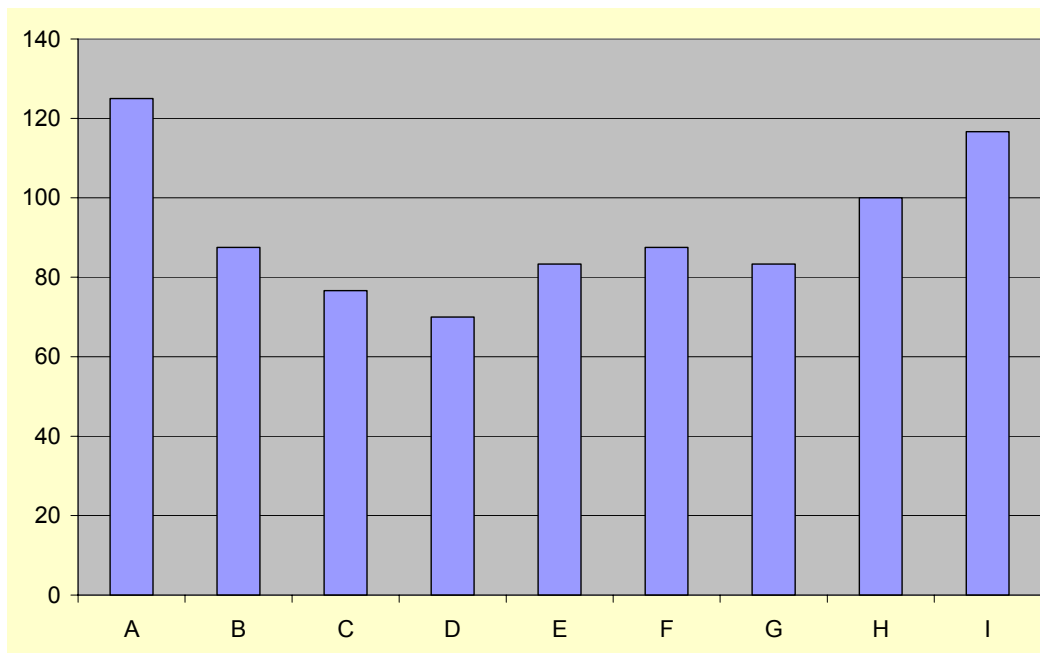
Net als bij de personenauto, lopen ook de NOX- en fijn stofemissies van vrachtauto's op bij fileverkeer. Er is dan immers per afgelegde kilometer relatief veel vermogen (brandstof) nodig om telkens op te trekken. Optrekken gaat gepaard met hoge temperaturen in de verbrandingsruimte en slechte menging van brandstof en lucht, waardoor emissies sterk toenemen. Gemiddeld zijn NOX- en fijn stofemissies van vrachtauto's in de file ongeveer twee maal zo hoog als in een situatie met vrije doorstroming.

## 4 De invloed van snelheid op CO<sub>2</sub>-emissies

CO<sub>2</sub>-emissies van voertuigen zijn niet schadelijk voor de menselijke gezondheid, maar dragen wel bij klimaatverandering. Bovendien is Nederland gebonden aan CO<sub>2</sub>-reductie vanwege de Kyoto-afspraken. Daarom staat CO<sub>2</sub>, naast de luchtverontreinigende emissies, beleidsmatig ook in de belangstelling. Anders dan bij de luchtverontreinigende stoffen bestaan er geen emissienormen voor CO<sub>2</sub>, maar de Europese Commissie en de autofabrikanten hebben wel een convenant gesloten voor de beperking van de CO<sub>2</sub>-emissies van personenauto's. Desondanks slaagt de verkeerssector er niet in de CO<sub>2</sub>-emissies te verlagen. Dit wordt veroorzaakt door het alsmaar toenemende verkeersvolume.

CO<sub>2</sub>-emissies hangen direct en evenredig samen met het brandstofverbruik. Ook voor deze emissies geldt dat ze tijdens sterke congestie en bij hoge snelheden toenemen. We laten dit zien in Figuur 2.

Figuur 2 Relatieve CO<sub>2</sub> emissies voor personenauto's (t.o.v. normale snelwegrit 110 km/h, categorie H)



Bron: TNO, 2001; Taakgroep Verkeer, 2004 (bewerkt door CE)

Het brandstofverbruik bij files en hoge snelheden neemt in vrijwel dezelfde mate toe bij auto's met een benzine- en een dieselmotor. Wel is het zo dat een dieselauto in absolute zin zuiniger is door het hogere motorrendement. Hierdoor is de CO<sub>2</sub>-uitstoot van dieselauto's dus gunstiger dan van vergelijkbare benzineauto's. Een nadeel van een dieselmotor is echter het hoge niveau van NO<sub>x</sub>- en fijn stofemissies ten opzichte van een benzineauto, zoals we al zagen in Figuur 1.

