

## MASTER

### Gemeentelijke luchtkwaliteit verbeteren door optimale brandstofkeuze

een onderzoek naar de optimale brandstof- en mototechnologieen mix als bronmaatregel ter verbetering van de gemeentelijke luchtkwaliteit en implementatie van de mix op gemeentelijk niveau

Röling, Victor

*Award date:*  
2006

[Link to publication](#)

#### **Disclaimer**

This document contains a student thesis (bachelor's or master's), as authored by a student at Eindhoven University of Technology. Student theses are made available in the TU/e repository upon obtaining the required degree. The grade received is not published on the document as presented in the repository. The required complexity or quality of research of student theses may vary by program, and the required minimum study period may vary in duration.

#### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain

# Gemeentelijke luchtkwaliteit verbeteren door optimale brandstofkeuze

Een onderzoek naar de optimale brandstof- en motortechnologieën mix als bronmaatregel ter verbetering van de gemeentelijke luchtkwaliteit en implementatie van de mix op gemeentelijk niveau.

Student:

Victor Röling

Opleiding  
Verdiepingsprogramma  
Faculteit

Technische Innovatiewetenschappen  
Technologie en Beleid  
Technologie Management

Begeleiding:

Mr. Ir. Ing. Ies Biemond  
Ir. René Leegte  
Mr. Wim Wenselaar

Technische Universiteit Eindhoven  
Publieke Zaken  
Technische Universiteit Eindhoven

Uithoorn, juni 2006

## Voorwoord

In het kader van het afronden van de opleiding Technische Innovatiewetenschappen met het verdieppingsprogramma Techniek en beleid aan de Technische Universiteit Eindhoven is dit afstudeeronderzoek verricht. De opdracht, afkomstig van Publieke Zaken, is opgesteld om antwoord te kunnen geven op de vraag welke brandstoffen op korte termijn ingezet kunnen worden om een bijdrage te leveren aan het verbeteren van de gemeentelijke luchtkwaliteit. Door de inspanningen van René Leegte is het gelukt een brede klankbordgroep te creëren om de relevantie van het onderzoek te waarborgen.

Het resultaat van dit onderzoek is mede tot stand gekomen door de hulp van een aantal mensen. Uiteraard wil ik hiervoor de leden van de klankbordgroep bedanken die de moeite hebben genomen drie keer bijeen te komen en mij te voorzien van goed commentaar. In de klankbordgroep zaten Wybe Zijlstra (BOVAG), Marlies Langbroek (DHV), Henk Verbeek (NGV), Hans Verhoeven (VVG), Kees Goudberg (VVG), Gerko Brouwer (gemeente Den Haag), Peter Tromp (gemeente Haarlem), Lien de Voogd (gemeente Rotterdam), Michiel de Voogd (gemeente Tilburg) en Maarten van Casteren (provincie Utrecht).

Van de klankbordgroep wil ik in het bijzonder de gemeente Haarlem in de persoon van Peter Tromp bedanken, die erg geholpen heeft met benaderen van bedrijven voor het uitvoeren van wagenparkscans en zich erg betrokken toonde. Verder wil ik Hans Verhoeven bedanken voor het geven van feedback op mijn rapport. Uiteraard gaat mijn dank ook uit naar mijn begeleider op de universiteit, Ies Biemond, die zich goed benaderbaar toonde en altijd bereid was om snel commentaar te geven. Mijn speciale dank gaat uit naar René Leegte die mij de kans bood deze opdracht onder zijn begeleiding uit te voeren.

Uithoorn, juni 2006

Victor Röling

# Inhoudsopgave

<b>SAMENVATTING</b> .....	<b>5</b>
<b>1 INLEIDING</b> .....	<b>9</b>
1.1 AANLEIDING ONDERZOEK .....	9
1.2 ONDERZOEKSOPZET .....	9
1.2.1 Doelstelling .....	9
1.2.2 Probleemstelling .....	10
1.2.3 Relevantie Technologische Innovatiewetenschappen (TIW) .....	10
1.3 AFBAKENING .....	10
1.4 METHODIEK EN LEESWIJZER .....	11
<b>2 ONDERZOEKSMETHODIEK</b> .....	<b>13</b>
2.1 KLANKBORDGROEP.....	13
2.2 BESLISBOOM OPTIMALE BRANDSTOF PER SEGMENT .....	13
2.2.1 Gemeente 100.000 inwoners .....	13
2.2.2 Netto Contante Waarde methode .....	14
2.3 WAGENPARKSCANS .....	14
2.4 ACTOREN .....	14
<b>3 PROBLEEMANALYSE</b> .....	<b>17</b>
3.1 SCHADELIJKE STOFFEN .....	17
3.2 MOGELIJKE GEZONDHEIDSEFFECTEN .....	18
3.3 RUIMTELIJKE ORDENING EN LUCHTKWALITEIT.....	18
3.4 VEROORZAKERS.....	18
3.4.1 Concentratie op gemeentelijk niveau .....	19
3.4.2 Wegverkeer.....	20
3.5 DEELCONCLUSIE .....	20
<b>4 SEGMENTANALYSE WEGVERKEER</b> .....	<b>21</b>
4.1 RELEVANTE SEGMENTEN WEGVERKEER VOOR ONDERZOEK.....	21
4.2 SEGMENTKARAKTERISTIEKEN .....	22
4.2.1 Bedrijven met bestelauto's .....	22
4.2.2 Bedrijven met personenauto.....	24
4.2.3 Busmaatschappijen Openbaar Vervoer.....	25
4.2.4 Vrachtvervoerders.....	25
4.2.5 Taxibedrijven.....	26
4.2.6 Huisvuildiensten.....	28
4.2.7 Autorijscholen .....	28
4.3 DEELCONCLUSIE .....	29
<b>5 BRANDSTOFANALYSE</b> .....	<b>31</b>
5.1 RELEVANTE BRANDSTOFFEN VOOR ONDERZOEK.....	31
5.2 BRANDSTOFKARAKTERISTIEKEN.....	31
5.2.1 Emissie .....	31
5.2.2 Aannames NCW-methode.....	33
5.2.3 Beschikbaarheid op korte termijn .....	35
5.2.4 Toepasbaarheid in bedrijfsvoering .....	37

<b>6</b>	<b>OPTIMALE BRANDSTOF PER SEGMENT.....</b>	<b>39</b>
6.1	AFWEGINGEN OPTIMALE BRANDSTOF .....	39
6.2	OPTIMALE BRANDSTOF PER SEGMENT .....	40
6.2.1	<i>Bedrijven met bestelauto's</i> .....	40
6.2.2	<i>Bedrijven met personenauto's</i> .....	41
6.2.3	<i>Busmaatschappijen Openbaar Vervoer</i> .....	42
6.2.4	<i>Vrachtvervoerders</i> .....	43
6.2.5	<i>Taxibedrijven personenauto</i> .....	43
6.2.6	<i>Taxibedrijven bestelauto</i> .....	44
6.2.7	<i>Autorijscholen</i> .....	45
6.3	DEELCONCLUSIE .....	47
<b>7</b>	<b>BELEIDSINSTRUMENTEN.....</b>	<b>49</b>
7.1	ECONOMISCHE BELEIDSINSTRUMENTEN.....	49
7.1.1	<i>Fiscale maatregelen</i> .....	49
7.1.2	<i>Beschikbaarheid CNG vergroten</i> .....	50
7.1.3	<i>Financiële maatregelen</i> .....	50
7.2	JURIDISCHE BELEIDSINSTRUMENTEN .....	50
7.3	COMMUNICATIEVE BELEIDSINSTRUMENTEN .....	51
7.4	BELEIDSMATRIX .....	51
7.4.1	<i>Toepassing voor bedrijven met bestelauto's</i> .....	52
<b>8</b>	<b>CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN .....</b>	<b>53</b>
8.1	ANTWOORD OP ONDERZOEKSVRAAG .....	53
8.2	METHODISCHE REFLECTIE EN AANBEVELINGEN.....	53
	<b>BRONVERMELDING .....</b>	<b>55</b>
	<b>BIJLAGEN.....</b>	<b>59</b>

## Samenvatting

De aanleiding van het onderzoek komt voort uit de problemen die ontstaan door de slechte luchtkwaliteit in grote delen van Nederland. De luchtkwaliteit wordt in de praktijk bepaald aan de hand van de grenswaarden voor de stoffen NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> volgens het Besluit Luchtkwaliteit 2005. Deze grenswaarden zijn:

### *Stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>):*

- 200 microgram per m<sup>3</sup> als uurgemiddelde concentratie, waarbij geldt dat deze maximaal achttien maal per kalenderjaar mag worden overschreden, uiterlijk op 1 januari 2010.
- 40 microgram per m<sup>3</sup> als jaargemiddelde concentratie, uiterlijk op 1 januari 2010.

### *Fijn stof (PM<sub>10</sub>):*

- 40 microgram per m<sup>3</sup> als jaargemiddelde concentratie.
- 50 microgram per m<sup>3</sup> als 24-uurgemiddelde concentratie, waarbij geldt dat deze maximaal vijfendertig maal per kalenderjaar mag worden overschreden.

Het kabinet stelt voor de periode 2005-2015 in totaal 900 miljoen euro beschikbaar om de luchtkwaliteit in Nederland te verbeteren waarvan een deel bestemd is voor het oplossen van lokale problemen. Hiervoor dienen gemeenten te weten wat de veroorzakers zijn van het luchtkwaliteitsprobleem en welke maatregelen op korte termijn hieraan een positieve bijdrage leveren.

De probleemstelling die hierin invulling dient te geven is als volgt gedefinieerd:

*Hoe kunnen gemeenten op de korte termijn (<5 jaar) op een kosteneffectieve wijze een significante bijdrage aan de luchtkwaliteit behalen, door gebruik te maken van schone brandstof- en/of motortechnologieën?*

Om een antwoord te kunnen geven op de probleemstelling wordt een verdeling gemaakt in de volgende vier deelvragen:

1. Wat zijn de verschillende stedelijke vervoerssegmenten, met andere woorden de veroorzakers?
2. Wat zijn de beschikbare brandstoffen en hun karakteristieken?
3. Wat is de optimale brandstof per gekozen segment?
4. Welke beleidsmaatregelen zijn in deze situatie geschikt om het beoogde resultaat te bereiken?

*Deelvraag 1: Wat zijn de verschillende stedelijke vervoerssegmenten, met andere woorden de veroorzakers?*

De mate van uitstoot wordt terug geleid van landelijke cijfers naar een gemeente met 100.000 inwoners. De totale uitstoot van de segmenten voor een gemeente met 100.000 inwoners is samengevat in onderstaande tabellen. In deze tabellen zijn de uitstoot van NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub> op gemeentelijk (binnen de bebouwde kom) niveau weergegeven.

In tabel 4.18 is de uitstoot van NO<sub>x</sub> weergegeven. Hieruit valt af te lezen dat de grootste vervuilers de vrachtvervoerders met zowel de trekker en vrachtauto, de bedrijven met personen en bestelauto's en de busmaatschappijen zijn. In steden bestaat, zoals wordt aangegeven in paragraaf 3.1, NO<sub>x</sub> in de buitenlucht voor 45% uit NO<sub>2</sub>. Hierop is de kolom NO<sub>2</sub> dan ook gebaseerd. In tabel 4.19 staat de samenvatting van PM<sub>10</sub> weergegeven. Van de behandelde segmenten zijn de bedrijven met personen en bestelauto's en de trekkers de grootste vervuilers.

Segment	Uitstoot	
	NO <sub>x</sub> [ton/jaar]	NO <sub>2</sub> [ton/jaar]
Vrachtovervoerders trekker	76,11	34,25
Bestelauto zakelijk	59,85	26,93
Vrachtovervoerders vrachtauto	26,21	11,79
Personenauto zakelijk	22,02	9,91
Busmaatschappijen	20,99	9,44
Huisvuilwagen	5,63	2,53
Taxi personenauto	2,47	1,11
Taxi bestelauto	1,93	0,87
Autorijscholen	1,27	0,57

Tabel 4.18: Samenvatting NO<sub>x</sub> emissie binnen de bebouwde kom

Segment	Uitstoot
	PM <sub>10</sub> [ton/jaar]
Bestelauto zakelijk	6,69
Vrachtovervoerders trekker	2,23
Personenauto zakelijk	1,27
Vrachtovervoerders vrachtauto	0,94
Busmaatschappijen	0,86
Huisvuilwagen	0,24
Taxi bestelauto	0,22
Taxi personenauto	0,14
Autorijscholen	0,07

Tabel 4.19: Samenvatting PM<sub>10</sub> emissie binnen de bebouwde kom

*Deelvraag 2: Wat zijn de beschikbare brandstoffen hun karakteristieken?*

Omdat het in dit onderzoek gaat om korte termijn oplossingen voor de huidige problematiek, worden ook alleen de brandstoffen meegenomen die op momenteel beschikbaar zijn. Naast beschikbaarheid speelt commerciële inzetbaarheid ook een belangrijke rol omdat de optimale brandstofkeuze deels bepaald wordt door het kostenplaatje. Als laatste criteria geldt dat de brandstof een schoner alternatief dient te zijn ten opzichte van de huidige brandstof. Biobrandstoffen worden buiten beschouwing gelaten vanwege onduidelijkheden over de emissies. Dit resulteert in de volgende brandstoffen:

- Benzine
  - In conventionele verbrandingsmotor
  - In hybride motoraandrijving
- Diesel
  - Inclusief roetfilters
  - Selective Catalic Reduction (SCR)
  - Exhaust Gas Recirculation (EGR)
- Liquefied Petroleum Gas (LPG)
- Compressed Natural Gas (CNG) (Aardgas)

*Deelvraag 3: Wat is de optimale brandstof per gekozen segment?*

In onderstaande tabel is de samenvatting gegeven van de optimale brandstof per segment en kanshebbers op termijn. Ook wordt aangegeven wat de mogelijke emissiebesparing zou kunnen zijn indien wordt overgestapt op de aangegeven brandstof.

SEGMENT	OPTIMALE BRANDSTOF	EMISSIEREDUCTIE		KANSHEBBER	EMISSIEREDUCTIE	
		NO <sub>2</sub> [ton/jr]	PM <sub>10</sub> [ton/jr]		NO <sub>2</sub> [ton/jr]	PM <sub>10</sub> [ton/jr]
Bedrijven bestelauto's	LPG	25,07	6,34	CNG	25,62	6,47
Bedrijven personenauto's	LPG	9,04	1,13	CNG	9,41	1,21
				Hybride	9,17	1,17
Busmaatschappijen OV	CNG	6,39	0,57	Diesel EGR	Euro 5	Euro 5
				Diesel SCR	Euro 5 (=43%)	Euro 5 (=0%)
Vrachtervervoerders	Diesel SCR	Euro 5 (=43%)	Euro 5 (=0%)	Diesel EGR	Euro 5	Euro 5
					(=43%)	(=0%)
Taxi bestelauto	LPG	0,83	0,21			
	CNG	0,85	0,21			
Taxi personenauto	LPG	1,01	0,13			
	CNG	1,06	0,14			
Autorijscholen	LPG	0,53	0,07	CNG	0,55	0,07

Totale mogelijke emissiereductie door personen- bestelauto's en bussen (gemeente 100.000 inwoners):						
Stikstofdioxide	<b>40,50</b>	ton/jr		Fijn stof	<b>8,04</b>	ton/jr

Totale emissie binnen bebouwde kom (gemeente 100.000 inwoners):						
totaal	141,2	ton/jr		totaal	19,1	ton/jr
totale concentratie	60-70%			totale concentratie	30-40%	

Tabel 6.11: Samenvatting optimale brandstof

Uit deze tabel kan worden opgemaakt dat CNG in de meeste gevallen de brandstof is waarmee de meeste besparing van emissies van NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub> gehaald kan worden. Daarnaast levert CNG in de segmenten bedrijven met bestelauto's, taxibedrijven met personen en bestelauto's de grootste financiële winst op. Vanwege de slechte beschikbaarheid van de brandstof is CNG op korte termijn in meeste gevallen niet de optimale brandstof. In de gevallen waarbij de slechte beschikbaarheid van CNG doorslaggevend is, is LPG wel op korte termijn inzetbaar om een bijdrage te leveren aan het verbeteren van de luchtkwaliteit.

De emissies van personen- en bestelauto's en bussen kunnen bij een overstap naar de optimale brandstof met 40,5 ton NO<sub>2</sub> en 8,04 ton PM gereduceerd worden. Indien de drie genoemde segmenten over stappen levert dit een reductie van de concentratie op van ±19% NO<sub>2</sub> en ±15% PM<sub>10</sub>; een stap in de goede richting.

*Deelvraag 4: Welke beleidsmaatregelen zijn in deze situatie geschikt om het beoogde resultaat te bereiken?*

In figuur 7.1 wordt een overzichtsamenvatting gegeven van de beleidsinstrumenten die inzetbaar zijn om een overstap naar schonere brandstoffen te doen versnellen. Instrumenten die door gemeenten zelf ingezet kunnen worden zijn milieuzonering, publiciteit en voorlichting en het aanbieden van wagenparkscans. Concessieverlening gebeurt door de provinciale en regionale overheden.



Gemeentelijke luchtkwaliteit verbeteren door optimale brandstofkeuze

Maatregel	Toepasbaar op segment						Inhoud maatregel
	Bedrijven met bestelauto's	Bedrijven met personenauto's	Vrachtwervoerders	Busmaatschappijen	Taxibedrijven	Autorischole	
<b>LANDELIJKE MAATREGELEN</b>							
MIA/VAMIL			x	x			Financiële tegemoedkoming in de kosten van schone voertuigen
MIA/VAMIL	x	x		x	x	x	Beschikbaarheid CNG verhogen door tegemoedkoming in de kosten voor tankfaciliteiten
Stimulering roetfilters			x	x	x	x	Financiële tegemoedkoming in de kosten van roetfilters voor nieuwe dieselveertuigen
Versnelde invoering emissie-eisen	x	x	x	x	x	x	Versnellen ingebruikname schone voertuigen door verplichtstelling
Verplichtstelling roetfilters			x	x	x	x	Versnellen ingebruikname roetfilters op dieselveertuigen door verplichtstelling
<b>LOKALE MAATREGELEN</b>							
Milieuzonering	x	x	x	x	x	x	Plaatselijke uitstoot terugdringen / stimulans aanschaf schone voertuigen
Concessieverlening				x			Verplichten van schoner openbaar vervoer door eisen in concessieverlening
Publiciteit en voorlichting	x	x	x	x	x	x	Bewustwording gebruiker bevorderen / Imago vieze brandstoffen doorbreken
Aanbieden wagenparkscans	x	x	x	x	x	x	Door middel van scans inzicht verschaffen in mogelijkheden schone brandstoffen

Tabel 7.1: Samenvatting beleidsinstrumenten

# 1 Inleiding

In het eerste hoofdstuk van dit rapport wordt de aanleiding van het onderzoek toegelicht. Verder komt de onderzoeksopzet aanbod met daarin de relevantie voor de opleiding Technische Innovatiewetenschappen. Vervolgens wordt in de afbakening aangegeven op welke manier dit onderzoek zich richt op het verkeer als veroorzaker van de problematiek rond de luchtkwaliteit. Tenslotte wordt er een leeswijzer gegeven met daarin kort aangegeven wat er per hoofdstuk verwacht wordt.

## 1.1 Aanleiding onderzoek<sup>1</sup>

De aanleiding tot de onderzoeksvraag komt voort uit het feit dat Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State (ABRvS) sinds november 2002 steeds vaker ruimtelijke projecten blokkeert omdat niet wordt voldaan aan de voorschriften van het Besluit luchtkwaliteit 2001 (Blk 2001). De uitspraken van de Raad van State vloeien voort uit overschrijding van grenswaarden voor fijn stof (PM<sub>10</sub>) en stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>). Door de introductie van het Besluit luchtkwaliteit 2005 mogen voortaan de concentraties van stoffen die zich van nature in de lucht bevinden en die niet schadelijk zijn voor de gezondheid van de mens (zoals zeezout) bij de beoordeling van de luchtkwaliteit voor fijn stof (PM 10) buiten beschouwing worden gelaten. Het Besluit luchtkwaliteit 2005 (Blk 2005) bepaalt onder meer dat gemeenten en provincies de lokale luchtkwaliteit in kaart dienen te brengen en daarover te rapporteren. Als grenswaarden uit het besluit (naar verwachting) worden overschreden moeten maatregelen worden getroffen. Ook wordt in het Blk 2005 de zogenaamde saldobenadering geïntroduceerd. Hierdoor mogen plannen, waar sprake is van een geringe verslechtering van de luchtkwaliteit, toch doorgaan op voorwaarde dat de luchtkwaliteit in een ander gebied aanzienlijk verbetert<sup>2</sup>.

Met de jurisprudentie van de Raad van State is het probleem van de luchtkwaliteit uitdrukkelijk mede op het bordje van decentrale overheden komen te liggen. Gemeenten waren altijd al verplicht voorafgaand aan het verlenen van vergunningen voor projecten onderzoek te doen naar de luchtkwaliteit.

Het kabinet stelt voor de periode 2005-2015 in totaal 900 miljoen euro beschikbaar om de luchtkwaliteit in Nederland te verbeteren. Staatssecretaris Van Geel gaf tijdens het Nationaal Debat Besluit Luchtkwaliteit aan dat er, van de hiervan recent toegevoegde 100 miljoen euro, een groot deel bestemd is voor het oplossen van lokale problemen. Lokale bestuurders hebben, naast lange termijn plannen, behoefte aan oplossingen die op korte termijn de luchtkwaliteit helpen verbeteren. Voor het oplossen van de lokale problemen dienen gemeenten onder andere antwoorden te vinden op de vragen:

- Wat zijn de veroorzakers van het luchtkwaliteitsprobleem?
- Welke bronmaatregelen (maatregelen die de bron wegnemen) zijn het meest geschikt om (op korte termijn) een positieve bijdrage te leveren aan het luchtkwaliteitsprobleem?

Hierbij dienen diverse overwegingen gemaakt te worden onder andere: tegen welke kosten zijn milieuwinsten verdedigbaar en wat is de beschikbaarheid van de diverse brandstoffen en is deze te beïnvloeden?

## 1.2 Onderzoeksopzet

### 1.2.1 Doelstelling

*Het op gemeentelijk/provinciaal niveau in de stedelijke vervoerssector op de korte termijn (<5 jaar) terugdringen van schadelijke uitstoot van fijn stof en stikstofdioxide, door gebruik te maken van een beschikbare schone brandstof- en/of motortechnologieën methodiek.*

### **1.2.2 Probleemstelling**

*Hoe kunnen gemeenten op de korte termijn (<5 jaar) op een kosteneffectieve wijze een significante bijdrage aan de luchtkwaliteit behalen, door gebruik te maken van schone brandstof- en/of motortechnologieën?*

Om een antwoord te kunnen geven op de probleemstelling wordt een verdeling gemaakt in de volgende vier deelvragen:

- Wat zijn de verschillende stedelijke vervoerssegmenten, met andere woorden de veroorzakers?
- Wat zijn de beschikbare brandstoffen hun karakteristieken?
- Wat is de optimale brandstof per gekozen segment?
- Welke beleidsmaatregelen zijn in deze situatie geschikt om het beoogde resultaat te bereiken?

### **1.2.3 Relevantie Technologische Innovatiewetenschappen (TIW)**

Het onderzoek wordt uitgevoerd als afsluiting van de opleiding Technologische Innovatiewetenschappen. Deze opleiding biedt ondersteuning in het ontwerpen van techniek die aansluit bij de behoeftes van de samenleving. Het succes van een innovatie hangt namelijk niet alleen van het succes van de technologie af. Naast de techniek komen er ook namelijk ook economische, psychologische, sociologische en juridische factoren bij kijken.

De problemen met de luchtkwaliteit in Nederland uiteten zich in de maatschappelijke gevolgen van het overschrijden van de luchtkwaliteitsnormen; bouwprojecten worden stilgelegd en de gezondheid van omwonenden wordt verslechterd. Innovaties, oftewel een ideeën, handelingen, of objecten die als nieuw worden ervaren<sup>3</sup>, zoals het gebruiken van schonere brandstoffen dan diesel, kunnen bijdrage aan het verbeteren van deze luchtkwaliteit.

Economische factoren die hierin een rol spelen zijn onder meer de kosten van een overstap of gebruik van een schonere brandstof. Het vak Economische Haalbaarheidsstudies geeft in deze strekking de kennis die nodig is om een kostenevaluatie mogelijk te maken.

Juridische elementen zijn terug te vinden in wet- en regelgeving waar gemeenten mee te maken krijgen bij het aandragen van oplossingen. De opleiding TIW voorziet niet in een specifiek vak dat hierin kan volstaat. Wel worden er diverse rechtenvakken aangeboden waardoor inzicht wordt verkregen over meespelende juridische elementen.

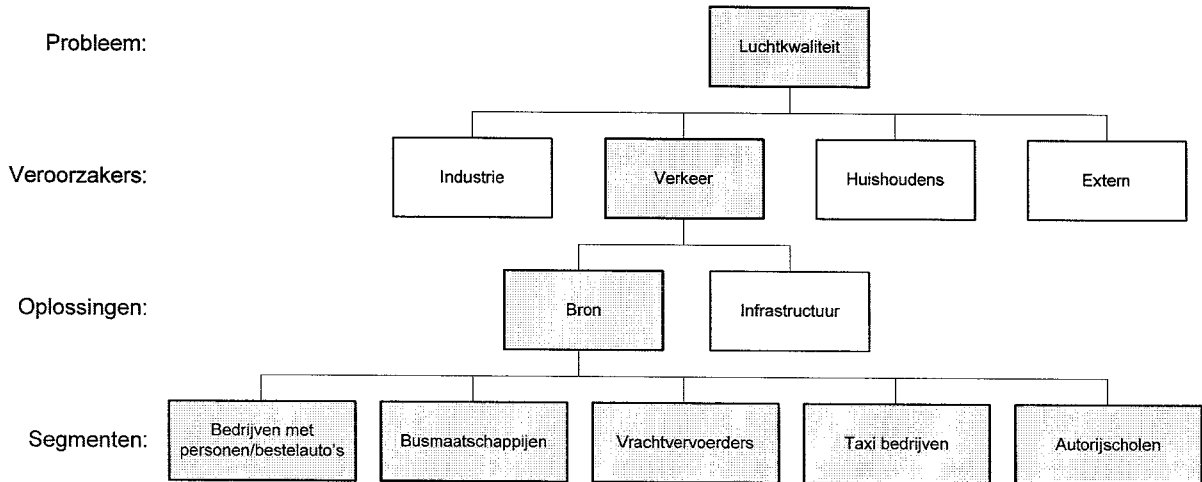
Sociologische factoren spelen mede een rol in het verklaren welke elementen een belangrijke rol spelen in het adopteren van een voertuig met een bepaalde brandstof. Door middel van een ruime vertegenwoordiging van sociologievakken wordt hier basis gelegd voor de benodigde kennis. Het vak STI 3: diffusie, adoptie en implementatie van technologie gaat hier dieper op in en dan vooral op de onzekerheden die met innovaties gepaard gaan. Toegespitst op dit onderzoek houdt dit in dat er een communicatieadvies gegeven kan worden gericht op het doorbreken van de onzekerheden. De onzekerheden zijn met name terug te vinden in het feit dat gebruikers niet overstappen ondanks dat dit een financieel voordeel kan opleveren.

Al deze factoren maken dit onderzoek relevant voor de studie Technologische Innovatiewetenschappen.

## **1.3 Afbakening**

Dit onderzoek richt zich op verkeer als veroorzaker van de problematiek rond de luchtkwaliteit op lokaal niveau, oftewel binnensteden. De schadelijke emissies die voor een slechte luchtkwaliteit zorgen, worden uitgestoten door diverse veroorzakers. Naast de industrie, huishoudens en een extern deel heeft ook het verkeer een aandeel in de problematiek rond de luchtkwaliteit, zie hoofdstuk 3. Oplossingen voor dit aandeel kunnen gezocht worden in infrastructurele maatregelen zoals mogelijk het weren van bepaalde voertuigen in bepaalde gebieden, maar ook in bronmaatregelen.

Bronmaatregelen zijn maatregelen die de emissie aan de bron doen verminderen, bijvoorbeeld door omschakeling naar een andere brandstof. Om tot doeltreffende bronmaatregelen te komen wordt het verkeer opgedeeld in segmenten. Ieder segment heeft verschillende kenmerken waardoor deze meer of minder geschikt zijn voor bepaalde brandstofoplossingen en mogelijkheden. De segmenten die aan bod komen zijn bedrijven met personen- of bestel auto's in het algemeen, busmaatschappijen, vrachtvervoerders, taxibedrijven en autorijscholen. Dit is geen uitputtende lijst maar geeft van bovengenoemde, overal voorkomende segmenten, inzicht in de optimale oplossing. In figuur 1.1 wordt de afbakening grafisch weergegeven.



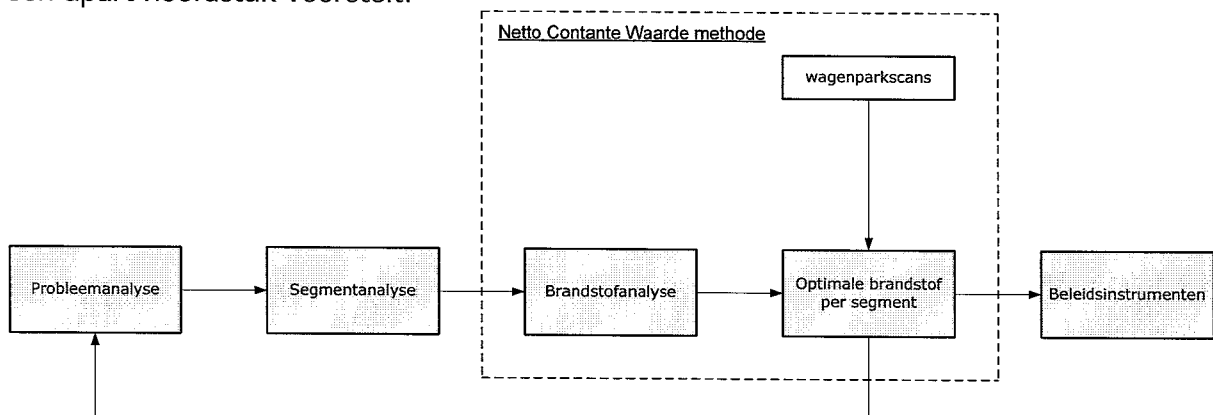
Figuur 1.1: Afbakening onderzoek

De particuliere autobezitter wordt in de analyse buiten beschouwing gelaten, ondanks dat deze groep een relatief groot aandeel in de emissie heeft. De redenen hiervoor zijn ten eerste dat de particuliere autobezitter een zeer heterogene groep is die vanwege de groeps grootte moeilijk valt te benaderen. Ten tweede geldt dat de meerderheid (meer dan 80%) van deze groep op de relatief schone brandstof benzine rijdt<sup>4</sup>.

