

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

Op weg naar een schoner wagenpark

wagenparkscan
Gemeente Leidschendam-Voorburg

Eindrapport

Delft, maart 2003

Opgesteld door: Huib van Essen
Olivier Bello



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

Huib van Essen, Olivier Bello
Op weg naar een schoner wagenpark
Wagenparkscan Gemeente Leidschendam-Voorburg
Delft, CE, 2003

Motorvoertuigen / Gemeenten / Milieubelasting / Afname / Milieu /
Duurzaamheid / Scenario's / Investerings / Besluitvorming

Publicatienummer: 03.4419.08

Verspreiding van CE-publicaties gebeurt door:

CE
Oude Delft 180
2611 HH Delft
Tel: 015-2150150
Fax: 015-2150151
E-mail: publicatie@ce.nl

Opdrachtgever: Gemeente Leidschendam-Voorburg
Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Huib van
Essen.

© copyright, CE, Delft

CE

O 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 is onderverdeeld in vijf secties die zich richten op de volgende werkterreinen:

- economie
- energie
- industrie
- materialen
- verkeer & vervoer

Van elk van deze secties is een publicatielijst beschikbaar. Geïnteresseerden kunnen deze opvragen bij CE tel: 015-2150150. De meest actuele informatie van CE is te vinden op de website: www.ce.nl

Inhoud

Samenvatting	1
1 Inleiding	5
1.1 Aanleiding voor het project	5
1.2 Achtergrond en behoeften	5
1.3 Doel van het project	6
1.4 Afbakening	6
2 Huidige milieubelasting van het wagenpark	9
2.1 Basisgegevens voor berekening huidige milieubelasting	9
2.2 Vertaling naar voertuigcategorieën in de MES	9
2.3 Milieuklassen: Euronormen	9
2.4 Jaarkilometrages en gebruiksuren per jaar	10
2.5 Berekening van de emissies van personenauto's, bestelwagens en vrachtauto's	10
2.6 Berekening van de emissies van veegmachines	12
2.7 Berekening van de emissies van maaimachines en tractoren	12
2.8 Resultaten	13
3 Investeringsscenario's	15
3.1 Aanpak	15
3.2 Autonome ontwikkeling van het wagenpark	15
3.3 Keuze van de scenario's	16
3.4 Resultaten basisscenario	17
3.5 Resultaten alternatief scenario 1	18
3.6 Resultaten alternatief scenario 2	19
3.7 Ontwikkeling van de kosten	21
3.7.1 Beschouwde kostenposten	21
3.7.2 Uitgangspunten	21
3.8 Resultaten totale milieuprestatie	23
4 Conclusies en aanbevelingen	25
4.1 Conclusies	25
4.2 Aanbevelingen	26
A Europese emissienormen	29
B Autonome ontwikkeling van het wagenpark	31
C Opbouw van de kosten	33

Samenvatting

De nieuwe Gemeente Leidschendam-Voorburg wil graag inzicht hebben in de huidige milieuprestatie van dit wagenpark, alsook in de effecten en kosten van investeringen in alternatieven om die milieuprestatie te verbeteren. Daartoe heeft zij CE gevraagd met behulp van de "Milieu efficiencyscan" (MES)¹ van Novem haar wagenpark door te lichten. Dit rapport is het eindresultaat van dit project.

De huidige milieubelasting van het huidige wagenpark is bepaald en wordt in Tabel 1 weergegeven.

Tabel 1 Huidige milieubelasting van het wagenpark in 2002

Voertuigen	CO ₂ [ton]	aandeel	NOx [kg]	aandeel	PM ₁₀ [kg]	aandeel
Personenauto	27	10%	46	2%	5	3%
Bestelwagen	73	24%	294	11%	42	23%
Vrachtauto	44	16%	483	19%	35	20%
Veegmachine	73	27%	594	23%	15	8%
Maaimachine	21	8%	287	11%	21	12%
Tractor	66	25%	920	36%	66	37%
Totaal	304	100%	2624	100%	184	100%

Tractoren en veegmachines samen leveren de grootste bijdrage aan de totale milieubelasting van het wagenpark (meer dan 50% van de totale emissies van het wagenpark). Bestelwagens leveren een behoorlijke bijdrage, met name aan de uitstoot van CO₂ en PM₁₀. Dit geeft aan dat de reductie van de emissies in deze drie categorieën een grote bijdrage kan leveren aan een hogere milieuprestatie van het hele wagenpark.

De milieuprestatie en kosten van een aantal investeringsvarianten zijn berekend voor drie verschillende investeringsscenario's. Deze scenario's zijn:

Het basisscenario:

Bij de geplande investeringen wordt steeds gekozen voor de *conventionele technieken*. In deze variant worden geen aanvullende milieumaatregelen getroffen ten aanzien van het eigen wagenpark. De ontwikkeling van de milieuprestatie wordt in dit scenario bepaald door de Europese emissie-eisen.

Het alternatief scenario 1:

Voor de personenauto's en bestelwagens wordt gekozen voor elektrische aandrijving. Voor vrachtwagens, machines en tractoren wordt een roetfilter toegepast.

¹ De MES is een rekenmodel dat in opdracht van Novem door CE is ontwikkeld. Aan de hand van een scan van het wagenpark met dit model kan inzicht worden verkregen in de milieueffecten en (meer)kosten van - al dan niet alternatieve - voertuigtechnieken en brandstoffen. Op basis van dit inzicht kan vervolgens worden besloten voor welke voertuigtechnieken en brandstoffen inzet zinvol is.

Het alternatief scenario 2:

Bij de geplande investeringen in nieuwe vrachtauto's en bestelwagens wordt gekozen voor toepassing van aardgas (CNG). Voor machines en tractoren wordt uitgegaan van de toepassing van een roetfilter zoals in het alternatief scenario 1.

De milieuprestatie en kosten van een aantal investeringsvarianten over de periode 2003-2008 zijn berekend en worden hieronder samengevat.

Basisscenario

Het basisscenario leidt via de aangescherpte Europese emissie-eisen in het jaar 2008 tot een aanzienlijke reductie van de uitstoot van roetdeeltjes (ca. 50%) en in mindere mate van NO_x (ca. 32%), in vergelijking met de huidige milieuprestatie. De emissie van CO₂ neemt slechts enkele procenten af (4%).

Alternatief scenario 1

De toepassing van elektrisch aangedreven voertuigen bij personenauto's en bestelwagens met de toepassing van roetfilters voor de andere voertuigcategorieën leidt ertoe dat de uitstoot van deeltjes door het gehele wagenpark met 40% kan verminderen ten opzichte van het basisscenario. De uitstoot van NO_x en CO₂ kan dalen met respectievelijk 8% en 3% extra t.o.v. het basisscenario. De vermindering in uitstoot is ten opzichte van het alternatief scenario 2 relatief lager, omdat vrachtauto's, machines en tractoren niet elektrisch aangedreven kunnen worden. De meerkosten van toepassing van elektrische voertuigen bedragen € 382.646 voor de periode 2003-2008 ten opzichte van het basisscenario.

De kosten van de toepassing van roetfilters bij vrachtauto's, machines en tractor zijn veel lager dan van het elektrisch aandrijven van personenauto's en bestelwagens. Met name de kosten voor de personenauto's zijn bijzonder hoog in vergelijking met de door deze investering bereikte bijdrage aan de milieuprestatie van het gehele wagenpark. De kosten van de toepassing van roetfilters bedragen slechts 25% van de totale investeringen voor het gehele wagenpark over de periode 2003-2008.

Alternatief scenario 2

Het alternatief scenario 2 leidt in 2008 tot een relatief kleine verdere afname van NO_x in vergelijking met het alternatief scenario 1 (43% i.p.v. 40%). Ook de emissie van CO₂ kan met 1% verder afnemen dan in het basisscenario. De toepassing van aardgas bij bestelwagens en vrachtauto's is meer dan 3 keer goedkoper voor de periode 2003-2008 ten opzichte van het alternatief scenario 1 (€ 114.546 i.p.v. € 382.646), voor een totale milieuprestatie die iets beter is dan de milieuprestatie van het alternatief scenario 1. Hierbij zijn echter de extra kosten voor de tankinfrastructuur nog niet meegerekend, welke € 408.000 voor de periode 2003-2008 bedragen.

Deze conclusies worden in Tabel 2 samengevat.



Tabel 2 Conclusie wagenpark Leidschendam-Voorburg, periode 2003-2008

	Reductie t.o.v. huidige situatie			kosten t.o.v. basisscenario
	CO ₂	NO _x	PM ₁₀	
Basisscenario	- 4%	- 32%	- 50%	--
Alternatief scenario 1	- 7%	- 40%	- 90%	€ 382.646
Alternatief scenario 2	- 8%	- 43%	- 90%	€ 522.509

Bij de keuze van de te implementeren maatregelen, kan naast de bovengenoemde scenario's ook voor een andere mix van de te nemen maatregelen worden gekozen. De belangrijkste aanbevelingen met betrekking tot de verschillende maatregelen zijn:

- de toepassing van **aardgas** is een relatief goedkope optie die veel extra milieuwinst oplevert, mits de kosten van een aardgasvulstation niet (volledig) voor rekening van de gemeente hoeven te komen. Indien de gemeente voor deze maatregel kiest verdient het aanbeveling om te proberen andere partijen in de regio te interesseren om deel te nemen aan een aardgasproject. De kosten voor een vulstation kunnen dan worden gedeeld of het kan zelfs interessant worden voor een marktpartij om zelfstandig te investeren in een aardgasvulstation;
- het aanschaffen van **elektrische voertuigen** zorgt voor een forse verbetering van de milieuprestatie. Door een duidelijke herkenbaarheid op straat kunnen deze voertuigen ook een belangrijke PR-waarde en voorbeeldfunctie hebben. Indien de totale investering van bijna vierhonderd-duizend Euro te hoog is kan binnen deze optie ook worden gekozen om slechts een deel van het wagenpark te vervangen door elektrische voertuigen waardoor de meerkosten evenredig afnemen;
- het installeren van **roetfilters** op de zwaardere voertuigen lijkt een interessante optie waarbij voor een relatief beperkte investering een behoorlijk milieuvoordeel kan worden behaald. Als wordt gekozen voor de variant met aardgas, dan is deze optie alleen interessant voor de bestaande voertuigen en voor alleen die nieuwe voertuigen waarvoor het rijden op aardgas niet mogelijk is.