## 5 De milieueffecten van snelheidsbeperking en -verhoging

Door snelheidsbeperking zoals op de A13 bij Overschie nemen de verkeersemis-sies af, waardoor lokale luchtkwaliteitsproblemen verminderen. het "Overschie-regime" (niveau D in Figuur 1) bestaat uit een snelheidsreductie naar 80 km/h met strenge handhaving door middel van trajectcontrole. Hierdoor gaat de rij-snelheid omlaag, worden snelheidverschillen grotendeels opgeheven en wordt het verkeersbeeld rustiger (minder dynamiek). Hierdoor kan ook filevorming ge-deeltelijk voorkomen worden.

De effecten verschillen echter per locatie, ze zijn het grootst op plaatsen waar veel dynamiek in de doorstroming aanwezig is, veel files staan (zie Figuur 1) en het aandeel vrachtverkeer hoog is. De emissies van vrachtauto's per kilometer zijn namelijk een stuk hoger dan van personenauto's. Het voorkomen dat vracht-wagens in de file rijden levert dus relatief veel milieuwinst op.

Bij een verhoging van de maximumsnelheid nemen de emissies en het brand-stofverbruik van het verkeer sterk toe (zie Figuur 2). Dat laatste komt doordat de luchtweerstand met de derde macht van de snelheid toeneemt. Door het hogere brandstofverbruik nemen ook de CO<sub>2</sub>-emissies sterk toe. Een rustige en gelijk-

matige doorstroming bij ca. 80 km/uur, zoals bij het Overschie-regime, zorgt voor de laagste CO<sub>2</sub>-uitstoot per kilometer. Auto's houden ook de luchtverontreinigende emissies niet onder controle bij hoge snelheden (vergelijk de niveaus G, I en H in Figuur 1). Wederom leidt een gelijkmatige doorstroming bij ca. 80 km/uur tot de laagste emissies.

## **6 Wat kan er naast snelheidsregimes gedaan worden om emissies te beperken?**

Naast de mogelijkheden om lokaal emissies te beperken, is generiek beleid bij de bron het meest effectief om de verkeersemissies te verminderen. Hierbij zijn de belangrijkste mogelijkheden regulering en prijsbeleid. Een belangrijk voorbeeld van regulering is het al genoemde stelsel van Europese emissienormen die elke 4 tot 5 jaar worden aangescherpt. Ook (steeds strengere) normen voor samenstelling van brandstoffen hebben in het recente verleden succes gehad. Zo is het zwavelgehalte van autobrandstoffen sterk verlaagd waardoor de SO<sub>2</sub>-emissies zijn afgenomen en de weg is vrijgemaakt voor geavanceerde katalysatoren die geen zwavel verdragen.

Met prijsbeleid kunnen financiële prikkels worden gegeven om de milieuprestatie van het verkeer te verbeteren. Een voorbeeld hiervan is de Duitse kilometerheffing voor zware vrachtauto's, waarbij de tarieven afhankelijk zijn van de emissieklasse van het voertuig. Op deze wijze betalen relatief schone voertuigen per kilometer een lager tarief, waardoor het interessant wordt om met een schoon voertuig te rijden. Prijsbeleid kan op deze wijze het bronbeleid (regulering) flankeren.

Generiek beleid om verkeersemissies te verminderen wordt steeds meer door Europa bepaald. Waar nodig kan dit echter op lokaal niveau aangevuld worden met maatregelen als het Overschie-regime. Maar ook maatregelen als schermplaatsing, het installeren van roetfilters op bussen en het weren van 'vuile' voertuigen in de stad kunnen worden toegepast om de lokale luchtkwaliteit te verbeteren (Infomil, 2004).

### **Literatuur**

TNO, 2001

*Emissies en files – bepalen van emissiefactoren, eindrapportage fase 2*

Taakgroep Verkeer, 2004

*Emissiegegevens Nederlandse voertuigen (2002)*

CE, 2002

*De effecten van verkeersuitstoot en –geluid op de volksgezondheid – een beknopt overzicht en opties voor beleid, december 2002.*

Infomil, 2004

*Maatregelen voor schone lucht – Praktische informatie voor provincies en gemeenten, augustus 2004.*