### 1.4 Methodiek en leeswijzer

Om de kansen van de brandstoffen met hun bijbehorende technologieën goed in te kunnen schatten wordt gebruikt gemaakt beslisboom (zie hoofdstuk 2). Belangrijke onderdelen van deze beslisboom zijn het beoordelen van de emissiereductie en het bepalen van de mate van kosteneffectiviteit. Het beoordelen van de emissiereductie gebeurt aan de hand van een gestandaardiseerde gemeente van 100.000 inwoners, de mate van kosteneffectiviteit aan de hand van de Netto Contante Waarde methode (NCW). Om het onderzoek de juiste relevantie en sturing te geven is er een klankbordgroep opgericht. De onderzoeksmethodiek wordt in hoofdstuk 2 (onderzoeksmethodiek) nader toegelicht.

In onderstaande figuur wordt het aanpakschema weergegeven waarin ieder geel blokje een apart hoofdstuk voorstelt.



Figuur 1.2: Aanpakschema

Een slechte kwaliteit van de lucht wordt veroorzaakt door een aantal stoffen. In hoofdstuk 3 (*probleemanalyse*) wordt beschreven welke stoffen in Nederland hiervoor verantwoordelijk zijn. Er wordt aan de hand van gegevens van het CBS (2003) een verdeling gemaakt van de emissieveroorzakers. Vervolgens wordt het aandeel van het wegverkeer hierin verder uitgewerkt, om aan te kunnen geven in hoeverre maatregelen op het wegverkeer bijdragen aan het verbeteren van de luchtkwaliteit.

Om een gerichte aanbeveling te kunnen maken betreffende de optimale brandstof wordt het wagenpark opgedeeld in segmenten. In hoofdstuk 4 (*segmentanalyse wegverkeer*) wordt van ieder segment aangegeven wat de specifieke kenmerken zijn. Ieder segment heeft namelijk verschillende kenmerken waardoor deze meer of minder geschikt zijn voor bepaalde brandstofoplossingen en mogelijkheden.

In hoofdstuk 5 (*brandstofanalyse*) worden de emissies, de kosten en de beschikbaarheid tegen het licht gehouden. In dit hoofdstuk wordt ook gekeken naar de bedrijfsvoering en de technische realiseerbaarheid om te verkennen waar zich mogelijke knelpunten voor omschakeling bevinden.

Uit de segmentenanalyse en brandstoffenanalyses kan een optimale brandstof bepaald worden. In hoofdstuk 6 (*optimale brandstof per segment*) wordt door het juist combineren van de kenmerken van de segmenten en kenmerken van de brandstoffen de optimale brandstof aangegeven. Hierin spelen naast invloed op de luchtkwaliteit, ook de financiële aspecten een grote rol. Aan de hand van *wagenparkscans* gericht op de afzonderlijke segmenten wordt aangegeven wat de kosten en opbrengsten van een overstap naar een schonere brandstof zou kunnen inhouden. Ook wordt er in dit hoofdstuk teruggekoppeld wat de maatregelen voor een invloed hebben op de luchtkwaliteit zoals die aan bod komt in de probleemanalyse.

Uiteindelijk volgt in hoofdstuk 7 (*beleidsinstrumenten*) een inventarisatie van beleidsmogelijkheden die een overstap naar een schonere brandstof kunnen stimuleren. In hoofdstuk 8 (*conclusies en aanbevelingen*) zijn de uiteindelijke conclusies en aanbevelingen beschreven.

## 2 Onderzoeksmethodiek

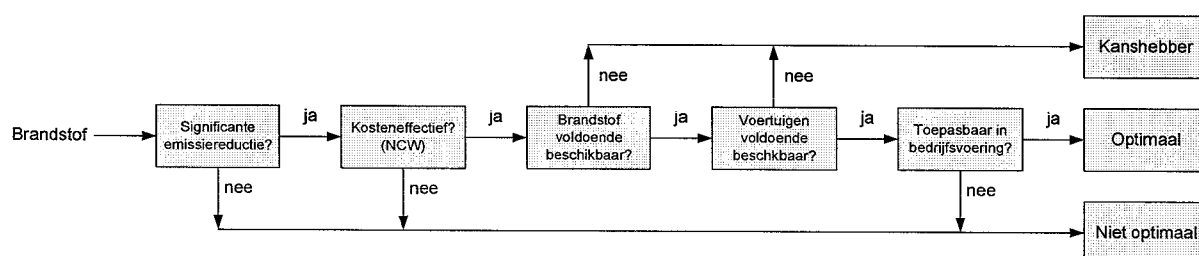
In dit hoofdstuk wordt de onderzoeksmethodiek besproken die in dit onderzoek toegepast wordt. De eerste stap binnen het onderzoek was het oprichten van een klankbordgroep om het onderzoek de juiste relevantie en sturing te geven. Vervolgens werd bepaald welke afwegingen gemaakt dienden te worden om tot een optimale brandstof te komen. Hieruit is de beslisboom optimale brandstof per segment ontstaan. In deze aanpak spelen het bepalen van de emissiereductie en kosteneffectiviteit een hoofdrol. Tenslotte wordt aan de hand van een sociale kaart inzicht gegeven in de actoren die een rol spelen in de overgang naar een schonere brandstof. Het opstellen van een sociale kaart is afkomstig van de Technology Assessment methode, zoals die wordt omschreven door Smit en Van Oost<sup>5</sup>. Een sociale kaart geeft overzichtelijk weer hoe de onderlinge actoren elkaar beïnvloeden.

### 2.1 Klankbordgroep

In de klankbordgroep participeren de brancheverenigingen Bovag, NGV-Holland<sup>a</sup>, Vereniging Vloeibaar Gas<sup>b</sup>, advies- en ingenieursbureau DHV en de lokale overheden van de gemeenten Haarlem, Tilburg, Rotterdam en Den Haag en de provincie Utrecht. Tussentijds zijn er drie klankbordvergaderingen geweest met daarin een presentatie van de stand van zaken en een discussie over de richting van het onderzoek. Het doel van deze bijeenkomsten was, naast het verkrijgen van tussentijdse feedback, ook het voor lokale overheden relevant houden van het onderzoek. Onduidelijkheden in het onderzoek konden zo in een vroeg stadium opgemerkt en aangepakt worden.

### 2.2 Beslisboom optimale brandstof per segment

In dit onderzoek wordt er gezocht naar de optimale brandstof per segment. De afwegingen die hiervoor gemaakt worden zijn terug te vinden in onderstaande beslisboom. Deze beslisboom wordt hoofdstuk 6 gebruikt om de optimale brandstof te bepalen.



Figuur 2.1: Beslisboom optimale brandstof

Twee belangrijke onderdelen van de beslisboom zijn het beoordelen van de emissiereductie en de mate van kosteneffectiviteit. Deze twee onderdelen vormen dan ook het hart van de onderzoeksmethodiek. Het beoordelen van de emissie en mogelijke emissiereductie wordt bepaald aan de hand van een gemiddelde gemeente van 100.000 inwoners. De mate van kosteneffectiviteit wordt bepaald aan de hand van een Netto Contante Waarde analyse.

#### 2.2.1 Gemeente 100.000 inwoners

Om een duidelijk beeld te schetsen van de lokale luchtkwaliteitsproblematiek en mogelijkheden voor schone brandstofoplossing worden alle landelijke gegevens teruggeleid naar een gemeente met 100.000 inwoners. Op deze manier kan een gemeente beter beoordelen hoe hun lokale situatie is. Het maakt voornamelijk inzichtelijk hoeveel voertuigen van een segment in een gemeente rondrijden. Uit de klankbordbijeenkomsten kwam naar voren dat hier behoefte aan was. Hierbij dient

<sup>a</sup> Vereniging die het gebruik van aardgas en biogas wil stimuleren.

<sup>b</sup> Vereniging ter bevordering van het veilig gebruik van LPG.

opgemerkt te worden dat de gemeente met 100.000 een niet-bestaande gemeente is. In hoofdstuk 4 komt deze fictieve gemeente van 100.000 inwoners aan bod.

### 2.2.2 Netto Contante Waarde methode

Om een betrouwbaar beeld te geven in hoeverre het verstandig is te investeren in een project en hoeveel het kan opleveren zijn diverse methodes beschikbaar. Hieronder vallen de Netto Contante Waarde (NCW) methode, de Internal Rate of Return (IRR) en de Benefit Cost Ratio (BCR)<sup>6</sup>. In de praktijk wordt het meest gekozen voor de NCW methode of de IRR<sup>7</sup>. Voor dit onderzoek is gekozen voor de NCW methode, omdat deze methode inzichtelijk maakt welk geldbedrag verwacht kan worden bij een investering. Dit maakt vergelijkingen tussen de investeringen in termen van financiële winst duidelijker.

Bij de NCW methode worden alle kosten en opbrengsten teruggebracht naar één moment in de tijd. De netto contante waarde van een investering is het verschil tussen de contante waarde van de initiële investering in het project en de kosten en opbrengsten van de investering. De contante waarde wordt bepaald door de toekomstige kasstromen  $X_0, X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  te verdisconteren tegen disconteringsvoet  $i$ , de rekenrente. De formule voor de berekening van de netto contante waarde is<sup>8</sup>:

$$NCW = \frac{X_0}{(1+i)^0} + \frac{X_1}{(1+i)^1} + \frac{X_2}{(1+i)^2} + \frac{X_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{X_n}{(1+i)^n}$$

De hoogte van deze disconteringsvoet is afhankelijk van de manier waarop het project gefinancierd wordt. Als men geld moet lenen wordt rente van een lening gebruikt die nodig is om het project uit te voeren. Indien eigen geld beschikbaar is, wordt de rente van een spaarrekening gebruikt. Voor dit onderzoek is de rekenrente gesteld op 5%. Wanneer de netto contante waarde positief is, lijkt het voor de hand te liggen te investeren in het project. Het rendement op het geïnvesteerde vermogen is namelijk groter dan 5%. Indien de netto contante waarde negatief is, lijkt het verstandig deze investering niet uit te voeren.

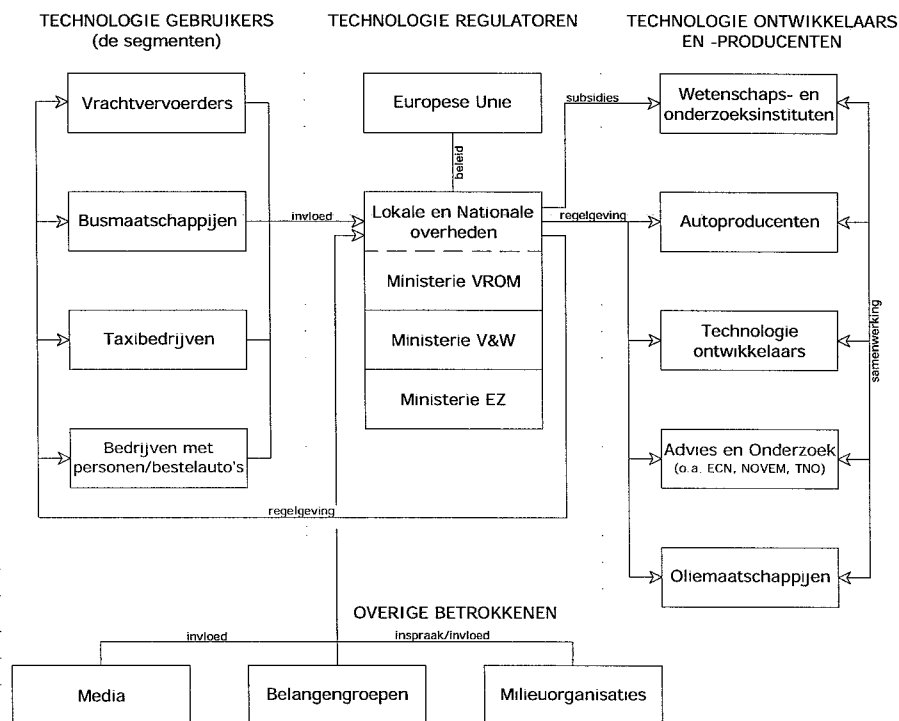
### 2.3 Wagenparkscans

Aan de hand van wagenparkscans, gericht op de afzonderlijke segmenten, wordt aangegeven wat de mogelijke emissiereductie en wat de kosten en opbrengsten van een overstap naar een schonere brandstof, zou kunnen inhouden. Voor het bepalen van de emissiereductie wordt voornamelijk gebruik gemaakt van emissiecijfers van TNO (2003). De kosten en opbrengsten worden bepaald aan de hand van de NCW van één voertuig met een bepaalde gebruikelijke looptijd. Van de optimale brandstof en kanshebber wordt tevens een betrouwbaarheidsanalyse gegeven betreffende de netto contante waarde. Hierin wordt aangegeven wat de invloed is van de factoren: brandstofkosten en jaarlijkse kilometrage en bij welk verschil de NCW gelijk wordt aan €0,-, de switching value. Het verschil in aanschafkosten is direct te herleiden omdat het verschil in aanschaf gelijk is aan het verschil in netto contante waarde. De absolute waarde van de switching value geeft aan wat de invloed is op de netto contante waarde. Hiervoor geldt: hoe hoger de absolute waarde van de switching value hoe minder invloed op de netto contante waarde. In hoofdstuk 5 worden de benodigde aannames voor deze berekeningen nader toegelicht.

### 2.4 Actoren

Binnen het kader van het verbeteren van de gemeentelijke luchtkwaliteit door een alternatieve brandstofkeuze zijn verschillende partijen betrokken. In deze paragraaf wordt een overzicht geschetst van de betrokken actoren met hun belang in een alternatieve brandstofkeuze. De actoren worden opgedeeld in 4 groepen: de technologiegebruikers, de technologieregulators, de technologieontwikkelaars en andere belanghebbende groepen. De vier groepen en hun onderlinge relaties zijn weergegeven

in de sociale kaart, zie figuur 2.2. Deze, uit de Technology Assesment afkomstige sociale kaart, wordt opgesteld om inzicht te verschaffen in de betrokken maatschappelijke groepen, organisaties en instellingen. De kaart dient enkel ter verduidelijking.



Figuur 2.2: Sociale kaart

### Technologiegebruikers

De segmenten die aan bod komen in hoofdstuk 4 zijn de technologiegebruikers. Er wordt in dit hoofdstuk een analyse uitgevoerd van de volgende segmenten: bedrijven met personen- of bestelauto's, busmaatschappijen in het openbaar vervoer, vrachtwervoerders, taxibedrijven, huisvuildiensten en autorijsscholen. Zij zullen op korte termijn de afnemers van de brandstof en bijbehorende voertuigen moeten zijn.

### Technologieregulatoren

De lokale en nationale overheden spelen een belangrijke rol in keuze voor een brandstof. Zij zijn immers verantwoordelijk voor het halen van de emissienormen. Lokale overheden, zoals gemeenten en provincies, bezitten beleidsinstrumenten waarmee het wel of niet aantrekkelijk kan worden gemaakt om met een voertuig op een bepaalde brandstof te rijden. Hierbij moet gedacht worden aan onder andere parkeervergunningen en mogelijke milieuzoneringen. Verder kunnen zij door middel van concessie- of vergunningverlening groepen dwingen gebruik te maken van een bepaalde brandstof. Regulatoren vanuit de nationale overheid zijn de ministeries van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Verkeer en Waterstaat en Economische Zaken. Deze ministeries hebben grote invloed op de ontwikkeling van de technologie. Onder andere door het heffen van belastingen, waaronder de BPM en MRB, kan de nationale overheid sturing geven. De nationale overheden opereren vanuit de bepalingen en richtlijnen die door de Europese Unie gesteld zijn.



### **Technologieontwikkelaars**

Autoproducenten, oliemaatschappijen, onderzoeksbureaus en universiteiten worden gezien als de ontwikkelaars van de benodigde technologie. Zij hebben elk zo hun belang bij een overstap naar een schonere brandstof. Deze groepen dienen gestimuleerd te worden om de technologieontwikkeling ook daadwerkelijk op gang te blijven houden.

### **Overige betrokkenen**

Onder overige betrokken worden belangengroeperingen, zoals de ANWB, BOVAG, RAI Vereniging en werkgeverorganisaties binnen de segmenten, milieuorganisaties en media verstaan.

Deze belangengroeperingen proberen ervoor te zorgen dat de positie van de partijen die zij vertegenwoordigen wordt verbeterd. Vanwege hun invloed dienen deze groeperingen gezien te worden als een belangrijke partij in een mogelijke overgang naar een schonere brandstof.

Een tweede groep betrokkenen die invloed kunnen uitoefenen zijn de milieuorganisaties. Hiervan wordt eigenlijk weinig weerstand verwacht omdat de brandstoffen juist een positieve bijdrage aan de luchtkwaliteit dienen te leveren.

Een derde invloedrijke groep is de media. Hierbij moet onder andere gedacht worden aan kranten, tijdschriften en televisie. Omdat de publieke opinie door media kan worden beïnvloed, dient met deze partij serieus rekening gehouden worden.

### 3 Probleemanalyse

In het Besluit luchtkwaliteit 2005 zijn grenswaarden voor luchtverontreinigende stoffen opgenomen die een bepaald kwaliteitsniveau van de buitenlucht aangeven. Het gaat hierbij om de stoffen zwaveldioxide, stikstofdioxide, stikstofoxiden, lood, koolmonoxide, benzeen en zwevende deeltjes (PM<sub>10</sub>)<sup>9</sup>. In dit hoofdstuk wordt duidelijk gemaakt waarom de luchtkwaliteit een probleem is in Nederland. Hiervoor worden de mogelijke gezondheidseffecten en problemen met de ruimtelijke ordening nader toegelicht. Er wordt verder een onderverdeling gemaakt naar veroorzakers. Het wegverkeer als veroorzaker wordt naar voren gehaald omdat deze groep centraal staat in dit onderzoek.

#### 3.1 Schadelijke stoffen

De concentraties van veel schadelijke stoffen, zoals zwaveldioxide, lood en benzeen, zijn de laatste decennia verminderd. Van het verder verminderen van deze concentraties worden geen gezondheidseffecten meer verwacht<sup>10</sup>. De concentraties van fijn stof (PM<sub>10</sub>) en stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>) zijn echter nog steeds zo hoog dat blootstelling hieraan gezondheidsrisico's kan opleveren. Omdat het onderzoek zich richt op luchtkwaliteit wordt het onderzoek toegespitst op deze twee stoffen.

CO<sub>2</sub>-emissies worden voor de keuze van de optimale brandstof buiten beschouwing gelaten omdat deze niet van invloed zijn op de luchtkwaliteit. Voor de stoffen NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> gelden de volgende grenswaarden volgens het Besluit Luchtkwaliteit 2005:

##### Stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>):

- 200 microgram per m<sup>3</sup> als uurgemiddelde concentratie, waarbij geldt dat deze maximaal achttien maal per kalenderjaar mag worden overschreden, uiterlijk op 1 januari 2010.
- 40 microgram per m<sup>3</sup> als jaargemiddelde concentratie, uiterlijk op 1 januari 2010.

Stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>) wordt samen met stikstofmonoxide (NO) en distikstofoxide (N<sub>2</sub>O) ook wel stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) genoemd. Stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) komen bij alle verbrandingsprocessen vrij door de reactie van de in de lucht aanwezige stikstof met zuurstof. Bij emissie komt een deel (ca. 95%) als NO en een deel (ca. 5%) als NO<sub>2</sub> vrij<sup>11</sup>. Tijdens het transport door de buitenlucht wordt NO omgezet naar NO<sub>2</sub>, afhankelijk van de aanwezige ozonconcentratie. Deze omzetting van NO naar NO<sub>2</sub> vindt snel plaats en relatief kort nadat het geëmitteerd is. Emissies van NO op leefniveau worden dus ook op leefniveau omgezet in NO<sub>2</sub><sup>12</sup>. Hoe deze omzetting exact plaatsvindt en of er verschillen per brandstof zijn, is in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten. Gesteld is dat in gebieden met een lage ozonconcentratie, zoals steden, NO<sub>x</sub> in de buitenlucht voor ca. 45% uit NO<sub>2</sub> bestaat. Dit percentage wordt daarom ook gebruikt in het bepalen van de NO<sub>2</sub>-emissies. In gebieden met een hoge ozonconcentratie kan dit aandeel oplopen tot ca. 85% NO<sub>2</sub><sup>13</sup>.

##### Fijn stof (PM<sub>10</sub>):

- 40 microgram per m<sup>3</sup> als jaargemiddelde concentratie.
- 50 microgram per m<sup>3</sup> als 24-uurgemiddelde concentratie, waarbij geldt dat deze maximaal vijfendertig maal per kalenderjaar mag worden overschreden.

Fijn stof (PM<sub>10</sub>) is een verzamelnaam voor zwevende deeltjes, met een diameter van 10 µm en kleiner, die op verschillende wijze in de lucht terechtkomen. Er wordt onderscheid gemaakt in een primaire en een secundaire fractie. De primaire fractie bestaat uit deeltjes die direct door menselijk handelen en/of natuurlijke processen in de lucht worden gebracht. De belangrijkste bronnen hiervan zijn transport, industrie en landbouw. De secundaire fractie bestaat uit deeltjes die in de atmosfeer worden gevormd na chemische reacties in de lucht<sup>14</sup>. Zowel de primaire als de secundaire fractie fijn stof zijn in principe beïnvloedbaar door (inter)nationaal beleid<sup>15</sup>. Daarnaast vormen onder andere zeezout en bodemstof, voor een deel van grotendeels natuurlijke oorsprong.

### 3.2 Mogelijke gezondheidseffecten

Rond de gezondheidseffecten van de luchtverontreinigende stoffen heerst nog veel onduidelijkheid. Voor NO<sub>2</sub> geldt dat het geassocieerd is met diverse negatieve effecten op de gezondheid, maar omdat NO<sub>2</sub> in de buitenlucht altijd onderdeel is van een complex mengsel is het in het algemeen niet mogelijk de waargenomen effecten uitsluitend aan NO<sub>2</sub> toe te schrijven<sup>16</sup>. Volgens het RIVM kan acute inhalatie van NO<sub>2</sub> resulteren in weefselschade in luchtwegen en longen, in longfunctiedaling, in toename van ademhalingsklachten en in toegenomen reactie op allergenen<sup>17</sup>. Voor fijn stof geldt dat epidemiologisch onderzoek heeft aangetoond dat blootstelling aan fijn stof in de buitenlucht is geassocieerd met een groot scala aan gezondheidseffecten.

Volgens het Milieu en Natuur Planbureau uitten deze effecten zich onder andere in vroegtijdige sterfte, toename in ziekenhuisopnames voor hart- en luchtwegaandoeningen, luchtwegklachten en functiestoornissen. Verder lijken de effecten van chronische blootstelling aan fijn stof in omvang en ernst groter dan die van kortdurende blootstelling. Als gevolg van kortdurende blootstelling ondervinden jaarlijks enige duizenden mensen een geringe levensduurverkorting<sup>18</sup>.

Volgens het ministerie van VROM sterven jaarlijks mogelijk 18.000 mensen voortijdig door de vervuilde lucht die ze inademen. Vooral mensen met hart- en vaatziekten zijn kwetsbaar<sup>19</sup>. Het Milieu en Natuur Planbureau meldt verder dat sommige bestanddelen van fijn stof van groter belang zijn voor gezondheidseffecten dan andere fracties. Zo zijn de bestanddelen die gerelateerd zijn aan verbrandingsprocessen waarschijnlijk het meest gezondheidsrelevant<sup>20</sup>.

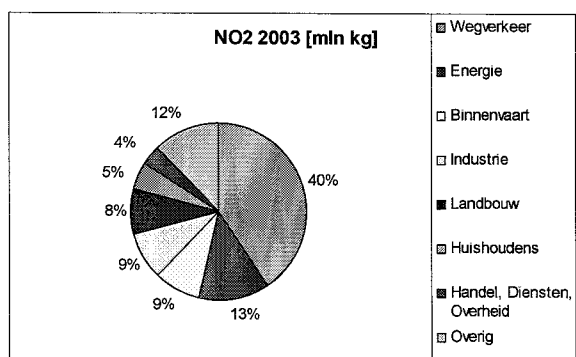
### 3.3 Ruimtelijke Ordening en luchtkwaliteit

In Nederland is het beleid voor luchtkwaliteit geïntegreerd met het beleid van ruimtelijke ordening. Deze koppeling houdt in dat bij ruimtelijke plannen moet worden aangetoond dat de normen voor luchtkwaliteit gehaald worden en op welke wijze. Dit geldt ook indien er niemand aan wordt blootgesteld.

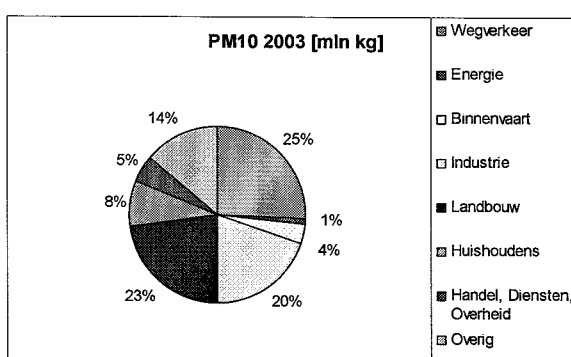
De afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State heeft vanwege deze koppeling een aantal besluiten vernietigd. Het gaat hierbij vooral om plannen voor inrichtingen, bestemmingsplannen voor wegtracés, en overige bestemmingsplannen. Het Milieu en Natuur Planbureau meldt in mei 2006 dat 80-90% van de bouwplannen door kunnen gaan door nieuwe inzichten in het fijn stof probleem. In september 2005 raamden TNO en DHV nog, dat voor éénderde van de bouwplannen luchtkwaliteit geen knellende factor is. Het Milieu en Natuur Planbureau meldt verder dat voor de resterende knelpunten stikstofdioxide mogelijk het meest knellend is. De verwachting is dat circa 15% van de bouwplannen in 2010 wordt belemmerd door deze grenswaarde<sup>21</sup>.

### 3.4 Veroorzakers

In 2003 is er volgens het CBS totaal 392,6 kiloton aan stikstofoxide (NO<sub>x</sub>) en 42,4 kiloton aan primair fijn stof (PM<sub>10</sub>) in Nederland uitgestoten<sup>22</sup>. Het CBS berekent deze emissiecijfers volgens het NEC-protocol<sup>23</sup>. Het CBS maakt hierbij een opmerking dat in de berekening de cijfers voor NO<sub>x</sub> berekend zijn als NO<sub>2</sub>. In de figuren 3.1 en 3.2 wordt een verdeling gemaakt naar veroorzakers volgens gegevens van het CBS voor het jaar 2003<sup>24</sup>. Het percentage NO<sub>2</sub> in figuur 3.1 is afgeleid van het percentage NO<sub>x</sub>, omdat NO<sub>2</sub> niet afzonderlijk wordt aangegeven door het CBS. Zoals in paragraaf 3.1 is vermeld wordt voor het aandeel NO<sub>2</sub> in NO<sub>x</sub> 45% gerekend.



Figuur 3.1: Veroorzakers NO<sub>2</sub> in het jaar 2003



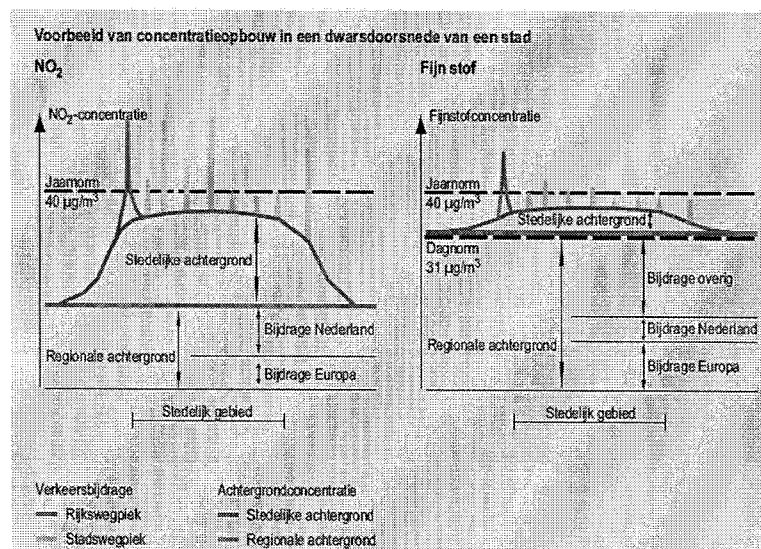
Figuur 3.2: Veroorzakers PM<sub>10</sub> in het jaar 2003

Het wegverkeer neemt een prominente plaats in ten aanzien van de NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> emissies. Het emissieaandeel voor NO<sub>2</sub> is 40% en voor PM<sub>10</sub> 25%.

Voor beide stoffen geldt dat het wegverkeer het grootste aandeel in de emissie heeft. Het is daarom zinvol verder te onderzoeken waar het wegverkeer uit bestaat en waar eventuele emissiereductie mogelijk is.

### 3.4.1 Concentratie op gemeentelijk niveau

Emissies geven aan waar in een bepaald gebied iets wordt uitgestoten. De bijdrage van de uitstoot in een bepaald gebied op de luchtkwaliteit is grotendeels afhankelijk van de verspreiding ervan. De concentratie van schadelijke stoffen op gemeentelijk niveau is opgebouwd uit drie lagen (regionale achtergrond, stedelijke achtergrond en verkeersbijdrage) zoals weergegeven in figuur 3.3.