Indien de gemeente kiest voor implementatie van één of meer van de bovenstaande aanbevelingen, dan bestaan er in de meeste gevallen mogelijkheden om hiervoor subsidie te krijgen, bijv. van het Novem programma DEMO. Ook kan Novem ondersteuning bieden, bijvoorbeeld door verschillende partijen bij elkaar te brengen in het kader van een aardgasproject.

Het verdient aanbeveling om naast de maatregelen m.b.t. de samenstelling van het wagenpark, zoals besproken in dit rapport, ook aandacht te besteden aan maatregelen die milieuwinst halen door het gebruik van voertuigen te beïnvloeden. De belangrijkste mogelijke maatregelen voor de gemeente op dit vlak zijn:

- rijstijltrainingen (Het Nieuwe Rijden, zie www.hetnieuwerijden.nl);
- econometers;
- snelheids- en toerenbegrenzers.

De gemeente heeft op dit moment een beleid waarbij voor personen- en bestelauto's wordt gekozen voor relatief zuinige auto's met een A of B label. Het verdient de aanbeveling dit beleid voort te zetten. Tot slot is het van belang om voldoende aandacht te besteden aan structurele publiciteit en communicatie over de genomen maatregelen naar andere partijen in de gemeente wil er sprake kunnen zijn van een effectieve voorbeeldfunctie door de gemeente.



1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor het project

Op 1 januari 2002 zijn de Gemeenten Leidschendam en Voorburg gefuseerd. Met deze fusie zijn ook de wagenparken van beide gemeenten samengevoegd. De nieuwe Gemeente Leidschendam-Voorburg wil graag inzicht hebben in de huidige milieuprestatie van dit wagenpark, alsook van de effecten en kosten van investeringen in alternatieven om die milieuprestatie te verbeteren. Daartoe heeft zij CE gevraagd met behulp van de "Milieu efficiencyscan" (MES) van Novem haar wagenpark door te lichten.

1.2 Achtergrond en behoeften

De positieve betekenis van verkeer en vervoer voor de economie en de welvaart is duidelijk, maar ook de nadelen zijn zichtbaar: het beslag op de schaarse ruimte, congestie op het wegennet, de luchtverontreinigende emissies, de geluidsoverlast en de verkeersonveiligheid. Met name in stedelijke gebieden worden deze neveneffecten van het verkeer en vervoer als een steeds groter probleem ervaren.

Mede onder druk van de Europese emissiewetgeving zijn voertuigen daarom het laatste decennium aanzienlijk schoner geworden. Ook de geluidsbelasting per voertuig is verminderd. Hoewel de milieubelasting door het verkeer en vervoer per kilometer dus is afgenomen, neemt door de sterke groei van het verkeersvolume de totale milieubelasting minder snel af (bijvoorbeeld voor de smogvormende stikstofoxiden NO_x) of neemt deze zelfs nog toe (bijvoorbeeld voor het "broeikasgas" CO_2).

Het verbeteren van de leefbaarheid in de stad en het verminderen van het energiegebruik en vervuiling zijn belangrijke thema's voor veel gemeenten. Daarbij wordt ook gekeken naar de verbeteringen die mogelijk zijn binnen de gemeentelijke diensten en bedrijven zelf. Een aangrijpingspunt is daarbij de verbetering van de milieuprestatie van het eigen wagenpark van de gemeentelijke diensten en bedrijven.

De Gemeente Leidschendam-Voorburg heeft een nieuw klimaatbeleid ontwikkeld om haar uitstoot van broeikasgassen (CO_2) te verminderen. Daarbij is aansluiting gezocht met de subsidieregeling "BANS klimaatconvenant" van VROM. Daarnaast is de gemeente zich bewust van de negatieve effecten van het verkeer op de leefbaarheid van de stad, in de vorm van hinder door geluid en geur en aantasting van de luchtkwaliteit.

Als onderdeel van de aanpak van beide probleemvelden ziet Leidschendam-Voorburg de verbetering van de milieuprestatie van haar eigen wagenpark. Daarmee vervult zij ook een voorbeeldfunctie naar bedrijven en bewoners. Een eerste optie die de gemeente in dit kader overweegt is de voortzetting dan wel uitbreiding van het aantal elektrische voertuigen in haar wagenpark, maar ook van andere mogelijkheden wil zij in dit project graag inzicht krijgen. Met name dienen dan ook de hoogte van de investering, de kosten van onderhoud en bedrijfsvoering en de mate van betrouwbaarheid in de beschouwing te worden meegenomen.

1.3 Doel van het project

Op basis van de hierboven geschetste behoeften heeft de Gemeente Leidschendam-Voorburg onderzoeksbureau CE gevraagd om m.b.v. de MES:

- de huidige milieubelasting van het huidige wagenpark te bepalen (Hoofdstuk 2); en
- de milieuprestatie en kosten van een aantal investeringsvarianten te berekenen, waaronder varianten van alternatieve voertuigtechnieken en brandstoffen (Hoofdstuk 3).

Op basis van de doorgerkende varianten worden in dit rapport tenslotte aanbevelingen gedaan over maatregelen die in de toekomst kunnen leiden tot reductie van de emissies.

1.4 Afbakening

Bij het vervullen van de doelstellingen van dit project is gebruik gemaakt van de meest recente versie van het rekenmodel "MES" dat in opdracht van Novem door CE is ontwikkeld. De MES biedt de mogelijkheid de *milieuprestaties* en de *kosten* voor verschillende voertuigcategorieën en voor het gehele wagenpark in kaart te brengen.

De term *milieuprestatie* wordt in de MES gebruikt als verzamelnaam voor de hoeveelheid luchtverontreinigende emissies. De emissies door wegvoertuigen die in de MES worden beschouwd zijn de emissies van stikstofoxiden (ook wel aangeduid als NO_x, de verzamelnaam voor de smogvormende emissies NO en NO₂), roetdeeltjes (PM₁₀) en koolstofdioxide (CO₂). Voor de lokale leefbaarheid en volksgezondheid zijn vooral NO_x en PM₁₀ van belang. De concentratie CO₂ is van invloed op het klimaat. Bij deze wagenparkscan zullen beide milieuaspecten even zwaar worden meegewogen.

Voor de verschillende alternatieve technieken worden in de MES de *kosten* inzichtelijk gemaakt. Het betreft hier steeds de meerkosten ten opzichte van de kosten van conventionele technologie. Hierbij kijken we in de eerste plaats naar de kosten die verbonden zijn aan de voertuigen zelf. Dit zijn de aanschaf- en afschrijvingskosten, brandstofkosten, wegenbelasting en onderhoudskosten. Naast deze voertuiggerelateerde kosten zal, waar dat van toepassing is, een indicatie worden gegeven van de overige meerkosten die toepassing van een alternatieve brandstof of aandrijftechnologie met zich meebrengt. Een voorbeeld hiervan zijn de kosten die gemoeid zijn met de installatie van een aardgastankstation.

Bij het berekenen van de kosten en de milieubelasting wordt in de MES gebruik gemaakt van de volgende standaard *voertuigcategorieën*:

- huisvuilwagens;
- vrachtauto's;
- bestelwagens;
- veegmachines;
- personenauto's.



Voor een aantal voertuigen van het wagenpark van de Gemeente Leidschendam-Voorburg is in de MES geen voertuigcategorie aanwezig. Voor deze voertuigen is alleen de huidige milieubelasting bepaald en worden geen scenario's doorgerekend. De aannames die voor deze voertuigen zijn gedaan worden toegelicht in Hoofdstuk 2.

Zoals bij ieder model geldt ook voor de MES dat bij interpretatie van de resultaten rekening moet worden gehouden met een *onzekerheidsmarge*. In de praktijk kunnen de werkelijke milieubelasting en (meer)kosten enigszins afwijken van de standaardwaarden die in de MES zijn opgenomen.



2 Huidige milieubelasting van het wagenpark

2.1 Basisgegevens voor berekening huidige milieubelasting

De huidige milieuprestatie van het wagenpark is vastgesteld aan de hand van overzicht van het hele wagenpark van de Gemeente Leidschendam-Voorburg. In dit overzicht staan alle voertuigen van de gemeente. Met de volgende gegevens uit dit overzicht kan de huidige milieubelasting worden bepaald:

- *soort voertuig* (volgens de indeling die de gemeente hanteert);
- *jaarkilometrage* per voertuig, berekend m.b.v. de huidige kilometerstand (alleen voor MES categorie);
- *aantal uren* dat het voertuig jaarlijks wordt gebruikt, berekend m.b.v. de huidige urenstand (niet voor alle voertuigen);
- *brandstoftype* dat het voertuig gebruikt (benzine, diesel, rode diesel of elektrisch);
- *bouwjaar* van het voertuig. Dit is bepalend voor de milieuklasse van het voertuig;
- *brandstofverbruik*, alleen voor enkele maaimachines, tractoren en veegmachines.

2.2 Vertaling naar voertuigcategorieën in de MES

Om de huidige milieuprestatie te kunnen berekenen, moeten we voor alle voertuigsoorten die de gemeente onderscheidt bepalen onder welke MES categorie ze vallen. De gemeente gebruikt vaak net andere benamingen dan de MES voor dezelfde voertuigsoort. Deze 'vertaalslag' is weergegeven in Tabel 3. Voor maaimachines en tractoren is geen corresponderende voertuigcategorie in de MES aanwezig. Hiervoor is daarom een andere oplossing gekozen (zie later in dit hoofdstuk).

