

**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

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

## **Top tien voor een betere luchtkwaliteit**

Indicatie van effecten

### **Rapport**

Delft, mei 2005

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



# Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

J.P.L. (Joost) Vermeulen, L.C. (Eelco) den Boer,  
Top tien voor een betere luchtkwaliteit  
Indicatie van effecten  
Delft, CE, 2005

Verkeer / Emissie / Luchtkwaliteit / Maximaal aanvaardbare concentratie /  
Grenswaarde / Maatregelen / Effecten

Publicatienummer: 05.4987.10

Alle CE-publicaties zijn verkrijgbaar via [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

Opdrachtgever Stichting Natuur en Milieu en het netwerk van de twaalf provincia-  
le Milieufederaties  
Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Joost Vermeu-  
len

© copyright, CE, Delft

## **CE**

### **Oplossingen voor milieu, economie en technologie**

CE is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.

## **CE-Transform**

### **Visies voor duurzame verandering**

CE-Transform, een business unit van CE, adviseert en begeleidt bedrijven en overheden bij veranderingen gericht op duurzame ontwikkeling.

De meest actuele informatie van CE is te vinden op de website: [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

Dit rapport is gedrukt op 100% kringlooppapier.

# Voorwoord

Voor u ligt een beknopt rapport waarin CE de effecten op emissies en concentraties van fijn stof ( $PM_{10}$ ) en stikstofdioxide ( $NO_2$ ) beschrijft van een tiental maatregelen ('Top 10') die de Stichting Natuur en Milieu en het netwerk van de twaalf provinciale Milieufederaties hebben aangedragen ter verbetering van de luchtkwaliteit.

Deze Top 10 bevat maatregelen die effectief zijn om de gezondheidseffecten van luchtverontreiniging te verminderen én die op korte termijn toegepast kunnen worden. Bij de selectie van de maatregelen is daarom gekeken naar de verwachte effectiviteit, de kosten, de termijn waarop de maatregel kan worden ingevoerd en effectief is én de haalbaarheid van de maatregel.

De maatregelen richten zich vooral op het meest gezondheidsschadelijke deel van de luchtverontreiniging; de fijn stof deeltjes afkomstig uit verbrandingsprocessen.

Verder zetten de maatregelen in op een gecombineerde aanpak van enerzijds lokale knelpunten en anderzijds de achtergrondconcentraties (van stedelijk tot Europees). Voor de gezondheid zijn immers zowel de lokale normoverschrijdingen als ook de deken van luchtverontreiniging boven Nederland van belang. Dit komt omdat wetenschappelijke onderzoek uitwijst dat ook onder deze normen gezondheidsschade optreedt.

Het zwaartepunt van de maatregelen ligt bij het wegverkeer en dan vooral bij de bestaande dieselveertuigen. Maar ook andere belangrijke bronnen zoals de scheepvaart en industriële emissies spelen een belangrijke rol. Verder richt de lijst zich op maatregelen die in Nederland kunnen worden genomen. Hiermee zijn de maatregelen aanvullend op de aanscherping van het Europese bronbeleid en een versnelde implementatie hiervan. Sommige maatregelen liggen hierbij duidelijk op het bordje van het rijk, anderen meer bij gemeenten of provincies.

De effectinschatting in dit rapport laat zien dat de toepassing van deze 10 maatregelen een belangrijke verbetering oplevert voor de meest gezondheidsschadelijke fractie van de luchtverontreiniging. De exacte effectiviteit van maatregelen kan variëren door de specifieke locale setting. Bovendien grijpen de maatregelen op verschillende schaalniveaus en probleemorzaken aan. Deze studie kan dus niet worden gebruikt om de maatregelen onderling te vergelijken en de meest effectieve er onderling uit te zoeken.

Deze rapportage is binnen een zeer beperkte tijd en budget tot stand gekomen. Dit heeft belangrijke beperkingen gesteld. De onderbouwing van de effectschattingen is daarom volledig gebaseerd op bestaande studies en bestaand materiaal. Bovendien kan deze studie daardoor ook niet uitputtend zijn in compleetheid. Ondanks deze randvoorwaarden is CE er in geslaagd om een betrouwbaar inzicht in de effectiviteit van de door ons voorgestelde maatregelen te geven. Hiermee biedt deze studie een goede basis voor de activiteiten van Stichting Na-

tuur en Milieu en het Netwerk van de Provinciale milieufederaties in het maatschappelijke debat over maatregelen om de luchtkwaliteit te verbeteren.

Volkert Vintges

Voorzitter van het netwerk van de 12 Provinciale milieufederaties en Stichting Natuur en Milieu

# Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel van deze studie en afbakening	1
1.3	Startpunt: voertuigemissies en lokale luchtkwaliteit	2
2	Effectiviteit per maatregel	5
2.1	Toepassen van roetfilters op nieuwe en bestaande dieselauto's	5
2.1.1	Omschrijving	5
2.1.2	Effect op emissies	5
2.1.3	Effect op luchtkwaliteit	5
2.2	Verlaging van de maximumsnelheid naar 80 km/uur	7
2.2.1	Omschrijving	7
2.2.2	Effect op emissies	7
2.2.3	Effect op luchtkwaliteit	7
2.3	Toegangsverbod voor vuile vrachtauto's in steden	9
2.3.1	Omschrijving	9
2.3.2	Effect op emissies	9
2.3.3	Effect op luchtkwaliteit	9
2.4	Prijsbeleid voor het wegverkeer	11
2.4.1	Omschrijving	11
2.4.2	Effect op emissies	11
2.4.3	Effect op luchtkwaliteit	12
2.5	Stimulering van schone scheepvaart	15
2.5.1	Omschrijving	15
2.5.2	Effect op emissies	15
2.5.3	Effect op luchtkwaliteit	16
2.6	Doe meer op de fiets	19
2.6.1	Omschrijving	19
2.6.2	Effect op emissies	19
2.6.3	Effect op luchtkwaliteit	20
2.7	Schone bussen en een schoon eigen wagenpark	21
2.7.1	Omschrijving	21
2.7.2	Effect op emissies	21
2.7.3	Effect op luchtkwaliteit	21
2.8	Toepassing van LARGAS bij stadsverkeer	23
2.8.1	Omschrijving	23
2.8.2	Effect op emissies	23
2.8.3	Effect op luchtkwaliteit	23
2.9	Aanscherping en handhaving van vergunningen bij grote industriële bronnen	25
2.9.1	Omschrijving	25
2.9.2	Effect op emissies	25
2.9.3	Effect op luchtkwaliteit	25

3	Overzicht	27
	3.1 In een oogopslag	27
	3.2 Tot slot	29
	Referenties	31

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Op dit moment staat de luchtkwaliteit in ons land erg in de belangstelling. Door recente uitspraken van de Raad van State over de interpretatie van de Europese luchtkwaliteitsnormen, zijn allerlei bouw- en infrastructuurplannen onder druk komen te staan. Bij de diverse overheden is men naarstig op zoek naar oplossingen, maar vaak weet men niet waar te beginnen en wacht men op elkaar.

Vanuit bewoners en milieuorganisaties klinkt steeds luider de roep om de luchtkwaliteitsproblemen snel en effectief aan te pakken en zodoende de gezondheid van blootgestelden te verbeteren. De Stichting Natuur en Milieu en het netwerk van de twaalf provinciale Milieufederaties willen actief bijdragen aan het vinden en snel implementeren van effectieve maatregelen. Daartoe heeft zij een lijst van 10 maatregelen opgesteld die effectief zijn en snel te implementeren, waarbij de aandacht zich primair richt op het terugdringen van emissies en concentraties van fijn stof (PM<sub>10</sub>) dat het meest schadelijk is voor de gezondheid.

Deze lijst van maatregelen wil de Stichting Natuur en Milieu en het netwerk van de twaalf provinciale Milieufederaties onder de aandacht brengen bij de verantwoordelijke overheden. Om met een solide verhaal te komen heeft men aan CE gevraagd de effectiviteit van negen van deze maatregelen verder te onderbouwen.

## 1.2 Doel van deze studie en afbakening

Het doel van de studie is het onderbouwen van de effectiviteit op de emissies en op de luchtkwaliteit van de door de Stichting Natuur en Milieu en het netwerk van de twaalf provinciale Milieufederaties voorgestelde maatregelen:

- 1 Toepassen van roetfilters op nieuwe en bestaande dieselauto's.
- 2 Verlaging van de maximumsnelheid naar 80 km/uur.
- 3 Toegangsverbod voor vuile vrachtauto's in steden.
- 4 Prijsbeleid voor het wegverkeer.
- 5 Stimulering van schone scheepvaart.
- 6 Doe meer op de fiets.
- 7 Schone bussen en een schoon eigen wagenpark.
- 8 Toepassing van LARGAS<sup>1</sup> op stadsverkeer.
- 9 Aanscherping en handhaving van vergunningen bij grote industriële bronnen.
- 10 Invoeren van een luchtkwaliteittoets bij plannen.

Van de bovengenoemde tien maatregelen laten we de laatste (invoeren van een luchtkwaliteittoets) in dit rapport buiten beschouwing omdat voor deze maatregel geen direct effect op emissies en luchtkwaliteit is te bepalen.

---

<sup>1</sup> LARGAS: LAngzaam Rijden Gaat Sneller, een instrument ontwikkeld door SenterNovem om de doorstroming van het verkeer te verbeteren, met een verhoogde omgevingskwaliteit (veiligheid en emissies).

### 1.3 Startpunt: voertuigemissies en lokale luchtkwaliteit

Voordat we ingaan op de effecten van verschillende maatregelen op de emissies van het wegverkeer en de effecten op de lokale luchtkwaliteit, geven we eerst een indruk van de omvang van de emissies door het wegverkeer en illustreren we het begrip luchtkwaliteit. Deze gegevens zullen we gebruiken om het effect van de maatregelen in perspectief te kunnen plaatsen.