Figuur 3.3: Voorbeeld van concentratieopbouw in een dwarsdoorsnede van een stad<sup>25</sup>

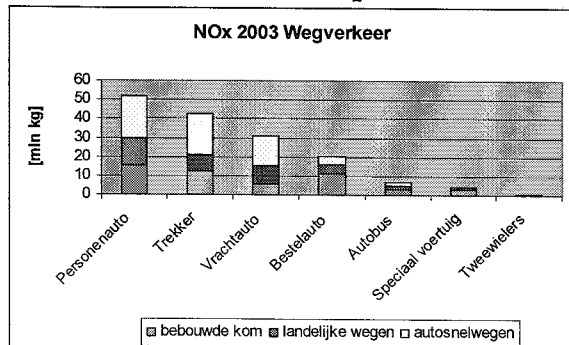
De regionale achtergrond concentratie bestaat uit luchtverontreiniging die afkomstig is van bronnen op een relatief grote afstand. Deze bronnen bevinden zich niet alleen in Nederland maar ook in het buitenland. De stedelijke achtergrond bestaat uit luchtverontreiniging die wordt veroorzaakt door bronnen in de stad, zoals het wegverkeer, industrie en huishoudens. De verkeersbijdrage wordt voor een belangrijk deel bepaald door de verkeersintensiteit en verkeerssamenstelling, maar ook door de inrichting van de weg. Zo heeft een smalle weg met veel bomen een negatief effect op de luchtkwaliteit omdat de wind de vervuulende stoffen niet weg kan waaien.

Voor de jaargemiddelde concentratie NO<sub>2</sub> op gemeentelijk niveau houdt dit in dat de bijdrage van door het wegverkeer aan de concentratie kan oplopen tot 60-70%<sup>26</sup>. Voor fijn stof geldt een ander verhaal omdat dit voor de helft van min of meer natuurlijke oorsprong is. De andere helft wordt veroorzaakt door menselijke activiteiten die voor

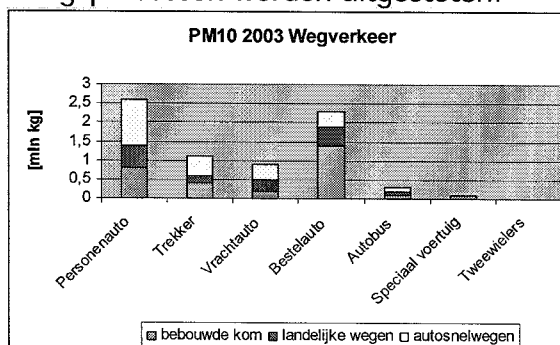
circa 2/3 in het buitenland plaatsvinden en voor circa 1/3 in Nederland zelf. Op gemeentelijk niveau kan door het wegverkeer de binnenlandse bijdrage verder stijgen tot ca. 30-40%<sup>27</sup>.

### 3.4.2 Wegverkeer

Emissie en verspreiding zijn bepalend voor de concentratie in de lucht. Wanneer er gekeken wordt naar de emissie (zie figuren 3.4 en 3.5), blijkt dat vooral de voertuigen personenauto's, trekkers<sup>c</sup>, vrachtauto's, bestelauto's en autobussen hierin een groot aandeel hebben. In deze figuren worden de landelijke hoeveelheden weergegeven per voertuig, opgedeeld naar emissies binnen de bebouwde kom, landelijke wegen en autosnelwegen. In deze figuren wordt gesproken over NO<sub>x</sub> omdat dit de beste indicator is voor de hoeveelheden NO<sub>2</sub> die door verbrandingsprocessen worden uitgestoten.



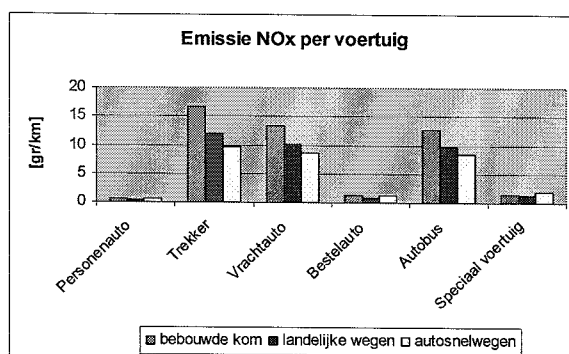
Figuur 3.3: Aandeel wegverkeer in totale NO<sub>x</sub>-emissie in het jaar 2003<sup>28</sup>



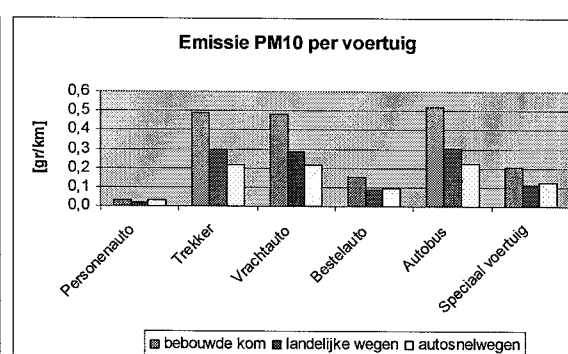
Figuur 3.4: Aandeel wegverkeer in totale PM10-emissie in het jaar 2003<sup>29</sup>

Uit bovenstaande figuren blijken de lichtere voertuigen (personenauto, bestelauto) een groot aandeel te hebben in beide emissies. Het lijkt daarom zinvol deze vervoersgroep nader te onderzoeken in de segmentanalyse.

Indien er naast totale emissie ook gekeken wordt naar emissie per gereden kilometer blijkt dat de zware voertuigen (trekkers, vrachtauto's, autobussen) het meest uitstoten, zie figuren 3.5 en 3.6. Ook deze vervoersgroepen lijken zinvol om mee te nemen in de segmentanalyse.



Figuur 3.5: NO<sub>x</sub>-emissie per voertuig (2003)<sup>30</sup>



Figuur 3.6: PM10-emissie per voertuig (2003)<sup>31</sup>

### 3.5 Deelconclusie

Uit hoofdstuk 3 kan geconcludeerd worden dat, uit het Besluit Luchtkwaliteit 2005, de stoffen NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> zorgen voor mogelijke gezondheidsproblemen en problemen met de ruimtelijke ordening. Op gemeentelijk niveau draagt het wegverkeer voor 60-70% bij aan de concentratie voor NO<sub>2</sub>. Voor PM<sub>10</sub> geldt dat dit percentage op gemeentelijk niveau kan oplopen tot 30-40%. Voor dit onderzoek interessante veroorzakers binnen het wegverkeer zijn personenauto's, trekkers, vrachtauto's, bestelauto's en autobussen. Deze veroorzakers worden daarom ook verder onderzocht in de segmentanalyse (hoofdstuk 4).

<sup>c</sup> Trekker: motorvoertuig ingericht voor het trekken van opleggers

## 4 Segmentanalyse wegverkeer

In het vorige hoofdstuk kwam naar voren dat het wegverkeer als bron een belangrijke rol speelt in de totale emissie van fijn stof en stikstofdioxide. Het wegverkeer was in 2003 volgens het CBS verantwoordelijk voor de emissie van 7,4 kiloton fijn stof (exclusief slijtage aan banden, remmen en wegdek) en 158,8 kiloton stikstofdioxide<sup>32</sup>.

In dit hoofdstuk wordt verder ingegaan op de veroorzakers van deze emissies. Hierbij wordt gekeken wat het aandeel van de wegverkeerssegmenten op lokaal niveau is. Met lokaal niveau wordt in dit rapport binnen de bebouwde kom bedoeld. De veroorzakers (personenauto, trekker, vrachtwagen, bestelauto en autobus) worden hiervoor ingedeeld in segmenten met bijbehorende voertuigen. Ieder segment heeft verschillende kenmerken waardoor deze meer of minder geschikt zijn voor bepaalde brandstofoplossingen. De kenmerken van de segmenten worden van landelijke gegevens teruggebracht naar een gemeente met 100.000 inwoners. Dit wordt gedaan om een duidelijk beeld te schetsen van de lokale luchtkwaliteitsproblematiek en mogelijkheden voor schone brandstofoplossing. Op deze manier kan een gemeente beter beoordelen hoe hun lokale situatie is. Het maakt voornamelijk inzichtelijk hoeveel voertuigen van een segment in een gemeente rondrijden.

De uitstoot in de bebouwde kom is voor een gemiddelde gemeente van 100.000 inwoners jaarlijks 19,1 ton PM<sub>10</sub> en 313,7 ton NO<sub>x</sub>. In tabel 4.1 is de verhouding ten opzichte van Nederland totaal weergegeven. Zoals in paragraaf 3.1 is vermeld wordt voor het aandeel NO<sub>2</sub> in NO<sub>x</sub> 45% gerekend.

	Inwoners	PM <sub>10</sub> uitstoot	NO <sub>x</sub> uitstoot	
		PM <sub>10</sub> [ton/jaar]	NO <sub>x</sub> [ton/jaar]	NO <sub>2</sub> [ton/jaar]
Nederland	16.192.572	3.100	50.800	22860
Gemeente 100.000	100.000	19,1	313,7	141,2

Tabel 4.1: Emissie binnen bebouwde kom<sup>33</sup>

### 4.1 Relevante segmenten wegverkeer voor onderzoek

De segmentkeuze is niet uitputtend. De methode die in dit rapport gehanteerd wordt, dient algemeen inzicht te geven in de brandstofalternatieven per segment. Omdat niet verwickeld te raken in een zoektocht naar alle voorkomende segmenten binnen een gemeente, zijn de segmenten geselecteerd aan de hand van een drietal criteria, te weten:

1. *Totale uitstoot van PM<sub>10</sub> en NO<sub>x</sub> (NO<sub>2</sub>)*
2. *Kilometers (percentage binnen bebouwde kom) binnen een gemeente*
3. *Benaderbaarheid van de groep*

Het segment dient een relatief groot aandeel te hebben in de totale emissie van PM<sub>10</sub> en NO<sub>x</sub> (NO<sub>2</sub>). Aan de hand van het vermenigvuldigen van het aantal gereden kilometers per jaar met het aantal voertuigen en de emissie per gereden kilometer wordt een schatting gemaakt van het aandeel van het segment. Omdat het onderzoek zich richt op lokale luchtkwaliteit worden juist de segmenten geselecteerd die een aandeel hebben in de lokale emissie doordat zij een groot percentage van hun gereden kilometers binnen de bebouwde kom maken. Als laatste criteria geldt dat het segment aanspreekbaar dient te zijn, zowel fysiek als praktisch. Dit houdt in dat er bijvoorbeeld niet gesproken wordt over stadsbussen maar over busmaatschappijen. Ook dient het aantal partijen binnen de groep beperkt te zijn. Alle, door de CBS gehanteerde groepen binnen het wegverkeer, worden door een segment vertegenwoordigd en komen in iedere gemeente voor.

Aan de hand van deze criteria wordt ingeschat dat de volgende segmenten hieraan voldoen:

- Bedrijven met bestelauto's (bestelauto)
- Bedrijven met personenauto's (personenauto)
- Busmaatschappijen OV (stadsbus)
- Vrachtvervoerders (vrachtwagen, trekkers)
- Taxibedrijven (personenauto, bestelauto (voor personenvervoer))
- Huisvuildiensten (speciaal voertuig)
- Autorijscholen (personenauto)

De particuliere autobezitter wordt in de analyse buiten beschouwing gelaten, ondanks dat deze groep een relatief groot aandeel in de emissie heeft. De redenen hiervoor zijn ten eerste dat de particuliere autobezitter een zeer heterogene groep is die vanwege de groepsgrootte moeilijk valt te benaderen. Ten tweede geldt dat de meerderheid (meer dan 80%) van deze groep op de relatief schone brandstof benzine rijdt<sup>34</sup>. In hoofdstuk 5 wordt verder ingegaan op de emissies van de verschillende brandstoffen.

## 4.2 Segmentkarakteristieken

In deze paragraaf worden de karakteristieken van de segmenten nader toegelicht. Punten die aan bod komen zijn de ritkarakteristieken, de keuze voor de voornaamste brandstof, de totale uitstoot en de invloed van de overheid. Bij ritkarakteristieken wordt gekeken naar het totale aantal voertuigen voor een gemeente van 100.000 inwoners, de totale afstand die jaarlijks gereden wordt en het percentage dat hiervan binnen de bebouwde kom plaatsvindt. Bij de keuze van de voornaamste brandstof wordt aangegeven wat het aandeel diesel binnen het segment is. Diesel is namelijk bij alle segmenten de meest voorkomende brandstof. Er wordt een beeld geschetst van de factoren die op deze keuze van invloed zijn. Aan de hand van emissiecijfers van TNO wordt aangegeven wat de totale uitstoot van de dieselveertuigen binnen het segment is. Deze emissiecijfers zijn gebaseerd op nieuwe voertuigen. Voor de segmenten vrachtvervoerders en bussen is hiervoor gebruik gemaakt van emissiegegevens van het CBS van het jaar 2003, omdat hiervan geen gemeten emissiewaarden voor handen waren.

Tenslotte wordt aangegeven in hoeverre de overheid invloed heeft op de keuze van de brandstof. Globaal kan de invloed van de gemeentelijke overheid worden opgedeeld in drie niveaus:

1. *Eigen beheer*
2. *Concessieverlening of aanbesteding*
3. *Overig (= indirecte maatregelen)*

Op de wagenparken die in eigen beheer zijn of worden ingehuurd heeft de gemeente de meeste invloed. Deze voertuigen worden immers zelf aangeschaft of ingehuurd. Door middel van concessieverlening of aanbesteding kunnen eisen aan de hoogte van de emissie gesteld worden. Dit is onder andere van toepassing bij de (stads)bussen, huisvuildiensten en contractvervoer, zoals OV-taxi's of schoolvervoer. De voertuigen die niet in de eerste twee categorieën te plaatsen zijn, zijn alleen met indirecte maatregelen te sturen.

### 4.2.1 Bedrijven met bestelauto's

Als eerste komen de bedrijven met bestelauto's aan bod. Hierbij dient onder andere gedacht te worden aan koeriersdiensten, bouwbedrijven, loodgieters en dergelijke. Van het totale aantal bestelauto's dat in Nederland rondrijdt is het grootste deel, ongeveer 70%, zakelijk. Dit zakelijk deel van het wagenpark bestaat uit ongeveer 585.200 voertuigen. Hiervan werden er in 2003 164.000 geleast. Het overige deel zijn particuliere registraties eenmanszaken en vennootschappen onder firma<sup>35</sup>. Voor een gemeente met 100.000 inwoners betekent dit een aantal van 3.614 zakelijke bestelauto's.

### Ritkarakteristiek

Gemiddeld rijden de bestelauto's 25.000 kilometer per jaar<sup>36</sup>. Vanwege de heterogeniteit van het segment zijn de ritkarakteristieken moeilijk in schatten. Aan de hand van cijfers van het CBS wordt geschat wordt dat bestelauto's ongeveer 50% van de kilometers binnen de bebouwde kom rijden<sup>37</sup>.

Voertuig	Aantal 2003	Totale afstand [km/jaar]	% beb.kom	% buitenweg	% snelweg
Bestelauto	3.614	25.000	50	30	20

Tabel 4.2: Ritgegevens bestelauto zakelijk

### Voornaamste brandstof

Ondanks dat een groot deel van de bestelauto's een laag jaarlijks kilometrage hebben, rijdt het overgrote deel op diesel. Volgens het CBS is het aandeel diesel ongeveer 92 procent. Benzine en LPG zijn goed voor een aandeel van respectievelijk 6 en 2 procent. Uit een onderzoek naar de adoptie van (energiezuinige) bestelauto's uit 2003, blijkt dat de betrouwbaarheid van de dieselmotor en het feit dat men niet kan inschatten hoeveel kilometer het jaar erop gereden gaat worden, hierin een rol spelen. Als reden waarom LPG en CNG als minder interessant kunnen worden ervaren, wordt het verlies van effectieve laadruimte door de inbouw van een extra brandstoftank, de mindere trekkracht, de kleinere actieradius en bij CNG de beschikbaarheid van de brandstof genoemd<sup>38</sup>. Hieruit blijkt dat perceptie een grote rol speelt bij de keuze van het voertuig. Naast technische factoren spelen ook fiscale factoren een rol. Voor de bestelauto's in dit segment hoeft geen BPM en motorrijtuigenbelasting afgedragen te worden. Dit, samen met de lage brandstofkosten, zorgen er voor dat diesel relatief voordelig gereden kan worden.

### Totale uitstoot dieselveertuigen

De emissiecijfers voor een gemeente met 100.000 inwoners zijn op de volgende manier berekend:

$$E = \frac{N * s * b * d * e}{1.000.000}$$

Waarin:

- E = emissiecijfer [ton/jaar]
- N = voertuigaantal
- s = totale afstand [km/jaar]
- b = percentage in bebouwde kom [%]
- d = percentage dieselveertuigen [%]
- e = emissiecijfer [g/km]

De uitstoot per dieselveertuig is in de bebouwde kom 1,440 gram/km NO<sub>x</sub> en 0,161 gram/km PM<sub>10</sub>. Totaal is het emissieaandeel van de zakelijke rijders in de diesel bestelauto voor een gemeente met 100.000 inwoners 26,93 ton NO<sub>2</sub> en 6,69 ton PM<sub>10</sub>.

dieselveertuigen	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
92,00%	1,440	0,161	59,85	26,93	6,69

Tabel 4.3: Emissiecijfers dieselveertuigen bestelauto's zakelijk

### Overheidsinvloed

De bedrijven met bestelauto's bevinden zich op het niveau overig. Dit houdt in dat de invloed van de overheid beperkt blijft tot indirecte maatregelen. Indirecte maatregelen waarmee deze groep gestimuleerd kan worden over te stappen naar een schonere brandstof zijn onder andere parkeervergunningen en milieuzoneringen. Door middel van een gedifferentieerd parkeervergunningentarief kan het zo financieel aantrekkelijker worden gemaakt op een schone brandstof te rijden. Door middel van milieuzoneringen kunnen bepaalde delen van een gemeente worden gesloten voor bepaalde (vervuilende) voertuigen.



#### 4.2.2 Bedrijven met personenauto

De voertuigen in dit segment vallen onder de noemer zakenauto. Hiermee worden de auto van de zaak (eigen beheer en lease-auto) en privé zakenauto (die voor tenminste 50% zakelijk wordt gebruikt) bedoeld. Volgens gegevens van VNA autolease bestond de totale zakelijke markt in 2003 uit ongeveer 1,15 miljoen personenauto's. Hiervan waren er 517.000 in de lease, ongeveer 280.000 stonden op naam van een bedrijf of overheid en ongeveer 350.000 waren in privé-bezit, maar werden voor meer dan 50% zakelijk gebruikt<sup>39</sup>. Voor een gemeente met 100.000 inwoners betekent dit ongeveer 7.083 zakelijke personenauto's.

##### Ritkarakteristiek

Zoals in tabel 4.4 valt af te lezen rijden de zakelijke personenauto's gemiddeld ongeveer 40.148 kilometer per jaar<sup>40</sup>. Dit kilometrage is het gemiddelde bij het rijden op diesel. Voor het rijden op benzine en LPG gelden respectievelijk jaargemiddelden van 27.317 en 37.821 kilometer. Het grote aantal voertuigen en hoge aantal kilometers maakt dit een interessante groep voor het onderzoek. Net als bij de bestelauto's geldt dat het segment een zeer heterogene groep is waardoor de ritkarakteristieken moeilijk zijn in te schatten. Op basis van gegevens van CE Delft is een schatting gemaakt van de kilometrages [%] in de bebouwde kom, buitenweg en snelweg. Geschat wordt dat zakelijke rijders in een personenauto ongeveer 20% van de kilometers binnen de bebouwde kom rijdt<sup>41</sup>. De gemiddelde auto van de zaak wordt voor 71% gebruikt voor zakelijk of woon-werk verkeer ten opzichte van 45% bij personenauto in particulier bezit.

Voertuig	Aantal 2003	Totale afstand [km/jaar]	% beb.kom	% buitenweg	% snelweg
Personenauto	7.083	40.148 (diesel)	20	35	45

Tabel 4.4: Ritgegevens personenauto zakelijk

##### Voornaamste brandstof

De meest voorkomende brandstof in dit segment is diesel met 48,4% gevolgd door benzine (43%) en LPG (8,6%)<sup>42</sup>. Deze verhouding kan verklaard worden door het feit dat benzine voor lagere jaarkilometrages de goedkoopste brandstof is. Volgens een specifieke autokostenbegroting (zie bijlage I) van de ANWB wordt diesel, ten opzichte van benzine, pas aantrekkelijk voor wie meer dan circa 35.000 km per jaar rijdt (gebaseerd op een Seat Leon)<sup>43</sup>. In deze begroting is LPG vanaf ongeveer 18.000 kilometer per jaar goedkoper dan benzine en ongeacht kilometrage goedkoper dan diesel. Uit een onderzoek naar consumentengedrag bij brandstofkeuze uit 2004 blijkt dat de intentie om autogas aan te schaffen sterk negatief beïnvloed door percepties over de beperkte bagageruimte bij het brandstofsysteem autogas. Ook het motorkarakter van een auto, uitgerust met het brandstofsysteem autogas, geeft een negatieve impuls aan de intentie om autogas aan te schaffen<sup>44</sup>.

##### Totale uitstoot dieselveertuigen

De uitstoot per dieselveertuig is in de bebouwde kom 0,80 gram/km NO<sub>x</sub> en 0,046 gram/km PM<sub>10</sub>. Totaal is het emissieaandeel van de zakelijke rijders in de diesel personenauto voor een gemeente met 100.000 inwoners 9,91 ton NO<sub>2</sub> en 1,27 ton PM<sub>10</sub>.

dieselveertuigen	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
48,4%	0,800	0,046	22,02	9,91	1,27

Tabel 4.5: Emissiecijfers dieselveertuigen personenauto's zakelijk

##### Overheidsinvloed

Net als bij de bedrijven met bestelauto's valt dit segment in de categorie overig. De overheidsinvloed blijft beperkt tot indirecte maatregelen.

### 4.2.3 Busmaatschappijen Openbaar Vervoer

Totaal rijden er in Nederland ongeveer 5.500 autobussen die bestemd zijn voor het openbaar vervoer. Voor een gemeente met 100.000 inwoners betekent dit ongeveer 34 autobussen.

#### Ritkarakteristiek

Zoals in tabel 4.6 is af te lezen rijden autobussen voor het merendeel binnen de bebouwde kom. Door hun inzet in het openbaar vervoer rijden ze uitsluitend rondom een bepaalde regio. Door hun hoge aantal kilometers per jaar is dit een interessant segment voor de lokale luchtkwaliteit. Over het algemeen beschikken busmaatschappijen over eigen tankfaciliteiten.

Voertuig	Aantal 2003	Totale afstand [km/jaar]	% beb.kom	% buitenweg	% snelweg
Autobus OV	34	70.000	70	20	10

Tabel 4.6: Ritgegevens autobus<sup>45</sup>

#### Voornaamste brandstof

De voornaamste brandstof voor de autobussen is diesel (98%). Naast diesel rijden er zeer beperkt LPG bussen rond en in opkomende mate aardgasbussen. Openbare vervoersbedrijven zeggen geen toekomst meer te zien in LPG bussen. Als redenen hiervoor worden door de hoge onderhoud- en aanschafkosten aangegeven en het feit dat LPG bussen vaker defect zijn dan dieselbussen. Door de afnemende vraag naar LPG-bussen is ook de productie van nieuwe voertuigen stil komen te liggen. Dit houdt in dat bij de keus voor LPG overgegaan moet worden tot de aanschaf van tweedehands bussen<sup>46</sup>. Verder zijn er lopende conceptprojecten voor alternatieven zoals waterstofbussen in Amsterdam en hybridebussen in Eindhoven.

#### Totale uitstoot dieselveertuigen

De uitstoot per dieselveertuig is in de bebouwde kom 12,854 gram/km NO<sub>x</sub> en 0,526 gram/km PM<sub>10</sub>. Totaal is het emissieaandeel van de zakelijke rijders in de diesel autobus voor een gemeente met 100.000 inwoners 9,44 ton NO<sub>2</sub> en 0,86 ton PM<sub>10</sub>. Hierbij dient rekening gehouden te worden dat voor dit segment de emissiecijfers van het CBS voor het jaar 2003 gebruikt zijn.

dieselveertuigen	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
98,00%	12,854	0,526	20,99	9,44	0,86

Tabel 4.7: Emissiecijfers dieselveertuigen autobussen

#### Overheidsinvloed

Busmaatschappijen vallen in de categorie concessieverlening. Busmaatschappijen moeten over een concessie beschikken om openbaar vervoer uit te voeren. Bij een concessie hoort een plan van eisen. Hierin staan de eisen, wensen, voorschriften en richtlijnen ten aanzien van de kwaliteit van het openbaar vervoer. De vervoerder dient zich hieraan te houden. Er kunnen dus in het plan van eisen criteria opgenomen worden ten behoeve van de luchtkwaliteit, door middel van het eisen van een bepaalde euronorm. Busmaatschappijen kunnen hierop biedingen doen. Na gunning door de concessieverlener is het aan de busmaatschappijen om het openbaar vervoer volgens het plan van eisen te laten functioneren. Een concessie wordt verleend door een provinciale of regionale overheid. Gemeenten dienen dit dus met deze overheden af te stemmen.

### 4.2.4 Vrachtvervoerders

Volgens gegevens van het CBS reden er in het jaar 2003 79.326 vrachtauto's en 63.445 trekkers rond. Onder vrachtauto's worden vrachtvoertuigen waarvan het ledig gewicht vermeerderd met het laadvermogen meer dan 3.500 kg bedraagt verstaan. Trekkers zijn motorvoertuigen ingericht voor het trekken van opleggers. De ritgegevens van vrachtwagens zijn het gemiddelde van alle GVW (Gross Vehicle Weight) categorieën. De zwaarste categorie (>20 ton GVW) rijdt gemiddeld 100.000 km per jaar. Voor een

gemeente met 100.000 inwoners betekent dit ongeveer 490 vrachtauto's en 392 trekkers.

Voertuig	Aantal 2003	Totale afstand [km/jaar]	% beb.kom	% buitenweg	% snelweg
Vrachtauto	490	40.000	10	30	60
Trekker	392	58.800	20	20	60

Tabel 4.8: Ritgegevens vrachtvervoerders

### Ritkarakteristiek

Vrachtauto's en trekkers rijden voornamelijk op snelwegen. Gemiddeld rijden vrachtauto's 10 en trekkers 20 procent binnen de bebouwde kom. Toch is dit segment een belangrijke lokale vervuiler omdat de uitstoot per gereden kilometer in de bebouwde kom relatief hoog is.

### Voornaamste brandstof

Over het algemeen wordt er in dit segment uitsluitend op diesel (99%) gereden. Eisen aan het minimale vermogen, actieradius, brandstofkosten en internationale verkrijgbaarheid spelen hierin een doorslaggevende rol. Verder is de beschikbaarheid van andere motoren zeer beperkt.

### Totale uitstoot

Gebaseerd op de cijfers van het CBS is de uitstoot per diesel vrachtauto is in de bebouwde kom 13,510 gram/km NO<sub>x</sub> en 0,482 gram/km PM<sub>10</sub>. Totaal is het emissieaandeel van de zakelijke rijders in de diesel autobus voor gemeente met 100.000 inwoners 11,79 ton NO<sub>2</sub> en 0,94 ton PM<sub>10</sub>.

dieselvoertuigen	emissiecijfers [g/km]		emissiecijfers [ton/jaar]		
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
99,00%	13,510	0,482	<b>26,21</b>	<b>11,79</b>	<b>0,94</b>

Tabel 4.9: Emissiecijfers dieselvoertuigen vrachtauto's

Gebaseerd op de cijfers van het CBS is de uitstoot per diesel trekker is in de bebouwde kom 16,685 gram/km NO<sub>x</sub> en 0,488 gram/km PM<sub>10</sub>. Totaal is het emissieaandeel van de zakelijke rijders in de diesel autobus voor gemeente met 100.000 inwoners 34,25 ton NO<sub>2</sub> en 2,23 ton PM<sub>10</sub>.

dieselvoertuigen	emissiecijfers [g/km]		emissiecijfers [ton/jaar]		
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
99,00%	16,685	0,488	<b>76,11</b>	<b>34,25</b>	<b>2,23</b>

Tabel 4.10: Emissiecijfers dieselvoertuigen trekkers

### Overheidsinvloed

Vrachtvervoerders kunnen niet direct door vergunningverlening worden aangepakt en vallen dan ook in de categorie overig. Invloed van de overheid op dit segment dient gezocht te worden in milieuzonering en het verstekken van subsidies om versneld over te stappen op schonere Euro 4 en 5 motoren.

#### 4.2.5 Taxibedrijven

In het taxisegment wordt onderscheid gemaakt tussen twee soorten vervoer, namelijk het straattaxivervoer en het contractvervoer, waaronder het collectief vraagafhankelijke vervoer. De verhouding hiervan is ongeveer 1/5 straattaxi en 4/5 contractvervoer<sup>47</sup>. Voor dit onderzoek wordt onderscheid gemaakt in taxi's tot 6 personen, taxi's van 6-8 personen en rolstoelbustaxi's. Totaal rijden er in Nederland ongeveer 25.000 taxi's verdeeld over een kleine 5.000 taxibedrijven<sup>48</sup>. In de omgevingen van Amsterdam en Rotterdam rijden de meeste taxi's, respectievelijk 12% en 7% van het totale aantal in Nederland. Voor gemeente met 100.000 inwoners betekent dit ongeveer 84 taxi's tot 6 personen, 30 minibustaxi's en 30 rolstoelbustaxi's.

### Ritkarakteristiek

Zoals in tabel 4.10 is af te lezen rijden taxi's voor het merendeel binnen de bebouwde kom. Over het algemeen rijden taxi's in en rondom een bepaalde regio. Voornamelijk straattaxi's zijn terug te vinden in grote steden wat voor het merendeel ook hun werkgebied is. Voor dit onderzoek wordt uitgegaan van de ritgegevens zoals terug te vinden in tabel 4.11.

Voertuig	Aantal 2003	Totale afstand [km/jaar]	% beb.kom	% buitenweg	% snelweg
Taxi tot 6 pers	84	58.293	70	15	15
Minibustaxi 6-8 pers	40	31.347	60	20	20
Rolstoelbustaxi	30	41.138	60	20	20

Tabel 4.11: Ritgegevens taxi<sup>49</sup>

De grotere taxibedrijven kunnen het zich veroorloven te tanken bij een tankstation dat in eigen beheer is. Andere tankopties zijn tanken bij vaste pompen met gebruik van tankpassen.