Tabel 3 Overzicht van gebruikte voertuigcategorie MES per voertuigsoort gemeente

<i>Voertuigsoort in terminologie gemeente</i>	<i>Corresponderende bestaande MES categorie</i>
Bestelauto	Bestelwagen
Bromfiets	<i>n.v.t.</i> ²
Electrotruck	Bestelwagen(elektrisch)
Lichte vrachtauto	Bestelwagen
Maaimachine	<i>Geen</i>
Personenauto	Personenauto
Pick-up	Bestelwagen
Tractor	<i>Geen</i>
Veegmachine	Veegmachine zwaar
Vrachtauto	Vrachtauto

2.3 Milieuklassen: Euronormen

Voor iedere voertuigcategorie in de MES geldt dat er verschillende milieuklassen worden onderscheiden. Deze milieuklassen zijn afhankelijk van de Euronorm waaraan het voertuig voldoet. De Europese Unie hanteert sinds

² In onderling overleg tussen het projectteam en de gemeente is besloten om deze categorie in dit project buiten beschouwing te laten.

begin jaren negentig emissienormen voor auto's. Deze normen worden om de 3 tot 4 jaar aangescherpt. Met behulp van het bouwjaar kan bepaald worden aan welke Euronorm het voertuig voldoet en daarmee aan welke emissies. In Tabel 4 is voor de verschillende normen aangegeven in welke bouwjaar ze verplicht zijn geworden. Een overzicht van de bijbehorende emissie-eisen kunt u vinden in Bijlage A. Over eventuele opvolgers van de Euro-5 normen is nog niets bekend.

Tabel 4 Indeling in Euroklassen aan de hand van jaar van aanschaf

Jaar van aanschaf	Euroklasse
1991 en eerder	Euro 0
1992 t/m 1996	Euro 1
1997 t/m 2000	Euro 2
2001 t/m 2004	Euro 3
2005 t/m 2008	Euro-4
Na 2008	Euro-5
...	Euro-?

2.4 Jaarkilometrages en gebruiksuren per jaar

Voor een aantal voertuigcategorieën is in het overzicht van de gemeente geen jaarkilometrage beschikbaar, maar alleen een gemiddeld aantal gebruiksuren per jaar. Dit is het geval bij maaimachines, tractoren en veegmachines. Voor deze categorieën is het aantal gebruiksuren een betere basis voor de berekening dan het kilometrage, omdat deze voertuigen vaak stilstaand of bij lage snelheid worden gebruikt, bijv. om graafwerkzaamheden te verrichten of een versnipperaar aan te drijven. Het aantal gebruiksuren geeft dan een betrouwbaarder beeld van het gebruik.

In Tabel 5 staat aangegeven of de berekening in de MES is uitgevoerd op basis van het jaarkilometrage of het gemiddeld aantal gebruiksuren.

Tabel 5 Berekening op basis van kilometers of uren

Voertuigcategorie	Op basis van kilometers of uren
Personenauto	Kilometers
Bestelwagen	Kilometers
Vrachtauto	Kilometers
Veegmachine zwaar	Uren
Tractoren	Uren
Maaimachines	Uren

Omdat in de MES alleen jaarkilometrages kunnen worden ingevoerd is bij voertuigcategorieën waarvan alleen het aantal gebruiksuren bekend is, een gemiddelde snelheid verondersteld. Deze snelheid is zodanig gekozen dat de emissies per kilometer waar de MES mee rekent overeenkomen met de emissies per uur voor mobiele werktuigen welke bekend zijn uit de literatuur.

2.5 Berekening van de emissies van personenauto's, bestelwagens en vrachtauto's

De jaarlijkse emissies van de personenauto's, bestelwagens en vrachtauto's zijn berekend door de totale jaarkilometrages per voertuigcategorie, brand-



stofsoort en Euroklasse rechtstreeks in te voeren in de MES. Het gaat hierbij steeds om het totale jaarkilometrage *van alle voertuigen* in desbetreffende voertuigcategorie. Er is geen rekening gehouden met afwijkingen in brandstofverbruik t.o.v. de gemiddelden waar de MES standaard mee rekent, maar dit geeft naar verwachting geen grote onnauwkeurigheid in de resultaten. We zijn er vanuit gegaan dat er geen direct ingespoten dieselmotoren in het wagenpark aanwezig zijn.

De invoerdata per voertuigcategorie staan in Tabel 6, Tabel 7 en Tabel 8. De resultaten van de berekeningen staan in de verzameltabel in paragraaf 2.8.

Tabel 6 Invoerdata voor personenauto's

Milieuklasse	Brandstof	Aantal voertuigen	Totaal aantal kilometers per jaar
Euro-0	Benzine	1	6.266
Euro-1	Benzine	3	17.783
Euro-2	Benzine	10	46.596
Euro-3	Benzine	0	0
<i>Totaal</i>	<i>Benzine</i>	<i>14</i>	<i>70.645</i>
Euro-0	Diesel	0	0
Euro-1	Diesel	3	18.780
Euro-2	Diesel	1	4.648
Euro-3	Diesel	1	5.154
<i>Totaal</i>	<i>Diesel</i>	<i>5</i>	<i>28.582</i>

Tabel 7 Invoerdata voor bestelwagens

Milieuklasse	Brandstof	Aantal voertuigen	Totaal aantal kilometers per jaar
Euro-0	Benzine	0	0
Euro-1	Benzine	1	8.225
Euro-2	Benzine	1	6.281
Euro-3	Benzine	0	0
<i>Totaal</i>	<i>Benzine</i>	<i>2</i>	<i>14.506</i>
Euro-0	Diesel	0	0
Euro-1	Diesel	13	72.251
Euro-2	Diesel	21	118.833
Euro-3	Diesel	8	40.559
<i>Totaal</i>	<i>Diesel</i>	<i>42</i>	<i>231.643</i>
	Elektrisch	3	23.730

Tabel 8 Invoerdata voor vrachtauto's (alleen diesel)

Milieuklasse	Aantal voertuigen	Totaal aantal kilometers per jaar
Euro-0	1	6.864
Euro-1	1	34.690
Euro-2	1	9.088
Euro-3	0	0
<i>Totaal</i>	<i>3</i>	<i>50.642</i>

2.6 Berekening van de emissies van veegmachines

In de MES staan twee soorten veegmachines: veegmachines licht en veegmachines zwaar. In het overzicht van de gemeente is dit onderscheid niet gemaakt, maar is wel van de verschillende soorten veegmachines een gemiddeld brandstofverbruik beschikbaar³. Met behulp van dit brandstofverbruik en de emissiecijfers van het RIVM (waarop ook de emissiefactoren in de MES zijn gebaseerd, [RIVM, 1997]) is een gemiddelde snelheid bepaald waarbij de emissies van deze veegmachines per uur overeenkomen met die van veegmachines zwaar uit de MES. Voor de meeste machines is deze gemiddelde snelheid 3,0 km/uur. Alleen voor de wat kleinere HMF 185 is een gemiddelde snelheid van 2,25 km/uur verondersteld⁴.

De invoerdata voor veegmachines staan in Tabel 9. Alle veegmachines rijden op diesel. De jaarlijkse emissies van veegmachines zijn vervolgens berekend door de totale jaarkilometrages per voertuigcategorie en Euroklasse in te voeren in de MES. De resultaten van de berekeningen staan in de verzameltabel in paragraaf 2.8.

Tabel 9 Invoerdata voor veegmachines

Milieuklasse	Aantal voertuigen	Uren per jaar	Totaal aantal kilometers per jaar
Euro-1	1	650	1.461
Euro-2	5	3.886	10.884
Euro-3	1	507	1.521
<i>Totaal</i>	7	5.043	13.866

2.7 Berekening van de emissies van maaimachines en tractoren

Voor maaimachines en tractoren bestaat er geen corresponderende voertuigcategorie in de MES. Voor deze categorieën is daarom aanvullend onderzoek verricht.

Zowel tractoren als maaimachines rijden op diesel. Ze vallen onder een groep voertuigen die vaak worden aangeduid met *mobiele werktuigen*. Hiervoor zijn, net als voor personenauto's, bestelwagens, vrachtwagens en veegmachines Europese emissienormen vastgesteld. Deze normen zijn vastgelegd in de EU Richtlijn 97/68/EC. Hierin worden in twee stappen emissienormen ingevoerd voor mobiele werktuigen. De eerste stap is van kracht geworden in 1999. De tweede stap wordt van kracht in de periode 2001-2004, afhankelijk van het vermogen van het voertuig.

De ingangsdatum van deze normen is dus veel later dan voor de andere genoemde voertuigcategorieën. De eerste emissienormen voor mobiele werktuigen die in 1999 van kracht zijn geworden liggen op een niveau van Euro-0 voor vrachtauto's en zijn daarmee niet veel strenger dan de gemiddelde emissies van deze voertuigen voordat de normen van kracht werden. Deze conclusie is getrokken door de normen van Richtlijn 97/68/EC te vergelijken met de emissies zoals berekend door het RIVM in haar rapport

³ Van één van de machines (van het merk Applied) is geen brandstofverbruik bekend, maar deze kan op verzoek van de gemeente bij deze studie buiten beschouwing blijven. Aangenomen is dat het verbruik van de HMF 400 gelijk is aan dat van de HMF 416.

⁴ Deze emissies voor de HMF 185 komen overigens overeen met die van een lichte veegmachine bij 4,5 km/uur.



Emissies van mobiele werktuigen [RIVM, 1997]. Voor alle tractoren en maaimachines is er daarom voor gekozen om te rekenen met emissies van de Euro-0 normen. Deze emissies komen overeen met de emissies van veegmachines indien wordt gerekend met een gemiddelde snelheid van 3,5 km/uur voor tractoren en 2,5 km/uur voor maaimachines.