In Tabel 1 zijn de emissies die in 2003 zijn gerealiseerd, evenals de emissies die voorzien worden voor het jaar 2010 samengevat. We zien dat tussen 2003 en 2010 de emissies door het wegverkeer afnemen, ondanks de voorziene groei van het volume van het wegverkeer. Dit is te danken aan het effect van generiek EU-beleid dat steeds strengere emissienormen voor voertuigen voorschrijft.

Tabel 1 Emissies door wegverkeer in 2003 en 2010

	2003		2010	
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>
Personenauto	55,9	2,7	31	2,3
Bestelauto	20,5	2,3	10	0,8
Vrachtauto	74,2	2,0	56	1,0
Autobus	7,2	0,2	4	0,1
Speciaal voertuig	4,7	0,2	3	0,1
Motorfiets			1	0,2
<i>Totaal</i>	<i>162,5</i>	<i>7,4</i>	<i>105</i>	<i>4,6</i>

Bron: CBS, 2003 en Hoen [2003], pers. comm.

De luchtkwaliteit verschilt sterk van plaats tot plaats. De bijdragen van verkeer, industrie, buitenland en overige bronnen kan per locatie flink verschillen. Wat betreft de bijdragen van de verschillende wegvoertuigen aan de concentraties langs de wegen bestaat er enig inzicht (zie o.a. [RIVM, 2005]).

Wat echter tot nu toe ontbreekt, is een inzicht in de bijdragen van de verschillende milieuklassen (Euro-3, etc.) voor elk voertuigtype. In een CE-studie uit 2003 is getracht deze bijdrage in te schatten voor de situatie in 2010 als de NO<sub>2</sub>-normen ingaan en die voor PM<sub>10</sub> worden aangescherpt [CE, 2003]. Dit is gedaan voor een voorbeeldknelpunt, dat representatief is voor een knelpunt langs de snelweg in de randstad<sup>2</sup>. We zullen deze inschatting gebruiken om de effecten van maatregelen die aangrijpen op de milieuklasse van een voertuig te bepalen. De opbouw van de concentratie op dit voorbeeldknelpunt is weergegeven in Tabel 2.

<sup>2</sup> De situatie bij luchtkwaliteitsknelpunten in de stad kan sterk afwijken van dit voorbeeldknelpunt door bijvoorbeeld de dichtere bebouwing (streetcanyons). Verder is het aandeel van bestelauto's in steden in het algemeen hoger en het aandeel van vrachtverkeer lager.





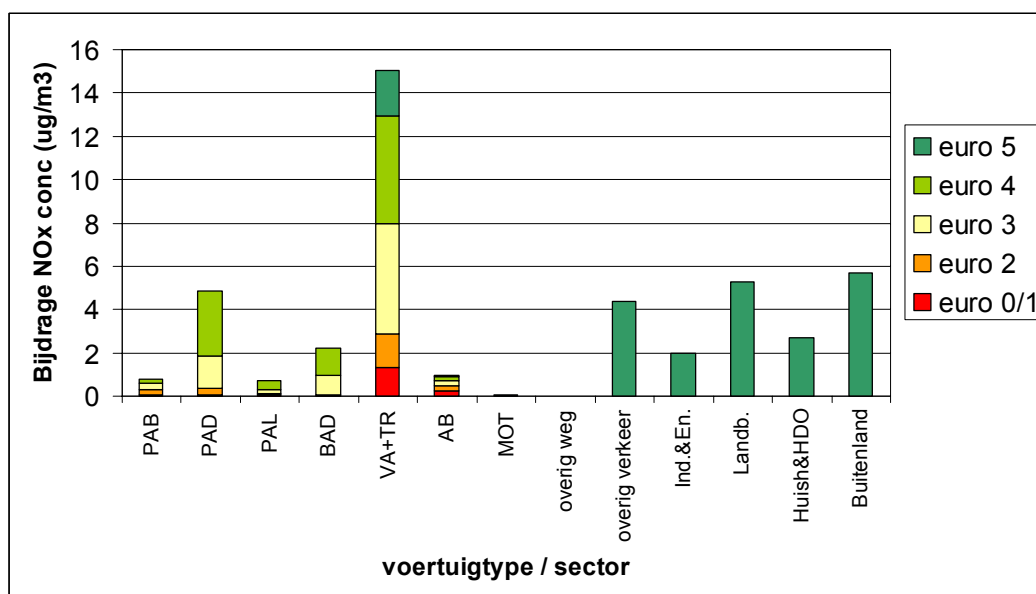
Tabel 2 Luchtkwaliteit bij het voorbeeldknelpunt langs de snelweg

Eigenschappen van het voorbeeldknelpunt	Concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
Achtergrondconcentratie (incl. verkeer alle wegtypen)	30	29
Lokale bijdrage van snelwegverkeer ter plekke	15	3
<i>Totale concentratie op knelpunt (50 m vanaf de weg-as)</i>	<i>45</i>	<i>32</i>
Grenswaarde Richtlijn 1999/30/EG voor 2010	40	20 (indicatief)
Overschrijding van de grenswaarde	5	12

Bron: [CE, 2003]

De bijdrage aan de totale NO<sub>x</sub>- en PM<sub>10</sub>-concentratie van het wegverkeer in 2010 op het voorbeeldknelpunt is uitgesplitst naar voertuigtype en Euroklasse en afgebeeld in Figuur 1 voor NO<sub>x</sub> en Figuur 2 voor PM<sub>10</sub>. De totale concentratie bestaat uit de bijdragen van het snelwegverkeer ter plekke en de bijdragen van de achtergrondconcentratie achtergrondbronnen (waarin ook de bijdragen van alle binnenlands wegverkeer op alle wegtypen en overig verkeer zoals scheepvaart e.d.).

Figuur 1 Bijdragen van wegverkeer aan de totale concentratie van NO<sub>2</sub> op het voorbeeldknelpunt (voor 2010, in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

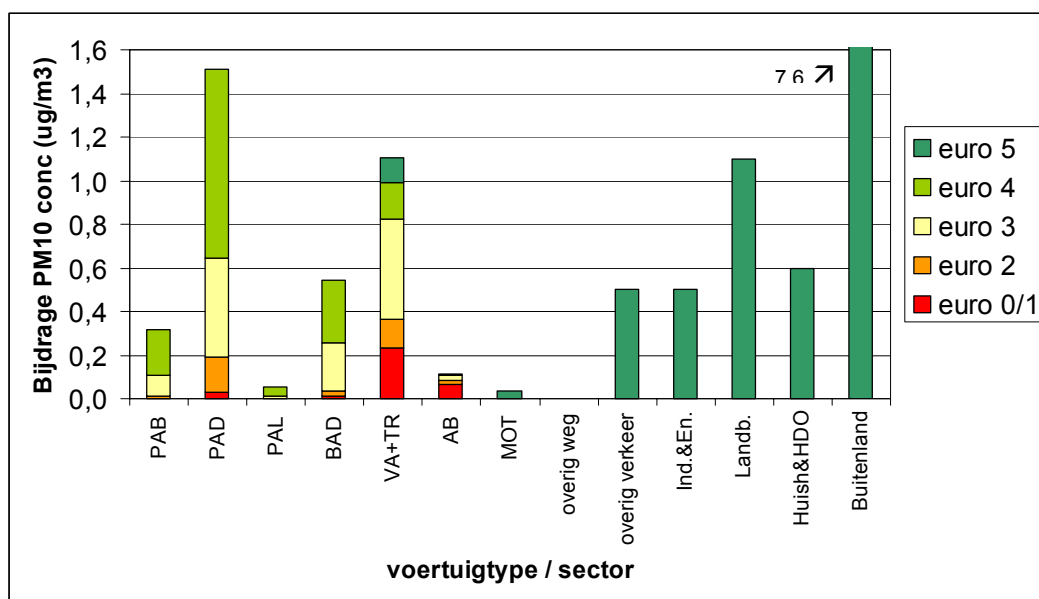


Legenda:

PAB = personenauto op benzine; PAD = personenauto op diesel; PAL = personenauto op LPG; BAD = bestelauto op diesel; VA = vrachtauto; TR = trekker; AB = autobus; MOT = motor; Ind. & En. = industrie en energievoorziening; landb. = landbouw; Huish. & HDO = huishoudens en Handel, diensten en overheid.

Bron: [CE, 2003]

Figuur 2 Bijdragen van wegverkeer aan de totale concentratie van PM<sub>10</sub> op het voorbeeldknelpunt (voor 2010, in µg/m<sup>3</sup>)



Legenda:

PAB = personenauto op benzine; PAD = personenauto op diesel; PAL = personenauto op LPG; BAD = bestelauto op diesel; VA = vrachtauto; TR = trekker; AB = autobus; MOT = motor; Ind.& En. = industrie en energievoorziening; landb. = landbouw; Huish.& HDO = huishoudens en Handel, diensten en overheid.

Bron: [CE, 2003]

Uit de bovenstaande Figuur 2 blijkt dat de bijdrage van het verkeer in de totale PM<sub>10</sub>-concentratie op het voorbeeldknelpunt relatief beperkt is. Het is hoogstwaarschijnlijk wel zo dat PM<sub>10</sub>-emissies van verbrandingsmotoren door hun geringe afmetingen en chemische samenstelling de grootste gezondheidschade veroorzaken.



## 2 Effectiviteit per maatregel

### 2.1 Toepassen van roetfilters op nieuwe en bestaande dieselauto's

#### 2.1.1 Omschrijving

De maatregel omvat het plaatsen van roetfilters op bussen, vrachtauto's en personenauto's, die voorzien zijn van een dieselmotor. Hierbij gaat het om zowel nieuwe als bestaande voertuigen<sup>3</sup>. Met behulp van een stimuleringsregeling van de rijksoverheid kunnen voertuigen worden voorzien van een roetfilter. De maatregel heeft geen invloed op de NO<sub>x</sub>-emissies.