### Totale uitstoot

Bij de berekeningen voor de taxi tot 6 personen is uitgegaan van de emissiegegevens van personenauto's. De uitstoot per diesel personenauto is in de bebouwde kom 0,780 gram/km NO<sub>x</sub> en 0,108 gram/km PM<sub>10</sub>. Totaal is het emissieaandeel van de diesel taxi tot 6 personen voor gemeente met 100.000 inwoners 1,11 ton NO<sub>2</sub> en 0,33 ton PM<sub>10</sub>.

dieselvoertuigen	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
90,0%	0,800	0,046	2,47	1,11	0,14

Tabel 4.12: Emissiecijfers dieselvoertuigen personenautotaxi

Bij de berekeningen voor de minibustaxi en rolstoelbustaxi is uitgegaan van de emissiegegevens van bestelauto's. De uitstoot per diesel bestelauto is in de bebouwde kom 1,101 gram/km NO<sub>x</sub> en 0,16 gram/km PM<sub>10</sub>. Totaal is het emissieaandeel van de diesel minibustaxi en rolstoelbustaxi voor gemeente met 100.000 inwoners 0,87 ton NO<sub>2</sub> en 0,13 ton PM<sub>10</sub>.

dieselvoertuigen	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
90,0%	1,44	0,16	1,93	0,87	0,22

Tabel 4.13: Emissiecijfers dieselvoertuigen minibustaxi en rolstoelbustaxi

### Voornaamste brandstof

De voornaamste brandstof binnen de taxibranche is diesel. Exacte cijfers ontbreken en wordt daarom geschat op 90%. Onderzoeks- en adviesorganisatie CE Delft geeft als redenen hiervoor aan de relatief lage onderhoudskosten, de lage afschrijving, de goede prestaties van dieselauto's en de beperkte mogelijkheden tot ombouw<sup>50</sup>. Wat waarschijnlijk tegenwoordig een grotere rol speelt is de taxiregeling (teruggave van BPM) en de vrijstelling voor de motorrijtuigen belasting. Door deze regelingen is het voor taxibedrijven financieel voordeliger om op diesel te rijden.

### Overheidsinvloed

Een deel van de taxibedrijven die zich richten op contractvervoer, zoals OV-taxi's of schoolvervoer valt onder de concessieverlening, waardoor de overheid bepaalde milieueisen kan opnemen bij de gunning. De overige taxibedrijven, waaronder de straattaxi's, vallen taxibedrijven in de categorie overig. De overheidsinvloed blijft beperkt tot indirecte maatregelen. Milieuzoneringen kunnen mogelijk bepaalde delen (standplaatsen) afsluiten voor vieze voertuigen, waardoor milieuzonering op taxi's ook invloed kan hebben.

#### 4.2.6 Huisvuildiensten

Het totale aantal huisvuilwagens in Nederland bedroeg eind 2003 3.138 voertuigen. Voor gemeente met 100.000 inwoners betekent dit ongeveer 20 huisvuilwagens.

##### Ritkarakteristiek

Zoals in tabel 4.14 is af te lezen rijden huisvuilwagens voor het merendeel binnen de bebouwde kom. Doordat de wagens gebruikt worden voor het ophalen voor huisafval rijdt dit segment voor het overgrote deel binnen de bebouwde kom. Voor dit onderzoek wordt uitgegaan van de ritgegevens zoals terug te vinden in tabel 4.13.

Aantal 2003	Totale afstand [km/jaar]	% beb.kom	% buitenweg	% snelweg
20	25.000	90	5	5

Tabel 4.14: Ritgegevens huisvuilwagens<sup>51</sup>

##### Voornaamste brandstof

Het CBS geeft aan dat een groot deel van de huisvuilwagens een onbekende of overige brandstof gebruikt. Van de brandstoffen benzine, diesel, LPG, elektriciteit en CNG heeft diesel het grootste aandeel (92%). Dit percentage wordt dan ook gebruikt voor de emissie berekening. Vanwege het benodigde vermogen tijdens het ophalen en persen van het vuilnis zijn CNG en LPG minder geschikt. CNG en LPG hebben een lager koppel bij lagere toerentallen.

##### Totale uitstoot

Gebaseerd op de cijfers van het CBS is de uitstoot per diesel huisvuilwagen is in de bebouwde kom 13,825 gram/km NO<sub>x</sub> en 0,579 gram/km PM<sub>10</sub>. Totaal is het emissieaandeel van de diesel huisvuilwagens gemeente met 100.000 inwoners 2,53 ton NO<sub>2</sub> en 0,24 ton PM<sub>10</sub>.

dieselvoertuigen	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
92,00%	13,825	0,579	5,63	2,53	0,24

Tabel 4.15: Emissiecijfers dieselvoertuigen huisvuilwagens

##### Overheidsinvloed

Huisvuildiensten vallen in de categorie aanbesteding. Het ophalen van huisvuil wordt door de gemeente aanbesteed of in eigen beheer uitgevoerd. In deze aanbesteding kunnen de milieueisen worden opgenomen ten behoeve van de schone voertuigen.

#### 4.2.7 Autorijscholen

Autorijscholen kenmerken zich door het opleiden van nieuwe bestuurders. Onder autorijscholen wordt in dit rapport het opleiden van bestuurders van een personenauto verstaan. Andere rijbewijsgroepen worden buiten beschouwing gelaten. Geschat wordt dat er in 2003 ongeveer 15.000 personenauto's rondreden die bestemd waren voor de rijopleidingen<sup>52</sup>. Voor gemeente met 100.000 inwoners komt dit neer op een aantal van ongeveer 93.

##### Ritkarakteristiek

Zoals in tabel 4.16 is af te lezen rijden lesauto's redelijk gespreid in de bebouwde kom, buitenweg en snelweg. Lesauto's rijden hoofdzakelijk in een bepaalde regio omdat ze aan een bepaalde (lokale) klantenkring gebonden zijn.

Voertuig	Aantal 2003	Totale afstand [km/jaar]	% beb.kom	% buitenweg	% snelweg
Personenauto	93	47.500	40	30	30

Tabel 4.16: Ritgegevens autorijscholen<sup>53</sup>

##### Totale uitstoot

Bij de berekeningen voor rijschoolauto's is uitgegaan van de emissiegegevens van personenauto's. De uitstoot per diesel rijschoolauto is in de bebouwde kom 0,780

gram/km NO<sub>x</sub> en 0,108 gram/km PM<sub>10</sub>. Totaal is het emissieaandeel van de diesel huisvuilwagens gemeente met 100.000 inwoners 0,57 ton NO<sub>2</sub> en 0,07 ton PM<sub>10</sub>.

dieselvoertuigen	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
90,00%	0,800	0,046	1,27	0,57	0,07

Tabel 4.17: Emissiecijfers dieselvoertuigen autorijscholen

### Voornaamste brandstof

De voornaamste brandstof binnen de autorijschoolbranche is diesel. Exacte cijfers ontbreken en wordt daarom geschat op 90%. De reden hiervoor is hetzelfde als voor de hoofdkantoren / ondernemers met als extra bijkomstigheid het bedieningsgemak van een dieselvoertuig. Door het hogere koppel bij lage toerentallen rijdt het voor de startende bestuurder plezieriger.

### Overheidsinvloed

Voor het segment autorijscholen geldt hetzelfde als voor bedrijven met personenauto's. Dit segment valt in de categorie overig.

## 4.3 Deelconclusie

De totale uitstoot van de segmenten voor een gemeente met 100.000 inwoners is samengevat in onderstaande tabellen. In deze tabellen zijn de uitstoot van NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub> op gemeentelijk (binnen de bebouwde kom) niveau weergegeven.

In tabel 4.18 is de uitstoot van NO<sub>x</sub> weergegeven. Hieruit valt af te lezen dat de grootste vervuilers de vrachtvervoerders met zowel de trekker en vrachtauto, de bedrijven met personen en bestelauto's en de busmaatschappijen zijn. In steden bestaat, zoals is aangegeven in paragraaf 3.1, NO<sub>x</sub> in de buitenlucht voor 45% uit NO<sub>2</sub>. Hierop is de kolom NO<sub>2</sub> dan ook gebaseerd.

Segment	Uitstoot	
	NO <sub>x</sub> [ton/jaar]	NO <sub>2</sub> [ton/jaar]
Vrachtvervoerders trekker	76,11	34,25
Bestelauto zakelijk	59,85	26,93
Vrachtvervoerders vrachtauto	26,21	11,79
Personenauto zakelijk	22,02	9,91
Busmaatschappijen	20,99	9,44
Huisvuilwagen	5,63	2,53
Taxi personenauto	2,47	1,11
Taxi bestelauto	1,93	0,87
Autorijscholen	1,27	0,57

Tabel 4.18: Samenvatting NO<sub>x</sub> emissie binnen de bebouwde kom

In tabel 4.19 staat de samenvatting van PM<sub>10</sub> weergegeven. Van de behandelde segmenten zijn de bedrijven met personen en bestelauto's en de trekkers de grootste vervuilers.

Segment	Uitstoot
	PM <sub>10</sub> [ton/jaar]
Bestelauto zakelijk	6,69
Vrachtvervoerders trekker	2,23
Personenauto zakelijk	1,27
Vrachtvervoerders vrachtauto	0,94
Busmaatschappijen	0,86
Huisvuilwagen	0,24
Taxi bestelauto	0,22
Taxi personenauto	0,14
Autorijscholen	0,07

Tabel 4.19: Samenvatting PM<sub>10</sub> emissie binnen de bebouwde kom

Het verschil tussen vrachtvervoeders met trekkers en bedrijven met bestelauto's op de totale uitstoot van NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> is te verklaren aan de hand van de uitstoot per kilometer. Zware voertuigen blijken een factor 11 meer NO<sub>2</sub> uit te stoten dan bestelauto's. Voor PM<sub>10</sub> is dit "slechts" een factor 3.

## 5 Brandstofanalyse

In hoofdstuk 5 worden de brandstoffen vergeleken waarmee op korte termijn (<5 jaar), op gemeentelijk/provinciaal niveau in de stedelijke vervoerssector, de schadelijke uitstoot terug gedrongen kan worden. Als eerste wordt aangegeven welke brandstoffen voor dit onderzoek relevant zijn. Vervolgens worden van deze relevante brandstoffen de karakteristieken weergegeven. Hierin worden onder andere de aannames gemaakt voor de NCW methode. De wegverkeerssegmenten uit hoofdstuk 4 zijn allemaal bedrijfsgerelateerd. De brandstofkarakteristieken zijn daarom zo gekozen dat deze invulling geven aan de afwegingen die een bedrijf maakt bij de keuze voor een brandstof.

### 5.1 Relevante brandstoffen voor onderzoek

In dit onderzoek gaat het om korte termijn oplossingen voor de huidige problematiek met de luchtkwaliteit. De brandstoffen dienen hier een invulling aan te geven en zijn daarom geselecteerd aan de hand van de volgende drietal criteria:

1. *Korte termijn beschikbaar*
2. *Commercieel inzetbaar*
3. *Schoner alternatief*

Omdat het in dit onderzoek gaat om korte termijn oplossingen voor de huidige problematiek, worden ook alleen de brandstoffen meegenomen die op korte termijn beschikbaar zijn. Naast beschikbaarheid speelt commerciële inzetbaarheid ook een belangrijke rol omdat de optimale brandstofkeuze deels bepaald wordt door het kostenplaatje. Als laatste criteria geldt dat de brandstof een schoner alternatief dient te zijn ten opzichte van de huidige brandstof. Het gebruik van biobrandstoffen als alternatieve brandstof is nog niet uitgebreid getoetst op onder andere NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub>. GAVE meldt dat het nog niet zeker is dat de emissies van voertuigen die rijden op biobrandstof binnen de perken blijven<sup>54</sup>. Biobrandstoffen worden hierom buiten beschouwing gelaten. Dit resulteert in de volgende brandstoffen:

- Benzine
  - In conventionele verbrandingsmotor
  - In hybride motoraandrijving
- Diesel
  - Inclusief roetfilters
  - Selective Catalic Reduction (SCR)
  - Exhaust Gas Recirculation (EGR)
- Liquefied Petroleum Gas (LPG)
- Compressed Natural Gas (CNG) (Aardgas)

Hybride dient in dit rapport gezien te worden als een aandrijvingstechniek voor personenauto's. Voor de andere segmenten is de techniek nog niet commercieel inzetbaar. Voor personenauto's geldt dat de aandrijving bestaat uit een verbrandingsmotor (benzine) en een elektromotor (elektriciteit).

### 5.2 Brandstofkarakteristieken

In deze paragraaf worden de karakteristieken van de brandstoffen en nabehandelingstechnieken nader toegelicht. Er wordt gekeken naar emissie, financiële aspecten (NCW methode), aannames NCW-methode, beschikbaarheid op korten termijn en toepasbaarheid in de bedrijfsvoering.

#### 5.2.1 Emissie

Uit onderzoek van TNO naar de milieu-impact van moderne personenvoertuigen blijkt dat Diesel zowel op NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub> emissies meer uitstoot in verhouding met de overige brandstoffen<sup>55</sup>. CNG is volgens dit onderzoek de brandstof die het minste uitstoot. Tabel 5.1 geeft een overzicht van de NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub> emissies uit dit TNO rapport van de



brandstoffen benzine, diesel, LPG en CNG. De tabel is aangevuld met cijfers voor hybride en diesel met roetfilter. Voor hybridevoertuigen is gesteld dat deze een gunstiger verbruik hebben van 58% ten opzichte van benzinevoertuigen. In de emissieberekening wordt daarom gesteld dat de emissie van een hybride voertuig gelijk staat aan 58% van de benzinevariant. Voor het gebruik van roetfilters is uitgegaan van een PM<sub>10</sub> reductie van 90%. De cijfers in de tabel zijn gebaseerd op een gemiddelde bestuurder. De gemiddelde bestuurder karakteriseert zich door het rijden in overal voorkomende verkeerssituaties en starten met een koude start.

emissiecijfers personenauto [gr/km]						
	Benzine	Diesel	Roetfilter	LPG	CNG	Hybride*
NOx	0,10	0,80	0,80	0,07	0,04	0,06
PM	0,006	0,046	0,005	0,005	0,002	0,003

\* hybride op basis van 58% benzine

Tabel 5.1: Samenvatting milieuscores brandstoffen personenauto's<sup>56</sup>

Voor de emissiecijfers voor bestelauto's geldt dat deze vergelijkbaar zijn met die van personenauto's. Alleen voor diesel gaat deze vergelijking niet op. Een dieselbestelauto stoot 2,5 tot 4,5 meer PM<sub>10</sub> uit en 80% meer NO<sub>x</sub> ten opzichte van een dieselpersonenauto<sup>57</sup>. Verder zijn er geen hybridebestelauto's beschikbaar. In tabel 5.2 zijn de emissiecijfers voor bestelauto's opgenomen.

emissiecijfers bestelauto [g/km]					
	Benzine	Diesel	Roetfilter	LPG	CNG
NOx	0,10	1,44	1,44	0,07	0,04
PM	0,006	0,161	0,0161	0,005	0,002

Tabel 5.2: Samenvatting milieuscores brandstoffen bestelauto's<sup>58</sup>

Emissiecijfers voor de overige segmenten (vrachtauto's en bussen) konden niet in een goede vergelijkbare vorm gevonden worden. Daarom worden de standaard emissienormen voor vrachtauto's en bussen aangehouden. De standaard emissienormen worden onderverdeeld in Euronormen. Voor vrachtauto's en bussen geldt sinds oktober 2005 de Euro 4 norm. De Euro 5 norm zal in oktober 2009 van kracht worden. Verder is er de EEV-norm (Enhanced Environmentally friendly Vehicle), een norm strenger dan de Euro 5 standaard.

emissienormen [g/kWh]				
	Diesel Euro 3	Diesel Euro 4	Diesel Euro 5	EEV
NOx	5,0	3,5	2,0	2,0
PM	0,16	0,03	0,03	0,02

Tabel 5.3: Samenvatting emissienormen vrachtauto's, bussen

De emissiereductie voor CNG-bussen ten opzichte van de huidige situatie, is bepaald aan de hand van gegevens die door DHV gebruikt werden bij de Nijmeegse businesscase: rijden op aardgas. Hierin werd gerekend met een reductie van 0,349 g/km fijn stof en 8,7 g/km stikstofdioxide.

### Roetfilter

Door middel van roetfilters kan de uitstoot van PM<sub>10</sub> bij dieselveertuigen met 80 tot 90% afnemen<sup>59</sup>. De reductie is in de praktijk afhankelijk van het type motor en het zwavelgehalte in de brandstof. Een roetfilter bestaat uit een poreuze wand die de uitlaatgassen filtert. De verzamelde deeltjes worden door middel van thermische regeneratie verbrand om te voorkomen dat het filter verstopt raakt. Dit kan voorkomen worden door na een aantal honderden kilometers het aangekoekte roet bij minimaal 600°C te verbranden tot kooldioxide en water. Omdat de uitlaatgastemperatuur van een

dieselmotor hiervoor te laag is, dient de oxidatietemperatuur van het roet verlaagd te worden (passief filter) of periodiek verhoogd (actief filter)<sup>60,61</sup>.

Een ongewenst effect dat optreedt bij het toepassen van een roetfilter is de mogelijke stijging van de NO<sub>x</sub> emissie. Uit onderzoek van TNO blijkt dit minimaal te zijn. In de berekeningen in dit rapport is daarom uitgegaan van een gelijkblijvende emissie van NO<sub>x</sub><sup>62</sup>.

### **Exhaust Gas Recirculation**

Door middel van Exhaust Gas Recirculation (EGR) worden de uitlaatgassen gedeeltelijk terug naar de inlaat gevoerd om opnieuw in de verbrandingscyclus te worden opgenomen. Hierdoor daalt de verbrandingstemperatuur waardoor vooral de NO<sub>x</sub> emissies worden verminderd. EGR wordt door SCANIA toegepast om te voldoen aan de Euro 4 normen voor vrachtauto's met vermogens tot 470 pk. Voor motoren met grotere vermogens wordt, om aan de euronormen te voldoen, gebruik gemaakt van SCR, zie de volgende paragraaf. Voor de Euro 4 en Euro 5 motoren voor bussen en touringcars maakt Scania wel gebruik van de EGR-technologie<sup>63</sup>. Dit omdat bij het rijden in het stadsverkeer de uitlaatgastemperatuur te laag is om gebruik te maken van SCR technologie. Om optimale emissiereductie te verkrijgen dient deze temperatuur minimaal 250 °C te zijn. Bij het rijden in de stad zit deze slechts rond de 200 °C. In deze gevallen, onder andere bij standsbussen, is EGR een geschikter alternatief<sup>64</sup>. Scania verwacht in 2007 ook de EEV norm te kunnen halen<sup>65</sup>.

### **Selective Catalic Reduction (DeNO<sub>x</sub> katalysator)**

Door middel van Selective Catalic Reduction (SCR) kan de NO<sub>x</sub> emissie van diesel met meer dan 80% verlaagd worden. Hiervoor wordt ammoniak in de vorm van ureum met het uitlaatgas vermengd, waarna het ammoniak en de stikstofoxiden in de katalysator worden omgezet in stikstofgas en water<sup>66</sup>. SCR zit momenteel al op sommige dieselvrachtwagens. In 2006 wordt verwacht dat het op grotere schaal wordt ingevoerd om dieselvrachtwagens aan de strengere Euro 4 en Euro 5 normen voor NO<sub>2</sub> te laten voldoen<sup>67</sup>. Vijf van de zeven Europese vrachtwagenfabrikanten passen dit systeem reeds toe. Bij de invoering van Euro 5 zullen ze het allemaal doen<sup>68</sup>.

Volgens DAF is de SCR-technologie betrekkelijk eenvoudig en daardoor uitermate betrouwbaar en efficiënt. De uitlaatgasnabehandelingstechnologie heeft geen invloed op de motor, zodat de afstelling daarvan geoptimaliseerd worden voor een ideale verbranding en een laag brandstofverbruik<sup>69</sup>. DAF meldt verder dat om aan de emissienormen te voldoen geen roetfilter meer nodig is. Het gebruik van SCR-technologie heeft dus een positief effect op de PM<sub>10</sub> uitstoot.

Naast vrachtwagenfabrikanten levert Toyota met de Avensis D-CAT een personenauto die beschikt over een DeNO<sub>x</sub> katalysator.

## **5.2.2 Aannames NCW-methode**

Voor het berekenen van de netto contante waarde dient een aantal aannames gemaakt te worden. Deze aannames worden in deze paragraaf besproken. Een overzicht van de aannames is terug te vinden in bijlage II.

### **Aanschafprijs voertuig**

Om een eerlijke vergelijking te kunnen maken wordt uitgegaan van het verschil in aanschaf tussen twee nieuwe voertuigen. Bijvoorbeeld bij het vervangen van een huidig dieselveertuig is de extra investering het kostenverschil tussen het nieuwe dieselveertuig en het voertuig op een alternatieve brandstof of met roetfilter. Dit kostenverschil kan zowel positief als negatief zijn.

### **Vervangingsmethode**

In het rekenmodel waarmee de netto contante waarde wordt bepaald worden standaardvoertuigen met elkaar vergeleken. Deze standaardvoertuigen worden bepaald aan de hand van gemiddelde gegevens van een aantal voertuigen binnen het segment. Door uit te gaan van standaardvoertuigen wordt een algemeen beeld geschetst over de investering. Dit omdat alternatieve brandstoffen niet in alle voertuigen toepasbaar zijn.

Dit kan doordat de motor niet geschikt is voor LPG of CNG of doordat er minder aanbod is ten opzichte van de dieselvariant.

In dit onderzoek wordt bij vervanging met een LPG voertuig een achteraf ingebouwde installatie bedoeld. Voor CNG geldt dat bij vervanging gesproken wordt over een af-fabriek voertuig. CNG kan overigens net als LPG ook achteraf ingebouwd worden. Dit wordt buiten beschouwing gelaten vanwege een ander kostenplaatje. Achteraf inbouwen van een aardgasinstallatie in personen- of bestelauto's komt neer op ongeveer €5.000 tot €6.000<sup>70</sup>. Het bedrag is afhankelijk van het aantal tanks dat ingebouwd dient te worden. Een personenauto met slechts één tank zal daarom bijvoorbeeld goedkoper zijn dan een bestelauto met drie.

### Brandstofprijzen

Voor de brandstofprijzen is uitgegaan van de prijzen begin 2006<sup>71</sup> exclusief BTW, zie tabel 5.2. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de prijs van CNG aan de pomp gerekend wordt in euro per kilogram. Omdat de verbruikgegevens in m<sup>3</sup> per 100 kilometer worden gegeven dient hier een omrekening plaats te vinden. De dichtheid van Gronings gas is 0.833 kg/m<sup>3</sup>. In Nederland mengt de Gasunie gas van verschillende bronnen om ervoor te zorgen dat het door hun geleverde Gronings gas altijd dezelfde eigenschappen heeft<sup>72</sup>.

Brandstof	Prijs/liter (excl. btw)	Verbruik [liter - 100 km]	Kosten /100 km
CNG*	€ 0,41	8,6	€ 3,53
LPG	€ 0,48	9,8	€ 4,70
Diesel	€ 0,91	5,6	€ 5,10
Diesel + roetfilter	€ 0,91	5,7	€ 5,19
Hybride	€ 1,18	4,5	€ 5,31
Benzine	€ 1,18	7,8	€ 9,20

Tabel 5.2: Brandstofgegevens middenklasser personenauto (\* CNG in m<sup>3</sup> in plaats van liter)

### Verbruik

Het verbruik van de brandstoffen is niet gelijk. Gesteld wordt dat het verbruik van LPG 25% hoger is ten opzichte van benzine<sup>73</sup>. Voor CNG geldt dat de energie-inhoud per eenheid van benzine en CNG nagenoeg gelijk zijn. Het verbruik kan bij een bi-fuel aardgas auto ongeveer 10% hoger liggen (op energiebasis) dan bij het rijden op benzine<sup>74</sup>. Dit percentage is dan ook aangenomen voor de voertuigen waar geen CNG verbruikgegevens bekend waren. In tabel 5.2 zijn de verbruikgegevens van een gemiddelde middenklasser personenauto weergegeven. Uit de tabel valt verder af te lezen dat CNG per 100 kilometer de goedkoopste brandstof is gevolgd door, LPG, diesel, Hybride benzine en benzine.

### BPM (belasting personenauto's en motorrijwielen)

BPM betreft een belasting op het gebruik van het Nederlandse wegennet met een personenauto of motor door een in Nederland wonende persoon of in Nederland gevestigd lichaam<sup>75</sup>. Vanaf 1 juli 2005 dient ook voor de bestelauto BPM betaald te worden. Voor een aantal voor dit onderzoek relevante gevallen kan de BPM worden teruggevorderd:

- Ondernemers die hun bestelauto voor tenminste 10% zakelijk gebruiken.
- Overheidslichamen zoals gemeenten en provincies, die hun nieuwe bestelwagen gebruiken voor werkzaamheden die ook door een normaal privaatrechtelijk bedrijf verricht kunnen worden.
- Voor een bestelauto die is ingericht voor het vervoer van gehandicapten.
- Taxivoertuigen die voor 90% of meer gebruikt worden voor taxiriten.

Voor de bestelauto's die vóór 2005 zijn geregistreerd, is geen BPM verschuldigd zolang ze aan de eisen van bestelauto voldoen. De hoogte van de BPM is afhankelijk van de brandstof van het voertuig. Voor de personen- en bestelauto op diesel dient 45,2% van de netto catalogusprijs vóór belastingen verhoogd met €328,- betaald te worden. Voor

overige motoren is dit bedrag 45,2% verminderd met €1.540,-. Voor het inbouwen van een LPG- of aardgas installatie is geen BPM verschuldigd<sup>76</sup>.

Vanaf juli 2006 gaat een nieuwe belastingmaatregel gelden voor de BPM. De maatregel die gaat gelden voor nieuwe auto's houdt in dat de hoogte van de BPM afhankelijk wordt van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. De CO<sub>2</sub>-uitstoot is af te lezen aan het energielabel dat een auto heeft. Er volgt een korting op de BPM wanneer er een nieuwe auto aanschaft met een energielabel A of B. Er dient meer betaald te worden bij aanschaf van een D-, E-, F- of G-auto<sup>77</sup>. Deze regeling houdt ook in dat de BPM vrijstelling voor hybridevoertuigen wordt vervangen door een korting van €6.000,- (klasse A) en €3000,- (klasse B) per voertuig<sup>78</sup>.

### **MRB (Motorrijtuigenbelasting)**

De motorrijtuigenbelasting is een belasting op het houden van een personen-, bestel, of vrachtauto of een motor. Het gewicht van het voertuig is hierbij bepalend voor de hoogte van de belasting. Voor personenauto's geldt dat ook de brandstof van invloed is. Hierbij geldt dat de motorrijtuigenbelasting het laagst is voor benzinemotoren. Voor LPG en CNG motoren dient meer betaald te worden en voor diesel het meest. Uit een specifieke autokostenbegroting van de ANWB voor een Seat Leon van 75 kW blijkt dat de motorrijtuigenbelasting voor benzine € 464, voor diesel € 1.024, en voor LPG € 632 is<sup>79</sup>. Voor hybride voertuigen geldt dat deze gedeeltelijk van de motorrijtuigenbelasting zijn vrijgesteld<sup>80</sup>.

Net als bij de BPM kan de MRB voor een aantal voor dit onderzoek relevante gevallen de MRB worden teruggevorderd of gereduceerd:

- Een ondernemer met een auto met een grijs kenteken.
- Huisvuilwagens.
- Taxivoertuigen die voor 90% of meer gebruikt worden voor taxiriten.

### **Onderhoudskosten**

Er wordt gesteld dat de onderhoudskosten per brandstofsoort nauwelijks van elkaar verschillen. Uit de eerder vermelde specifieke autokostenbegroting voor de Seat Leon blijken de onderhoudskosten voor Diesel een fractie duurder te zijn dan LPG en benzine. Er wordt hierom gesteld dat de onderhoudskosten voor diesel, LPG, CNG en hybride gelijk zijn en dat benzine €100,- goedkoper is op jaarbasis. Voor diesel met roetfilter wordt gesteld dat de onderhoudskosten €100,- hoger liggen dan een normaal dieselveertuig.

### **5.2.3 Beschikbaarheid op korte termijn**

In deze paragraaf wordt de beschikbaarheid van de brandstoffen en motoren aangegeven. De beschikbaarheid speelt een doorslaggevende rol bij de eventuele overstap naar een alternatieve brandstof. Omdat het onderzoek zich toespitst op korte termijn implementeerbare oplossingen dienen de voertuigen en brandstof direct inzetbaar te zijn.

### **Voertuigen**

Over het algemeen kan gesteld worden dat dieselveertuigen op korte termijn voor elk voertuigtype goed beschikbaar zijn. De segmenten in dit rapport rijden immers voor het grootste deel in dieselveertuigen. In tabel 5.4 is de beschikbaarheid van de voertuigen en reductietechnieken (roetfilter, SCR/EGR technologie) voor het betreffende segment weergegeven naar eigen verkregen inzicht. In de tabel worden alleen de af-fabriek opties meegenomen.

BRANDSTOF	VOERTUIG					
	Personenauto	Bestelauto	Stadsbus	Vrachtwagen/trekker	Huisvuilauto	
Diesel	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	
Benzine	+++++	++++	-	-	-	+++++ uitstekend
Diesel Roetfilter	+++	+++	-	-	-	++++ zeer goed
Diesel SCR	+	-	+++	+++	+++	+++ goed
Diesel EGR	-	-	+	+	+	++ voldoende
LPG	+++	++	-	-	-	+ matig
CNG	++	++	++	+	+	□ proef/concept
Hybride	+	-	□	-	-	- niet

Tabel 5.4: Beschikbaarheid voertuigen / emissiereductie techniek

Voor benzine is de beschikbaarheid goed voor de lichtere categorie voertuigen, personen- en bestelauto's. Voor bestelauto's is het aanbod beperkter vergeleken met de dieselvariant. Voor de zwaardere categorie, vrachtwagens, bussen, huisvuilwagens wordt benzine niet of nauwelijks toegepast.