De invoerdata voor maaimachines en tractoren staan in Tabel 10. De jaarlijkse emissies van maaimachines en tractoren zijn vervolgens berekend door de totale jaarkilometrages per voertuigcategorie in te voeren in de MES (met milieuklasse Euro-0). De resultaten van de berekeningen staan in de verzameltabel in paragraaf 2.8.

Tabel 10 Invoerdata voor maaimachines en tractoren

Voertuigcategorie	Aantal voertuigen	Totaal aantal uren per jaar	Totaal aantal kilometers per jaar	Gebruikte MES-categorie
Maaimachines	6	3.200	8.000	Veegmachine zwaar
Tractoren	9	3.593	12.575	Veegmachine licht

2.8 Resultaten

Met de invoergegevens zoals in de vorige paragrafen aan de orde zijn gekomen is de milieubelasting van het wagenpark berekend. De resultaten hiervan staan in Tabel 11.

Tabel 11 Huidige milieubelasting van het wagenpark in 2002

Voertuigen	CO ₂ [ton]	aandeel	NO _x [kg]	aandeel	PM ₁₀ [kg]	aandeel
Personenauto	27	10%	46	2%	5	3%
Bestelwagen	73	24%	294	11%	42	23%
Vrachtauto	44	16%	483	19%	35	20%
Veegmachine	73	27%	594	23%	15	8%
Maaimachine	21	8%	287	11%	21	12%
Tractor	66	25%	920	36%	66	37%
<i>Totaal</i>	<i>304</i>	<i>100%</i>	<i>2624</i>	<i>100%</i>	<i>184</i>	<i>100%</i>

Uit Tabel 11 blijkt dat de tractoren en veegmachines samen de grootste bijdrage leveren aan de totale milieubelasting van het wagenpark. Ze zorgen samen voor meer dan 50% van de totale emissies van het wagenpark. Daarnaast leveren de bestelwagens een behoorlijke bijdrage, met name aan de uitstoot van CO₂ en PM₁₀. Dit geeft aan dat de reductie van de emissies in deze drie categorieën een grote bijdrage kan leveren aan een hogere milieuprestatie van het hele wagenpark.

De bijdragen van de andere categorieën zijn echter niet verwaarloosbaar, met uitzondering van de bijdrage van personenauto's aan de NO_x- en PM₁₀-emissies. De restant milieubelasting van het wagenpark wordt verdeeld tussen de andere typen voertuigen.

De huidige milieuprestaties dienen als referentie om de milieuprestatie van de verschillende investeringsscenario's in hoofdstuk 3 met elkaar te vergelijken.



3 Investeringsscenario's

3.1 Aanpak

In dit hoofdstuk presenteren we een drietal investeringsscenario's: één basisscenario en twee alternatieve scenario's.

Het *basisscenario* bestaat uit een voortzetting van de huidige aandrijftechnieken en brandstoffen bij iedere vervanging of nieuwe aanschaf van een voertuig. Hiermee wordt inzichtelijk gemaakt hoe de milieuprestatie zich ontwikkelt door de uitfasering van oude voertuigen en de aanschaf van nieuwe auto's, die door de steeds strengere Europese emissienormen steeds schoner zijn.

Naast dit basisscenario wordt een tweetal *alternatieve scenario's* doorgerekend waarbij aannames worden gedaan over de inzet van alternatieve voertuigtechnieken.

Voor alledrie de scenario's worden de milieubelasting en de kosten berekend. De kosten zullen allereerst worden vergeleken met de referentiekosten van het huidige park. Daarnaast zullen de kosten van inzet van alternatieven worden vergeleken met de kosten van het basisscenario. Zoals hiervoor is aangegeven, komt in het basisscenario de autonome ontwikkeling van de milieuprestatie als gevolg van de strenger wordende Europese emissienormen tot uiting.

De opzet van de analyse van de investeringsscenario's is als volgt: in Hoofdstuk 3.2 wordt de benadering voor de ontwikkeling van het wagenpark van de Gemeente Leidschendam-Voorburg kort uitgelegd. In Hoofdstuk 3.3 worden de gekozen scenario's beschreven. In Hoofdstuk 3.4 t/m 3.6 worden de resultaten van de analyse van de verschillende scenario's met behulp van de MES gepresenteerd en geanalyseerd. Tenslotte wordt in Hoofdstuk 3.7 de ontwikkeling van de kosten, afhankelijk van het scenario dat gekozen wordt, aangegeven en becommentarieerd.

3.2 Autonome ontwikkeling van het wagenpark

Door de wagenparkbeheerder van de Gemeente Leidschendam-Voorburg zijn gegevens over afschrijftermijn van de verschillende voertuigen van het wagenpark aangeleverd. Er wordt in deze studie uitgegaan van de *technische* afschrijftermijn. Op basis van deze gegevens is een projectie gemaakt van de verwachte ontwikkeling van het wagenpark vanaf het jaar 2003 t/m 2008. De milieuscan stopt in 2008 omdat er dan niet meer bekend is wat de emissiereferenties zijn voor de Euro 5-norm.

In deze studie gaan we er vanuit dat voertuigen worden vervangen door vergelijkbare voertuigen met hetzelfde jaarkilometrage. Door de fusie tussen de gemeenten Leidschendam en Voorburg, zijn er enkele voertuigen in het huidige wagenpark (2002) die al vervangen hadden moeten worden maar die echter nog steeds worden gebruikt. Voor deze voertuigen wordt ervan uitgegaan dat ze in 2003 worden vervangen door nieuwe voertuigen⁵. Voor

⁵ Hierbij wordt maar één vrachtwagen als uitzondering beschouwd. Het gaat om de DAF type AE64NT, bouwjaar 1987 die nauwelijks wordt gebruikt en pas in 2005 vervangen wordt.

de details van de jaarlijkse verwachte voertuigvervangingen, wordt de lezer verwezen naar Bijlage B.

3.3 Keuze van de scenario's

Basisscenario Europa

Bij de geplande investeringen wordt steeds gekozen voor de *conventionele technieken*. Voor de zware voertuigen is dit de dieseltechniek. Voor de lichte voertuigen betekent dit dat gekozen wordt voor dezelfde techniek (benzine of diesel) die op dit moment in het te vervangen voertuig is toegepast. De enige uitzondering hierop is dat we er in het basisscenario vanuit gaan dat de reeds aanwezige elektrische voertuigen worden vervangen door voertuigen met dieselmotoren.

In deze variant worden geen aanvullende milieumaatregelen getroffen ten aanzien van het eigen wagenpark. De ontwikkeling van de milieuprestatie wordt in dit scenario bepaald door de Europese emissie-eisen. Deze uit zich door de geleidelijke instroom van Euro 3 voertuigen in het wagenpark, en vanaf 2005 Euro 4.

Alternatief scenario 1 Elektrisch

Voor de personenauto's en bestelwagens wordt gekozen voor elektrische aandrijving. Elektrische aangedreven voertuigen hebben een relatief klein actieradius. Deze techniek is daarom alleen geschikt voor voertuigen met een laag jaarkilometrage. In deze studie wordt aangenomen dat alle personenauto's en bestelwagens van het wagenpark van de Gemeente Leidschendam-Voorburg hiervoor in aanmerking komen⁶.

Voor vrachtwagens, machines en tractoren wordt een roetfilter toegepast. De levensduur van een roetfilter is ca. 2 jaar. Het toepassen van een roetfilter bij voertuigen die na één jaar vervangen moeten worden, wordt daarom niet als rendabel gezien. Er wordt daarom er vanuit gegaan dat in het jaar 2003 alle vrachtwagens, machines en tractoren worden voorzien van roetfilters, met uitzondering van de voertuigen die al in 2004 moeten worden vervangen.

Alternatief scenario 2 Aardgas

Bij de geplande investeringen in nieuwe vrachtauto's en bestelwagens wordt gekozen voor toepassing van aardgas (CNG). Hoewel deze voertuigcategorieën een beperkt aandeel in de totale emissies hebben, kan het vanwege het grotere volume aan brandstof dat wordt afgenomen toch interessant zijn om ook hierbij aardgas toe te passen. Een groter afnamevolume zal in het algemeen leiden tot een lagere aardgasprijs per kubieke meter.

De toepassing van CNG in personenauto's wordt is in de MES opgenomen. De reden hiervoor is dat de emissies van personenauto's die op aardgas rijden net aanzienlijk verschillen van de emissies met de conventionele technieken (benzine of diesel). Daarom wordt voor deze categorie uitgegaan van de conventionele technieken zoals in het basisscenario.

⁶ Reden hiervoor is dat alle personenauto's en bestelwagens van de gemeente onder de 15.000 km per jaar zitten.

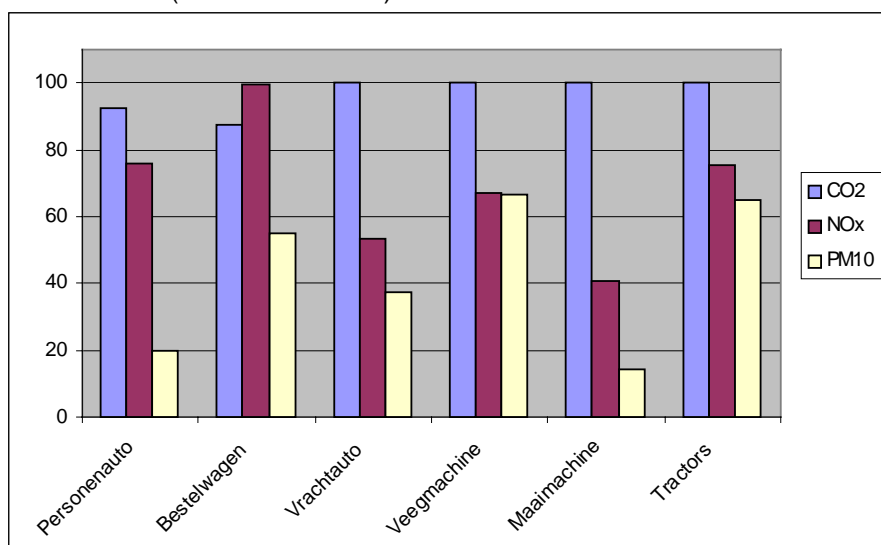


Voor machines en tractoren wordt uitgegaan van de toepassing van een roefilter zoals in het alternatief scenario 1.