#### 2.1.2 Effect op emissies

Op voertuigniveau kunnen de emissies van dieselvoertuigen met 90% afnemen als een roetfilter wordt geïnstalleerd. Uit een groot aantal testen (o.a. onlangs door de ANWB) is dit al gebleken. Het park aan dieselvoertuigen kan worden voorzien van roetfilters door middel van stimuleringsbeleid van de nationale overheid. De penetratiegraad van roetfilters hangt af van de vormgeving van de betreffende stimuleringsregeling. In deze studie geven we alleen een indicatie van de effecten van een dergelijke regeling bij verschillende mate van penetratie in het wagenpark. In Tabel 3 geven we de PM<sub>10</sub>-reductie weer voor verschillende scenario's weer.

Tabel 3 PM<sub>10</sub>-emissiereductie door roetfilters in dieselvoertuigen (2010)

Penetratiegraad	20%	50%	80%
PM <sub>10</sub> -emissiereductie (kton)	0,7	1,9	3
Reductie als percentage van emissies totale wegverkeer	15%	40%	65%

#### 2.1.3 Effect op luchtkwaliteit

Het effect op de luchtkwaliteit berekenen we aan de hand van het voorbeeldknoop punt. Door het installeren van roetfilters neemt de verkeersbijdrage in de concentratie van PM<sub>10</sub> met eenzelfde percentage af als de verkeersemissies. In Tabel 4 vatten we de afname van totale PM<sub>10</sub>-concentratie samen. We zien dat bij een hoge penetratiegraad van roetfilters de verkeersbijdrage in de concentratie van fijn stof met bijna 2 µg/m<sup>3</sup> omlaag kan. Op stedelijke aders, waar de bijdrage van het verkeer in de PM<sub>10</sub>-concentratie hoger is [Haskoning, 2004], is ook de concentratiereductie hoger. Deze kan oplopen tot ongeveer 5 µg/m<sup>3</sup> op de drukste punten.

<sup>3</sup> We nemen hierbij aan dat toepassing bij bestaande voertuigen ('retrofit') technisch mogelijk is. Op dit punt bestaat onder deskundigen op dit moment nog geen overeenstemming.

Tabel 4 PM<sub>10</sub>-concentratiereductie door roetfilters in dieselloertuigen op voorbeeldknelpunt (2010)

Penetratiegraad	20%	50%	80%
Reductie van concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,5	1,2	1,9



## **2.2 Verlaging van de maximumsnelheid naar 80 km/uur**

### **2.2.1 Omschrijving**

De maatregel omvat een snelheidsreductie naar 80 km/h op de stedelijke ringwegen in de randstad (200 km) en geschikte provinciale en gemeentelijke wegen. Hierbij is strikte handhaving (bijvoorbeeld door trajectcontrole) een belangrijke randvoorwaarde.

### **2.2.2 Effect op emissies**

De voertuigemissies hangen slechts in beperkte mate af van de gereden snelheid. Alleen bij snelheden boven de 120 km/h nemen de emissies sterk toe. Onder die snelheid ontstaan emissies vooral bij verkeerssituaties met een grote mate van dynamiek (snelheidswisselingen), zoals in files<sup>4</sup> [CE, 2004]. Het grootste effect van de maatregel is daarom te verwachten door het verlagen van de dynamiek van het verkeer.

Door de snelheid van voertuigen te reduceren op drukke snelwegen stroomt het verkeer gelijkmatiger door en ontstaan minder (snel) files. Dit heeft een positief effect op de emissies. Vooral bij vrachtauto's speelt dit een grote rol. Op dit moment is de maatregel van kracht bij het Kleinpolderplein bij Rotterdam-Overschie. Op nog vijf drukke wegvakken wordt invoering van deze maatregel inmiddels voorbereid.

De emissiereductie als gevolg van de maatregel hangt dus af van het aandeel vrachtverkeer, het verkeersbeeld en de aanwezige files bij invoering van de maatregel. In een studie van Goudappel Coffeng, KEMA en CE uit 2004 is berekend dat het effect van de snelheidsreductie voor PM<sub>10</sub> ruwweg ligt tussen 9 en 40%. Voor NO<sub>x</sub> is de emissiereductie 8 tot 19%. [Goudappel/KEMA/CE, 2004]. Voor de ringwegen rond Rotterdam en Amsterdam ligt het effect in de buurt van de ondergrens, voor Utrecht hoger.

Het effect van het toepassen van de maatregel op 200 kilometer stedelijke ringweg op de landelijke verkeersemissies is relatief beperkt, naar schatting rond 2 kton NO<sub>x</sub> en 0,1 kton PM<sub>10</sub>. Dit komt overeen met een reductie van de huidige emissies door het wegverkeer met ca. 1,5% voor zowel NO<sub>x</sub> als PM<sub>10</sub>.

### **2.2.3 Effect op luchtkwaliteit**

De maatregel heeft op wegvakken met een hoge intensiteit en een hoog aandeel vrachtverkeer het grootste effect op de luchtkwaliteit. Op wegvakken die vergelijkbaar zijn met de A13 ter hoogte van Rotterdam-Overschie kan de absolute NO<sub>2</sub>-concentratie met ongeveer 5% verlaagd worden. Dit komt overeen met ca.

---

<sup>4</sup> De emissies nemen sterk toe in de file omdat snel optrekken en afremmen gepaard gaat met hoge emissies. Bij hoge snelheden nemen de emissies toe om technische redenen. Een algemene snelheidsverhoging op het snelwegennet heeft dus negatieve effecten op de emissies, omdat de katalysatoren in benzineauto's dan niet gegarandeerd werken en ook dieselauto's meer vervuilende stoffen uitstoten.

2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Op plaatsen die niet zo filegevoelig zijn en waar het aandeel vrachtverkeer laag is, is het effect geringer, ongeveer 1 tot 2%.

De effecten op de absolute  $\text{PM}_{10}$ -concentratie zijn gering. Dit komt doordat de verkeersbijdrage van  $\text{PM}_{10}$  in de totale concentratie kleiner is dan bij  $\text{NO}_2$ . De effecten van de snelheidsmaatregel op de  $\text{PM}_{10}$ -concentratie zijn veelal kleiner dan 1%, wat overeenkomt met minder dan 0,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [Goudappel/KEMA/CE, 2004].



## **2.3 Toegangsverbod voor vuile vrachtauto's in steden**

### **2.3.1 Omschrijving**

De maatregel omvat het invoeren van een 'groene zone' in de grote steden. Vrachtauto's die ouder zijn dan een bepaald bouwjaar mogen de (binnen)stad niet meer in. Aangezien nieuwe(re) vrachtauto's voorzien zijn van schonere motoren, stoten deze minder emissies uit. Zodoende kan deze maatregel een positief effect hebben op de lokale luchtkwaliteit.

### **2.3.2 Effect op emissies**

Om een indruk te krijgen van de effecten, wordt gebruik gemaakt van de ervaringen in Stockholm en Amsterdam [Novem, 2002]. In Stockholm geldt sinds 1996 een milieuzone waar pre-Euro-1 vrachtauto's niet mogen rijden. Uit metingen blijkt dat de NO<sub>x</sub>-emissies in het gebied met 2% zijn afgenomen. De PM<sub>0,2</sub> emissies zijn in Stockholm afgenomen met circa 10%.

De Amsterdamse binnenstad is sinds 1-1-2003 gesloten voor vrachtauto's boven de 7,5 ton die niet aan de Euro-2 eis voldoen. Dit leidt in 2010 tot een PM<sub>10</sub>-emissiereductie van circa 25%. Als vanaf 2006 verbod ook zal gelden voor Euro-3 voertuigen, zal de maatregel in 2010 leiden tot een emissiereductie van PM<sub>10</sub> met circa 40%<sup>5</sup>.

Wanneer, zoals hier wordt voorgesteld, in een groot aantal steden een dergelijke maatregel wordt ingevoerd geeft dit een prikkel om het vrachtautopark schoner te maken (door bijvoorbeeld de aanschaf van nieuwe, schonere voertuigen of het uitrusten van bestaande voertuigen met roetfilters). Indien slechts enkele steden toegangseisen stellen, zullen de effecten op de totale verkeersemissies gering zijn doordat de vervoerders dan met logistieke maatregelen kunnen volstaan: de vuile vrachtauto's uit hun wagenpark worden niet vervangen, maar in steden ingezet die geen emissie-eisen stellen aan de voertuigen.

### **2.3.3 Effect op luchtkwaliteit**

In Stockholm heeft de milieuzonering ertoe geleid dat de NO<sub>2</sub>-concentratie met 1% is afgenomen en de PM<sub>0,2</sub> concentratie met circa 3%. Het effect op de PM<sub>10</sub> concentratie is beperkter, omdat in de PM<sub>10</sub>-concentratie de deeltjes van natuurlijke oorsprong een groot aandeel hebben (ca. 60%).

Voor de Amsterdamse situatie (die een indruk geeft voor de effecten in de Nederlandse steden) wordt verwacht dat als gevolg van het toegangsverbod de PM<sub>10</sub>-concentratie in 2010 met 1 µg/m<sup>3</sup> zal zijn afgenomen. Wanneer vanaf 2006 ook

---

<sup>5</sup> Hierbij is verondersteld dat het aandeel van de vrachtauto's > 7,5 ton in de totale binnenstedelijke kilometertrage 10% bedraagt.

een verbod voor Euro-3 voertuigen geldt, kan de afname van de PM<sub>10</sub>-concentratie oplopen tot ongeveer 2 µg/m<sup>3</sup> [Novem, 2002].

In Tilburg is een toegangsverbod voor oude vrachtauto's opgenomen in het lokale luchtkwaliteitplan. In dit plan verwacht men door het weren van oude vrachtauto's een relatief grote (niet nader gekwantificeerde) verbetering te bereiken [Tauw, 2005].