Roetfilters voor dieselveertuigen zijn in opkomende mate beter beschikbaar. Uit een door de ANWB opgestelde lijst over de beschikbaarheid van af-fabriek dieselveertuigen met roetfilter, blijkt dat er een ruim aanbod is voor personenauto's<sup>81</sup>. Momenteel wordt 40% van de nieuwe dieselauto's met roetfilter geleverd<sup>82</sup>.

Het achteraf inbouwen van roetfilters is niet altijd mogelijk. De ANWB meldt dat er in mei 2006 nog geen typegoedgekeurde retrofit filters beschikbaar zijn. Alleen typegoedgekeurde filters mogen worden verkocht en komen voor subsidie in aanmerking. De verwachting is het aanbod snel zal toenemen vanaf het moment dat de subsidieregeling van kracht wordt, 1 juli 2006. Het achteraf inbouwen wordt tot dusver meestal alleen gedaan bij vrachtwagens en bussen<sup>83</sup>. Ook voor vuilnisauto's is een geschikt roetfilter beschikbaar<sup>84</sup>.

Voor vrachtwagens, bussen en huisvuilauto's is gesteld dat er geen aanbod van af-fabriek roetfilters is omdat dit door de SCR- en EGR technologie voor deze voertuigen niet nodig, of geïntegreerd is.

Voor de SCR-technologie geldt, zoals in de vorige paragraaf al genoemd werd, dat vijf van de zeven Europese vrachtwagenfabrikanten het systeem al toepassen. Dit houdt in dat de beschikbaarheid geen problemen zal opleveren. Omdat het systeem voor vrachtwagens beschikbaar is, betekent dit ook dat stadsbussen en huisvuilwagens met SCR-technologie uitgerust kunnen worden. Voor personenauto's geldt dat alleen Toyota met de Avensis D-CAT een voertuig levert met DeNO<sub>x</sub> katalysator. Voor bestelauto's is de technologie (nog) niet beschikbaar.

EGR-technologie wordt door Scania en MAN toegepast om aan de emissienormen te voldoen. De beschikbaarheid is daarom voor de vrachtvervoerders, bussen en huisvuilauto's minder dan bij de SCR-technologie. Voor de overige segmenten is de technologie niet beschikbaar.

Voor LPG geldt dat er momenteel geen af-fabriek voertuigen worden geleverd. Een LPG voertuig is daarom altijd retrofit (achteraf ingebouwd). Beschikbare LPG voertuigen zijn te vinden in de categorieën personen- en bestelauto's. Het mindere aanbod van LPG retrofit pakketten voor bestelauto's ten opzichte van personenauto's is de reden voor het verschil in beschikbaarheid<sup>85</sup>.

Voor CNG geldt dat verschillende fabrikanten aardgasvoertuigen af-fabriek leveren. Het gaat hierbij niet alleen om personenauto's maar ook om bestelauto's, autobussen,

vrachtauto's en huisvuilauto's<sup>86</sup>. Uit een overzicht van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen in opdracht van Senter Novem blijkt dat er een divers aanbod is van personenauto's, bestelauto's en (stads)bussen dat commercieel wordt aangeboden<sup>87</sup>. Personen- en bestelauto's zijn in de meeste gevallen uitgevoerd als bi-fuel voertuig (aardgas/benzine). Vrachtwagens, autobussen en vuilniswagens zijn praktisch altijd dedicated. Dit houdt in dat de voertuigen alleen op aardgas kunnen rijden. Naast af-fabriek is het ook mogelijk voertuigen, net als bij LPG, te voorzien van een retrofit installatie. Retrofit aardgas wordt in dit rapport niet meegenomen vanwege een ander kostenplaatje zoals eerder vermeld is.

Voor hybride geldt dat er op dit moment een beperkt aantal personenauto's beschikbaar zijn. Voorbeelden hiervan zijn de Toyota Prius, de Honda IMA en de Lexus RX400h. Voor overige voertuigcategorieën is de hybride uitvoering nog niet beschikbaar. Er zijn enkele prototype hybridebussen, zoals de Phileas en de Whisper. Hybridebussen bevinden zich momenteel nog in de testfase.

### **Brandstof**

Momenteel zijn er in Nederland ongeveer 3.600 tankstations waar benzine en diesel beschikbaar zijn. Bij ongeveer 2.200 hiervan kan ook LPG getankt worden<sup>88</sup>. Voor benzine, diesel en LPG is de beschikbaarheid daarom geen probleem. Voor CNG geldt dat er slechts 4 tankstations operationeel zijn<sup>89</sup>. Voor de segmenten die geen eigen tankfaciliteit rendabel kunnen exploiteren is dit een grote belemmering. Bij voldoende afname is een tankstation rendabel. Voor de personen- en bestelauto's kan het mogelijk om door middel van een kleine compressor de auto slow-fill te vullen. Een slow-fill systeem is bij uitstek geschikt om, vanuit het gasnet, de auto te tanken. De kosten voor de compressor zijn ongeveer €3.000<sup>90</sup>.

#### **5.2.4 Toepasbaarheid in bedrijfsvoering**

Een ander belangrijk punt voor de gebruiker is de toepasbaarheid van de alternatieve brandstof in de bedrijfsvoering. Punten die in deze paragraaf worden besproken zijn de actieradius van het voertuig, het vermogen van het voertuig, opleidingen voor monteurs en bedrijfszekerheid. De gebruiker dient gezien te worden als de gebruiker uit de gemaakte segmentering. De toepasbaarheid wordt enkel besproken voor de brandstoffen en voertuigen die beschikbaar zijn.

##### **5.2.4.1 Actieradius**

De actieradius is van belang bij de segmenten die veel kilometers maken en waarbij tanken niet altijd mogelijk of gewenst is. Over het algemeen kan gesteld worden dat een voertuig op diesel de grootste actieradius kent, gevolgd door benzine, LPG en CNG. Bij de beschikbare voertuigen is de actieradius van aardgas mogelijk niet ideaal voor enkele segmenten. De gebruikelijke actieradius van af-fabriek aardgasvoertuigen is tussen de 300-400 kilometer<sup>91</sup>. De actieradius voor bussen in stadsverkeer is 450 km<sup>92</sup>. Bij bi-fuel voertuigen is dit uiteraard hoger omdat er naast aardgas ook op benzine gereden kan worden. Dit beïnvloedt echter wel het kosten- en emissievoordeel.

### **Vermogen**

In bepaalde gevallen is een minimaal vermogen vereist voor de toepassing. Dit is vooral het geval voor de segmenten met voertuigen die in de zwaardere categorieën vallen, zoals bussen, vrachtauto's en huisvuilwagens. Naar verwachting leveren de inzetbare brandstoffen geen problemen met de eisen aan het minimale vermogen op. In de wagenparkscans worden ook de gegevens van gelijkbare vermogens vergeleken.

### **Eventueel op te leiden monteurs**

Voor aardgasvoertuigen geldt verder dat voor het onderhoud specialistische kennis vereist is omdat het gaat om een nieuwe technologie. Gesteld kan worden dat hier bij af-fabriek voertuigen geen extra kosten voor opleidingen van monteurs gemaakt dienen te worden. De dealer die af-fabriek de voertuigen levert zorgt voor opgeleide monteurs.

### **Bedrijfszekerheid**

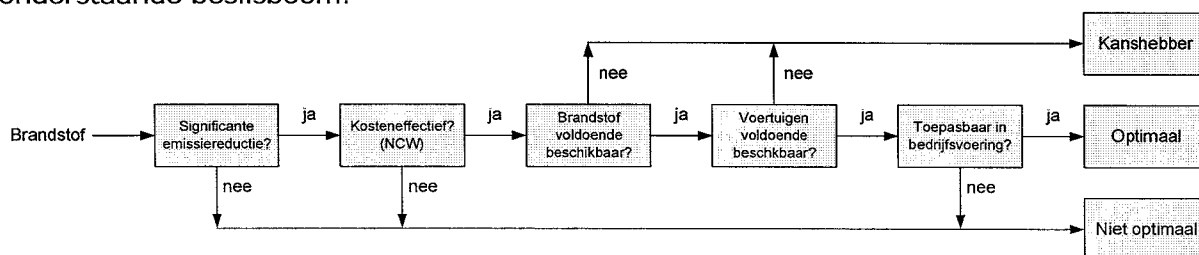
Met bedrijfszekerheid wordt de kans op storingen bedoeld waardoor het voertuig (tijdelijk) niet ingezet kan worden. Naar verwachting leveren de brandstofoplossingen geen problemen met de bedrijfszekerheid op.

## 6 Optimale brandstof per segment

In dit hoofdstuk wordt de beslisboom waaruit de optimale brandstof wordt bepaald, ingevuld. Hiervoor worden de karakteristieken van de segmenten gekoppeld aan de karakteristieken van de brandstoffen, zoals deze aan bod zijn gekomen in de hoofdstukken 4 en 5. Verder wordt de mogelijke emissiereductie bepaald die gehaald kan worden bij een overstap naar de optimale brandstof brandstof. Ook wordt er een deelconclusie gegeven met daarin een samenvatting van de optimale brandstoffen en een terugkoppeling naar de probleemanalyse. Vanwege het ontbreken van voldoende gegevens over huisvuildiensten is de optimale brandstof hiervan niet bepaald.

### 6.1 Afwegingen optimale brandstof

Het bepalen van de optimale brandstof gebeurt door middel van het invullen van onderstaande beslisboom.



Figuur 2.1: Beslisboom optimale brandstof

De onderdelen van de beslissing zijn:

1. De mate van emissiereductie van NO<sub>x</sub> (NO<sub>2</sub>) en PM<sub>10</sub>
2. Netto Contante Waarde van één voertuig binnen het segment
3. Beschikbaarheid voertuig
4. Beschikbaarheid brandstof
5. Toepasbaarheid binnen bedrijfsvoering

#### Mate van emissiereductie

Het eerste selectiecriteria is de emissiereductie van NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub> van de verschillende brandstoffen. De emissiereductie wordt in tonnen per jaar voor het aantal voertuigen binnen een gemeente met 100.000 inwoners gegeven. De emissiewaarden zijn op dezelfde wijze berekend zoals in hoofdstuk 4 aan de orde kwam. Bij de berekeningen voor de toekomstige emissiecijfers zijn echter andere emissiefactoren gehanteerd. Voor de personen- en bestelauto's staan de waarden van TNO model. Voor vrachtauto's en bussen wordt het wel of niet voldoen aan de emissienormen aangehouden omdat specifieke gegevens niet goed te vergelijken waren. De emissiereductie voor CNG-bussen ten opzichte van de huidige situatie, is bepaald aan de hand van gegevens die door DHV gebruikt werden bij de Nijmeegse businesscase: rijden op aardgas.

Voor bestelauto's zijn de NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub> waarden voor benzine, LPG en CNG voor personenauto's aangehouden. Voor diesel geldt dit niet omdat het verschil in emissie tussen personen- en dieselauto's hiervoor te groot is. Voor NO<sub>x</sub> is een verhoging van 80% aangehouden, voor PM10 een factor 3,5, in vergelijking tot de personenauto's<sup>93</sup>. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de emissiecijfers voor LPG gebaseerd zijn op af-fabriek voertuigen. Af-fabriek LPG voertuigen zijn momenteel niet in Nederland verkrijgbaar. Retrofit LPG heeft een iets ongunstigere emissiewaarde.

In tabellen 5.1, 5.2 en 5.3 zijn de emissiefactoren opgenomen die gehanteerd zijn in de bepaling van de emissie per brandstof in het segment. In bijlage II zijn de aannamen opgenomen waarmee de emissiewaarden per brandstof en segment zijn bepaald.

#### Kosteneffectiviteit (NCW-methode)

Vervolgens wordt er gekeken naar de NCW van één voertuig binnen het segment met een bepaalde looptijd. In bijlage III zijn de rekenwaarden voor verbruik, meerprijs ten opzichte van diesel, onderhoud en motorrijtuigenbelasting opgenomen. Deze rekenwaarden vormen de kern van de netto contante waarde berekening. In bijlage IV worden de meerkosten en de jaarlijkse winst ten opzichte van diesel afgeleid. Hieruit



volgt in bijlage V de Netto Contante Waarde. Deze bijlage wordt ingeleid met een voorbeeldberekening ter verduidelijking.

### Beschikbaar- en toepasbaarheid

Tenslotte wordt er gekeken naar de beschikbaarheid van de brandstof en voertuigen en de toepasbaarheid binnen de bedrijfsvoering van de betreffende segmenten. Uit hoofdstuk 5 kwam al naar voren dat diesel hierin het beste naar voren kwam. Voor de overige brandstoffen geldt er alleen bij CNG op korte termijn problemen zijn met betrekking tot de beschikbaarheid van de brandstof.

## 6.2 Optimale brandstof per segment

Van de segmenten wordt aan de hand van deze selectiecriteria een optimale brandstof gekozen en een potentiële kanshebber aangegeven. In een tabel worden deze selectiecriteria weergegeven. Met rood zijn de punten aangegeven die doorslaggevend kunnen zijn om de brandstof niet als optimaal te bestempelen.

Van de optimale brandstof en kanshebber wordt tevens een betrouwbaarheidsanalyse gegeven betreffende de netto contante waarde. Hierin wordt aangegeven wat de invloed is van de factoren: brandstofkosten en jaarlijkse kilometrage en bij welk verschil de NCW gelijk wordt aan €0,-, de switching value. Het verschil in aanschafkosten is direct te herleiden omdat het verschil in aanschaf gelijk is aan het verschil in netto contante waarde. De absolute waarde van de switching value geeft aan wat de invloed is op de netto contante waarde. Hiervoor geldt: hoe hoger de absolute waarde van de switching value hoe minder invloed op netto contante waarde.

### 6.2.1 Bedrijven met bestelauto's

Voor de gemiddelde bestelauto binnen een gemeente met 100.000 inwoners geldt dat de brandstoffen CNG, LPG en benzine door gunstige emissiewaarden een positief effect kunnen hebben op de luchtkwaliteit, zoals in bijlage II is terug te vinden. In tabel 6.1 zijn de resultaten voor de bedrijven met bestelauto's weergegeven gerangschikt op emissie.

BRANDSTOF	Emissie NO2 lokaal [ton/jr]	Emissie PM10 lokaal [ton/jr]	NCW t.o.v. diesel looptijd 5 jaar	Beschikbaarheid brandstof	Beschikbaarheid motor	Toepasbaarheid
CNG	0,73	0,08	€ 542	+	++	+++
LPG	1,28	0,20	-€ 49	+++	++	+++
Benzine	1,83	0,24	-€ 5.680	+++++	++++	+++++
Diesel Roetfilter	26,35	0,66	-€ 631	+++++	+++	+++++
Diesel	26,35	6,55	€ 0	+++++	+++++	+++++

Tabel 6.1: Optimale brandstoftabel hoofdkantoren/ondernemers bestelauto

Voor de NCW-berekening is uitgegaan van een planningshorizon van 5 jaar. Dit is namelijk de periode waarna geen BPM afdracht meer verschuldigd is. Uit de leasemarkt voor bestelauto's blijkt dat de gemiddelde contractduur ongeveer 52 maanden is en een stijgende trend laat zien<sup>94</sup>.

CNG komt als beste naar voren met een geschatte NCW van €542,-. Echter door de geringe beschikbaarheid van de brandstof is het (nog) niet mogelijk op korte termijn over te stappen op CNG als brandstof voor bestelauto's. In de enkele gevallen waarbij het probleem met de beschikbaarheid van de brandstof geen probleem oplevert, is CNG de beste optie.

LPG heeft echter wel een landelijk dekkend netwerk en heeft ook een goede reductie op de emissie. Ondanks dat LPG voor dit segment een lichte negatieve Netto Contante Waarde heeft is dit de brandstof waarmee op korte termijn een milieuwinst te behalen is. Voor het segment bedrijven met bestelauto's is dus op korte termijn LPG de optimale brandstof.

### Gevoeligheid NCW

In onderstaande tabellen is de gevoeligheid van de brandstofkosten en het jaarlijkse kilometrage op de netto contante waarde weergegeven.

CNG: huidige NCW € 542	verschil	nieuwe NCW	Switching value
brandstofkosten = (brandstofprijs x verbruik)	10%	-€ 35	9,5%
	-10%	€ 1.119	
jaarlijks kilometrage	25%	€ 1.065	-26,0%
	-25%	€ 19	

Tabel 6.2a: gevoeligheid hoofdkantoren/ondernemers bestelauto CNG

LPG: huidige NCW -€49	verschil	nieuwe NCW	Switching value
brandstofkosten = (brandstofprijs x verbruik)	10%	-€ 762	-1%
	-10%	€ 664	
jaarlijks kilometrage	25%	€ 133	7%
	-25%	-€ 231	

Tabel 6.2b: Gevoeligheid hoofdkantoren/ondernemers bestelauto LPG

### 6.2.2 Bedrijven met personenauto's

Bij de bedrijven met personenauto's geldt dat een hybride aandrijving ook tot de mogelijkheden behoort. Omdat er te weinig hybride voertuigen beschikbaar zijn om een reële NCW berekening uit te voeren is de aanschafprijs van het voertuig gelijk gesteld aan een dieservoertuig. De twee beschikbare hybride personenauto's ontloopt de gemiddelde aanschafprijs van de dieservoertuigen in de aannamen niet veel. De Prius zit iets boven het gemiddelde, de Honda Civic iets eronder.

In tabel 6.3 zijn de resultaten voor de bedrijven met personenauto's weergegeven gerangschikt op emissie.

BRANDSTOF	Emissie NO2 lokaal [ton/jr]	Emissie PM10 lokaal [ton/jr]	NCW t.o.v. diesel looptijd 4 jaar	Beschikbaarheid brandstof	Beschikbaarheid motor	Toepasbaarheid
CNG	0,50	0,06	€ 2.773	+	++	+++
Hybride*	0,74	0,1	€ 1.476	+++++	+	++++
LPG	0,87	0,14	€ 3.534	+++	+++	+++
Benzine	1,24	0,17	€ 407	+++++	+++++	+++++
Diesel Roetfilter	9,91	0,13	-€ 712	+++++	+++	+++++
Diesel	9,91	1,27	€ 0	+++++	+++++	+++++

\* Hybride op basis Toyota Prius en Honda Civic Hybrid, aanschaf gelijk aan diesel

Tabel 6.3: Optimale brandstoftabel hoofdkantoren/ondernemers personenauto

Voor de NCW-berekening is uitgegaan van een planningshorizon van 4 jaar. De vereniging van Nederlandse autoleasemaatschappijen geeft aan dat de gemiddelde looptijd in 2005 44 maanden was en de afgelopen jaren alleen maar stijgende was<sup>95</sup>.

CNG komt als beste naar voren met een geschatte NCW van €2.773,-. De beschikbaarheid van de brandstof maakt het echter (nog) niet op korte termijn inzetbaar. Hybridevoertuigen zijn in dit segment nog beperkt beschikbaar. LPG en benzine leveren allebei ook een milieuwinst op met een positieve NCW. Direct inzetbaar om een bijdrage te leveren aan het verbeteren van de luchtkwaliteit en met een positieve NCW zijn LPG en benzine. Kanshebbers voor de toekomst zijn CNG en hybride.

### Gevoeligheid NCW

In onderstaande tabellen is de gevoeligheid van de brandstofkosten en het jaarlijkse kilometrage op de netto contante waarde weergegeven.

CNG: huidige NCW € 2.773	verschil	nieuwe NCW	Switching value
brandstofkosten = (brandstofprijs x verbruik)	10%	€ 2.269	55%
	-10%	€ 3.277	
jaarlijks kilometrage	25%	€ 3.316	altijd positief
	-25%	€ 2.230	

Tabel 6.4a: Gevoeligheid hoofdkantoren/ondernemers personenauto CNG

LPG: huidige NCW € 3.534	verschil	nieuwe NCW	Switching value
brandstofkosten = (brandstofprijs x verbruik)	10%	€ 2.880	54%
	-10%	€ 4.188	
jaarlijks kilometrage	25%	€ 3.701	altijd positief
	-25%	€ 3.367	

Tabel 6.4b: Gevoeligheid hoofdkantoren/ondernemers personenauto LPG

Benzine: huidige NCW €407	verschil	nieuwe NCW	Switching value
brandstofkosten = (brandstofprijs x verbruik)	10%	-€ 904	3%
	-10%	€ 1.717	
jaarlijks kilometrage	25%	-€ 1.068	7%
	-25%	€ 1.882	

Tabel 6.4c: Gevoeligheid hoofdkantoren/ondernemers personenauto benzine

### 6.2.3 Busmaatschappijen Openbaar Vervoer

Voor het segment busmaatschappijen is het aanbod van alternatieve brandstoffen beperkt. In 2003 reed 98% van de autobussen op diesel. De twee meest voor de hand liggende brandstoffen om een bijdrage te leveren aan de luchtkwaliteit zijn aardgas en diesel. Diesel dient dan wel uitgerust te zijn met een EGR- of SCR-technologie. Alle drie de opties zijn op korte termijn inzetbaar in dit segment. Door middel van de VAMIL en MIA regelingen wordt er een tegemoetkoming geboden in de meerkosten. Middels de MIA kan de aanschaf van een nieuwe vrachtwagen of bus met een Euro-4 of Euro-5 dieselmotor een belastingvoordeel tot €7.500 opleveren. Door middel van de VAMIL regeling (willekeurige afschrijving milieu-investering) komt de overheid in de kosten tegemoet door bieden van een liquiditeits- en rentevoordeel<sup>96</sup>

#### Aardgasbussen

Aardgasbussen voldoen aan de EEV-norm (Enhanced Environmentally friendly Vehicle), een norm strenger dan de Euro 5 standaard. Verder heeft de techniek zich al op grote schaal bewezen en wordt momenteel door verschillende busproducenten af fabriek geleverd. De kosten voor onderhoud, brandstof en afschrijving zijn gelijk of lager dan die van een dieselbus<sup>97</sup>. De meerprijs voor een aardgasbus is ongeveer €35.000 vergeleken met een vergelijkbare Euro 4 dieselbus<sup>98</sup>.

Bij aardgas dient rekening gehouden te worden met het inrichten van een eigen tankfaciliteit. Door middel van de VAMIL en MIA regeling komt de overheid in deze kosten tegemoet. Uit een studie van DHV naar de economische haalbaarheid van aardgas blijkt dat de netto contante waarde van aardgasbussen ten opzichte van dieselbussen positief is<sup>99</sup>.

### **Diesel EGR-technologie bussen**

Diesel met EGR kan voldoen aan de eisen voor Euro 5. Dit wordt bereikt door een 270 pk speciaal voor stadsbussen aangepaste motor<sup>100</sup>. In 2007 verwacht Scania ook de EEV-emissienorm te halen<sup>101</sup>. Volgens Scania zijn de operationele kosten vergelijkbaar met SCR systemen, inclusief de kosten voor AdBlue. Door de meerkosten die de EGR technologie met zich meebrengt leidt ertoe dat de netto contante waarde negatief is.

### **Diesel SCR-technologie bussen**

Diesel met SCR-technologie bussen voldoen aan de eisen voor Euro 5. Door toepassing van een passief roetfilter ook aan de EEV-norm. Dit passief roetfilter wordt echter pas in de loop van 2007 door DAF verwacht en is dus niet gelijk inzetbaar. Er dient bij het gebruik van deze technologie wel rekening gehouden te worden met het toevoegen van ureum (AdBlue). Net als bij EGR leiden de meerkosten ertoe dat ook SCR een negatieve netto contante waarde heeft.

Omdat CNG op korte termijn, door het voldoen aan de EEV norm, de laagste schadelijke emissie heeft en een positieve netto contante waarde, is CNG de optimale brandstof in het bussegment. De beschikbaarheid van de voertuigen en brandstof evenals toepasbaarheid in de bedrijfsvoering vormen voor geen van de opties een belemmering.

### **6.2.4 Vrachtvervoerders**

Voor het segment vrachtvervoerders zijn de opties voor alternatieve brandstoffen beperkt. Naast de dieselmotor is er niet of nauwelijks een andere motor beschikbaar die toepasbaar is voor dit segment. Doordat de ontwikkeling van schone dieselmotoren voorspoedig gaat is het animo voor alternatieve motoren ook niet groot. Net als bij de busmaatschappijen geldt dat het met de beschikbare EGR en SCR-technologie mogelijk de emissienormen van Euro 4 en Euro 5 te halen. Door middel van de VAMIL regeling komt de overheid in de aanschafkosten tegemoet. Net als bij de busmaatschappijen geldt ook dat vrachtvervoerders door middel van de MIA een belastingvoordeel tot €7.500 verkrijgbaar is bij vervroegd overstappen op Euro 4/5 voertuigen.

De meerprijs van de SCR-technologie verschilt per voertuig en emissienorm. Een Mercedes-Benz Atego Euro 4 kost ongeveer €4.500 extra en Euro 5 €6.500<sup>102</sup>. Voor de DAF XF 105 zijn deze bedragen respectievelijk €8.500 en €9.500<sup>103</sup>. Daarnaast zijn er kosten voor AdBlue (ureum), dat nodig is voor de omzetting van de stikstofoxiden in de katalysator in stikstofgas en water. Volgens Dureal is de markt voor AdBlue nog in ontwikkeling en er is nog geen duidelijke marktprijs. In Duitsland ligt de prijs bij openbare tankstations op €0,60 - 0,65 exclusief BTW. Ruwweg komt het AdBlue-verbruik neer op 1,7 liter/100 km<sup>104</sup>. Door toepassing van een passief roetfilter kan een uitstoot van roetdeeltjes verder gereduceerd worden tot een waarde onder de EEV-norm. Van de Europese vrachtwagenfabrikanten passen de meeste, vijf van de zeven, SCR toe om aan de emissienormen te voldoen. MAN en Scania zijn de twee fabrikanten die daarnaast ook EGR toepassen. MAN levert voor het behalen van de Euro 4 normen een EGR-systeem met een PM-KAT-filter maar schakelt voor Euro 5 over op SCR<sup>105</sup>. Scania levert zowel EGR als SCR voor het halen van de Euro 4 en 5 normen afhankelijk van het vermogen van het voertuig. In de toekomst wordt voor alle vermogens EGR toegepast voor het behalen van de Euronormen. Scania is namelijk momenteel nog niet klaar met het ontwikkelen van een nieuw inspuitstelsel dat dit mogelijk moet maken<sup>106</sup>. Beide opties zijn daarom inzetbaar om een bijdrage te leveren aan de luchtkwaliteit. Voor Euro 5 lijkt het voor vrachtvervoerders op korte termijn alleen mogelijk dit te halen door middel van de SCR technologie. De optimale brandstof om een bijdrage te leveren aan de luchtkwaliteit is daarom ook deze SCR-technologie.

### **6.2.5 Taxibedrijven personenauto**

Voor de gemiddelde taxi personenauto geldt dat de brandstoffen CNG, LPG en benzine door gunstige emissiewaarden, een positief effect kunnen hebben op de luchtkwaliteit. In

tabel 6.5 zijn de resultaten voor de bedrijven met personenauto's weergegeven gerangschikt op emissie.

BRANDSTOF	Emissie NO2 lokaal [ton/jr]	Emissie PM10 lokaal [ton/jr]	NCW t.o.v. diesel looptijd 5 jaar	Beschikbaarheid brandstof	Beschikbaarheid motor	Toepasbaarheid
CNG	0,06	0,006	€ 2.254	+	++	+++
LPG	0,10	0,015	€ 8	+++	+++	+++
Benzine	0,14	0,019	-€ 10.437	+++++	+++++	+++++
Diesel Roetfilter	1,11	0,014	-€ 762	+++++	+++	+++++
Diesel	1,11	0,142	€ 0	+++++	+++++	+++++

Tabel 6.5: Optimale brandstoftabel taxibedrijven personenauto

Voor de NCW-berekening is uitgegaan van een planningshorizon van 4 jaar. De wegenbelasting is buiten beschouwing gelaten omdat het in dit segment voor de hoogte van het bedrag niet uitmaakt op welke brandstof er gereden wordt. Voor de emissieberekening is uitgegaan van de cijfers voor personenauto's. Aardgas is de optimale brandstof voor de taxibedrijven die niet afhankelijk zijn van de beschikbaarheid van de brandstof. Over het algemeen is aardgas (nog) niet inzetbaar. LPG biedt echter op korte termijn wel een oplossing door de landelijke inzetbaarheid en positieve NCW. Op korte termijn is daarom op korte termijn LPG optimale oplossing. CNG zou op termijn, wanneer de beschikbaarheid van de brandstof verbeterd, rendabeler zijn.

### Gevoeligheid NCW

In onderstaande tabellen is de gevoeligheid van de brandstofkosten en het jaarlijkse kilometrage op de netto contante waarde weergegeven.

CNG: huidige NCW € 2.773	verschil	nieuwe NCW	Switching value
brandstofkosten = (brandstofprijs x verbruik)	10%	€ 1.274	23%
	-10%	€ 3.234	
jaarlijks kilometrage	25%	€ 3.412	-49%
	-25%	€ 1.096	

Tabel 6.6a: Gevoeligheid taxibedrijven personenauto CNG

LPG: huidige NCW € 8	verschil	nieuwe NCW	Switching value
brandstofkosten = (brandstofprijs x verbruik)	10%	-€ 1.287	0%
	-10%	€ 1.302	
jaarlijks kilometrage	25%	€ 379	0%
	-25%	-€ 363	

Tabel 6.6b: Gevoeligheid taxibedrijven personenauto LPG

### 6.2.6 Taxibedrijven bestelauto

Qua emissie geldt hetzelfde als voor de bedrijven met bestelauto's. CNG heeft de gunstigste emissiewaarden gevolgd door LPG en benzine. In tabel 6.7 zijn de resultaten voor weergegeven gerangschikt op emissie.