3.4 Resultaten basisscenario

In deze variant worden bij de te vervangen voertuigen steeds de conventionele aandrijftechnieken ingezet. Door de steeds strenger wordende Europese emissie-eisen zullen de emissie van het wagenpark afnemen naar mate er oude voertuigen worden vervangen door nieuwe. Het effect hiervan op voertuigniveau wordt duidelijk wanneer de milieuprestatie van het gehele wagenpark voor het jaar 2008 wordt vergeleken met de huidige milieuprestatie. De resultaten van de vergelijking worden in Figuur 1 gepresenteerd.

Figuur 1 Milieuprestatie gehele wagenpark per voertuigcategorie in 2008 t.o.v. 2002, basisscenario (index 2002 = 100)



Vergeleken met de emissies in het jaar 2002, neemt vooral de uitstoot van fijn stof (PM_{10}) af. Deze afname is het sterkst bij de maaimachines. Dit komt omdat in 2008 alle maaimachines van het wagenpark vervangen zullen zijn. Voor de personenauto is de relatieve afname van PM_{10} ook aanzienlijk. Omdat de PM_{10} -emissies van personenauto's in de huidige situatie in absolute waarde maar een kleine bijdrage leveren aan de totale PM_{10} -emissies van het gehele wagenpark (zie Tabel 11), levert de afname van de PM_{10} -emissies van personenauto's in het basisscenario netto een geringe bijdrage aan de totale milieuprestatie van het wagenpark t.o.v. de PM_{10} -emissies.

Door de strenger wordende euronormen, wordt ook een emissiesreductie gehaald voor NO_x . Het effect ervan is echter niet zichtbaar voor de categorie bestelwagens, omdat de 3 elektrisch aangedreven bestelwagens van het wagenpark in 2008 vervangen zijn door diesel bestelwagens.

De CO_2 -emissies nemen nauwelijks af. Dit komt omdat de Europese emissie-eisen niet gericht zijn op de vermindering van de uitstoot van CO_2 . Alleen voor personenauto's en bestelwagens is een relatieve verbetering van de brandstofconsumptie te merken, met dus een bijbehorende reductie van de CO_2 -emissies. Dit komt omdat de nieuwe motoren steeds beter afgesteld

worden, waardoor de brandstofconsumptie per gereden kilometer relatief afneemt.

In Tabel 12 is de milieuprestatie voor het jaar 2008 van het gehele wagenpark samengevat.

Tabel 12 Milieuprestatie van het gehele wagenpark in 2008 voor het basisscenario

Voertuigen	CO₂ [ton]	Aandeel	NO_x [kg]	Aandeel	PM₁₀ [kg]	Aandeel
Personenauto	25	9%	35	2%	1	1%
Bestelwagen	64	22%	293	16%	23	25%
Vrachtauto	44	15%	258	14%	13	14%
Veegmachine	73	25%	400	22%	10	11%
Maaimachine	21	7%	117	7%	3	3%
Tractors	66	23%	693	39%	43	46%
<i>Totaal⁷</i>	<i>293</i>	<i>100%</i>	<i>1796</i>	<i>100%</i>	<i>93</i>	<i>100%</i>

Deze prestatie kan worden vergeleken met de huidige milieuprestatie van Tabel 11. Het blijkt dat voor het totale wagenpark de uitstoot van PM₁₀ met ruim 50% zal afnemen, en NO_x met ruim 32%. De emissies van CO₂ nemen slechts met ca 4% af. Voor CO₂ en NO_x blijven de aandelen van de verschillende voertuigtypen vrijwel gelijk.

3.5 Resultaten alternatief scenario 1

In deze variant wordt ervoor gekozen de nieuwe personenauto's en bestelwagens elektrisch aan te drijven. Voor de overige voertuigen wordt gekozen voor de conventionele technieken (diesel). Voor vrachtwagens, machines en tractoren wordt een roetfilter toegepast. De resultaten van de vergelijking worden in Figuur 2 gepresenteerd.

Vergeleken met de emissies in het jaar 2002, neemt vooral de uitstoot van stof (PM₁₀) drastisch af. Deze afname is aan de toepassing van de roetfilters toe te rekenen. Voor bestelwagens blijft het aandeel deeltjes significant in vergelijking met andere voertuigen, omdat nog 30% van het bestelwagenpark van de gemeente nog vervangen moet worden door elektrische aandrijving. Deze voertuigen (vrijwel allemaal op diesel) zorgen dus in 2008 nog voor meer dan de helft van de PM₁₀-emissies van het totale wagenpark.

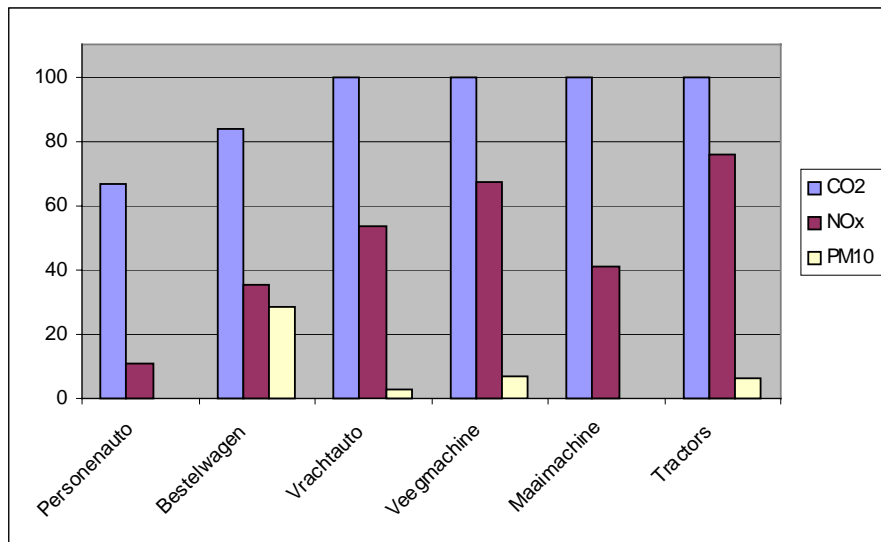
Wat betreft de CO₂-emissies, is het effect van de invoer van elektrisch aangedreven voertuigen duidelijk. De uitstoot van CO₂ neemt met 33% af voor personenauto's en met 16% af voor de bestelwagens. Voor de andere voertuigen blijven de CO₂-emissies, zoals in het basisscenario, onveranderd.

Er moet worden opgemerkt dat elektrisch aangedreven voertuigen zelf geen emissies veroorzaken. De productie van elektriciteit zorgt echter voor emissies. Deze emissies worden toegerekend aan de elektrisch aangedreven voertuigen. In de MES worden alleen de CO₂-emissies van de opwekking van elektriciteit meegenomen. Er wordt in de MES gekozen voor een benadering waarbij elektrische centrales gevestigd zijn buiten bewoningsgebieden. Hierdoor blijft het milieueffect van de NO_x- en PM₁₀-emissies van de centrales gering.

⁷ Totalen kunnen afwijken van de jaarlijkse optellingen vanwege afrondingsverschillen.



Figuur 2 Milieuprestatie gehele wagenpark per voertuigcategorie in 2008 t.o.v. 2002, alternatief scenario 1 (index 2002 = 100)



In Tabel 13 is de milieuprestatie voor het jaar 2008 van het gehele wagenpark samengevat.

Tabel 13 Milieuprestatie van het gehele wagenpark in 2008 voor alternatief scenario 1

Voertuigen	CO ₂ [ton]	Aandeel	NO _x [kg]	Aandeel	PM ₁₀ [kg]	Aandeel
Personenauto	18	6%	5	0%	0 ⁸	0%
Bestelwagen	61	22%	104	7%	12	67%
Vrachtauto	44	16%	258	16%	1	6%
Veegmachine	73	26%	400	25%	1	6%
Maaimachine	21	7%	117	7%	0	0%
Tractors	66	23%	696	44%	4	22%
Totaal	283	100%	1580	100%	18	100%

Deze prestatie kan worden vergeleken met de huidige milieuprestatie (Tabel 11). Het blijkt dat voor het totale wagenpark de uitstoot van deeltjes met ruim 90% zal afnemen, en NO_x met ruim 40%. De emissies van CO₂ nemen totaal met ca 7% af.

Wanneer de milieuprestatie van het alternatief scenario 1 wordt vergeleken met de milieuprestatie van de het basisscenario, blijkt dat het toepassen van roetfilters bij vrachtwagens, machines en tractoren samen met het verschuiven naar elektrisch aandrijving van personenauto's en bestelwagens tot een extra vermindering van 3% van de CO₂-emissies, 8% van de NO_x-emissies en 40% van de PM₁₀-emissies.