## 2.4 Prijsbeleid voor het wegverkeer

### 2.4.1 Omschrijving

In tegenstelling tot de effecten op congestie, zijn de effecten van beprijzen van het wegverkeer op emissies en luchtkwaliteit in ons land nog niet vaak onderzocht. In het algemeen hangen deze effecten sterk af van de omvang van het beprijzingsregime (landelijk dekkend of alleen op drukke plaatsen in de Randstad) en de vormgeving van het instrument (tarieven, al of niet gedifferentieerd naar tijd, plaats en milieukeurmerken van het voertuig). Een naar milieukeurmerken gedifferentieerde heffing heeft een groter effect op emissies dan een 'platte' heffing, omdat hier naast volumereductie ook een prikkel wordt gegeven om een schoon voertuig te rijden.

Voor dit rapport gebruiken we een aantal voorbeelden die illustreren wat er met verschillende vormen van prijsbeleid is te bereiken:

- Een naar Euroklasse gedifferentieerde kilometerheffing voor vrachtauto's op het gehele wegennet, zoals doorgerekend in het Optiedocument Verkeersemissies [RIVM/CE, 2004].
- Een kilometerheffing voor de personenauto, uit de studie die de Vrije Universiteit Amsterdam en Peeters Advies voor de Stichting Natuur en Milieu in 2000 hebben uitgevoerd [VU/Peeters, 2000].
- Een congestie/toegangsheffing in de stad, zoals in Londen. Dit is een heffing die gebruikers van infrastructuur betalen voor de toegang naar het stadscentrum en het gebruik van het onderliggende wegennet. Ook in Noorwegen zijn verschillende steden met heffingen in het stadscentrum. Daarnaast werkt men in Stockholm aan een proef met een milieuheffing voor een klein deel van het stadscentrum, met vrijstelling voor milieuvriendelijke voertuigen. Men streeft een reductie na van 10-15% op de meest intensief gebruikte routes en een reductie van 33% met betrekking tot verkeer dat de zonegrens passeert. De proef zal naar verwachting starten in de zomer van 2005 [CE, 2004c].
- Invoeren van betaald parkeren.

### 2.4.2 Effect op emissies

Bij de naar Euroklasse gedifferentieerde kilometerheffing voor vrachtauto's in het Optiedocument Verkeersemissies [RIVM/CE, 2004] komen Eurovignet en MRB te vervallen. De heffing lijkt op de Duitse Maut, die in Duitsland op het hoofdwegennet van kracht is. De heffingshoogte is € 0,07 per km voor lichte vrachtauto's en € 0,15 voor zware vrachtauto's in de hoge variant (100% variant). In de lage variant, die ook doorgerekend is, zijn de tarieven 50% lager. In Tabel 5 geven we de effecten op de emissies weer.

Tabel 5 Emissiereductie als gevolg van een per 1-1-2007 gedifferentieerde kilometerheffing voor het vrachtverkeer (kton in 2010)

	100% variant	50% variant
NO <sub>x</sub>	2 – 5	1 – 2
PM <sub>10</sub>	0 – 0,2	0 – 0,1

Opmerking: De 50 % variant is een variant met 50 % lagere tarieven

Bron: [RIVM/CE, 2004]

Vergelijken we deze emissiereducties met de emissies die in 2010 verwacht worden (zie Tabel 1), dan zien we dat deze variant van de kilometerheffing ca. 5-10% van de NO<sub>x</sub>-emissies van vrachtauto's reduceert en ca. 10% van de PM<sub>10</sub>-emissies.

Bij de kilometerheffing voor de personenauto uit [VU/Peeters, 2000], wordt geschat dat de reductie in de uitstoot van zowel NO<sub>x</sub> als PM<sub>10</sub> ca. 25-30% is (variant 2, 'huidige brandstofmix'). In deze variant worden de BPM en de MRB gedeeltelijk vervangen (zie pag. 57 van het rapport). Uitgaande van dit reductiepercentage bedraagt de absolute emissiereductie ca. 15 kton voor NO<sub>x</sub> en 0,7 kton voor PM<sub>10</sub><sup>6</sup>.

Een jaar na invoering blijkt de congestieheffing in Londen een onverwachts succes, afgemeten aan de afname van het autoverkeer. Tussen 07.00 en 19.30 uur moet in de 'charging zone' maandag tot een met vrijdag een bedrag van € 7,50 (5 pond) worden betaald. Uit een recente evaluatie blijkt dat dit heeft geleid tot 30% minder congestie en een substantiële verhoging van de gemiddelde snelheid in het centrum. Tijdens de uren dat betaald dient te worden is er 15% minder verkeer in de 'charging zone' en 18% minder verkeer dat de zone inrijdt. Als gevolg van de congestion charge in Londen is in 2003 de uitstoot van NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub> door het wegverkeer met naar schatting 12% afgenomen [TfL, 2004].

### 2.4.3 Effect op luchtkwaliteit

Het effect van de kilometerheffing voor vrachtauto's op de totale concentratie van PM<sub>10</sub> is beperkt. De bijdrage van vrachtauto's aan deze concentratie ligt immers in de orde van 1 µg/m<sup>3</sup> (zie het voorbeeldknelpunt uit paragraaf 1.3). Met een gedifferentieerde kilometerheffing zal deze concentratie dalen als gevolg van een reductie in het volume en een versnelde verjonging van de vloot. De ordegrrootte schatten we op ongeveer 0,1 µg/m<sup>3</sup>. Hierbij merken we wel op dat deze bijdrage relatief beperkt lijkt, maar de gezondheidseffecten van een dergelijke maatregel groot kunnen zijn. Het zijn immers vooral de roetdeeltjes uit verbrandingsmotoren die verantwoordelijk zijn voor de gezondheidseffecten [CE, 2002].

Een gedifferentieerde heffing voor het vrachtverkeer heeft eveneens een positief effect op de bijdrage in de NO<sub>2</sub>-concentratie op een knelpunt. De bijdrage van vrachtauto's aan de concentratie van NO<sub>2</sub> op het voorbeeldknelpunt uit hoofdstuk

<sup>6</sup> Het was in het tijdsbestek van deze studie niet mogelijk zicht te krijgen op de berekeningswijze in de VU/Peeters-studie. Op het eerste gezicht lijkt de emissiereductie aan de forse kant.

1 is gemiddeld  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Door middel van een gedifferentieerde heffing kan dit gemiddeld met 5-10% verminderd worden. Dit komt overeen met ruim  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Bij de kilometerheffing voor de personenauto uit [VU/Peeters, 2000] zal de concentratie van  $\text{NO}_2$  op het voorbeeldknelpunt in 2010 met ca.  $1,5\text{-}2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  afnemen en voor  $\text{PM}_{10}$  met ca.  $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Gaan we uit van de resultaten van de toegangsheffing in Londen en een bijdrage van het wegverkeer aan de concentraties in steden van ca.  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  voor  $\text{PM}_{10}$  en ca.  $20\text{-}30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  voor  $\text{NO}_2$  [Haskoning, 2004], dan kunnen de concentraties van  $\text{PM}_{10}$  en  $\text{NO}_2$  met ca.  $0,5$  resp.  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  worden teruggedrongen.

In Amsterdam is sinds 1991, toen betaald parkeren werd ingevoerd, het autoverkeer van en naar het centrum met 19% afgenomen. Dit ondanks het feit dat het autoverkeer van en naar de omgeving van Amsterdam in diezelfde periode met 28% is toegenomen. Met name het niet-noodzakelijke (dus 'vermijdbare') autoverkeer is sinds de invoering van betaald parkeren flink teruggedrongen uit de binnenstad van Amsterdam ten gunste van het gebruik van fiets en openbaar vervoer. Uitgaande van de mobiliteitseffecten in Amsterdam en de bovengenoemde bijdragen van het wegverkeer aan de concentraties in steden, kan met betaald parkeren de  $\text{PM}_{10}$ -concentratie met ca.  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  worden teruggedrongen en de  $\text{NO}_2$ -concentratie met maximaal ca.  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Wanneer men bovendien een tariefdifferentiatie zou invoeren naar ruimtebeslag van voertuigen (nu al mogelijk) en/of de milieuprestatie (hiervoor is een wijziging van de gemeentewet nodig), kan dit een prikkel geven om met de kleinste en schoonste voertuigen de stad te bezoeken. De lokale luchtkwaliteit kan hierdoor verder verbeteren [CE, 2004c].



## 2.5 Stimulering van schone scheepvaart

### 2.5.1 Omschrijving

De stimulering kan in principe bestaan uit (een combinatie van) meerdere maatregelen. Daarvan zijn de volgende het meest realistisch, doordat zij op nationale schaal te realiseren zijn [RIVM/CE, 2004]:

- Een subsidieregeling voor het retrofitten van binnenvaartschepen met een SCR de-NO<sub>x</sub> systeem<sup>7</sup>.
- Het aanbieden van walstroom voor zeeschepen in de Nederlandse havens.
- Het differentiëren van de havengelden naar de NO<sub>x</sub>-emissie voor binnenvaartschepen in de Nederlandse havens. Schepen die zijn uitgerust met 'schone' motoren kunnen in aanmerking komen voor een lager haventarieff dan schepen die hier niet aan voldoen. Gekozen kan worden voor het aangrijpen bij verschillende milieueisen. Voor de binnenvaart zijn er inmiddels EC emissie-eisen in de maak, zoals het geval is voor het personen- en vrachtverkeer over de weg. Daarnaast heeft de CCNR (Centrale Commissie voor de Navigatie van Rijnvaart)<sup>8</sup> emissienormen ingevoerd in 2002. Deze emissiekenmerken (bijvoorbeeld met emissiecertificaten) van binnenvaartschepen kunnen de basis vormen voor de tariefdifferentiatie. Een alternatief is het zogenaamde *Green Award certificaat* dat door de haven van Rotterdam is ontwikkeld. Om voor een *Green Award* in aanmerking te komen moeten schepen voldoen aan verschillende milieu- en veiligheidseisen [CE, 2004c].