BRANDSTOF	Emissie NO2 lokaal [ton/jr]	Emissie PM10 lokaal [ton/jr]	NCW t.o.v. diesel looptijd 5 jaar	Beschikbaarheid brandstof	Beschikbaarheid motor	Toepasbaarheid
CNG	0,024	0,003	€ 1.421	+	++	+++
LPG	0,042	0,007	€ 256	+++	+++	+++
Benzine	0,060	0,008	-€ 8.843	+++++	+++++	+++++
Diesel Roetfilter	0,871	0,022	-€ 672	+++++	+++	+++++
Diesel	0,871	0,261	€ 0	+++++	+++++	+++++

Tabel 6.7: Optimale brandstoftabel taxibedrijven bestelauto

Voor de NCW-berekening is uitgegaan van een planningshorizon van 5 jaar. Vergeleken met de taxi personenauto ontstaat globaal hetzelfde plaatje. De taxi bestelauto's zijn echter door hun gebruik minder afhankelijk van de beschikbaarheid van CNG. Een tankstation, bijvoorbeeld op een centraal punt of bij de taxicentrale, kan mogelijk de problemen met de beschikbaarheid grotendeels oplossen. LPG is daarom ook in dit segment de optimale brandstof. De beschikbaarheid van CNG is in dit segment mogelijk sneller te verbeteren, omdat slechts enkele tankstations voldoende zijn om te voorzien in de bedrijfsvoering.

### Gevoeligheid NCW

In onderstaande tabellen is de gevoeligheid van de brandstofkosten en het jaarlijkse kilometrage op de netto contante waarde weergegeven.

CNG: huidige NCW € 2.773	verschil	nieuwe NCW	Switching value
brandstofkosten = (brandstofprijs x verbruik)	10%	€ 602	17%
	-10%	€ 2.239	
jaarlijks kilometrage	25%	€ 2.163	-48%
	-25%	€ 678	

Tabel 6.8a: Gevoeligheid taxibedrijven bestelauto CNG

LPG: huidige NCW € 256	verschil	nieuwe NCW	Switching value
brandstofkosten = (brandstofprijs x verbruik)	10%	-€ 756	2%
	-10%	€ 1.269	
jaarlijks kilometrage	25%	€ 515	-25%
	-25%	-€ 2	

Tabel 6.8b: Gevoeligheid taxibedrijven bestelauto LPG

### 6.2.7 Autorijscholen

Voor autorijscholen geldt hetzelfde plaatje als voor het segment bedrijven met personenauto's. De reden dat hybride niet goed toepasbaar is, is vanwege de automatische versnellingsbak, waardoor het schakelen niet geleerd kan worden. In tabel 6.9 zijn de resultaten voor weergegeven gerangschikt op emissie.

BRANDSTOF	Emissie NO2 lokaal	Emissie PM10 lokaal	NCW t.o.v. diesel looptijd 4 jaar	Beschikbaarheid brandstof	Beschikbaarheid motor	Toepasbaarheid
	[ton/jr]	[ton/jr]				
CNG	0,03	0,003	€ 3.180	+	++	+++
Hybride*	0,04	0,006	€ 1.409	+++++	+	+
LPG	0,05	0,008	€ 3.660	+++	+++	+++
Benzine	0,07	0,010	-€ 700	+++++	+++++	+++++
Diesel Roefilter	0,58	0,007	-€ 607	+++++	+++	+++++
Diesel	0,58	0,074	€ 0	+++++	+++++	+++++

\* Hybride op basis Toyota Prius en Honda Civic Hybrid, aanschaf gelijk aan diesel

Tabel 6.9: Optimale brandstoftabel autorijscholen

Voor de NCW-berekening is uitgegaan van een planningshorizon van 4 jaar. Direct inzetbaar om een bijdrage te leveren aan het verbeteren van de luchtkwaliteit en met een positieve NCW is alleen LPG. Kanshebber in CNG, bij voldoende beschikbaarheid.

### Gevoeligheid NCW

In onderstaande tabellen is de gevoeligheid van de brandstofkosten en het jaarlijkse kilometrage op de netto contante waarde weergegeven.

CNG: huidige NCW € 2.773	verschil	nieuwe NCW	Switching value
brandstofkosten = (brandstofprijs x verbruik)	10%	€ 2.582	53%
	-10%	€ 3.778	
jaarlijks kilometrage	25%	€ 3.824	altijd positief
	-25%	€ 2.535	

Tabel 6.10a: Gevoeligheid autorijscholen personenauto CNG

LPG: huidige NCW € 3.660	verschil	nieuwe NCW	Switching value
brandstofkosten = (brandstofprijs x verbruik)	10%	€ 2.883	47%
	-10%	€ 4.436	
jaarlijks kilometrage	25%	€ 3.858	altijd positief
	-25%	€ 3.461	

Tabel 6.10b: Gevoeligheid autorijscholen personenauto LPG

### 6.3 Deelconclusie

Uit dit hoofdstuk kan worden opgemaakt dat CNG in de meeste gevallen de brandstof is waarmee de meeste besparing van emissies van NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub> gehaald kan worden. Daarnaast levert CNG in de segmenten bedrijven met bestelauto's, taxibedrijven met personen en bestelauto's de grootste financiële winst op. Vanwege de slechte beschikbaarheid van de brandstof is CNG op korte termijn in meeste gevallen niet de optimale brandstof. In de gevallen waarbij de slechte beschikbaarheid van CNG doorslaggevend is, is LPG wel op korte termijn inzetbaar om een bijdrage te leveren aan het verbeteren van de luchtkwaliteit.

In onderstaande tabel is een samenvatting gegeven van de optimale brandstof per segment en kanshebbers op termijn. Ook wordt aangegeven wat de mogelijke emissiebesparing zou kunnen zijn indien wordt overgestapt op aangegeven brandstof.

SEGMENT	OPTIMALE BRANDSTOF	EMISSIEREDUCTIE		KANSHEBBER	EMISSIEREDUCTIE	
		NO <sub>2</sub> [ton/jr]	PM <sub>10</sub> [ton/jr]		NO <sub>2</sub> [ton/jr]	PM <sub>10</sub> [ton/jr]
Bedrijven bestelauto's	LPG	25,07	6,34	CNG	25,62	6,47
Bedrijven personenauto's	LPG	9,04	1,13	CNG	9,41	1,21
				Hybride	9,17	1,17
Busmaatschappijen OV	CNG	6,39	0,57	Diesel EGR	Euro 5	Euro 5
				Diesel SCR	Euro 5 (=43%)	Euro 5 (=0%)
Vrachtovervoerders	Diesel SCR	Euro 5 (=43%)	Euro 5 (=0%)	Diesel EGR	Euro 5 (=43%)	Euro 5 (=0%)
Taxi bestelauto	LPG	0,83	0,21			
	CNG	0,85	0,21			
Taxi personenauto	LPG	1,01	0,13			
	CNG	1,06	0,14			
Autorijscholen	LPG	0,53	0,07	CNG	0,55	0,07

Totale mogelijke emissiereductie door personen- bestelauto's en bussen (gemeente 100.000 inwoners):					
Stikstofdioxide	<b>40,50</b>	ton/jr	Fijn stof	<b>8,04</b>	ton/jr

Totale emissie binnen bebouwde kom (gemeente 100.000 inwoners):					
totaal	141,2	ton/jr	totaal	19,1	ton/jr
totale concentratie	60-70%		totale concentratie	30-40%	

Tabel 6.11: Samenvatting optimale brandstof

#### Is het probleem hiermee opgelost?

Uit tabel 6.11 valt af te lezen dat de emissie jaarlijks met 40,5 ton NO<sub>2</sub> en 8,04 ton PM<sub>10</sub> zou kunnen afnemen voor een gemeente met 100.000 inwoners. Dit is op basis van overschakeling naar de optimale brandstof bij de segmenten bedrijven met personen- en bestelauto's en busmaatschappijen. De vrachtovervoerders zijn buiten beschouwing gelaten omdat de emissiereductie door het ingaan van Euro 4 beperkt is. De huidige nieuw aangeschafte voertuigen zijn immers al een stuk schoner. Reductie is alleen nog te behalen voor stikstofdioxide (van 3,5 g/kWh naar 2,0 g/kWh op basis van de overstap van euro 4 naar euro 5).

De jaarlijkse reductie komt voor de bedrijven met personen- en bestelauto's en busmaatschappijen gezamenlijk, voor beide stoffen, neer op ongeveer 90%. Zoals uit de tabellen 4.18 en 4.19 valt af te leiden is de huidige uitstoot van deze segmenten gezamenlijk 46,28 ton NO<sub>2</sub> en 8,82 ton PM<sub>10</sub>.



Of de problemen met de luchtkwaliteit hierdoor zijn opgelost is een moeilijk te beantwoorden vraag. Zoals in hoofdstuk 3 naar voren kwam, wordt de concentratie van beide stoffen mede bepaald door achtergrondconcentraties.

Op gemeentelijk niveau draagt het wegverkeer voor 60-70% bij aan de concentratie voor  $\text{NO}_2$ . Voor  $\text{PM}_{10}$  geldt dat dit percentage op gemeentelijk niveau kan oplopen tot 30-40%. Zoals viel af te lezen in tabel 4.1 wordt er binnen de bebouwde kom van een gemeente met 100.000 inwoners 141,2 ton  $\text{NO}_2$  en 19,1 ton  $\text{PM}_{10}$  uitgestoten. Indien de drie genoemde segmenten over stappen levert dit een reductie van de concentratie op van  $\pm 19\%$   $\text{NO}_2$  en  $\pm 15\%$   $\text{PM}_{10}$ ; een stap in de goede richting.

## 7 Beleidsinstrumenten

Uit hoofdstuk 4 komt naar voren dat voor een aantal segmenten de optimale brandstof slechts beperkt wordt ingezet. Diesel heeft immers, op de bedrijven met personenauto's na, een aandeel van minstens 90%. Aanvullende beleidsmaatregelen dienen ervoor te zorgen dat in deze gevallen de aantrekkelijkheid van de optimale brandstof verder toeneemt en dat van diesel juist afneemt. Dit kan door het gedrag van de actoren uit hoofdstuk 2 in de gewenste richting te beïnvloeden. Op gedragbeïnvloeding gerichte beleidsinstrumenten kunnen worden onderverdeeld in juridische, economische en communicatieve beleidsinstrumenten<sup>107</sup>. In dit hoofdstuk worden deze beleidsinstrumenten behandeld waarin wordt uitgelegd wat het instrument inhoudt, op welke segmenten het toepasbaar is en wat het beoogde effect is. In paragraaf 7.4 wordt een overzichtssamenvatting gegeven via een beleidsmatrix en een toepassingsvoorbeeld voor bedrijven met bestelauto's

### 7.1 Economische beleidsinstrumenten

Economische beleidsinstrumenten lijken het meest gepast om op korte termijn het gedrag van de actoren zo te beïnvloeden dat een overgang soepel kan verlopen. Dit dient te gebeuren door het bieden van een aantrekkelijk economisch perspectief zodat de optimale brandstof kan concurreren met het huidige diesel.

#### 7.1.1 Fiscale maatregelen

Door middel van fiscale maatregelen wordt momenteel getracht hierin deels te voorzien. Voorbeelden van deze fiscale maatregelen zijn:

##### **MIA/VAMIL regelingen**

Maatregelen die momenteel hierin ondersteunen zijn de MIA en VAMIL regelingen<sup>108</sup>. MIA staat voor milieu-investeringsaftrek. Dit is een fiscale aftrekregeling voor ondernemers die investeren in milieuvriendelijke bedrijfsmiddelen. Via MIA zijn 15, 30 of 40% van de investeringskosten op bepaalde bedrijfsmiddelen aftrekbaar van de fiscale winst.

Investerings van minder dan € 1.900 komen niet voor MIA in aanmerking.

Vamil staat voor willekeurige afschrijving milieu-investering. De Vamil-regeling biedt ondernemers een liquiditeits- en rentevoordeel. Ze kunnen de betaling van inkomsten- of vennootschapsbelasting uitstellen door het fiscaal vrij (willekeurig) afschrijven van bepaalde milieu-investeringen.

De MIA en VAMIL regeling zijn toepasbaar op de segmenten vrachtvervoerders en busmaatschappijen. Voor vrachtvervoerders geldt de regeling voor de aanschaf van een euro 4 of euro 5 dieselvoertuig met maximum toelaatbare massa van meer dan 3.500 kg. Busmaatschappijen kunnen gebruik maken van de regelingen bij aanschaf van een autobus die voldoet aan de EEV emissienorm is voorzien van een diesel-elektrische aandrijving.

##### **Stimulering roetfilters**

Naast de MIA en VAMIL regelingen is er een subsidieregeling voor het inbouwen van roetfilters voor nieuwe personenauto's, taxi's en bestelauto's. Aankopen van roetfilters op nieuwe dieselauto's wordt fiscaal gestimuleerd door middel van een korting op de belasting personenauto's motorrijwielen (BPM). Voor voertuigen die geen BPM betalen, zoals bestelwagens en taxi's geldt een andere constructie zodat ook zij een vergoeding krijgen<sup>109</sup>.

Door middel van deze maatregelen worden schonere brandstoffen aantrekkelijker gemaakt zoals uit voorgaande hoofdstukken gebleken is. Door middel van bovengenoemde regelingen is het bijvoorbeeld mogelijk aardgasbussen en vrachtwagens met SCR-technologie financieel gelijk te trekken met diesel.

### **7.1.2 Beschikbaarheid CNG vergroten**

Naast fiscale maatregelen dient ook de beschikbaarheid van schone brandstoffen geen knelpunt te zijn. Dit is momenteel het groten probleem bij de inzet van aardgasvoertuigen. Beleidsmaatregelen dienen ervoor te zorgen dat het aantal tankstation zo wordt verhoogd dat een landelijke inzetbaarheid kan worden gerealiseerd. De investering in een aardgastankstation valt overigens mede onder de VAMIL-regeling en komt in aanmerking voor de MIA.

### **7.1.3 Financiële maatregelen**

Verder kan het gebruik van het voertuig ontmoedigd of gestimuleerd worden naargelang dit gewenst is. Door middel van het differentiëren van parkeertarieven naar mate van vervuiling van het voertuig wordt beoogd het parkeergedrag te beïnvloeden ten gunste van het milieu. Tevens kan het de aanschaf van milieuvriendelijke auto's bevorderen.

## **7.2 Juridische beleidsinstrumenten**

Juridische beleidsinstrumenten dienen ondersteuning te bieden aan de economische beleidsinstrumenten door het creëren van de juiste randvoorwaarden. De praktijk leert dat het bieden van een goed economisch perspectief niet afdoende is om een overgang naar schone brandstoffen te realiseren. Juridische instrumenten die hieraan een bijdrage kunnen leveren worden in deze paragraaf toegelicht.

### **Versnelde invoering strengere emissie-eisen diesellovoertuigen**

Door middel van het verplicht stellen van strengere emissie-eisen voor diesellovoertuigen worden de technologie ontwikkelaars en producenten verplicht de ontwikkeling van schonere technologieën te versnellen.

### **Verplichtstelling roetfilters**

Nationale verplichting voor roetfilters op nieuwe dieselpersonenauto's en nieuwe lichte bestelauto's vanaf 2007. De Europese Commissie gaat met deze maatregel (nog) niet akkoord vanwege mogelijke verstoring van de interne Europese markt verstoren. Het verplicht stellen van roetfilters zou daardoor niet eerder dan vanaf 2009 mogelijk zijn. Tegen deze beslissing is beroep aangetekend dat eind 2006 uitsluitend dient te geven<sup>110</sup>.

### **Milieuzoneringen**

Door middel van milieuzoneringen wordt het mogelijk (vuile) voertuigen te weren uit bepaalde gebieden. Deze maatregel kan door gemeenten zelf worden genomen. Eind maart 2006 is er een convenant 'Stimulering schone vrachtauto's en milieuzonering' getekend. Dit convenant moet ertoe leiden dat vanaf begin 2007 in de 'milieuzones' (vaak de stadscentra) van de deelnemende gemeenten alleen vrachtwagens worden toegelaten die voldoen aan verscherpte eisen voor de uitstoot van schadelijke uitlaatgassen en fijn stof<sup>111</sup>. Milieuzoneringen zijn toepasbaar op alle segmenten binnen dit onderzoek. Milieuzoneringen zoals in het convenant is overeengekomen richten zich op het segment vrachtvervoerders. Hierbij dient opgemerkt te worden dat een wettelijk kader nog ontbreekt om door de RDW "goedgekeurde" voertuigen te weren van de Nederlandse wegen.

### **Concessieverlening**

Busmaatschappijen en onder ander OV-taxi's moeten over een concessie beschikken om openbaar vervoer uit te voeren. Bij een concessie hoort een plan van eisen. Hierin staan de eisen, wensen, voorschriften en richtlijnen ten aanzien van de kwaliteit van het vervoer. Hierin kunnen geen eisen ten aanzien van brandstoffen gesteld worden. Wel is er de mogelijkheid te eisen om aan bepaalde euronormen te voldoen. Een concessie wordt verleend door een provinciale of regionale overheid. Gemeenten dienen dit dus met de provincie of regionale overheid af te stemmen.

### 7.3 Communicatieve beleidsinstrumenten

Ter ondersteuning van de economische en juridische instrumenten is het nodig de actoren te informeren over de noodzaak van de maatregelen.

#### Publiciteit en voorlichting

Publiciteit en voorlichting dienen de actoren te informeren over de noodzaak van genomen maatregelen. Een algemene publieksvoorlichting kan de maatschappelijke bewustwording vergroten.

#### Wagenparkscans

Door het aanbieden van wagenparkscans kunnen lokale overheden de gebruikers inzicht geven in de mogelijkheden en beperkingen van schonere brandstoffen. Deze wagenparkscans kunnen de basis vormen voor een specialistisch advies, waardoor de acceptatie van een schonere brandstof sneller kan verlopen. Verder ontstaat er een dialoog tussen gebruikers en gemeente waardoor eventuele knelpunten opgespoord kunnen worden.

### 7.4 Beleidsmatrix

In onderstaande figuur wordt een overzichtsamenvatting gegeven van de beleidsinstrumenten die inzetbaar zijn een overstap naar schonere brandstoffen te doen versnellen. Instrumenten die door gemeenten zelf ingezet kunnen worden zijn milieuzonering, publiciteit en voorlichting en het aanbieden van wagenparkscans. Concessieverlening gebeurt door de provinciale of regionale overheden.

Maatregel	Toepasbaar op segment						Inhoud maatregel
	Bedrijven met bestelauto's	Bedrijven met personenauto's	Vrachtwervoerders	Busmaatschappijen	Taxi-bedrijven	Autofietscholen	
<b>LANDELIJKE MAATREGELEN</b>							
MIA/VAMIL			x	x			Financiële tegemoedkoming in de kosten van schone voertuigen
MIA/VAMIL	x	x		x	x	x	Beschikbaarheid CNG verhogen door tegemoedkoming in de kosten voor tankfaciliteiten
Stimulering roetfilters			x	x	x	x	Financiële tegemoedkoming in de kosten van roetfilters voor nieuwe dieselvoertuigen
Versnelde invoering emissie-eisen	x	x	x	x	x	x	Versnellen ingebruikname schone voertuigen door verplichtstelling
Verplichtstelling roetfilters			x	x	x	x	Versnellen ingebruikname roetfilters op dieselvoertuigen door verplichtstelling
<b>LOKALE MAATREGELEN</b>							
Milieuzonering	x	x	x	x	x	x	Plaatselijke uitstoot terugdringen / stimulans aanschaf schone voertuigen
Concessieverlening				x			Verplichten van schoner openbaar vervoer door eisen in concessieverlening
Publiciteit en voorlichting	x	x	x	x	x	x	Bewustwording gebruiker bevorderen / Imago vieze brandstoffen doorbreken
Aanbieden wagenparkscans	x	x	x	x	x	x	Door middel van scans inzicht verschaffen in mogelijkheden schone brandstoffen

Tabel 7.1: Samenvatting beleidsinstrumenten

#### **7.4.1 Toepassing voor bedrijven met bestelauto's**

Gebaseerd op de driedeling in hoeverre de gemeentelijke overheid invloed heeft op de segmenten (eigen beheer, concessie- of vergunningverlening, overig), wordt aangegeven hoe gemeenten kunnen inzetten op schone brandstoffen. De driedeling kwam eerder in paragraaf 4.2 naar voren.

- Eigen beheer
  - Eigen of ingehuurd wagenpark aan schone voertuigeisen laten voldoen.
- Concessieverlening
  - Eisen opnemen ten behoeve emissie van o.a. OV-taxi busjes en schoolvervoer.
- Overig (indirecte maatregelen)
  - Toegang tot subsidiemogelijkheden verhogen voor verbeteren beschikbaarheid CNG.
  - Door middel van publiciteit en voorlichting de bewustwording verhogen.
  - Aanbieden van wagenparkscans om individuele mogelijkheden te verduidelijken.
  - Door middel van milieuzonering delen afsluiten voor bestelauto's die niet aan bepaalde emissienormen voldoen.

## 8 Conclusies en aanbevelingen

In dit laatste hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de onderzoeksvraag en worden aanbevelingen gedaan voor nader onderzoek. Tevens wordt er een reflectie gegeven op de onderzoeksvraag.

### 8.1 Antwoord op onderzoeksvraag

*Hoe kunnen gemeenten op de korte termijn (<5 jaar) op een kosteneffectieve wijze een significante bijdrage aan de luchtkwaliteit behalen, door gebruik te maken van schone brandstof- en/of motortechnologieën?*

De mogelijke gezondheidsproblemen en problemen met de ruimtelijke ordening worden hoofdzakelijk veroorzaakt door de concentraties van de stoffen NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub>. Op gemeentelijk niveau draagt het wegverkeer voor 60-70% bij aan de concentratie voor NO<sub>2</sub>. Voor PM<sub>10</sub> geldt dat dit percentage op gemeentelijk niveau kan oplopen tot 30-40%.

Uit de probleem- en segmentanalyse komt naar voren dat de vooral vrachtvervoerders en de zakelijke personen en bestelauto's een groot deel van de lokale emissie veroorzaken. Vrachtvervoerders rijden het merendeel op snelwegen waardoor het weren van de vuile voertuigen in binnensteden, door middel van milieuzoneringen, lokaal voldoende oplossing kan bieden. Het weren van overige voertuigen zou niet reëel zijn omdat deze juist in de stad hun gebruiksgebied hebben.

Vanwege het hoge percentage dat de zakelijke personen en bestelauto's lokaal rondrijden ligt het voor de hand deze groep als eerste aan te pakken. Door middel van publiciteit en voorlichting moeten de betreffende bedrijven bewust worden gemaakt van de oplossingen die er zijn voor hun voertuigen. Gemeenten kunnen hierin bijdragen door het aanbieden van wagenparkscans gericht op hun specifieke situaties. Daarnaast kunnen gemeenten er zorg voor dragen dat de beschikbaarheid van CNG verhoogd wordt door middel van stimulering van tankfaciliteiten.

Naast deze segmenten dragen (stads)bussen op lokaal gezien door hun hoge uitstoot per kilometer vooral op de zogenoemde 'hotspots' bij aan het verslechteren van de lucht. Inzetten op schone brandstoffen lijkt daarom ondanks de relatief lage totale uitstoot ook voor dit segment voor de hand te liggen.

Van de brandstoffen die in dit onderzoek aan bod komen hebben over het algemeen CNG en LPG, de beste papieren voor toepassing binnen de behandelde segmenten. Voor CNG geldt echter dat de beschikbaarheid van de brandstof te laag is om een bijdrage te leveren aan het verbeteren van de luchtkwaliteit. In die gevallen waarbij de beschikbaarheid van CNG een doorslaggevende rol speelt kan LPG op korte termijn uitkomst bieden. LPG heeft namelijk geen problemen met de beschikbaarheid en levert, in iets mindere mate, een bijdrage aan het verbeteren van de luchtkwaliteit.

### 8.2 Methodische reflectie en aanbevelingen

De gehanteerde methode, zoals die beschreven is in hoofdstuk 2, lijkt ook achteraf een geschikte methode om de optimale brandstof te bepalen. De beslisboom aangevuld met de wagenparkscans geven een duidelijk beeld over wat de optimale brandstof is in een gemiddelde segmentsituatie.

Wel kan geconcludeerd worden dat met de gevolgde methode een aantal zaken onderbelicht zijn gebleven.

Ten eerste wordt er alleen gekeken naar de gemiddelde segmentsituatie, terwijl er misschien maar weinig gebruikers binnen het segment aan voldoen. Vooral bij de heterogene segmenten, zoals bedrijven met personen- of bestelauto's, kan dit het geval

## Bronvermelding

---

<sup>1</sup> Inleiding gebaseerd op Actualiteiten Luchtkwaliteit van het Kenniscentrum Europa decentraal, via Internet:

<http://www.europadecentraal.nl/emc.asp?pagelId=1054#2> Gevolgen voor decentrale overheden, 06-10-2005.

<sup>2</sup> Infomil, achtergronden luchtkwaliteit, via Internet:

<http://www.infomil.nl/asp/get.aspx?xdl=/views/infomil/xdl/page&ltmldt=29735&Sitldt=111&Varldt=46>, geraadpleegd op 11-06-2006.

<sup>3</sup> Everett M. Rogers, Diffusion of innovations, fifth edition, Free Press, eerste druk 1962, New York.

<sup>4</sup> Gegevens CBS via Statline: <http://statline.cbs.nl>, geraadpleegd op 15-06-2006.

<sup>5</sup> Smit, W.A. & Van Oost, E.C.J.: De wederzijdse beïnvloeding van technologie en maatschappij, een technology assessment-benadering, Bussem, 1999.

<sup>6</sup> Technische Universiteit Eindhoven, les Biemond, Henny Romijn, Faculteit Technologie Management, Syllabus ETI 4, Economische Haalbaarheidsstudies, september 2003.

<sup>7</sup> Zie bron 6.

<sup>8</sup> Zie bron 6.

<sup>9</sup> De afkorting PM staat voor Particulate Matter (zwevende deeltjes). De 10 staat voor 10 micrometer, een duizendste millimeter.

<sup>10</sup> Gebaseerd op uitspraak in CROW, Wegen naar een schonere lucht: Mogelijkheden voor verbetering van de luchtkwaliteit langs wegen, juni 2005, ISBN 90 6628 440 4, Internet: [www.crow.nl](http://www.crow.nl).

<sup>11</sup> Folkert R.J.M et al. Realisering EU-NO<sub>2</sub>-normen in Nederland: Implementatie 1<sup>e</sup> EU-dochterrichtlijn, RIVM rapport 725601006/2002, Bilthoven.

<sup>12</sup> Uit emailcontact met Dr. Guus J.M. Velders, Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP), 31-05-2006.

<sup>13</sup> Telefonisch gesprek met Milieu- en Natuurplanbureau, maart 2006.

<sup>14</sup> Milieu en Natuur Planbureau, Fijn stof nader bekeken: De stand van zaken in het dossier fijn stof, Bilthoven, 2005, ISBN 90-6960-124-9.

<sup>15</sup> Zie bron 14.

<sup>16</sup> Institute for Risk Assessment Sciences Environmental and Occupational Health Division Universiteit Utrecht / TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie, Verkeersgerelateerde luchtverontreiniging en gezondheid: een kennisoverzicht, september 2002.

<sup>17</sup> Zie bron 11.

<sup>18</sup> Zie bron 14.

<sup>19</sup> VROM – dossier Luchtkwaliteit, via Internet:

<http://www.vrom.nl/pagina.html?id=12328>, geraadpleegd op 07-03-2006.

<sup>20</sup> Milieu en Natuur Planbureau, via Internet: <http://www.mnp.nl/mnc/i-nl-0474.html>, geraadpleegd op 07-03-2006

<sup>21</sup> Percentages doorgaan bouwplannen in deze paragraaf via Milieu en Natuur Planbureau, via Internet:

[www.mnp.nl/nl/publicaties/2006/FijnstofprobleemMinderKnellend.html?printable=yes](http://www.mnp.nl/nl/publicaties/2006/FijnstofprobleemMinderKnellend.html?printable=yes), geraadpleegd op 08-05-2006.

<sup>22</sup> Gegevens CBS via Statline: <http://statline.cbs.nl>, geraadpleegd op 02-01-2006.

<sup>23</sup> NEC-protocol: In 2001 is door het Europees Parlement en de Raad van Europa een richtlijn opgesteld betreffende nationale emissieplafonds voor grensoverschrijdende luchtverontreiniging die bijdraagt tot verzuring, bodemeutrofiëring en ozonvorming op leefniveau. Men noemt de richtlijn kortweg de NEC-richtlijn (NEC= National Emission Ceilings).

<sup>24</sup> Zie bron 22.

<sup>25</sup> Milieu- en Natuurplanbureau, Milieubalans 2005, blz 89, Bilthoven. Zie:

[http://www.mnp.nl/nl/publicaties/2005/Milieubalans\\_2005.html](http://www.mnp.nl/nl/publicaties/2005/Milieubalans_2005.html).

<sup>26</sup> Ministerie VROM, Nationaal Luchtkwaliteitsplan 2004, februari 2005.

<sup>27</sup> Zie bron 26.

<sup>28</sup> Zie bron 22.

<sup>29</sup> Zie bron 22.