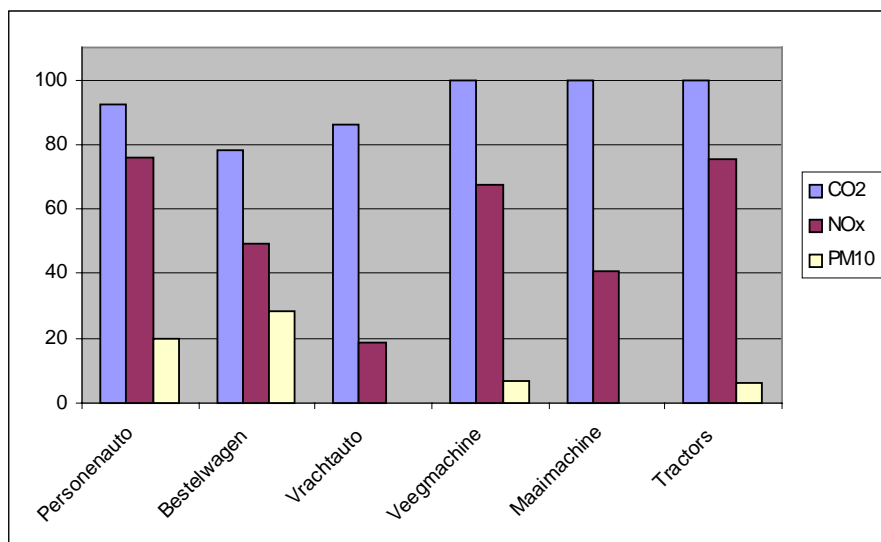
3.6 Resultaten alternatief scenario 2

In dit scenario wordt bij de geplande investeringen in nieuwe vrachtauto's en bestelwagens steeds gekozen voor de toepassing van aardgas (CNG)⁹.

⁸ Nul-waarden komen van afrondingen.

Voor personenauto's wordt uitgegaan van de conventionele technieken zoals in het basisscenario. Voor machines en tractoren wordt uitgegaan van de toepassing van een roefilter zoals in het alternatief scenario 1. De resultaten van de vergelijking worden in Figuur 3 gepresenteerd.

Figuur 3 Milieuprestatie gehele wagenpark per voertuigcategorie in 2008 t.o.v. 2002, alternatief scenario 2 (index 2002 = 100)



Vergeleken met de emissies in het jaar 2002, neemt vooral de uitstoot van stof (PM₁₀) drastisch af. Deze afname is vooral aan de toepassing van de roefilters bij machines en tractoren toe te rekenen. De toepassing van CNG bij vrachtauto's en bestelwagens zorgt ook voor een aanzienlijk reductie van de PM₁₀-emissies (geen PM₁₀-emissie bij vrachtauto's hoewel geen roefilter toegepast is), zowel als voor een reductie van de NO_x-emissies.

In Tabel 14 is de milieuprestatie voor het jaar 2008 van het gehele wagenpark samengevat.

De prestatie van het alternatief scenario 2 kan worden vergeleken met de huidige milieuprestatie (Tabel 11). Het blijkt dat voor het totale wagenpark de uitstoot van deeltjes met ruim 90% zal afnemen, en NO_x met ruim 43%. De emissies van CO₂ nemen totaal met ca 8% af.

Tabel 14 Milieuprestatie van het gehele wagenpark in 2008 voor het alternatief scenario 2

Voertuigen	CO ₂ [ton]	Aandeel	NO _x [kg]	Aandeel	PM ₁₀ [kg]	Aandeel
Personenauto	25	9%	35	2%	1	6%
Bestelwagen	57	20%	145	10%	12	67%
Vrachtauto	38	14%	90	6%	0	0%
Veegmachine	73	26%	400	27%	1	6%
Maaimachine	21	8%	117	8%	0	0%
Tractors	66	24%	696	47%	4	22%
Totaal	280	100%	1483	100%	18	100%

⁹ Voor vrachtauto's wordt uitgegaan van *stoichiometrisch* CNG.



Wanneer de milieuprestatie van het alternatief scenario 2 wordt vergeleken met de milieuprestatie van de het basisscenario, blijkt dat dit scenario tot een extra vermindering van 4% van de CO₂-emissies, 11% van de NO_x-emissies en 40% van de PM₁₀-emissies.

Vergeleken met de milieuprestatie van het alternatief scenario 1, blijkt het alternatief scenario 2 een iets hogere milieuprestatie levert voor het gehele wagenpark. De genomen maatregelen leiden immers tot een extra reductie van 1% van de CO₂-emissies en 3% van de NO_x-emissies. De PM₁₀-emissies van het alternatief scenario 2 zijn gelijk aan de emissies van het alternatief scenario 1.

3.7 **Ontwikkeling van de kosten**

In deze paragraaf wordt een inschatting gemaakt van de verwachte meerkosten van de varianten waarin aanvullende milieumaatregelen worden getroffen ten opzichte van het basisscenario (de situatie waarin geen aanvullende milieumaatregelen worden genomen).

3.7.1 **Beschouwde kostenposten**

De volgende kostenposten worden in de berekeningen meegenomen:

- aanschafkosten;
- brandstofkosten;
- onderhoudskosten.

Deze kosten zijn direct toe te rekenen aan de nieuwe voertuigen. Voor de overige kostenposten, zoals vulinstallaties of aanpassingen in de werkplaats, wordt alleen een indicatie gegeven van de verwachte totaalkosten. Bij de beschouwing van de kosten dient verder het volgende in acht te worden genomen:

- de referentiekosten in het milieuscan programma dienen ter vergelijking van investeringsvarianten. Ze hebben niet tot doel een beeld te geven van de absolute kosten van het wagenpark;
- de kosten geven slechts een indicatie van de werkelijke (meer)kosten. De kosten zijn mede vastgesteld op grond van eerdere ervaringen met soortgelijke voertuigen. Deze ervaringen hoeven niet representatief te zijn voor toekomstige ervaringen met soortgelijke voertuigen;
- de verdeling van de kosten is niet meegenomen in de analyse.

Eventuele subsidieregelingen of sponsering blijven in de analyse buiten beschouwing. Wettelijke vaststaande regelingen die algemeen geldend zijn, zoals differentiatie van MRB en accijnzen voor LPG, zijn wel meegenomen.

3.7.2 **Uitgangspunten**

De MES rekent met de volgende meerkosten¹⁰:

Algemeen

- de afschrijvingsperiode en de jaarkilometrage van voertuigen zijn ontleend aan de voertuiggegevens van de Gemeente Leidschendam-Voorburg. Voor de restwaarde zijn standaardwaarden gehanteerd. De

¹⁰ Er worden geen ronde bedragen aangegeven omdat deze bedragen afgeleid zijn van bedragen in gulden. Bron: Milieuscan wagenpark Zoetermeer, CE 2001.

jaarkilometrages van de te vervangen voertuigen staan vermeld in Tabel 20 t/m Tabel 25;

- de afschrijving is lineair met een rentepercentage van 5 procent;
- de gehanteerde brandstofprijzen:
 - benzine € 1,05 per liter
 - diesel € 0,76 per liter

Voor CNG (aardgas) is een bedrag van € 0,25 per m³ gehanteerd en voor elektriciteit € 0,10 per kWh. Dit komt overeen met het grootverbruikertarief.

Zware voertuigen

- de meerkosten bij aanschaf van een aardgasmotor in vrachtauto's bedragen ca. € 27.500 ten opzichte van een dieselmotor (Euro 3) [CE, 2002];
- voor vrachtauto's op aardgas is ervan uitgegaan dat de onderhoudskosten € 0,045 per kilometer hoger zijn dan bij dieselveertuigen [NEA, 1997];
- voor vrachtauto's geldt geen differentiatie van de MRB naar brandstofsoort.

Lichte voertuigen

- voor personenauto's en bestelwagens is er van uitgegaan dat de meerkosten van elektrische aandrijving € 9.100 zijn. Bovendien gaan we bij elektrisch aangedreven voertuigen uit van meerkosten van € 9.075 voor de aanschaf van een accu;
- de aanschafkosten voor dieselaandrijving voor een bestelwagen bedraagt € 1.190 meer dan voor benzine;
- de aanschafkosten voor bestelwagens op aardgasmotoren zijn € 3.175 hoger dan benzinemotoren;
- aangenomen is dat IDI dieselmotoren zijn toegepast in Euro 0 en Euro 1 voertuigen. De modernere direct ingespoten dieselmotoren (DI) worden verondersteld te zijn toegepast in Euro 3 en Euro 4 voertuigen. De meerkosten ten opzichte van een IDI motor bedragen ca. € 227 en ten opzichte van een benzinemotor ca. € 454;
- voor bestelwagens en personenauto's is aangenomen dat er geen verschil is tussen de onderhoudskosten van dieselveertuigen en het onderhoudskosten van benzinemotoren [CE, 2002];
- voor personenauto's en bestelwagens is het MRB-tarief zoals in de Milieuscan wagenpark Zoetermeer gehanteerd. Elektrische voertuigen zijn vrijgesteld van MRB.

Naast de kosten die in deze studie zijn beschouwd zijn er nog andere kostenposten van belang voor de keuze voor een alternatieve techniek. Voor toepassing van aardgas in voertuigen is een vulstation nodig. Voor deze brandstof bestaat momenteel nog geen wijd vertakt, dekkend netwerk van vulstations. Dit kan betekenen dat geïnvesteerd zal moeten worden in de aanschaf van een vulstation. De aanschafkosten van een vulstation worden voor een groot deel bepaald door de capaciteit. De kosten van een CNG compressorinstallatie met vijftientig afleverpunten zijn in 1997 geraamd op ca. 0,84 miljoen euro [Ministerie V&W, 1998]. Voor kleinere installaties liggen de aanschafkosten ruwweg tussen 1 ton en 0,7 miljoen euro. De meerkosten per voertuig als gevolg van deze installatie zijn afhankelijk van het aantal voertuigen waarover het vulstation wordt afgeschreven. Toepassing van een snelvulinstallatie zal leiden tot hogere kosten (ca. 23 tot 34 duizend euro per installatie). Bij de ENGVA en op de website van



www.rijdenopaardgas.nl zijn namen van organisaties te vinden waar nog meer informatie over de kosten van vulstations en het rijden op aardgas kan worden gevonden.