Een waarschijnlijk zeer effectieve maatregel die in internationaal verband gerealiseerd dient te worden is het instellen van een kilometerafhankelijke gebruiksheffing voor binnenvaartschepen die naar NO<sub>x</sub> is gedifferentieerd. Bij een (forse) prikkel van € 2 per kg NO<sub>x</sub> valt in 2010 ca. 7 kton NO<sub>x</sub> te besparen (dit is bijna 20% van de binnenvaartemissies) en in 2020 bijna het dubbele [RIVM/CE, 2004].

### 2.5.2 Effect op emissies

De bijdrage van scheepvaart aan de emissies kan plaatselijk zeer significant zijn. Zo is naar schatting de bijdrage aan de NO<sub>x</sub>-emissies in het Rijnmondgebied ca. 13-25% [Haskoning, 2004].

Een SCR-systeem brengt de NO<sub>x</sub>-emissies van nieuwe schepen met ca. 90% terug tot ca. 2 g/kWh en reduceert de PM<sub>10</sub>-emissies met gemiddeld 15%. In het Optiedocument Verkeersemissies [RIVM/CE, 2004] is het effect van een gelimiteerde subsidieregeling bepaald, waarbij alleen op nieuwe schepen wordt inge-

---

<sup>7</sup> Op dit moment zijn roetfilters voor binnenvaartschepen nog niet commercieel verkrijgbaar. De huidige brandstof (hoog zwavelgehalte) en de relatief lage uitlaatgastemperaturen maken toepassing van het roetfilter bij binnenvaartschepen lastig. Aan alternatieven wordt op dit moment gewerkt, zoals het SJAC-systeem dat maximaal ca. 50% van de deeltjesemissie kan reduceren [ECN, 2005].

<sup>8</sup> Dit is een intergouvernementele organisatie waar de zes Rijnlanden bij zijn aangesloten. The CCNR bestaat uit België, Frankrijk, Duitsland, Nederland en Zwitserland.

bouwd<sup>9</sup>. Wanneer een kwart van de nieuwe schepen wordt uitgerust met een SCR-systeem, is uiteindelijk in 2010-2020 ca. 11-12% van de schepen voorzien van een SCR-systeem. Er wordt dan ca. 1,8 kton aan NO<sub>x</sub>-emissies vermeden en ca. 20 ton PM<sub>10</sub>. Dit is ca. 5% resp. 1% van het totaal aan emissies door de binnenvaart in 2010.

Het aanbieden van Walstream aan alle zeeschepen in de Nederlandse zeehavens kan een reductie van maximaal ca. 3 kton NO<sub>x</sub> en 100 ton PM<sub>10</sub> opleveren [RIVM, 2002]. Dit is voor beide stoffen ca. 10% van de totale emissies<sup>10</sup>.

Differentiatie van de havengelden naar NO<sub>x</sub>-emissie voor binnenvaartschepen zal bij de huidige tarieven op zichzelf een te kleine prikkel geven om voor een substantieel deel van de binnenvaartvloot de inbouw van NO<sub>x</sub>-reducerende maatregelen kosteneffectief te maken [RIVM/CE, 2004; CE, 2004b]. Daarom is er van deze maatregel op zichzelf geen effect te verwachten. De noodzakelijke (forse) verhoging van de havengelden is niet realistisch gezien de concurrentie met naburige (buitenlandse) havens. Wel kan deze maatregel een stimuleringsregeling voor retrofit SCR-systemen ondersteunen.

Voor zeescheepvaart blijkt differentiatie van de havengelden op enkele plaatsen in het buitenland te bestaan en te werken. Zo hebben, als gevolg van de differentiatie van de havengelden en doorvaartgelden naar milieueffect, ca. 40 schepen die Zweden regelmatig aandoen technische maatregelen genomen om de uitstoot van NO<sub>x</sub> terug te dringen, ook is een groot aantal schepen (1.200) op laagzwavelige brandstof overgegaan. Op jaarbasis is er daarom in Zweden sprake van een reductie van 36 kton NO<sub>2</sub> en 50 kton SO<sub>x</sub> [CE, 2004c].

### 2.5.3 Effect op luchtkwaliteit

In het Rijnmondgebied draagt de scheepvaart flink bij aan de concentraties van NO<sub>2</sub>. Zo'n 5 tot 20% van de NO<sub>2</sub>-concentratie in stedelijk gebied is afkomstig van de scheepvaart, ongeveer gelijk verdeeld over zeescheepvaart en binnenvaart. Direct langs de vaarroutes bedraagt deze bijdrage ongeveer 10 tot 20 µg/m<sup>3</sup>, in de havens en op het water is dit ca. 20-40 µg/m<sup>3</sup> [Haskoning, 2004].

De bevindingen voor het Rijnmondgebied komen goed overeen met door TNO gemeten concentraties van NO<sub>2</sub> langs de Oude Maas bij Dordrecht en Zwijndrecht. Op 5-10 meter van het water zijn de NO<sub>2</sub>-concentraties 6-17 µg/m<sup>3</sup> hoger dan de achtergrondconcentraties in de verderop in de wijk. Op 50-60 meter afstand is de bijdrage van de scheepvaart nog 3-8 µg/m<sup>3</sup> [TNO, 2005].

De bijdrage van PM<sub>10</sub>-emissies door de scheepvaart aan de concentraties in de buitenlucht kan significant zijn. Zo is in de buurt van druk bevaren waterwegen in het Rijnmondgebied de bijdrage 3-6 µg/m<sup>3</sup>. Direct aan het water is dit 6-10 µg/m<sup>3</sup>

<sup>9</sup> Hierbij bedragen de subsidiegelden € 28,6 miljoen. De kosten van een SCR-systeem per schip bedragen gemiddeld ca. € 30.000,-. Zodoende kunnen uiteindelijk bijna 1.000 schepen met een SCR-systeem worden uitgerust. Bij een ruimer subsidiebudget zal het aantal uit te rusten schepen kunnen toenemen en dus ook de te behalen emissiereductie.

<sup>10</sup> Het gaat hierbij om de emissies van zeeschepen in de havens en op de Westerschelde. Emissies op het Nederlands continentaal plat zijn hierbij niet geteld.

en soms zelfs nog daarboven. Voor de rest van het Rijnmondgebied draagt de scheepvaart 0-3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  bij [Haskoning, 2004].

Uitgaande van de bijdrage aan de concentraties, de vormgeving van de subsidieregeling zoals beschreven in het Optiedocument Verkeersemissies [RIVM/CE, 2004] en de gemiddelde emissiefactoren voor scheepsmotoren, zal met een subsidieregeling voor retrofit SCR-systemen ca. 5 tot 10% van de  $\text{NO}_x$ -emissies vermeden kunnen worden. Daardoor zal de  $\text{NO}_2$ -concentratie direct langs de vaarwegen met ca. 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  verminderd kunnen worden. De reductie van de  $\text{PM}_{10}$ -concentratie is zeer beperkt.

Walstroom voor zeeschepen kan ca. 0,5-2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  van de  $\text{NO}_2$ -concentratie afhalen en ca. 0-0,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  voor  $\text{PM}_{10}$ .



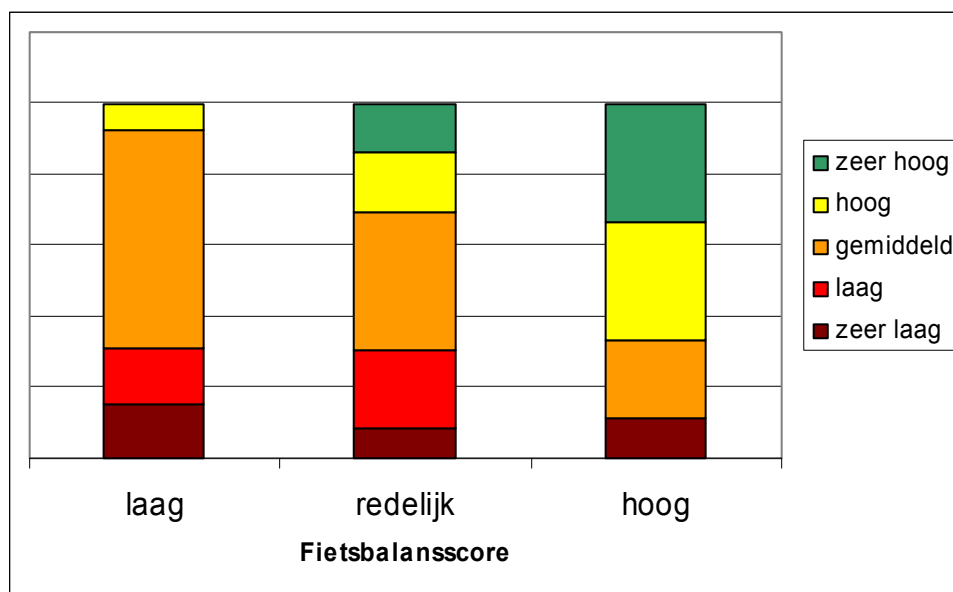


## 2.6 Doe meer op de fiets

### 2.6.1 Omschrijving

Deze maatregel is eigenlijk een verzameling van meerdere maatregelen om het fietsgebruik te vergroten en het autogebruik te verminderen. Voorbeelden zijn het verbeteren van fietsvoorzieningen (kwaliteit en omvang van het netwerk van fietspaden, betere stallingen bij o.a. stations, etc.), maar ook het ontmoedigen van het autogebruik, door bijvoorbeeld het afsluiten van toegangsroutes naar het stadscentrum. Kern van een succesvol fietsbeleid is het verbeteren van de concurrentiepositie van de fiets ten opzichte van de auto [CE, 2000]. Dat een dergelijk beleid succes heeft wordt geïllustreerd in Figuur 3 die het fietsgebruik in een gemeente afzet tegen de score in de Fietsbalans. De Fietsbalans is een beoordelingsonderzoek dat in opdracht van het Ministerie van V&W de afgelopen vijf jaar door de Fietsersbond is uitgevoerd bij 125 gemeenten [Fietsersbond, 2005].