- <sup>30</sup> Gegevens CBS via RIVM bewerkt door BOVAG, 16-02-2005.
- <sup>31</sup> Zie bron 30.
- <sup>32</sup> Zie bron 22.
- <sup>33</sup> Zie bron 22.
- <sup>34</sup> Gegevens CBS via Statline: <http://statline.cbs.nl>, geraadpleegd op 15-06-2006.
- <sup>35</sup> Vereniging van Nederlandse Autoleasemaatschappijen, VNA autoleasemarkt: Jaarcijfers 2003 en 2004.
- <sup>36</sup> Benzine, diesel en LPG: balanceren tussen milieu en economie, update van 'Optimale brandstofmix voor het wegverkeer' CE, Delft, augustus 2001.
- <sup>37</sup> Zie bron 30.
- <sup>38</sup> Adoptie van (energiezuinige) bestelauto's: Een socio-technologisch onderzoek naar de keuzecriteria van (energiezuinige) bestelauto's onder fleetusers in de provincie Noord-Brabant, Afstudeerrapport van Sander Peeters, Technische Universiteit Eindhoven, april 2003.
- <sup>39</sup> De zakenautorijder aan het begin van de 21<sup>e</sup> eeuw, TNO Inro rapport 2002-64, ISBN-nummer 90-6743-968-1, Delft, december 2002.
- <sup>40</sup> Dit getal is gebaseerd op de theoretische jaarkilometrage voor diesel uit de jaarenquête van de Vereniging van Nederlandse Autoleasemaatschappijen, Jaarcijfers 2004, VNA autoleasemarkt.
- <sup>41</sup> Zie bron 36.
- <sup>42</sup> Dit getal is gebaseerd op de theoretische jaarkilometrage voor diesel uit de jaarenquête van de Vereniging van Nederlandse Autoleasemaatschappijen, Jaarcijfers 2004, VNA autoleasemarkt.
- <sup>43</sup> Omslagpunt Seat Leon, ANWB, via Internet: <http://www.anwb.nl/published/anwbcms/content/pagina/nieuws/nieuwsartikelen/auto/060215-test-lpg-benzine-diesel.nl.html>, geraadpleegd op 08-04-06.
- <sup>44</sup> Afstudeeronderzoek consumentengedrag bij brandstofkeuze, Richard Joosten, BOVAG - Universiteit van Tilburg, 2004
- <sup>45</sup> Kolommen voertuig, aantal en totale afstand uit: Kerncijfers personenvervoer 2005, Koninklijk Nederlands Vervoer, oktober 2005. Percentages bebouwde kom, buitenweg en snelweg uit: Benzine, diesel en LPG: balanceren tussen milieu en economie, update van 'Optimale brandstofmix voor het wegverkeer' CE, Delft, augustus 2001.
- <sup>46</sup> Ontwerp traffic decision support system, Eindrapportage en handleiding voor de TDSS-demo, ECN, januari 2004.
- <sup>47</sup> Telefonisch gesprek met Secretariaat KNV Taxi, februari 2006.
- <sup>48</sup> Kerncijfers personenvervoer 2005, Koninklijk Nederlands Vervoer, oktober 2005.
- <sup>49</sup> Zie bron 45.
- <sup>50</sup> Zie bron 36.
- <sup>51</sup> Zie bron 45.
- <sup>52</sup> Kolom aantal schatting na telefonisch onderhoud met ANWB rijopleidingen 22-02-2006.
- <sup>53</sup> Kolom aantal schatting na telefonisch onderhoud met ANWB rijopleidingen 22-02-2006. Overige kolommen ervaringsgetallen Rob Klous, Verkeersschool van Sprang & Tempo, 16-01-06.
- <sup>54</sup> GAVE is een overheidsprogramma met als belangrijkste activiteit ondersteuning bij de implementatie van de Europese richtlijn voor biobrandstoffen, via Internet: [http://www.gave.novem.nl/figuur025/faq\\_dutch.html](http://www.gave.novem.nl/figuur025/faq_dutch.html), 23-02-2006.
- <sup>55</sup> Evaluation of the environmental impact of modern passenger cars on petrol, diesel, automotive LPG and CNG, TNO Automotive, december 2003, Delft.
- <sup>56</sup> Zie bron 55.
- <sup>57</sup> Zie bron 55.
- <sup>58</sup> Zie bron 55..
- <sup>59</sup> Toepassing roetfilters, Platform Schone Voertuigen, via Internet: <http://www.platformschonevoertuigen.nl/default.aspx?cid=45>, geraadpleegd op 31-03-2006.



- <sup>60</sup> Ministerie van VROM, Dossier roetfilters, via Internet: [www.vrom.nl/pagina.html?id=20474](http://www.vrom.nl/pagina.html?id=20474), geraadpleegd op 16 maart 2006.
- <sup>61</sup> Schone Brandstoffen en Voertuigen: Overzicht van brandstoffen en technische ontwikkelingen voor het wegtransport vanuit milieuperspectief, The Energy Trust (EST) in samenwerking met Senter Novem, september 2005, Utrecht.
- <sup>62</sup> Zie bron 55.
- <sup>63</sup> Scania actuele nieuwsberichten, Scania's nieuwe serie Euro 3, 4 en 5 aandrijflijnen Modulaire motoren tot 620 pk en 3.000 Nm, 14-10-2005, via Internet: [http://www.scanianederland.nl/site/p\\_content.asp?intStyleitID=10028&strContent=nieuwsitem&intNieuwsitemID=34](http://www.scanianederland.nl/site/p_content.asp?intStyleitID=10028&strContent=nieuwsitem&intNieuwsitemID=34), geraadpleegd op 30-05-06.
- <sup>64</sup> Telefonisch gesprek met Dhr. R van der Water, Scania, 30-05-2006.
- <sup>65</sup> Zie bron 64.
- <sup>66</sup> Energie en Milieu Informatiesysteem voor het Vlaamse Gewest: Dieselmotor, via Internet: [www.emis.vito.be/autoverbruik/index.asp?pageChoice=Dieselmotor&Bc=Brandstoffen](http://www.emis.vito.be/autoverbruik/index.asp?pageChoice=Dieselmotor&Bc=Brandstoffen), geraadpleegd op 16 maart 2006.
- <sup>67</sup> Schone Brandstoffen en Voertuigen: Overzicht van brandstoffen en technische ontwikkelingen voor het wegtransport vanuit milieuperspectief, The Energy Trust (EST) in samenwerking met Senter Novem, september 2005, Utrecht.
- <sup>68</sup> DAF, Hoofd voorontwikkeling motoren Jan Kruithof in het Brabants Dagblad, 17 september 2005.
- <sup>69</sup> Bedrijfsautorai, DAF vernieuwt de LF- en CF-series, via Internet: <http://www.bedrijfsautorai.nl/default.aspx?ContentType=1&ContentMode=2&ContentID=7972>, geraadpleegd op 18-04-2006.
- <sup>70</sup> Telefonisch gesprek met Dhr. P. Beelen, autocentrum Beelen, 24 mei 2005.
- <sup>71</sup> Zie voor huidige brandstofprijzen: <http://www.unitedconsumers.com/direct/link1024.asp?m=t&c=dagprijs.asp&ct=a&s=0&p=undefined>, prijs CNG via: [www.dutchfour.com](http://www.dutchfour.com).
- <sup>72</sup> Gronings gas, Wikipedia de vrije encyclopedie, via Internet: [http://nl.wikipedia.org/wiki/Gronings\\_gas](http://nl.wikipedia.org/wiki/Gronings_gas), geraadpleegd op 04-03-06.
- <sup>73</sup> Emis, Energie en Milieu Informatiesysteem voor het Vlaamse Gewest, Brandstoffen & Technologieën, via Internet: [www.emis.vito.be/autoverbruik/index.asp?pageChoice=Brandstoffen](http://www.emis.vito.be/autoverbruik/index.asp?pageChoice=Brandstoffen), geraadpleegd op 04-04-2006.
- <sup>74</sup> Zie bron 73.
- <sup>75</sup> Blij dat ik rij: de 100 meest gestelde vragen over uw auto en de fiscus, Nederlandse Dealer Associatie, Apeldoorn, januari 2006.
- <sup>76</sup> Belasting personenauto's en motorrijwielen, Belastingdienst, Centrum voor proces- en productontwikkeling, april 2002.
- <sup>77</sup> Dossier verkeer, Ministerie van VROM, via Internet: <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=17855#12>, geraadpleegd op 17 maart 2006.
- <sup>78</sup> Overzicht kortingen/toeslagen op de BPM (per auto) per zuinigheidsklasse, ANWB, Internet: <http://www.anwb.nl/published/anwbcms/content/pagina/auto/energielabel/energielabel-entree.nl.html>, geraadpleegd op 09-04-2006.
- <sup>79</sup> Specifieke autokostenbegroting, ANWB, 8 februari 2006, via Internet: [www.anwb.nl/published/anwbcms/content/binaire-bestanden/pdfs/auto/tests/lpg-benzien-diesel/autokostenbegroting-628857.pdf](http://www.anwb.nl/published/anwbcms/content/binaire-bestanden/pdfs/auto/tests/lpg-benzien-diesel/autokostenbegroting-628857.pdf), geraadpleegd op 17 maart 2006.
- <sup>80</sup> Zie bron 77.
- <sup>81</sup> Leverbare auto's met roetfilter, ANWB, via Internet: <http://www.anwb.nl/published/anwbcms/content/binaire-bestanden/pdfs/auto/tests/auto-roetfilters-leverbaar-346658.pdf>, geraadpleegd op 14-04-2006.
- <sup>82</sup> Nieuwsbrief platform schone voertuigen, nr 5, mei 2006.
- <sup>83</sup> Schonere Brandstoffen en Voertuigen, Overzicht van brandstoffen en technische ontwikkelingen voor het wegtransport vanuit milieuperspectief, Opgesteld door The

Energy Trust (EST), Londen, in samenwerking met SenterNovem, Utrecht, voor het Europese TREATISE-project, januari 2006.

<sup>84</sup> CLEVER: CLEAn Vehicle, a Reality?, Hogeschool van Arnhem en Nijmegen, in opdracht van SenterNovem.

<sup>85</sup> Gesprek met Hans Verhoeven, BK-gas, 31-05-2006.

<sup>86</sup> Wie ontsteekt de CNG-motor?, Een onderzoek naar het maatschappelijk draagvlak van milieuvriendelijke mobiliteit op de Wadden, H.J.J. van der Kolk, Rijksuniversiteit Groningen/Wetenschapswinkel Economie & Bedrijfskunde, Groningen, 2005.

<sup>87</sup> Zie bron 84.

<sup>88</sup> Vereniging Nederlandse Petroleum Industrie, via Internet:

<http://www.vnpi.nl/dms/niveau3/overzicht-7.html>, LPG, Milieuloket,

<http://www.milieuloket.nl/9292000/modulesf/vg2chwjapyli?key=vgvikb96zxxd&top=vgvnn7yg54t7>, geraadpleegd 13-04-2006.

<sup>89</sup> Tanken op aardgas, NGV-Holland, via Internet: <http://www.ngv-holland.nl>.

<sup>90</sup> NGV-Holland, via internet: [http://www.ngv-holland.nl/content\\_roa\\_01\\_3.html#compressor](http://www.ngv-holland.nl/content_roa_01_3.html#compressor), geraadpleegd op 12-06-2006.

<sup>91</sup> Platform schone voertuigen, Toepassing aardgas, via Internet:

<http://www.platformschonevoertuigen.nl/default.aspx?cid=39>, geraadpleegd op 15-04-2006.

<sup>92</sup> Aardgasbussen voor Haarlem en IJmond, via Internet:

[http://www.energieprojecten.nl/pr\\_haarlem.htm](http://www.energieprojecten.nl/pr_haarlem.htm), geraadpleegd op 03-06-2006.

<sup>93</sup> Zie bron 55.

<sup>94</sup> Vereniging van Nederlandse Autoleasemaatschappijen, Jaarcijfers 2005, VNA autoleasemarkt.

<sup>95</sup> Zie bron 94.

<sup>96</sup> Dossier Mia en Vamil, Ministerie van VROM, via Internet:

<http://www.vrom.nl/pagina.html?id=9574#3>, geraadpleegd op 19-04-2006.

<sup>97</sup> Aardgasbussen: People, Planet, Profit voor overheden en vervoerders, Paper voor Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2005, inno-V adviseurs, Gemeente Haarlem, 26 augustus 2005.

<sup>98</sup> Zie bron 97.

<sup>99</sup> Gesprek met René Leegte, voormalig medewerker DHV, 02-06-2006.

<sup>100</sup> Scania actuele nieuwsberichten, Scania's nieuwe serie Euro 3, 4 en 5 aandrijflijnen Modulaire motoren tot 620 pk en 3.000 Nm, 14-10-2005, via Internet:

[http://www.scanianederland.nl/site/p\\_content.asp?intStyleitID=10028&strContent=nieuwsitem&intNieuwsitemID=34](http://www.scanianederland.nl/site/p_content.asp?intStyleitID=10028&strContent=nieuwsitem&intNieuwsitemID=34), geraadpleegd op 30-05-2006.

<sup>101</sup> Zie bron 64.

<sup>102</sup> Gemeenten doen stadscentra op slot voor "vervuilende" vrachtauto, bedrijfsauto.com, Internet: [www.bedrijfsauto.com/nieuws/nieuws593ff.html](http://www.bedrijfsauto.com/nieuws/nieuws593ff.html), geraadpleegd op 18-04-2006.

<sup>103</sup> Telefonisch gesprek, Daf dealer Schiphol, 18-04-2006.

<sup>104</sup> DUREAL™: de meest geavanceerde en complete Adblue-oplossing, via Internet:

<http://www.dureal.com/dutch/faq1.html>, geraadpleegd op 29-05-2006.

<sup>105</sup> MAN Nutzfahrzeuge, via Internet: [http://www.man-](http://www.man-mn.nl/nl/Trucks/Highlights/Euro_4_en_5/Euro4/Euro_4.jsp)

[mn.nl/nl/Trucks/Highlights/Euro\\_4\\_en\\_5/Euro4/Euro\\_4.jsp](http://www.man-mn.nl/nl/Trucks/Highlights/Euro_4_en_5/Euro4/Euro_4.jsp), geraadpleegd 31-05-2006.

<sup>106</sup> Telefonisch gesprek met Dhr. R. van de Water, Scania, 02-06-2006.

<sup>107</sup> Prof. Dr. A. Hoogerwerf, Het ontwerpen van beleid, Een handleiding voor de praktijk en resultaten van onderzoek, tweede druk, Kluwer, Alphen aan den Rijn, 2003.

<sup>108</sup> MIA en VAMIL regeling, Ministerie van VROM, Internet:

<http://www.vrom.nl/pagina.html?id=9574>, geraadpleegd 27-05-2006.

<sup>109</sup> Ministerie van VROM, via Internet: <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=20474>, geraadpleegd 28-05-2006.

<sup>110</sup> Ministerie van VROM, dossier roetfilters, via Internet:

<http://www.vrom.nl/pagina.html?id=20474>, geraadpleegd op 12-06-2006.

<sup>111</sup> Van Geel sluit convenant schone vrachtauto's in binnensteden, Ministerie van VROM, via Internet: <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=23058>.

## BIJLAGEN

### Gemeentelijke luchtkwaliteit verbeteren door optimale brandstofkeuze

Een onderzoek naar de optimale brandstof- en motortechnologieën mix als bronmaatregel ter verbetering van de gemeentelijke luchtkwaliteit en implementatie van de mix op gemeentelijk niveau.

Student:

Victor Röling

Opleiding  
Verdiepingsprogramma  
Faculteit

Technische Innovatiewetenschappen  
Technologie en Beleid  
Technologie Management

Begeleiding:

Mr. Ir. Ing. Ies Biemond  
Ir. René Leegte  
Mr. Wim Wenselaar

Technische Universiteit Eindhoven  
Publieke Zaken  
Technische Universiteit Eindhoven

Uithoorn, juni 2006

## Bijlagenlijst

<b>BIJLAGE I: SPECIFIEKE AUTOKOSTENBEGROTING.....</b>	<b>61</b>
<b>BIJLAGE II: EMISSIEBEREKENINGEN.....</b>	<b>62</b>
BESTELAUTO ZAKELIJK.....	62
PERSONENAUTO ZAKELIJK.....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
TAXI PERSONENAUTO .....	64
TAXI PERSONENAUTO .....	64
TAXI BESTELAUTO .....	65
TAXI BESTELAUTO .....	65
AUTORIJSCHOOL.....	66
<b>BIJLAGE III: REKENWAARDEN WAGENPARKSCANS .....</b>	<b>67</b>
<b>BIJLAGE IV: INPUT BEREKENING NETTO CONTANTE WAARDE.....</b>	<b>68</b>
DIESEL HUIDIG PARK: .....	68
BENZINE: .....	69
ROETFILTER:.....	69
LPG:.....	70
CNG:.....	70
HYBRIDE:.....	71
<b>BIJLAGE V: NETTO CONTANTE WAARDE .....</b>	<b>72</b>
VOORBEELDBEREKENING .....	72
BESTELAUTO ZAKELIJK:.....	73
<i>Benzine</i> .....	73
<i>CNG</i> .....	74
<i>LPG</i> .....	75
<i>Roetfilter</i> .....	76
PERSONENAUTO ZAKELIJK:.....	77
<i>Benzine</i> .....	77
<i>CNG</i> .....	78
<i>LPG</i> .....	79
<i>Roetfilter</i> .....	80
<i>Hybride</i> .....	81
TAXI PERSONENAUTO: .....	82
<i>Benzine</i> .....	82
<i>CNG</i> .....	83
<i>LPG</i> .....	84
<i>Roetfilter</i> .....	85
TAXI BESTELAUTO: .....	86
<i>Benzine</i> .....	86
<i>CNG</i> .....	87
<i>LPG</i> .....	88
<i>Roetfilter</i> .....	89
AUTORIJSCHOOL:.....	90
<i>Benzine</i> .....	90
<i>CNG</i> .....	91
<i>LPG</i> .....	92
<i>Roetfilter</i> .....	93
<i>Hybride</i> .....	94

Bijlage I: Specifieke autokostenbegroting<sup>1</sup>ANWB/A+ED+IHG+MN  
6-feb-2006

## SPECIFIEKE AUTOKOSTENBEGROTING

BASISGEGEVENS	Seat Leon 1.6 75 kW		Seat Leon 1.9 TDI 77 kW		Seat Leon 1.6 75 kW	
	5-d reference benzine		5-d reference diesel		5-d reference LPG	
	€		€		€	
Aanschafprijs incl. accessoires & btw	19.795		24.295		21.790	
Kentekendatum	mrt-06		mrt-06		mrt-06	
Aanschafdatum	mrt-06		mrt-06		mrt-06	
Kilometerstand bij aanschaf	0		0		0	
Gebruiksduur	in jaren	4	4	4	4	4
Kilometrage per jaar		25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Vaste afschrijving	%	39,8	49,2	45,3	45,3	45,3
Variabele afschrijving	%	19,8	13,8	18,0	18,0	18,0
Verzekeringsvorm		WA-casco	WA-casco	WA-casco	WA-casco	WA-casco
No-claim	%	55	55	55	55	55
Assurantiebelasting	%	7	7	7	7	7
Verzekeringspremie	€ per jaar	1.452	1.808	1.711	1.711	1.711
Motorrijtuigenbelasting	€ per jaar	464	1.024	632	632	632
Onderhoud carrosserie	€ per jaar	250	250	250	250	250
Voertuigmassa	kg	1180	1265	1228	1228	1228
Brandstofprijs	ct / liter	138,6	106,7	53,0	53,0	53,0
Brandstofverbruik (93/116/EEG)	l / 100 km	8,8	6,1	10,0	10,0	10,0
Brandstof	(sub) soort	benzine (euro 95)	diesel	lpg	lpg	lpg
Technisch onderhoud	ct / km	2,0	2,4	2,3	2,3	2,3
Bandenmaat		205/55R16H	205/55R16H	205/55R16H	205/55R16H	205/55R16H
Bandenprijs	€ per band	150	150	150	150	150
Levensduur	km	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000
Aantal sets banden		2	2	2	2	2
Rentevoet	% per jaar	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Renteberekening	soort	rentederving	rentederving	rentederving	rentederving	rentederving

Op basis van bovenstaande gegevens zijn de volgende km-kosten berekend:

KM-KOSTEN (CT/KM)	Seat Leon 1.6 75 kW		Seat Leon 1.9 TDI 77 kW		Seat Leon 1.6 75 kW	
	5-d reference benzine		5-d reference diesel		5-d reference LPG	
	€		€		€	
Aanschafwaarde	19.795		24.295		21.790	
Gebruiksduur	in jaren	4	4	4	4	4
Kilometrage per jaar		25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Restwaarde (inkoopriichtprijs)		8.000	9.000	8.000	8.000	8.000
A. Vaste kosten						
1. Afschrijving		7,9	11,9	9,9	9,9	9,9
2. Verzekering		5,8	7,2	6,8	6,8	6,8
3. Motorrijtuigenbelasting		1,9	4,1	2,5	2,5	2,5
4. Onderhoud carrosserie		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Totaal vast		16,5	24,3	20,2	20,2	20,2
B. Variabele kosten						
5. Afschrijving		3,9	3,4	3,9	3,9	3,9
6. Brandstof		12,2	6,5	5,3	5,3	5,3
7. Technisch onderhoud		2,0	2,4	2,3	2,3	2,3
8. Banden		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Totaal variabel		19,3	13,4	12,7	12,7	12,7
C. Rente		1,7	2,0	1,8	1,8	1,8
D. Totaal		37,5	39,7	34,7	34,7	34,7
MAANDKOSTEN		€	€	€	€	€
Vast		345	505	420	420	420
Variabel		400	280	265	265	265
Rente		35	40	35	35	35
Totaal		780	825	720	720	720

<sup>1</sup> Specifieke autokostenbegroting, ANWB, 8 februari 2006, via Internet: [www.anwb.nl/published/anwbcms/content/binair-bestanden/pdfs/auto/tests/lpg-benzien-diesel/autokostenbegroting-628857.pdf](http://www.anwb.nl/published/anwbcms/content/binair-bestanden/pdfs/auto/tests/lpg-benzien-diesel/autokostenbegroting-628857.pdf), geraadpleegd op 17 maart 2006.

## Bijlage II: Emissieberekeningen

### Bedrijven met bestelauto's

totaal aantal inwoners 2003: **16.192.572**  
 voorbeeldgemeente **100.000**

Voertuig	Aantal 2003	Totale afstand [km/jaar]	% beb.kom	% buitenweg	% snelweg
Bestelauto					
lease	1.013				
in eigen beheer	2.601				
<b>totaal</b>	<b>3.614</b>	<b>25.000</b>	<b>50</b>	<b>30</b>	<b>20</b>

Bron: CE (2001), VNA (2003+2004), CBS (2003)

dieselveertuigen	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
92,00%	1,440	0,161	<b>59,848</b>	<b>26,932</b>	<b>6,691</b>

Bron emissiecijfers: TNO (2003)

benzine	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
92,00%	0,100	0,006	<b>4,156</b>	<b>1,870</b>	<b>0,249</b>

roetfilter	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
92,00%	1,440	0,0161	<b>59,848</b>	<b>26,932</b>	<b>0,669</b>

LPG	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
92,00%	0,070	0,005	<b>2,909</b>	<b>1,309</b>	<b>0,208</b>

CNG	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
92,00%	0,040	0,002	<b>1,662</b>	<b>0,748</b>	<b>0,083</b>

Hybride*	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
92,00%	0,060	0,003	<b>2,494</b>	<b>1,122</b>	<b>0,145</b>

\* Diesel bestelauto: NOx x 1,8, PM10 x 3,5 tov personenauto

\*\* verbruik hybride is ongeveer 58% ten opzichte van benzine.

Emissiecijfers zijn verhoudingsgewijs berekend.

## Bedrijven met personenauto's

totaal aantal inwoners 2003: **16.192.572**  
 voorbeeldgemeente **100.000**

Voertuig	Aantal 2003	Totale afstand [km/jaar]	% beb.kom	% buitenweg	% snelweg
Personenauto					
lease	3.193				
in eigen beheer	1.729				
privé zakenauto	2.161				
<b>totaal</b>	<b>7.083</b>	<b>40.148</b>	<b>20</b>	<b>35</b>	<b>45</b>

Bron: CE (2001), VNA (2003+2004)

dieselveertuigen	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
48,40%	0,800	0,046	<b>22,021</b>	<b>9,910</b>	<b>1,266</b>

benzine	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
48,40%	0,100	0,006	<b>2,753</b>	<b>1,239</b>	<b>0,165</b>

roetfilter	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
48,40%	0,800	0,0046	<b>22,021</b>	<b>9,910</b>	<b>0,127</b>

LPG	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
48,40%	0,070	0,005	<b>1,927</b>	<b>0,867</b>	<b>0,138</b>

CNG	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
48,40%	0,040	0,002	<b>1,101</b>	<b>0,495</b>	<b>0,055</b>

Hybride*	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
48,40%	0,060	0,003	<b>1,652</b>	<b>0,743</b>	<b>0,096</b>

Bron emissiecijfers: TNO rapport 2003

\* verbruik hybride is ongeveer 58% ten opzichte van benzine.

Emissiecijfers zijn verhoudingsgewijs berekend

## Taxi personenauto

totaal aantal inwoners 2003: **16.192.572**  
 voorbeeldgemeente **100.000**

Voertuig	Aantal 2003	Totale afstand [km/jaar]	% beb.kom	% buitenweg	% snelweg
Taxi tot 6 pers	84	58.293	70	15	15

Bron: CE (2001), VNA (2003+2004)

dieselveertuigen	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
90,00%	0,800	0,046	2,468	1,111	0,142

benzine	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
90,00%	0,100	0,006	0,308	0,139	0,019

roetfilter	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
90,00%	0,800	0,0046	2,468	1,111	0,014

LPG	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
90,00%	0,070	0,005	0,216	0,097	0,015

CNG	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
90,00%	0,040	0,002	0,123	0,056	0,006

Hybride*	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
90,00%	0,060	0,003	0,185	0,083	0,011

Bron emissiecijfers: TNO rapport 2003

\* verbruik hybride is ongeveer 58% ten opzichte van benzine.  
 Emissiecijfers zijn verhoudingsgewijs berekend



## Taxi bestelauto

totaal aantal inwoners 2003: **16.192.572**  
 voorbeeldgemeente **100.000**

Voertuig	Aantal 2003	Totale afstand [km/jaar]	% beb.kom	% buitenweg	% snelweg
Minibustaxi 6-8 pers	40	31.347	60	20	20
Rolstoelbustaxi	30	41.138	60	20	20
Totaal	70		60	20	15

Bron: CE (2001), KNV (2005)

dieselvoertuigen	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
90,00%	1,440	0,161	1,935	0,871	0,216

benzine	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
90,00%	0,100	0,006	0,134	0,060	0,008

roetfilter	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
90,00%	0,800	0,0161	1,075	0,484	0,022

LPG	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
90,00%	0,070	0,005	0,094	0,042	0,007

CNG	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
90,00%	0,040	0,002	0,054	0,024	0,003

Hybride*	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
90,00%	0,060	0,003	0,081	0,036	0,005

Bron emissiecijfers: TNO rapport 2003

\* verbruik hybride is ongeveer 58% ten opzichte van benzine.

Emissiecijfers zijn verhoudingsgewijs berekend

## Autorijschool

totaal aantal inwoners 2003: **16.192.572**  
 voorbeeldgemeente **100.000**

Voertuig	Aantal 2003	Totale afstand [km/jaar]	% beb.kom	% buitenweg	% snelweg
Personenauto	93	47.500	40	30	30

Bron: ANWB, Van Spang & Tempo

dieselvoertuigen	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
90,00%	0,800	0,046	1,267	0,570	0,073

benzine	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
90,00%	0,100	0,006	0,158	0,071	0,010

roetfilter	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
90,00%	0,800	0,0046	1,267	0,570	0,007

LPG	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
90,00%	0,070	0,005	0,111	0,050	0,008

CNG	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
90,00%	0,040	0,002	0,063	0,029	0,003

Hybride*	emissiecijfers [gr/km]		emissiecijfers [ton]		
	NOx	PM10	NOx	NO2	PM10
90,00%	0,060	0,003	0,095	0,043	0,006

Bron emissiecijfers: TNO rapport 2003

\* verbruik hybride is ongeveer 58% ten opzichte van benzine.