Naast de aanschafkosten van een vulstation zal ook het onderhoud ervan kosten met zich meebrengen. Naar schatting gaat het dan om een bedrag van ca. € 2.250 tot € 4.500 per jaar. Een schatting van de totale jaarlijkse kosten van een vulstation (afschrijving en onderhoud) bedraagt bij een rentevoet van 6,1 procent en een afschrijftermijn van 10 jaar ca. € 113.500 per jaar (Ministerie van V&W, 1998). Daarnaast zullen in veel gevallen de kosten voor verzekering van het vulstation ook hoger zijn dan bij een tankinstallatie voor diesel.

Bij toepassing van CNG zullen tenslotte ook de volgende kostenposten een rol kunnen spelen [Ministerie V&W, 1998]:

- aanpassen ventilatie werkplaats en stalling;
- aanpassen elektrische installatie werkplaats en stalling;
- aanbrengen gasdetectie werkplaats en stalling;
- extra meet-, test- en handgereedschap.

Het totaal van deze vier kostenposten kan in eerste benadering worden geschat op ca. € 68.000 per jaar. Over de periode 2003-2008 komt het neer op € 408.000.

3.8 Resultaten totale milieuprestatie

De resultaten van de totale milieuprestatie van het gehele wagenpark in 2008 t.o.v. de milieuprestatie van het wagenpark in de huidige situatie zijn in Tabel 15 per scenario aangegeven. Een indicatie van de bijbehorende meerkosten per scenario t.o.v. van de investeringen van het basisscenario zijn ook gepresenteerd.

Voor het alternatief scenario 1 kunnen we zien dat de toepassing van roetfilters bij vrachtauto's, machines en tractor goedkoper is dan het elektrisch aandrijven van personenauto's en bestelwagens. De toepassing van de roetfilters bedraagt slechts 25% van de totale investeringen voor het gehele wagenpark over de periode 2003-2008.

De toepassing van aardgas bij bestelwagens en vrachtauto's (naast toepassing van roetfilters bij machines en tractoren) is meer dan 3 keer goedkoper dan de benodigde investeringen in het alternatief scenario 1, indien de kosten van het vulstation buiten beschouwing worden gelaten.

Tabel 15 Emissies t.o.v. de huidige situatie en meerkosten t.o.v. het basisscenario, in 2008 voor het gehele wagenpark

	Meerkosten t.o.v. basisscenario [euro]	Extra kosten infrastructuur [euro]	CO ₂ [ton]	NO _x [kg]	PM ₁₀ [kg]
Basisscenario					
personenauto	--	--	-2	-11	-4
bestelwagen	--	--	-9	-1	-19
vrachtauto	--	--	0	-225	-22
veegmachine	--	--	0	-194	-5
maaimachine	--	--	0	-170	-18
tractor	--	--	0	-227	-23
<i>Totaal</i>	--	--	-11	-828	-91
Alternatief scenario 1					
personenauto	91.751	--	-9	-41	-5
bestelwagen	195.813	--	-12	-190	-30
vrachtauto	11.517	--	0	-225	-34
veegmachine	26.233	--	0	-194	-14
maaimachine	22.394	--	0	-170	-21
tractor	34.815	--	0	-224	-62
<i>Totaal</i>	382.523	--	-21	-1.044	-166
Alternatief scenario 2					
personenauto	-	-	-2	-11	-4
bestelwagen	11.821	-	-16	-149	-30
vrachtauto	20.524	-	-6	-393	-35
veegmachine	25.595	-	0	-194	-14
maaimachine	21.754	-	0	-170	-21
tractor	34.815	-	0	-224	-62
infrastructuur		408.000	-	-	-
<i>Totaal</i>	114.509	408.000	-24	-1.141	-166



4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

In dit hoofdstuk vindt u een overzicht van de belangrijkste conclusies en aanbevelingen.

Basisscenario

Het referentiescenario (basisscenario) leidt via de aangescherpte Europese emissie-eisen in het jaar 2008 tot een aanzienlijke reductie van de uitstoot van roetdeeltjes (ca. 50%) en in mindere mate van NO_x (ca. 32%), in vergelijking met de huidige milieuprestatie. De emissie van CO₂ neemt slechts enkele procenten af (4%).

Alternatief scenario 1

De toepassing van elektrisch aangedreven voertuigen bij personenauto's en bestelwagens met de toepassing van roetfilters voor de andere voertuigcategorieën leidt ertoe dat de uitstoot van deeltjes door het gehele wagenpark met 40% kan verminderen ten opzichte van het basisscenario. De uitstoot van NO_x en CO₂ kan dalen met respectievelijk 8% en 3% extra dan in het basisscenario. De vermindering in uitstoot is ten opzichte van het alternatief scenario 2 relatief lager, omdat vrachtauto's, machines en tractoren niet elektrisch aangedreven kunnen worden. De meerkosten van toepassing van elektrische voertuigen bedragen gemiddeld € 382.646 voor de periode 2003-2008 ten opzichte van het basisscenario. De kosten van de toepassing van roetfilters bij vrachtauto's, machines en tractor zijn veel lager dan die van het elektrisch aandrijven van personenauto's en bestelwagens. Met name de kosten voor de personenauto's zijn bijzonder hoog in vergelijking met de door deze investering bereikte bijdrage aan de milieuprestatie van het gehele wagenpark. De toepassing van alle roetfilters bedraagt slechts 25% van de totale investeringen voor het gehele wagenpark over de periode 2003-2008.

Alternatief scenario 2

Het alternatief scenario 2 leidt in 2008 tot een relatief kleine verdere afname van NO_x in vergelijking met het alternatief scenario 1 (43% i.p.v. 40%). Ook de emissie van CO₂ kan met 1% verder afnemen. De toepassing van aardgas bij bestelwagens en vrachtauto's is meer dan 3 keer goedkoper voor de periode 2003-2008 ten opzichte van het alternatief scenario 1 (€ 114.546 i.p.v. € 382.646), voor een totale milieuprestatie die iets beter is dan de milieuprestatie van het alternatief scenario 1. In deze kosten zijn echter de extra kosten voor de infrastructuur niet meegerekend, welke € 408.000 voor de periode 2003-2008 bedragen.

Deze conclusies worden in Tabel 16 samengevat.

Tabel 16 Conclusie wagenpark Leidschendam-Voorburg, periode 2003-2008

	Reductie t.o.v. huidige situatie			kosten t.o.v. basisscenario
	CO ₂	NO _x	PM ₁₀	
Basisscenario	- 4%	- 32%	- 50%	--
Alternatief scenario 1	- 7%	- 40%	- 90%	€ 382.646
Alternatief scenario 2	- 8%	- 43%	- 90%	€ 114.546 excl. vulinstallatie € 522.509 incl. vulinstallatie

Aanbevelingen

De gemeente heeft op dit moment een beleid waarbij voor personen- en bestelauto's wordt gekozen voor relatief zuinige auto's met een A of B label. Het verdient de aanbeveling dit beleid voort te zetten.

Daarnaast kan met de in dit rapport doorgerekende maatregelpakketten extra milieuwinst worden behaald. Ook kan voor een mix van de maatregelen uit de verschillende pakketten worden gekozen. De belangrijkste aanbevelingen met betrekking tot de verschillende maatregelen zijn:

- de toepassing van **aardgas** is een relatief goedkope optie die veel extra milieuwinst oplevert, mits de kosten van een aardgasvulstation niet (volledig) voor rekening van de gemeente hoeven te komen. Indien de gemeente voor deze maatregel kiest verdient het daarom aanbeveling om te proberen andere partijen in de regio te interesseren om deel te nemen aan een aardgasproject. De kosten voor een vulstation kunnen dan worden gedeeld of het kan zelfs interessant worden voor een marktpartij om zelfstandig te investeren in een aardgasvulstation;
- het aanschaffen van **elektrische voertuigen** zorgt voor een forse verbetering van de milieuprestatie. Door een duidelijke herkenbaarheid op straat kunnen deze voertuigen ook een belangrijke PR-waarde en voorbeeldfunctie hebben. Indien de totale investering van bijna vierhonderd-duizend Euro te groot is kan binnen deze optie ook eenvoudig worden gekozen om slechts een deel van het wagenpark te vervangen door elektrische voertuigen waardoor de meerkosten evenredig afnemen;
- het installeren van **roetfilters** op de zwaardere voertuigen lijkt een interessante optie waarbij voor een relatief beperkte investering een behoorlijk milieuvoordeel kan worden behaald. Als wordt gekozen voor de variant met aardgas, dan is deze optie alleen interessant voor de bestaande voertuigen en voor alleen die nieuwe voertuigen waarvoor het rijden op aardgas niet mogelijk is.

Indien de gemeente kiest voor implementatie van één of meer van de bovenstaande aanbevelingen, dan bestaan er in de meeste gevallen mogelijkheden om hiervoor subsidie te krijgen, bijv. van het Novem programma DEMO. Ook kan Novem ondersteuning bieden, bijvoorbeeld door verschillende partijen bij elkaar te brengen in het kader van een aardgasproject.

Het is van belang om voldoende aandacht te besteden aan structurele publiciteit en communicatie over de genomen maatregelen naar andere partijen in de gemeente wil er sprake kunnen zijn van een effectieve voorbeeldfunctie door de gemeente.

Tot slot verdient het aanbeveling om naast de maatregelen m.b.t. de samenstelling van het wagenpark, zoals besproken in dit rapport, ook aandacht te besteden aan maatregelen die milieuwinst halen door het gebruik van voertuigen te beïnvloeden. De belangrijkste mogelijke maatregelen voor de gemeente op dit vlak zijn:

- rijstijltrainingen (Het Nieuwe Rijden, zie www.hetnieuwerijden.nl);
- econometers;
- snelheids- en toerenbegrenzers.