Figuur 3 Fietsgebruik (gearceerd) afgezet tegen Fietsbalans-score



Bron: Fietsersbond, bewerkt door CE.

### 2.6.2 Effect op emissies

Bij een onderzoek van ITS naar de belemmeringen van automobilisten tegen het gebruik van de fiets hebben respondenten aangegeven dat 25% van hun autoriteiten goed met de fiets gemaakt hadden kunnen worden [ITS, 1992]. Binnen steden en dorpen bedroeg dit zelfs meer dan 40%. Nog eens een kwart van de autoriteiten had met enige moeite met de fiets gedaan kunnen worden. Ook uit de resultaten van de Fietsbalans blijkt dat het fietsgebruik nog ca. 15-20% zou kunnen toenemen wanneer gemeenten aan de criteria van de Fietsbalans voldoen [Fietsersbond, 2002].

Op basis van deze ervaringen gaan we uit van een inschatting waarin fietsbevorderend beleid ervoor zorgt dat één op de tien autoritten korter dan 7,5 km wordt vervangen door de fiets. Dit levert een besparing op van ca. 1 miljard autokilometers per jaar. In Tabel 6 is aangegeven hoeveel energie en emissies hierdoor bespaard zouden worden<sup>11</sup>.

Tabel 6 Besparing op emissies bij een vervanging van 10% van de korte autoritten

Stof	Reductie	Als percentage van totale emissies door personenauto's
CO <sub>2</sub>	250 kton	ca. 1,3%
NO <sub>x</sub>	0,6 kton	ca. 1,0%
PM <sub>10</sub>	37 ton	ca. 1,4%

### 2.6.3 Effect op luchtkwaliteit

Het effect van een reductie van het aantal korte autoritten (<7,5 km) op de luchtkwaliteit is sterk afhankelijk van de lokale situatie. In het algemeen echter zal de reductie vooral merkbaar zijn op wegen binnen de bebouwde kom. Immers de meeste korte ritten zullen in deze omgeving gemaakt worden. Wanneer we uitgaan van een typisch grootstedelijk gebied als het Rijnmondgebied, waar het wegverkeer ca. 0-3 µg/m<sup>3</sup> bijdraagt aan de PM<sub>10</sub>-concentratie in de stad en ca. 3-6 µg/m<sup>3</sup> op de drukke stedelijke hoofdaders [Haskoning, 2004], dan zal de vervanging van 10% van de korte autoritten de PM<sub>10</sub>-concentratie met maximaal ca. 0,5 µg/m<sup>3</sup> kunnen verlagen.

Voor NO<sub>2</sub> geldt dat de bijdrage van het wegverkeer in het Rijnmondgebied varieert van ca. 10 µg/m<sup>3</sup> op de stadswegen tot ca. 20 µg/m<sup>3</sup> op de stedelijke hoofdaders. Een reductie van 10% van de korte autoritten zal in dit geval de NO<sub>2</sub>-concentratie dus met ca. 1-2 µg/m<sup>3</sup> kunnen terugdringen.

<sup>11</sup> Bij de berekening is uitgegaan van de gemiddelde emissies van een personenauto in 2003 binnen de bebouwde kom [CBS, 2005].

## 2.7 Schone bussen en een schoon eigen wagenpark

### 2.7.1 Omschrijving

Sinds het jaar 2000 hebben concessieverleners de mogelijkheid om milieueisen op te nemen in het programma van eisen bij concessieverlening. De maatregel omvat het verminderen van de emissies van de busvloot in het concessiegebied. Dit kan o.a. gedaan worden door:

- roetfilters aan te brengen op bussen (evt. gecombineerd met een SCR-filter<sup>12</sup>). Roetfilters kunnen zowel aangebracht worden op bestaand als op nieuwe dieselbussen;
- over te schakelen op een alternatieve brandstof als aardgas of LPG. Het overschakelen op aardgas gaat gepaard met het vervangen van de busvloot en het installeren van een vulpunt.

De Gemeente Haarlem overweegt in de volgende aanbestedingsprocedure de eisen dusdanig te stellen dat alleen bussen op aardgas in aanmerking komen. In de Gemeente Leiden is in samenwerking met Novem en de Provincie Zuid-Holland een proefproject geweest met roetfilters. Inmiddels is in de concessie opgenomen dat tenminste 90% van de bussen moet zijn uitgevoerd met roetfilters. In de praktijk ligt het percentage bussen met een roetfilter iets lager [CE, 2004c].

### 2.7.2 Effect op emissies

Schone bussen stoten aanmerkelijk minder emissies uit dan een gemiddelde OV-bus. Een roetfilter kan de emissies van PM<sub>10</sub> reduceren met een percentage van 90%. Ook het gebruik van aardgas als brandstof brengt een dergelijke reductie met zich mee. Naast de reductie van PM<sub>10</sub>-emissies zijn ook de NO<sub>x</sub>-emissies van aardgasbussen en bussen die zijn uitgerust met een SCR-systeem een factor 3 tot 4 lager dan van een gemiddelde dieselbus.

Het effect van deze maatregel op de totale nationale verkeersemissies is beperkt, omdat maar een klein deel van het totale verkeer schoner wordt. Wanneer de PM<sub>10</sub>-emissies van het stedelijke busverkeer met 90% afnemen levert dit een emissiereductie op van ruim 0,1 kton PM<sub>10</sub>.

### 2.7.3 Effect op luchtkwaliteit

De verlaging van de emissies door OV-bussen kan een positieve bijdrage leveren doordat lokaal de bijdrage van bussen aan de stedelijke luchtkwaliteit aanzienlijk kan zijn. Uit het luchtkwaliteitplan van de gemeente Tilburg [Tauf, 2005] blijkt dat de NO<sub>2</sub>-concentratie met gemiddeld 1-2 µg/m<sup>3</sup> kan afnemen door schoon openbaar vervoer. In dit specifieke geval gaat het om het gebruik van

---

<sup>12</sup> SCR staat voor Selective Catalytic Reduction, een technologie om NO<sub>x</sub>-emissies van dieselmotoren te reduceren die in het wegverkeer nu nog niet wordt toegepast, maar voorzichtig aan zijn intrede doet in de binnenvaart.

aardgas of LPG als brandstof. In de buurt van grote busstations is de bijdrage van bussen in de lokale emissies wel zo'n 70%. Op deze locaties is de afname van de NO<sub>2</sub>-concentratie veel groter, mogelijk wel zo'n 5 µg/m<sup>3</sup> [CE, 2000b].

Het effect van schone bussen op de PM<sub>10</sub>-concentratie is kleiner vanwege de beperkte bijdrage van verkeersbronnen aan de totale concentratie. Wanneer een park van Euro-3 dieselstadsbussen wordt voorzien van roetfilters, levert dit een afname van de PM<sub>10</sub>-concentratie op van 0,1 tot 0,6 µg/m<sup>3</sup>, afhankelijk van de bijdrage in de emissies van het busverkeer op het knelpunt [CE, 2000b].

Wanneer naast de OV-bussen ook het gemeentelijke wagenpark (dienstauto's, huisvuilauto's, veegmachines etc.) schoner wordt gemaakt kan nog extra winst worden geboekt. (Lokale) overheden hebben wat dat betreft vaak een voorbeeld-functie. Maar ook in de particuliere sector kan winst worden geboekt. Zo kunnen bedrijven en leasemaatschappijen sturen op het aankoopbeleid en de inzet van hun voertuigen.

## **2.8 Toepassing van LARGAS bij stadsverkeer**

### **2.8.1 Omschrijving**

LARGAS (Langzaam Rijden GAat Sneller) is een instrument dat is ontwikkeld door SenterNovem. Het LARGAS concept omvat gescheiden rijbanen, het vervangen van verkeerslichten door rotondes en het verlenen van voorrang aan bepaalde verkeersstromen, waardoor de doorstroming vergroot kan worden. Dit gaat gepaard met een lager energiegebruik en lagere emissies, doordat het verkeer gelijkmatiger doorstroomt. Het LARGAS concept is inmiddels toegepast in een aantal gemeenten.

### **2.8.2 Effect op emissies**

Uit modelstudies blijkt dat de emissies van vervuilende stoffen kunnen afnemen door vermindering van de dynamiek van het verkeer. Het besparingspercentage hangt af van de mate van ingreep in het verkeersbeeld. SenterNovem en InfoMil geven aan dat een reductie van NO<sub>2</sub>-emissies met 40% mogelijk moet zijn [InfoMil, 2004]. Uit een modelstudie door Goudappel Coffeng voor de invoering van LARGAS in Dordrecht blijkt dat de emissies van luchtverontreinigende stoffen met gemiddeld 10% afnemen, afhankelijk van de gekozen variant [Huisman, 2005, pers. comm].

### **2.8.3 Effect op luchtkwaliteit**

De effecten op de luchtkwaliteit kunnen positief uitvallen. Het is echter mogelijk dat de effecten van LARGAS op de emissies en luchtkwaliteit deels teniet worden gedaan indien de toegenomen wegcapaciteit, die kan ontstaan bij de toepassing van het LARGAS-concept, volledig wordt benut door nieuw verkeer.

Uit een rapportage van de gemeente Hilversum blijkt dat de NO<sub>2</sub>- en PM<sub>10</sub>-concentratie in de omgeving van de Diependaalselaan door toepassing van het LARGAS-concept bij gelijke verkeersvolumes afnemen met respectievelijk 2 en 3 µg/m<sup>3</sup> voor PM<sub>10</sub> en NO<sub>2</sub> [Hilversum, 2003]<sup>13</sup>. In het algemeen hangt de verbetering van de luchtkwaliteit echter sterk af van de beginsituatie. In gevallen waar sprake is van een sterk dynamisch verkeersbeeld valt de grootste winst te behalen.

---

<sup>13</sup> Vooral voor PM<sub>10</sub> lijken de effecten aan de hoge kant, wanneer in ogenschouw wordt genomen dat de emissies slechts met 10% afnemen.



## **2.9 Aanscherping en handhaving van vergunningen bij grote industriële bronnen**

### **2.9.1 Omschrijving**

Deze maatregel beoogt de emissies van grote industriële installaties te verminderen door de normen in de vergunningverlening aan te scherpen en door intensievere controle en handhaving door de bevoegde instanties en vergunningverleners (dikwijls gemeenten of provincies).

### **2.9.2 Effect op emissies**

Voor de uitstoot van NO<sub>x</sub> geldt in Nederland een plafond van 53 kton voor de industrie in 2010. Dit plafond is vastgelegd in de NEC-richtlijn<sup>14</sup>. Op basis van dit plafond zijn emissierechten toegekend aan bedrijven die het kan verhandelen met andere bedrijven. Met dit systeem is het dus niet langer mogelijk emissie-eisen te stellen aan een individueel bedrijf, het bedrijf kan immers besluiten om emissierechten bij te kopen als het met de toegekende rechten niet toekan. Wel is het zo dat het bevoegd gezag op grond van het Besluit luchtkwaliteit bij hoge lokale concentraties (met gezondheidsrisico's voor de omgeving) kan voorschrijven dat de lokale productieactiviteiten niet tot extra emissies mogen leiden. Een landelijk afsprakenkader hiervoor is in de maak [Haskoning, 2004].

Fijn stof is niet opgenomen in de NEC-richtlijn, waardoor er wel emissie-eisen aan individuele bedrijven mogen worden gesteld. Voor de verbrandingsgerelateerde fractie van het fijn stof uit de industrie zijn vooral de kolencentrales voor elektriciteitsopwekking, de afvalverbranding en de raffinaderijen van belang. Zo zorgt de toepassing van rookgasmaatregelen bij raffinaderijen voor een emissiereductie van 0,6 kton PM<sub>10</sub> in 2010 [RIVM, 2005].

Het is bijzonder lastig om in te schatten wat het effect zal zijn van een verscherpte controle en handhaving van de industriële emissies op de omvang ervan. Zoals we hieronder zullen zien zal het effect op de lokale luchtkwaliteit op leefniveau gering zijn. Dit is echter geen reden om voor deze emissies geen (verdergaand) beleid te ontwikkelen. De industriële emissies komen namelijk vooral tot uiting in de grensoverschrijdende luchtverontreiniging.

### **2.9.3 Effect op luchtkwaliteit**

De bijdrage van grote industriële bronnen aan concentratie van NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> in gebieden waar mensen wonen is relatief beperkt. Terwijl de bijdrage van industriële bronnen in het Botlekgebied vlakbij de bron tot 10 µg/m<sup>3</sup> bedraagt voor beide stoffen, is de bijdrage op leefniveau in de stad Rotterdam beperkt. Voor PM<sub>10</sub> gaat het om 0-3 µg/m<sup>3</sup> en voor NO<sub>x</sub> om 0-6 µg/m<sup>3</sup>. De reden hiervan is dat de uitstoot op grote hoogte plaatsvindt uit schoorstenen [Haskoning, 2004]. Ook het voorbeeldknelpunt uit hoofdstuk 1 illustreert deze analyse, daar bedraagt de

---

<sup>14</sup> National Emission Ceilings.

bijdrage van de industrie- en energiesector aan de totale concentratie op het voorbeeldknelpunt ca.  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  voor  $\text{PM}_{10}$  en ca.  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  voor  $\text{NO}_x$ . Met andere woorden: de emissies van de industrie komen verder van de bron en meer gespreid op het aardoppervlak terecht. De industriële uitstoot draagt vooral bij aan de deken van fijn stof die via de achtergrondconcentratie tot uiting komt. Afhankelijk van de windrichting blaast onze deken richting de ons omringende landen of ontvangen wij de fijn stof emissies uit het buitenland.

In het geval van  $\text{PM}_{10}$  merken we dat ook in Nederland. De  $\text{PM}_{10}$ -uitstoot van de buitenlandse industrie heeft een aanzienlijke bijdrage in de concentratie van  $\text{PM}_{10}$  in zuid en oost Nederland. Dit zorgt ervoor dat bij bepaalde weertypes de dagnorm voor  $\text{PM}_{10}$  in Nederland wordt overschreden. Omgekeerd zorgt Nederland voor overlast in buurlanden. Strenger handhaving op lokale schaal levert een beperkte bijdrage aan een verbeterde luchtkwaliteit. Een verdere aanscherping en handhaving van de industriële emissies (in het bijzonder  $\text{PM}_{10}$ ) in Europees verband levert naar alle waarschijnlijkheid een grotere verbetering op voor de nationale luchtkwaliteit.



## 3 Overzicht

### 3.1 In een oogopslag

In de onderstaande tabel geven we een beknopt overzicht van de effecten van de door Stichting Natuur en Milieu en het netwerk van de twaalf provinciale Milieufederaties aangedragen maatregelen ter verbetering van de luchtkwaliteit.

We benadrukken hier dat dit overzicht uitdrukkelijk niet bedoeld is om de maatregelen met elkaar te vergelijken wat betreft de omvang van hun effect op emissies of luchtkwaliteit. Deze studie is een compilatie van eerder uitgebrachte (case-)studies die alle van elkaar verschillen in hun methodiek en de situaties die ze bestuderen. Op basis van deze studies en diverse aannamen zijn de effecten in eerste benadering bepaald. Een solide vaststelling en vergelijking van de effecten van verschillende maatregelen voor een specifieke locatie vergt een diepgaander onderzoek.

Tabel 7 Overzicht van maatregelen en hun mogelijke effect

	Maatregel	Effect op emissies	Effect op luchtkwaliteit
1	Roetfilters op nieuwe en bestaande dieselauto's	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tot 90% reductie van PM<sub>10</sub> per voertuig.</li> <li>Bij 80% penetratie in 2010: landelijk tot 3 kton reductie, dit is ca. 65% reductie van de PM<sub>10</sub> emissies van wegvoertuigen.</li> <li>Geen effect op NO<sub>x</sub>-emissies.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bij 80% penetratie in 2010: bijna 2 µg/m<sup>3</sup> op voorbeeldknelpunt. Mogelijk meer (tot ca. 5 µg/m<sup>3</sup>) op stedelijke verkeersaders.</li> <li>Geen effect op NO<sub>2</sub>-concentraties.</li> </ul>
2	Verlaging van de maximumsnelheid naar 80 km/uur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reductie voor PM<sub>10</sub> ca. 10-40%. Voor NO<sub>x</sub> ca. 10-20 %, afh. van aandeel vrachtverkeer, verkeersbeeld en files.</li> <li>Landelijk ca. 2 kton NO<sub>x</sub> en 0,1 kton PM<sub>10</sub>. Dit is ca. 1,5% van de huidige emissies.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verlaging van NO<sub>2</sub>-concentratie van max. ca. 5%. Dit is ca. 2 µg/m<sup>3</sup>. Op veel plaatsen geringer.</li> <li>Effecten op de PM<sub>10</sub>-concentratie gering (&lt;1 %), dit is minder dan 0,5 µg/m<sup>3</sup>.</li> </ul>
3	Toegangsverbod voor vuile vrachtauto's in steden	<ul style="list-style-type: none"> <li>In Stockholm verbod voor pre-Euro-1 vrachtauto's: 2% reductie (NO<sub>x</sub>) en 10% voor PM<sub>0,2</sub>.</li> <li>In Amsterdam verbod op pre-Euro-2 zware (&gt;7,5 ton) vrachtauto's: verwachting voor PM<sub>10</sub>-emissiereductie ca. 25 % tot zelfs 40% bij uitbreiding verbod naar pre-Euro-3 voertuigen per 2006.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>In Stockholm afname van NO<sub>x</sub>-concentratie met 1 % en PM<sub>0,2</sub> concentratie met circa 3%.</li> <li>Voor Amsterdam verwacht men afname van de PM<sub>10</sub>-concentratie in 2010 met 1 µg/m<sup>3</sup>, oplopend tot 2 µg/m<sup>3</sup> bij uitbreiding naar pre-Euro-3 per 2006.</li> </ul>