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

Op weg naar een schoner wagenpark

wagenparkscan
Gemeente Leidschendam-Voorburg

Bijlagen

Eindrapport

Delft, maart 2003

Opgesteld door: Huib van Essen
Olivier Bello





A Europese emissienormen

In deze bijlage zijn drie tabellen opgenomen die een overzicht geven van de Europese emissie-eisen voor verschillende voertuigtypen: zware dieselvoertuigen, bestelauto's en personenauto's. Dit zijn de maximum emissies die bij een bepaalde, voorgeschreven testcyclus vrij mogen komen. De hoeveelheden die in de praktijk worden geëmitteerd kunnen hier enigszins van afwijken. De ontwikkeling van de emissie-eisen geeft echter wel een idee van de mate waarin de emissies per voertuig in de toekomst zullen afnemen.

Tabel 17 Emissienormen wegvoertuigen zwaarder dan 3,5 ton (gr/kWh)

	Euro1	Euro2	Euro3		Euro4		Euro5	
<i>Ingangsjaar^{a)}:</i>	1992	1996	2000		2005		2008	
<i>Testcyclus^{b)}</i>	<i>ESC</i>	<i>ESC</i>	<i>ESC</i>	<i>ETC</i>	<i>ESC</i>	<i>ETC</i>	<i>ESC</i>	<i>ETC</i>
CO	4,5	4,0	2,1	5,45	1,5	4,0	1,5	4,0
VOS	1,1	1,1	0,66		0,46		0,46	
NMVOS				0,78		0,55		0,55
CH ₄				1,6		1,1		1,1
NO _x	8,0	7,0	5,0	5,0	3,5	3,5	2,0	2,0
PM ₁₀ ^{c)}								
> 85 kW	0,61	0,26	0,13	0,21				
< 85 kW	0,36	0,15	0,10	0,16	0,02	0,03	0,02	0,03

- a Het vermelde jaar is het jaar waarin alle nieuw geproduceerde voertuigen aan de norm dienen te voldoen. Ongeveer een jaar later dienen ook de nieuw verkochte voertuigen aan de desbetreffende norm te voldoen.
- b Vanaf 2000 zijn er twee verschillende testcycli voorgeschreven: de Steady State test (ESC) en de transcient test (ETC).
- c Voor motoren met een vermogen minder dan 85 kW geldt een strengere eis dan voor motoren met een vermogen boven 85 kW.

Tabel 18 Emissienormen bestelauto's (gr/km)

Ingangsjaar: Categorie ^{a)} :	Euro 1 1992			Euro 2 1996			Euro 3 2000			Euro 4 2005		
	L	M	Z	L	M	Z	L	M	Z	L	M	Z
Benzine												
CO	2,72	5,17	6,90	2,20	4,00	5,00	2,30	4,17	5,22	1,00	1,81	2,27
HC + NO _x	0,97	1,40	1,70	0,50	0,70	0,80	-	-	-	-	-	-
HC	-	-	-	-	-	-	0,20	0,25	0,29	0,10	0,13	0,16
NO _x	-	-	-	-	-	-	0,15	0,18	0,21	0,08	0,10	0,11
Diesel												
CO	2,72	5,17	6,90	1,00	1,25	1,50	0,64	0,80	0,95	0,50	0,63	0,74
HC + NO _x ^{b)}	0,97	1,40	1,70	0,70	1,10	1,30	0,56	0,72	0,86	0,30	0,39	0,46
NO _x	-	-	-	-	-	-	0,50	0,65	0,78	0,25	0,33	0,39
PM ₁₀ ^{b)}	0,14	0,19	0,25	0,08	0,15	0,20	0,05	0,07	0,10	0,025	0,04	0,06

a Licht: RM < 1250 kg; Midden: RM > 1250 kg en < 1700 kg; Zwaar: RM > 1700 kg.

RM = Referentie Massa = leegewicht+100 kg.

b De normen tot 2000 gelden voor IDI dieselmotoren. De normen voor DI dieselmotoren in deze jaren zijn ongeveer 30 procent hoger voor HC+NO_x en 25 procent hoger voor PM₁₀. Met ingang van 1 januari 2000 zijn de normen voor DI dieselmotoren gelijk getrokken aan die van IDI dieselmotoren.

Tabel 19 Emissienormen personenauto's (gr/km)

Ingangsjaar:		Euro 1 1992	Euro 2 1996	Euro 3 2000	Euro 4 2005
Benzine					
CO		2,72	2,70	2,30	1,00
HC + NO _x		0,97	0,59	0,35	0,18
HC		-	0,34	0,20	0,10
NO _x		-	0,25	0,15	0,08
Diesel					
CO	IDI en DI	2,72	1,06	0,64	0,50
HC + NO _x	IDI	0,97	0,71	0,56	0,30
	DI	1,36	0,91	0,56	0,30
NO _x	IDI	-	0,63	0,50	0,25
	DI	-	0,81	0,50	0,25
PM ₁₀	IDI	0,14	0,08	0,05	0,03
	DI	0,19	0,10	0,05	0,03



B Autonome ontwikkeling van het wagenpark

In de onderstaande tabellen worden voor elk jaar de te vervangen voertuigen aangeduid.

Tabel 20 Voertuigvervangingen in het jaar 2003

Voertuigen	Techniek	Euroklasse	Aantal	Kilometrage
Personenauto	diesel	euro 1	1	11178
	benzine	euro 1	2	12794
		euro 0	1	6266
Bestelwagen	diesel	euro 1	5	29951
	elektrisch		3	23730
Vrachtauto	diesel	euro 1	1	34690
Veegmachine	diesel	euro 1	1	1461
		euro 2	1	2806
Maaimachine	diesel	euro 0	3	4049
Tractor	diesel	euro 0	3	5239
Totaal			21	132164

Tabel 21 Voertuigvervangingen in het jaar 2004

Voertuigen	Techniek	Euroklasse	Aantal	Kilometrage
Personenauto	diesel	euro 1	1	5622
Bestelwagen	diesel	euro 1	6	35702
	benzine	euro 1	1	8225
Vrachtauto	diesel		0	0
Veegmachine	diesel	euro 2	1	2713
Maaimachine	diesel	euro 0	1	859
Tractor	diesel		0	0
Totaal			10	53121

Tabel 22 Voertuigvervangingen in het jaar 2005

Voertuigen	Techniek	Euroklasse	Aantal	Kilometrage
Personenauto	benzine	euro 1	1	4989
Bestelwagen	diesel	euro 1	2	6598
Vrachtauto	diesel	euro 0	1	6864
Veegmachine	diesel	euro 2	2	4162
Maaimachine	diesel		0	0
Tractor	diesel		0	0
Totaal			6	22613

Tabel 23 Voertuigvervangingen in het jaar 2006

Voertuigen	Techniek	Euroklasse	Aantal	Kilometrage
Personenauto	diesel	euro 1	1	1980
Bestelwagen	diesel	euro 2	4	13775
Vrachtauto	diesel		0	0
Veegmachine	diesel		0	0
Maaimachine	diesel	euro 0	1	1023
Tractor	diesel		0	0
Totaal			6	16778

Tabel 24 Voertuigvervangingen in het jaar 2007

Voertuigen	Techniek	Euroklasse	Aantal	Kilometrage
Personenauto	diesel	euro 2	1	4648
	benzine	euro 2	2	16933
Bestelwagen	diesel	euro 2	4	25451
	benzine	euro 2	1	6281
Vrachtauto	diesel	euro 2	1	9088
Veegmachine	diesel		0	0
Maaimachine	diesel	euro 0	1	2069
Tractor	diesel		0	0
Totaal			10	64470

Tabel 25 Voertuigvervangingen in het jaar 2008

Voertuigen	Techniek	Euroklasse	Aantal	Kilometrage
Personenauto	benzine	euro 2	2	10050
Bestelwagen	diesel	euro 2	4	28777
Vrachtauto	diesel		0	0
Veegmachine	diesel	euro 2	1	1203
		euro 3	1	1521
Maaimachine	diesel		0	0
Tractor	diesel		0	0
Totaal			8	41551



C Opbouw van de kosten

C.1 Opbouw van de meerkosten

In Tabel 26 wordt de opbouw van de meerkosten over de periode 2003 – 2004 weergegeven (op basis van de door de MES berekende kosten).

Tabel 26 Indicatie van meerkosten per jaar (in Euro) ten opzichte van het basisscenario

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Totaal ¹¹
Elektrisch							
personenauto	8.911	10.790	12.762	14.179	20.579	24.530	91.751
bestelwagen	14.454	26.707	29.820	33.285	42.090	49.457	195.813
vrachtauto	1.919	1.919	1.919	1.919	1.919	1.919	11.517
veegmachine	3.839	4.479	4.479	4.479	4.479	4.479	26.233
maaimachine	3.199	3.839	3.839	3.839	3.839	3.839	22.394
tractor	5.802	5.802	5.802	5.802	5.802	5.802	34.815
<i>Totaal</i>	<i>38.126</i>	<i>53.536</i>	<i>58.621</i>	<i>63.504</i>	<i>78.709</i>	<i>90.027</i>	<i>382.523</i>
Aardgas							
personenauto	-	-	-	-	-	-	-
bestelwagen	924	1.602	1.927	2.571	3.068	1.729	11.821
vrachtauto	960	960	3.462	3.462	5.841	5.841	20.524
veegmachine	3.839	3.839	4.480	4.479	4.479	4.479	25.595
maaimachine	3.199	3.199	3.839	3.839	3.839	3.839	21.754
tractor	5.802	5.802	5.802	5.802	5.802	5.802	34.815
<i>Totaal</i>	<i>14.725</i>	<i>15.402</i>	<i>19.510</i>	<i>20.153</i>	<i>23.029</i>	<i>21.690</i>	<i>114.509</i>

¹¹ Totalen kunnen afwijken van de jaarlijkse optellingen vanwege afrondingsverschillen.