	Maatregel	Effect op emissies	Effect op luchtkwaliteit
4	Prijsbeleid voor het wegverkeer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naar Euroklasse gedifferentieerde km-heffing voor vrachtauto's uit het Optiedoc. Verkeersemis-sies (€ 0,07- € 0,15 per km) leidt in 2010 tot een 5-10% (2-5 kton) reductie van NO<sub>x</sub> en ca. 10% (0-0,2 kton) voor PM<sub>10</sub>.</li> <li>• Bij de km-heffing voor de personenauto uit [VU/Peeters, 2000] schat men een ca. 25-30% reductie van emissies van NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub>. Dit is ca. 15 kton voor NO<sub>x</sub> en 0,7 kton voor PM<sub>10</sub>.</li> <li>• Een toegangsheffing zoals in Londen kan ca. 10% van de emissies reduceren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bij km-heffing voor het vrachtverkeer uit het Optiedoc. Verkeersemis-sies neemt de PM<sub>10</sub>-concentratie ca. 0,1 µg/m<sup>3</sup> af. Voor NO<sub>2</sub> is dit ca. 1 µg/m<sup>3</sup>.</li> <li>• Bij de kilometerheffing voor de personenauto uit [VU/Peeters, 2000] zal de concentratie van NO<sub>2</sub> op het voorbeeldknelpunt in 2010 met ca. 1,5-2 µg/m<sup>3</sup> afnemen en voor PM<sub>10</sub> met ca. 0,4 µg/m<sup>3</sup>.</li> <li>• Een toegangsheffing zoals in Londen kan de concentraties van PM<sub>10</sub> en NO<sub>2</sub> met ca. 0,5 µg/m<sup>3</sup> resp. 2,5 µg/m<sup>3</sup> reduceren.</li> <li>• De bijdrage van betaald parkeren heeft in Amsterdam mogelijk de concentraties van PM<sub>10</sub> en NO<sub>2</sub> met ca. 1 µg/m<sup>3</sup> resp. 5 µg/m<sup>3</sup> gereduceerd.</li> </ul>
5	Stimulering van schone scheepvaart	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Een SCR-systeem reduceert NO<sub>x</sub>-emissies van nieuwe schepen met ca. 90% tot ca. 2 g/kWh en reduceert de PM<sub>10</sub>-emissies met gemiddeld 15%.</li> <li>• Effect van subsidieregeling voor SCR-systemen uit Optiedoc. Verkeersemis-sies is reductie van ca. 1,8 kton (ca. 5%) NO<sub>x</sub>-emissies en ca. 20 ton PM<sub>10</sub> (ca. 1%) in 2010.</li> <li>• Differentiatie van de havengelden naar NO<sub>x</sub>-emissie voor de binnenvaart geeft op zichzelf bij de huidige orde-grootte van tarieven een te kleine prikkel. Mogelijk wel interessant voor de zeescheepvaart.</li> <li>• Walstroom in Nederlandse zeehavens kan reductie van 3 kton NO<sub>x</sub> en 100 ton PM<sub>10</sub> opleveren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effect van SCR-subsidieregeling is een afname van de NO<sub>2</sub>-concentratie direct langs de vaarwegen met ca. 1 µg/m<sup>3</sup>. De reductie van de PM<sub>10</sub>-concentratie is zeer beperkt.</li> </ul>
6	Doe meer op de fiets	<p>Bij vervanging van 10% van de korte (&lt;7,5 km) autoritten een reductie van ca. 0,6 kton NO<sub>x</sub> en ca. 37 ton PM<sub>10</sub>. Dit is ca. 1,0% resp. 1,4% van de totale emissies door personenauto's.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vervanging van 10% van de korte autoritten kan de PM<sub>10</sub>-concentratie met maximaal ca. 0,5 µg/m<sup>3</sup> verlagen. Voor NO<sub>2</sub> is dit ca. 1-2 µg/m<sup>3</sup>.</li> </ul>

	Maatregel	Effect op emissies	Effect op luchtkwaliteit
7	Schone bussen en een schoon eigen wagenpark	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bij toepassing van een roetfilter of aardgas/LPG op OV-bussen zijn de PM<sub>10</sub>-emissies ca. 90% lager. Landelijk zou dan ca. 0,1 kton PM<sub>10</sub> gereduceerd kunnen worden. Voor NO<sub>x</sub> geldt een reductiepercentage van ca. 70% bij toepassing van aardgas i.p.v. diesel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bij toepassing van aardgas/LPG in Tilburg verwacht men een afname van de NO<sub>2</sub>-concentratie met 1-2 µg/m<sup>3</sup>. Bij grote busstations is de afname zo'n 5 µg/m<sup>3</sup>.</li> <li>Als een park van Euro-3 dieselstadsbussen wordt voorzien van roetfilters, is de afname van de PM<sub>10</sub>-concentratie ca. 0,1-0,6 µg/m<sup>3</sup>.</li> </ul>
8	Toepassing van LARGAS op stadsverkeer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afname van emissies van luchtverontreinigende stoffen met gemiddeld 10%, mogelijk tot zelfs 40%, afhankelijk van de mate van ingreep in het verkeersbeeld.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bij de Diependaalselaan in Hilversum nemen bij gelijke verkeersvolumes de concentraties van PM<sub>10</sub> en NO<sub>2</sub> af met resp. 2 en 3 µg/m<sup>3</sup>.</li> <li>Winst wordt mogelijk teniet gedaan indien door LARGAS toegenomen wegcapaciteit wordt benut door nieuw verkeer.</li> </ul>
9	Strengere handhaving van grote industriële bronnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lastig te kwantificeren.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bepaalde afname van de PM<sub>10</sub>- en NO<sub>2</sub>-concentraties (&lt;0,1 µg/m<sup>3</sup>) op leefniveau.</li> </ul>
10	Invoeren van een luchtkwaliteittoets bij plannen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niet beschouwd.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niet beschouwd.</li> </ul>

### 3.2 Tot slot

Deze rapportage focust zich op fijn stof (PM<sub>10</sub>). Deze aanduiding staat voor een verzameling van deeltjesvormige verontreiniging, waarvan de deeltjes een diameter hebben tussen 0 en 10 micrometer. In de praktijk omvat deze definitie een veelheid aan meer of minder schadelijke deeltjes. Zo vallen in deze definitie ook deeltjes van natuurlijke oorsprong, zoals opgewaaid stof en zeezoutkristallen. Deze stoffen hebben hoogstwaarschijnlijk geen schadelijke gezondheidseffecten, maar dragen voor ruim de helft bij aan de concentraties. Het zijn hoogstwaarschijnlijk juist de kleinere deeltjes die afkomstig zijn van het verkeer, de industrie, CV-ketels enz. die verantwoordelijk zijn voor de gezondheidseffecten. De uitstoot van juist deze deeltjes wordt door de maatregelen in dit rapport aangepakt.

Er gaan stemmen op om het fijn stof dat afkomstig is van natuurlijke bronnen buiten beschouwing te laten in de concentraties, of om een aangescherpte definitie (bijvoorbeeld PM<sub>2,5</sub>) te hanteren die grotendeels hetzelfde effect zal hebben. Indien dit inderdaad gebeurt zal de relatieve bijdrage van bijvoorbeeld het verkeer aan de fijn stof concentraties veel groter en zichtbaarder zijn dan nu het geval is. Daardoor wordt ook het effect van maatregelen, dat in dit rapport soms nog klein lijkt, beter zichtbaar.



## Referenties

CBS, 2003

*Statistieken milieuemissies voertuigen*

Centraal Bureau voor de Statistiek, Statline: [www.statline.nl](http://www.statline.nl)

CBS, 2005

*Statistieken parkemissiefactoren wegvoertuigen*

Centraal Bureau voor de Statistiek, Statline: [www.statline.nl](http://www.statline.nl)

CE, 2000

*Fietsbeleid beloond*

CE, Delft, november 2000

CE, 2000b

*Optiedocument stedelijke luchtkwaliteit*

CE, Delft, augustus 1999

CE, 2002

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

CE, Delft, december 2002

CE, 2003

*Weg wijzer bij knelpunten; Oplossingsrichtingen voor betere luchtkwaliteit bij knelpunten*

CE, Delft, december 2003

CE, 2004

*Snelheid en emissies*

CE, Delft, december 2004

CE, 2004b

*Charges for barges; Preliminary study of economic incentives to reduce engine emissions from inland shipping in Europe*

CE, Delft, december 2004

CE, 2004c

*Vergroening van het fiscale en financiële stelsel; Mogelijkheden voor gemeenten en provincies*

CE, Delft, oktober 2004

ECN, 2005

*Uniek systeem haalt dieseldeeltjes uit uitlaatgassen.*

ECN-nieuwsbrief van april 2005: <http://www.ecn.nl/nwsbrf/article/0283.html>

Fietsersbond, 2005  
Informatie via internetpagina <http://www.fietsersbond.nl>  
Fietsersbond, april 2005

Goudappel/CE/KEMA, 2005  
*Lucht voor 10! Studie naar de effecten van een 80 km/h snelheidsmaatregel op 10 knelpunten*  
Goudappel Coffeng, CE en KEMA, 2005

Haskoning, 2004  
*Masterplan luchtkwaliteit; de maatregelen*  
Document t.b.v. Bestuurlijk Overleg ROM-Rijnmond, dd. 7-12-2004  
Royal Haskoning, Utrecht, november 2004

Hilversum, 2003  
*Rapportage Besluit luchtkwaliteit 2002-2010 Langzaam sneller Diependaalselaan*  
Gemeente Hilversum, Dienst Stadsontwikkeling, juli 2003

InfoMil, 2004  
*Maatregelen voor schone lucht; praktische informatie voor provincies en gemeenten*  
InfoMil, Den Haag, augustus 2004

ITS, 1992  
*Vervanging van autogebruik door fietsgebruik*  
Onderzoek uitgevoerd in het kader van Masterplan Fiets  
Instituut voor Toegepaste Sociale Wetenschappen, 1992

Novem, 2002  
*Milieuzones in Nederlandse steden*  
Novem, mei 2002

RIVM/CE, 2004  
*Optiedocument verkeersemissies; Effecten van maatregelen op verzuring en klimaatverandering*  
RIVM-rapport 773002026/2004  
Milieu- en NatuurPlanbureau RIVM en CE Delft, 2004

RIVM, 2002  
*Potentieel effect op emissies SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, VOS en PM<sub>10</sub> en kosten van door VROM aangedragen beleidsopties*  
RIVM-rapport 725501008

RIVM, 2005  
*Effecten van aanvullende maatregelen op knelpunten voor luchtkwaliteit*  
Milieu- en Natuur Planbureau – RIVM, Briefrapport, April 2005

Tauw, 2005  
*Luchtkwaliteitsplan Gemeente Tilburg 2005-2010, Concept*

TfL, 2004  
*Congestion charging central London; Impacts monitoring, Second Annual Report*  
Transport for London, april 2004

TNO, 2005  
*Oriënterend onderzoek naar de invloed van scheepvaart op de concentraties van stikstofdioxide langs de Dordsche Kil en Oude Maas*  
TNO, Apeldoorn, maart 2005

VU/Peeters, 2000  
*Effectiviteit en haalbaarheid van een geavanceerde kilometerheffing*  
Vrije Universiteit Amsterdam en Peeters Advies, Amsterdam/Ede, september 2000

**Persoonlijke communicatie:**

Hoen, 2003  
Data ontvangen via e-mail van Dhr. A. Hoen, RIVM

Huismans, 2005  
Informatie via telefoon en e-mail van Dhr. Gé Huismans, SenterNovem