Emissiecijfers zijn verhoudingsgewijs berekend

## Bijlage III: Rekenwaarden wagenparkscans

Beschrijving voertuig	Brandstof	Verbruik [l/100 km]	Aanschaf (excl. BTW)	Onderhoud	MRB
<b>BESTELWAGEN (GEEN BPM AFDRACHT): TAXI BESTELAUTO, BEDRIJVEN MET BESTELAUTO'S (GRIJS KENTEKEN)</b>					
Gebaseerd op: Fiat Ducato Combinato, Mercedes Sprinter, Volkswagen Transporter					
gemiddelde bestelwagen	Diesel	8,0	€ 0	€ 0	€ 0
	LPG	14,0	€ 777	€ 0	€ 0
	CNG	12,9	€ 1.550	€ 0	€ 0
	Benzine	12,0	-€ 1.418	-€ 100	€ 0
	Filter	8,1	€ 100	€ 100	€ 0
<b>PERSONENAUTO'S GROOT (GEEN BPM AFDRACHT): TAXI PERSONENAUTO</b>					
Gebaseerd op: Volvo S60, Mercedes E200/220, Volkswagen Passat					
gemiddelde grote personenauto	Diesel	6,3	€ 0	€ 0	€ 0
	LPG	10,9	€ 1.477	€ 0	€ 0
	CNG	9,4	€ 2.379	€ 0	€ 0
	Benzine	8,7	-€ 718	-€ 100	€ 0
	Filter	6,4	€ 100	€ 100	€ 0
<b>PERSONENAUTO'S GROOT (BPM AFDRACHT): BEDRIJVEN MET GROTE PERSONENAUTO'S</b>					
Gebaseerd op: Volvo S60, Mercedes E200/220, Volkswagen Passat					
gemiddelde grote personenauto	Diesel	6,3	€ 0	€ 0	€ 0
	LPG	10,9	-€ 316	€ 0	-€ 231
	CNG	9,4	€ 2.186	€ 0	-€ 231
	Benzine	8,7	-€ 2.511	-€ 100	-€ 565
	Filter	6,4	€ 100	€ 100	€ 0
<b>PERSONENAUTO'S MIDDENKLAS (BPM AFDRACHT): RIJSCHOLEN, BEDRIJVEN MET PERSONENAUTO'S</b>					
Gebaseerd op: Seat Leon, Volkswagen Golf, Fiat Multipla, Volkswagen Touran					
gemiddelde middenklasser	Diesel	5,6	€ 0	€ 0	€ 0
	LPG	9,8	-€ 1.796	€ 0	-€ 302
	CNG	8,6	€ 469	€ 0	-€ 302
	Benzine	7,8	-€ 3.991	-€ 100	-€ 553
	Filter	5,7	€ 100	€ 100	€ 0
	Hybride (Civic, Prius)	4,5	€ 0	€ 0	-€ 516

## Bijlage IV: Input berekening Netto Contante Waarde

Diesel huidig park:

BUSINESS CASE															
Wagenpark overzicht															
INPUT DEELNEMERS											BEREKENING HUIDIG PARK				
Deelnemer	Voertuig	Type					Aandrijf- techniek	Roet- filter	Verbruik	Gebruik	Aantal	Brandstof consumptie	Brandstof-prijs	Brandstof-kosten	TOTAAL jaarkosten
		Machtrauto	Trekker	Huisvuilwagen	Bus	Bestelwagen gem.	Personenauto	[diesel] [benzine] [pg]	[ja] [nee]	[liter/100 km] op basis referentie voertuig	[km / jaar]		[liter / jaar]	[euro / liter]	[euro / jaar]
Bestelwagen zakelijk					1		diesel	nee	8,0	25.000	1	2.000	0,91	1.815	1.815
Personenauto zakelijk						1	diesel	nee	5,6	40.000	1	2.240	0,91	2.033	2.033
Taxibedrijven personenauto						1	diesel	nee	6,3	58.300	1	3.673	0,91	3.333	3.333
Taxibedrijven bestelbus					1		diesel	nee	8,0	35.500	1	2.840	0,91	2.577	2.577
Autorijscholen						1	diesel	nee	5,6	47.500	1	2.660	0,91	2.414	2.414

### Benzine:

BUSINESS CASE - Rijden op Benzine										BEREKENING VERSCHILLEN	
Wagenpark overzicht										BEREKENING VERSCHILLEN	
BEREKENING Benzine-PARK										BEREKENING VERSCHILLEN	
1	30	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
Deelnemer	Voertuig	Vervangen met	Verbruik	Brandstof consumptie	Aanschaf-prijs	Totaal jaarkosten excl. brandstof	Brandstof-kosten	TOTAAL jaarkosten	Economische Levensduur	Initiele meerkosten	Jaarlijkse winst
		Benzine voertuig [code]	[l / 100 km]	[liter / jaar]	[euro]	[euro / jaar]	[euro / jaar]	[euro / jaar]	[jaar]	[euro]	[euro / jaar]
Bestelwagen zakelijk		BL1	12,0	3.000	-1.418	-100	3.555	3.455	6	1.418	-1.639
Personenauto zakelijk		P2	7,8	3.120	-3.991	-653	3.697	3.044	4	3.991	-1.011
Taxibedrijven personenauto		P1	8,7	5.072	-718	-100	6.010	5.910	5	718	-2.576
Taxibedrijven bestelbus		BL1	12,0	4.260	-1.418	-100	5.048	4.948	5	1.418	-2.370
Autorijscholen		P2	7,8	3.705	-3.991	-653	4.390	3.737	4	3.991	-1.323

### Roetfilter:

BUSINESS CASE - Rijden op roetfilter										BEREKENING VERSCHILLEN	
Wagenpark overzicht										BEREKENING VERSCHILLEN	
BEREKENING Roetfilter -PARK										BEREKENING VERSCHILLEN	
1	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
Deelnemer	Voertuig	Vervangen met	Verbruik	Brandstof consumptie	Aanschaf-prijs	Totaal jaarkosten excl. brandstof	Brandstof-kosten	TOTAAL jaarkosten	Economische Levensduur	Initiele meerkosten	Jaarlijkse winst
		roetfilter-voertuig [code]	[kg / 100 km]	[liter / jaar]	[euro]	[euro / jaar]	[euro / jaar]	[euro / jaar]	[jaar]	[euro]	[euro / jaar]
Bestelwagen zakelijk		BL1	8,1	2.025	100	100	1.838	1.938	5	-100	-123
Personenauto zakelijk		P2	5,7	2.280	100	100	2.069	2.169	4	-100	-136
Taxibedrijven personenauto		P1	6,4	3.731	100	100	3.388	3.488	5	-100	-153
Taxibedrijven bestelbus		BL1	8,1	2.876	100	100	2.610	2.710	5	-100	-132
Autorijscholen		P2	5,7	2.708	100	100	2.457	2.557	4	-100	-143

**LPG:**

BUSINESS CASE - Rijden op LPG									
Wagenpark overzicht									
BEREKENING LPG-PARK									
Deelnemer	Voertuig	Vervangen met	Verbruik	Brandstof consumptie	Aanschaf-prijs	Totaal jaarkosten excl. brandstof	Brandstof-kosten	TOTAAL jaarkosten	Economische Levensduur
		LPG voertuig [code]	[l / 100 km]	[liter / jaar]	[euro]	[euro / jaar]	[euro / jaar]	[euro / jaar]	[jaar]
Bestelwagen zakelijk		BL1	14,0	3.500	777	0	1.647	1.647	5
Personenauto zakelijk		P2	9,8	3.920	-1.796	-302	1.845	1.543	4
Taxibedrijven personenauto		P1	10,9	6.355	1.477	0	2.990	2.990	5
Taxibedrijven bestelbus		BL1	14,0	4.970	777	0	2.339	2.339	5
Autorijscholen		P2	9,8	4.655	-1.796	-302	2.191	1.889	4

BEREKENING VERSCHILLEN	
Initiele meerkosten	Jaarlijkse winst
[euro]	[euro / jaar]
-777	168
1.796	490
-1.477	343
-777	239
1.796	526

**CNG:**

BUSINESS CASE - Rijden op CNG									
Wagenpark overzicht									
BEREKENING CNG-PARK									
Deelnemer	Voertuig	Vervangen met	Verbruik	Brandstof consumptie	Aanschaf-prijs	Totaal jaarkosten excl. brandstof	Brandstof-kosten	TOTAAL jaarkosten	Economische Levensduur
		Aardgas-voertuig [code]	[l / 100 km] stel 1l=1m3	[kg / jaar] stel 1m3=0.833kg	[euro]	[euro / jaar]	[euro / jaar]	[euro / jaar]	[jaar]
Bestelwagen zakelijk		BL1	12,9	2.686	1.550	0	1.332	1.332	5
Personenauto zakelijk		P2	8,6	2.866	469	-302	1.421	1.119	4
Taxibedrijven personenauto		P1	9,4	4.565	2.379	0	2.263	2.263	5
Taxibedrijven bestelbus		BL1	12,9	3.815	1.550	0	1.891	1.891	5
Autorijscholen		P2	8,6	3.403	469	-302	1.687	1.385	4

BEREKENING VERSCHILLEN	
Initiele meerkosten	Jaarlijkse winst
[euro]	[euro / jaar]
-1.550	483
-469	914
-2.379	1.070
-1.550	686
-469	1.029

**Hybride:**

BUSINESS CASE - Rijden op hybride									
Wagenpark overzicht									
BEREKENING Hybride-PARK									
	1	38	40	41	42	43	44	45	46
Deelnemer	Voertuig	Vervangen met	Verbruik	Brandstof consumptie	Aanschafprijs	Totaal jaarkosten excl. brandstof	Brandstofkosten	TOTAAL jaarkosten	Economische Levensduur
		Benzine voertuig [code]	[l / 100 km]	[liter / jaar]	[euro]	[euro / jaar]	[euro / jaar]	[euro / jaar]	[jaar]
Personenauto zakelijk		P2	4,5	1.800	0	-516	2.133	1.617	4
Autorijdscholen		P2	4,5	2.138	0	-516	2.533	2.017	4

BEREKENING VERSCHILLEN	
48	49
Initiele meerkosten	Jaarlijkse winst
[euro]	[euro / jaar]
0	416
0	397

## Bijlage V: Netto Contante Waarde

### Voorbeeldberekening

Bestelauto zakelijk op benzine:

Initiële meerkosten: €1.418,-

(de aanschaf van een benzine bestelauto is dus €1.418 goedkoper dan een diesel bestelauto)

Jaarlijkse winst is: -€1.639

(per jaar wordt er dus €1.639 verlies gemaakt ten opzichte van een diesel bestelauto)

De netto contante waarde wordt berekend aan de hand van de volgende formule:

$$NCW = \frac{X_0}{(1+i)^0} + \frac{X_1}{(1+i)^1} + \frac{X_2}{(1+i)^2} + \frac{X_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{X_n}{(1+i)^n}$$

Hierin geldt een disconteringsvoet (i) van 5% en een looptijd (n) van 5 jaar:

Jaar (t)	Netto non financial cash flow (X)	Discount factor $1/(1+i)^t$	Discounted cash flow
0	€ 1.418	1,000	€ 1.418
1	-€ 1.639	0,952	-€ 1.561
2	-€ 1.639	0,907	-€ 1.487
3	-€ 1.639	0,864	-€ 1.416
4	-€ 1.639	0,823	-€ 1.348
5	-€ 1.639	0,784	-€ 1.284

**NCW -€ 5.678**

Met de netto contante waarde kan de incrementele winst bepaald worden. De incrementele winst geeft aan wat de jaarlijkse verdisconteerde opbrengsten zijn met de berekende netto contante waarde. De incrementele winst komt tot stand door het delen van de NCW door de som van de discount factor minus 1. In bovenstaand voorbeeld is dit  $-\text{€ } 5.678 / (5,329 - 1) = \text{€ } 1.312$ . Voor de investeringsbeslissing is in dit onderzoek alleen de NCW van belang.



## Bestelauto zakelijk:

### Benzine

**BUSINESS CASE - Rijden op benzine**  
Kasstromenoverzicht : Bestelauto Zakelijk

		2006 2007 2008 2009 2010 2011					
		0	1	2	3	4	5
Planperiodehorizon		5					
Verdiscontingsvoet		5,00%					
<b>Berekening incrementale winst</b>							
<b>Ket en opbr. te vervangen voertuig</b>							
		#	incr. Winst	Levensduur	NCW	midlere meerkt	jaarlijkse winst
Bestelwagen zakelijk	→ Gemiddelde bestelwagen	1	€ 1.312	5	€ 6.680	€ 1.418	€ 1.639
---EINDE OVERZICHT---							
<b>Totaal</b>		1					
<b>OMSCHAKELING WAGENPARK</b>							
		100% 100% 100% 100% 100% 100%					
<b>Incrementele winst omschakeling</b>							
		<input checked="" type="checkbox"/>	#	incr. Winst	Vervangjaar		
Bestelwagen zakelijk	→ Gemiddelde bestelwagen	<input checked="" type="checkbox"/>	1	€ 1.312	2006	0	-1.312
---EINDE OVERZICHT---							
<b>Totaal Incrementele winst omschakeling</b>		0					
<b>Netto content</b>		-5.680					
<b>Opleiding Monteur(s)</b>							
		<input type="checkbox"/>	#	Meerprijs			
		<input type="checkbox"/>	1	€ 1.000	2006	0	0
		<input type="checkbox"/>	1	€ 1.000	2007	0	0
<b>Totaal Incrementele winst omschakeling</b>		0					
<b>Netto content</b>		0					
<b>TOTAAL SALDO</b>							
<b>Netto content</b>		-5.680					
		0	-1.312	-1.312	-1.312	-1.312	-1.312
		0	-1.249	-1.190	-1.133	-1.079	-1.028

**CNG**

**BUSINESS CASE - Rijden op CNG**

Kasstromenoverzicht : Bestelauto Zakelijk

Planningshorizon	5
Verdisconteringsvoet	5,00%

2006	2007	2008	2009	2010	2011
0	1	2	3	4	5

**Berekening incrementele winst**

**Kst. en opbr. te vervangen voertuig**

	#	Incr. Winst	Levensduur	NCW	initiele meerkst.	jaarlijkse winst	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Bestelwag. zakelijk → Gemiddelde bestelwagen	1	€ 125	5	€ 542	€ 1.550	€ 483	1.550-	483	483	483	483	483
---EINDE OVERZICHT---	1											
<b>Totaal</b>												

**OMSCHAKELING WAGENPARK**

**Incrementele winst omschakeling**

	<input checked="" type="checkbox"/>	#	Incr. Winst	Vervangjaar	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Bestelwag. zakelijk → Gemiddelde bestelwagen		1	€ 125	2006	0	125	125	125	125	125
---EINDE OVERZICHT---										
<b>Totaal Incrementele winst omschakeling</b>					0	125	125	125	125	125
<b>Netto contant</b>			542		0	119	114	108	103	98

**Opleiding Monteur(s)**

	<input checked="" type="checkbox"/>	#	Meerprijs		100%	100%	100%	100%	100%	100%
		0	€ 1.000	2006	0	0	0	0	0	0
		0	€ 1.000	2007	0	0	0	0	0	0
<b>Totaal Incrementele winst omschakeling</b>					0	0	0	0	0	0
<b>Netto contant</b>			0		0	0	0	0	0	0

**TOTAAL SALDO**

<b>Netto contant</b>		542			0	119	114	108	103	98
----------------------	--	-----	--	--	---	-----	-----	-----	-----	----

## Roefilter

### BUSINESS CASE - Rijden op roefilter Kasstromenoverzicht : Bestelauto Zakelijk

Planperiode		2006	2007	2008	2009	2010	2011
		0	1	2	3	4	5
Planperiodehorizon		5					
Verdiscunteringsvoet		5,00%					
<b>Berekening incrementele winst</b>							
<b>Kst. en opr. te vervangen voorrlng</b>							
	#	Incr. Winst	Levensduur	NCW	initiale meerst	jaarlijkse winst	
Bestelwagen zakelijk	1	€ 146-	5	€ 631-	€ 100-	€ 123-	
→ Gemiddelde bestelwagen							
---EINDE OVERZICHT---							
<b>Totaal</b>							
<b>OMSCHAKELING WAGENPARK</b>							
<b>Incrementele winst omschakeling</b>							
	#	Incr. Winst	Vervangjaar				
Bestelwagen zakelijk	1	€ 146-	2006				
→ Gemiddelde bestelwagen							
---EINDE OVERZICHT---							
<b>Totaal Incrementele winst omschakeling</b>							
<b>Netto contant</b>		-631					
<b>Opleiding Monteur(s)</b>							
	#	Meerprijs					
0	1	€ 1.000	2006				
0	1	€ 1.000	2007				
<b>Totaal Incrementele winst omschakeling</b>							
<b>Netto contant</b>		0					
<b>TOTAAL SALDO</b>							
<b>Netto contant</b>		-631					

## Personenauto zakelijk:

### Benzine

**BUSINESS CASE - Rijden op benzine**  
Kasstromenoverzicht : Personenauto Zakelijk

Planingshorizon	4					
Verdisconteringsvoet	5,00%					
		2006	2007	2008	2009	2010
		0	1	2	3	4
<b>Berekening Incrementele winst</b>						
<b>Kst. en opbr. te vervangen voertuig</b>						
Personenauto zakelijk	→ Gemiddelde personenauto	#	Incr. Winst	Levensduur	NCW	andere meerkst. jaardijkse winst
Personenauto zakelijk	→ Gemiddelde personenauto	1	€ 115	4	€ 407	€ 3.991 € 1.011
---ENDE OVERZICHT---						
<b>Totaal</b>		1				
<b>OMSCHAKELING WAGENPARK</b>						
		100%	100%	100%	100%	100%
<b>Incrementele winst omschakeling</b>						
Personenauto zakelijk	→ Gemiddelde personenauto	<input checked="" type="checkbox"/>	#	Incr. Winst	Vervangjaar	
Personenauto zakelijk	→ Gemiddelde personenauto	<input checked="" type="checkbox"/>	1	€ 115	2006	
---ENDE OVERZICHT---						
<b>Totaal incrementele winst omschakeling</b>						
<b>Netto content</b>			407			
<b>Opleiding Monteur(s)</b>						
		<input checked="" type="checkbox"/>	#	Meerprijs		
		<input checked="" type="checkbox"/>	1	€ 1.000	2006	
		<input checked="" type="checkbox"/>	1	€ 1.000	2007	
<b>Totaal incrementele winst omschakeling</b>						
<b>Netto content</b>			0			
<b>TOTAAL SALDO</b>						
<b>Netto content</b>			407			
		0	115	115	115	115
		0	109	104	99	94

**CNG**

**BUSINESS CASE - Rijden op CNG**  
Kasstromenoverzicht : Personenauto Zakelijk

Planingshorizon	4
Verdisconteringsvoet	5,00%

2006	2007	2008	2009	2010
0	1	2	3	4

**Berekening incrementele winst**

**Kst. en opbr. te vervangen voertuig**

	#	Incr. Winst	Levensduur	NCW	initiele meerkt	jaarlijkse winst					
Personenauto zakelijk	1	€ 782	4	€ 2.773	€ 469	€ 914	469-	914	914	914	914
---EINDE OVERZICHT---	1										
<b>Totaal</b>											

**OMSCHAKELING WAGENPARK**

**Incrementele winst omschakeling**

	<input checked="" type="checkbox"/>	#	Incr. Winst	Vervangjaar	100%	100%	100%	100%	100%
Personenauto zakelijk		1	€ 782	2006	0	782	782	782	782
---EINDE OVERZICHT---									
<b>Totaal Incrementele winst omschakeling</b>			2.773		0	782	782	782	782
<b>Netto contant</b>					0	745	709	675	643

**Opleiding Monteur(s)**

	<input checked="" type="checkbox"/>	#	Meerprijs		100%	100%	100%	100%	100%
		0	€ 1.000	2006	0	0	0	0	0
		0	€ 1.000	2007	0	0	0	0	0
<b>Totaal Incrementele winst omschakeling</b>					0	0	0	0	0
<b>Netto contant</b>					0	0	0	0	0

**TOTAAL SALDO**

<b>Netto contant</b>			2.773		0	745	709	675	643
----------------------	--	--	-------	--	---	-----	-----	-----	-----

**LPG**

**BUSINESS CASE - Rijden op LPG**  
 Kasstromenoverzicht : Personenauto Zakelijk

		2006					2007					2008					2009					2010						
		0					1					2					3					4						
Planingshorizon		4																										
Verdisconteringsvoet		5,00%																										
<b>Berekening incrementele winst</b>																												
<b>Kst. en opbr. te vervangen voertuig</b>																												
	#	Incr. Winst	Levensduur	NCW	Initiale meerkt.	Jaarlijkse winst																						
Personenauto zakelijk	→ Gemiddelde personenauto	1 €	997	4	€ 3.534	€ 1.796	€ 490	1.796	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490
---EINDE OVERZICHT---		1																										
Totaal																												
<b>OMSCHAKELING WAGENPARK</b>																												
<b>Incrementele winst omschakeling</b>																												
	#	Incr. Winst	Vervangjaar																									
Personenauto zakelijk	→ Gemiddelde personenauto	1 €	997	2009	0	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997
---EINDE OVERZICHT---																												
Totaal incrementele winst omschakeling		3.534																										
Netto contant		0																										
<b>Opleiding Monteur(s)</b>																												
	#	Meerprijs																										
0	1 €	1.000	2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1 €	1.000	2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal incrementele winst omschakeling		0																										
Netto contant		0																										
<b>TOTAAL SALDO</b>																												
Netto contant		3.534																										

## Roefilter

### BUSINESS CASE - Rijden op roefilter Kasstromenoverzicht : Personenauto Zakelijk

		5								
Planingshorizon										
Verdisconteringsvoet			5,00%							
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	
				0	1	2	3	4	5	
<b>Berekening incrementele winst</b>										
<b>Ket. en opbr. te vervangen voertuig</b>										
	#	Incr. Winst	Levensduur	NCW	initiele meerkst.	jaarlijkse winst				
Personenauto zakelijk	1	€ -165-	4	g 583-	€ 100-	€ 136-				
---EINDE OVERZICHT---										
<b>Totaal</b>							100-	-136	-136	-136
								-136		0
<b>OMSCHAKELING WAGENPARK</b>										
							100%	100%	100%	100%
<b>Incrementele winst omschakeling</b>										
	<input checked="" type="checkbox"/>	#	Incr. Winst	Vervangjaar						
Personenauto zakelijk		1	€ -165-	2006			0	-165	-165	-165
---EINDE OVERZICHT---										
<b>Totaal Incrementele winst omschakeling</b>							0	-165	-165	-165
<b>Netto contant</b>							0	-157	-149	-142
								-135		-129
<b>Opleiding Monteur(s)</b>										
	<input checked="" type="checkbox"/>	#	Meerprijs							
		0	€ 1.000	2006			0	0	0	0
		0	€ 1.000	2007			0	0	0	0
<b>Totaal Incrementele winst omschakeling</b>							0	0	0	0
<b>Netto contant</b>							0	0	0	0
<b>TOTAAL SALDO</b>										
<b>Netto contant</b>							0	-165	-165	-165
							0	-157	-149	-142
								-135		-129
										-712

## Hybride

### BUSINESS CASE - Rijden op benzine Kasstroomoverzicht : Personenauto Zakelijk

Planningshorizon: 4		2006	2007	2008	2009	2010						
Verdisconteringsvoet: -5,00%		0	1	2	3	4						
<b>Berekening incrementele winst</b>												
<b>Kat en opbr. te vervangen voertuig</b>												
Personenauto zakelijk	→ Middenklasseer	#	Incr. Winst	Levensduur	NCW	initiele markt	jaarlijkse winst					
Personenauto zakelijk	→ Middenklasseer	1	€ 416	4	€ 1.476	€	€ 416	0	416	416	416	416
---EINDE OVERZICHT---												
<b>Totaal</b>		1										
<b>OMSCHAKELING WAGENPARK</b>												
<b>Incrementele winst omschakeling</b>												
Personenauto zakelijk	→ Middenklasseer	<input checked="" type="checkbox"/>	#	Incr. Winst	Vervangjaar			100%	100%	100%	100%	100%
Personenauto zakelijk	→ Middenklasseer	<input checked="" type="checkbox"/>	1	€ 416	2006			0	416	416	416	416
---EINDE OVERZICHT---												
<b>Totaal incrementele winst omschakeling</b>								0	416	416	416	416
<b>Netto contant</b>			1.476					0	396	377	360	342
<b>Opleiding Monteur(s)</b>												
		<input checked="" type="checkbox"/>	#	Meerprijs								
		<input checked="" type="checkbox"/>	1	€ 1.000	2006			0	0	0	0	0
		<input checked="" type="checkbox"/>	1	€ 1.000	2007			0	0	0	0	0
<b>Totaal incrementele winst omschakeling</b>								0	0	0	0	0
<b>Netto contant</b>			0					0	0	0	0	0
<b>TOTAAL SALDO</b>												
<b>Netto contant</b>			1.476					0	416	416	416	416
								0	386	377	360	342



## Taxi personenauto:

### Benzine

**BUSINESS CASE - Rijden op benzine**  
 Kasstromenoverzicht : Taxi personenauto

Planperiode		2006	2007	2008	2009	2010	2011
Verdisconteringsvoet		0	1	2	3	4	5
<b>Berekening incrementele winst</b>							
<b>Kst. en oobr. te vervangen voertuig</b>							
Taxibedrijven personenauto	→ Gemiddelde grote personenauto	#	Incr. Winst	Levensduur	NCW	Indirecte meerprijs	Jaarlijkse winst
→ EINDE OVERZICHT		1	€ 2.411	5	€ 10.437	€ 718	€ 2.576
<b>Totaal</b>		1					
<b>OMSCHAKELING WAGENPARK</b>							
<b>Incrementele winst omschakeling</b>							
Taxibedrijven personenauto	→ Gemiddelde grote personenauto	#	Incr. Winst	Vervangjaar			
→ EINDE OVERZICHT		1	€ 2.411	2006			
<b>Totaal incrementele winst omschakeling</b>							
<b>Netto contant</b>			-10.437				
<b>Opleiding Monteur(s)</b>							
		#	Meerprijs				
		0	€ 1.000	2006			
		0	€ 1.000	2007			
<b>Totaal incrementele winst omschakeling</b>							
<b>Netto contant</b>			0				
<b>TOTAAL SALDO</b>							
<b>Netto contant</b>			-10.437				

**CNG**

**BUSINESS CASE - Rijden op CNG**  
Kasstromenoverzicht : Taxi personenauto

Planningshorizon		2006						2007						2008						2009						2010						2011																	
Verdisconteringsvoet		5						5,00%						0						1						2						3						4						5					
<b>Berekening incrementele winst</b>																																																	
<b>Kst. en opbr. te vervangen voertuig</b>																																																	
		#	Incr. Winst	Levensduur	NCW	initiele meerst.	jaarlijkse winst																																										
Taxibedrijven personenauto	→ Gemiddelde grote personenauto	1	€ 521	5	€ 2.254	€ 2.379	€ 1.070																																										
---EINDE OVERZICHT---		1																																															
<b>Totaal</b>																																																	
<b>OMSCHAKELING WAGENPARK</b>																																																	
<b>Incrementele winst omschakeling</b>																																																	
		<input checked="" type="checkbox"/>	#	Incr. Winst	Vervangjaar																																												
Taxibedrijven personenauto	→ Gemiddelde grote personenauto	<input checked="" type="checkbox"/>	1	€ 521	2006																																												
---EINDE OVERZICHT---																																																	
<b>Totaal Incrementele winst omschakeling</b>																																																	
<b>Netto contant</b>																																																	
<b>Opleiding Monteur(s)</b>																																																	
		<input checked="" type="checkbox"/>	#	Meerprijs																																													
		<input checked="" type="checkbox"/>	1	€ 1.000	2006																																												
		<input checked="" type="checkbox"/>	1	€ 1.000	2007																																												
<b>Totaal Incrementele winst omschakeling</b>																																																	
<b>Netto contant</b>																																																	
<b>TOTAAL SALDO</b>																																																	
<b>Netto contant</b>																																																	

**LPG**

**BUSINESS CASE - Rijden op LPG**  
 Kasstromenoverzicht : Taxi personenauto

		2006	2007	2008	2009	2010	2011	
		0	1	2	3	4	5	
Planperiode		5						
Verleendingsvoet		5,00%						
<b>Berekening incrementele winst</b>								
<b>KCC en opbr. te vervangen voertuig</b>								
	#	Incr. Winst	Levensduur	NCW	initiale meerkst.	jaarlijkse winst		
Taxibedrijven personenauto	→ Gemiddelde grote personenauto	1 €	5	€	8 €	1.477 €	343	
---EINDE OVERZICHT---		1						
<b>Totaal</b>								
		1.477-	343	343	343	343	343	
<b>OMSCHAKELING WAGENPARK</b>								
<b>Incrementele winst omschakeling</b>								
	<input checked="" type="checkbox"/>	#	Incr. Winst	Vervangjaar				
Taxibedrijven personenauto	→ Gemiddelde grote personenauto	1	1 €	2	2006			
---EINDE OVERZICHT---								
<b>Totaal incrementele winst omschakeling</b>		0						
<b>Netto contant</b>		0						
<b>Opleiding Monteur(s)</b>								
	<input checked="" type="checkbox"/>	#	Aankoop	Vervangjaar				
		0	1 €	1.000	2006			
		0	1 €	1.000	2007			
<b>Totaal incrementele winst omschakeling</b>		0						
<b>Netto contant</b>		0						
<b>TOTAAL SALDO</b>								
<b>Netto contant</b>		8						



## Taxi bestelauto:

### Benzine

**BUSINESS CASE - Rijden op benzine**  
Kasstromenoverzicht: Taxi bestelauto

Planingshorizon		5						
Verdiskonteringsvoet		0,00%	2006	2007	2008	2009	2010	2011
			0	1	2	3	4	5
<b>Berekening incrementele winst</b>								
<b>Ket. en optb. te vervangen voertuig</b>								
	#	Incr. Winst	Levensduur	NCW	aanne meerkt.	jaarlijkse winst		
Taxi bedrijven bestelbus	1	€ 2.043	5	€ 8.043	€ 1.418	€ -2.370	1.418	-2.370
→ Gemiddelde bestelwagen							-2.370	-2.370
---EINDE OVERZICHT---							-2.370	-2.370
<b>Totaal</b>								
<b>OMSCHAKELING WAGENPARK</b>								
100% 100% 100% 100% 100% 100%								
<b>Incrementele winst omschakeling</b>								
	#	Incr. Winst	Vervangjaar					
Taxi bedrijven bestelbus	1	€ 2.043	2006	0	-2.043	-2.043	-2.043	-2.043
→ Gemiddelde bestelwagen								
---EINDE OVERZICHT---								
<b>Totaal incrementele winst omschakeling</b>				0	-2.043	-2.043	-2.043	-2.043
<b>Netto contant</b>		-8.843		0	-1.945	-1.853	-1.764	-1.680
<b>Opleiding Monteurs</b>								
	#	Meerprijs						
	0	€ 1.000	2006	0	0	0	0	0
	0	€ 1.000	2007	0	0	0	0	0
<b>Totaal incrementele winst omschakeling</b>				0	0	0	0	0
<b>Netto contant</b>		0		0	0	0	0	0
<b>TOTAAL SALDO</b>								
<b>Netto contant</b>		-8.843		0	-2.043	-2.043	-2.043	-2.043
				0	-1.945	-1.853	-1.764	-1.680

## CNG

### BUSINESS CASE - Rijden op CNG Kasstromenoverzicht : Taxi bestelauto

Planingshorizon		5	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Verkoetselingsvoet		5,00%	0	1	2	3	4	5
<b>Berekening incrementale winst</b>								
<b>Kst. en opbr. te vervangen voertuig</b>								
	#	Incr. Winst	Levensduur	NCW	totale meerkt	jaarlijkse winst		
Taxibedrijven bestelbus	→	Gemiddelde bestelwag.	1	€ 328	5	€ 1.421	€ 1.550	€ 686
---EINDE OVERZICHT---			1					
<b>Totaal</b>								
<b>OMSCHAKELING WAGENPARK</b>								
<b>Incrementale winst omschakeling</b>								
	#	Incr. Winst	Vervangjaar					
Taxibedrijven bestelbus	→	Gemiddelde bestelwag.	1	€ 328	2006			
---EINDE OVERZICHT---								
<b>Totaal incrementale winst omschakeling</b>								
<b>Netto contant</b>			1.421					
<b>Opleiding Monteur(s)</b>								
	#	Meerprijs						
	0	€ 1.000	2006					
	0	€ 1.000	2007					
<b>Totaal incrementale winst omschakeling</b>								
<b>Netto contant</b>			0					
<b>TOTAAL SALDO</b>								
<b>Netto contant</b>			1.421					

**LPG**

**BUSINESS CASE - Rijden op LPG**  
Kasstromenoverzicht : Taxi bestelauto

		2006 2007 2008 2009 2010 2011					
		0	1	2	3	4	5
Planingshorizon		5					
Verdisconteringsvoet		5,00%					
<b>Berekening incrementele winst</b>							
<b>Kst. en opbr. te vervangen voertuig</b>							
	#	Incr. Winst	Levensduur	NCW	Initiele meerkt	Jaarlijkse winst	
Taxibedrijven bestelbus	1	€ 59	5	€ 258	€ 777	€ 239	
---FINDE OVERZICHT---							
Totaal	1						
<b>OMSCHAKELING WAGENPARK</b>							
<b>Incrementele winst omschakeling</b>							
	<input checked="" type="checkbox"/>	#	Incr. Winst	Vervangjaar			
Taxibedrijven bestelbus	<input checked="" type="checkbox"/>	1	€ 59	2006	0	59	59
---FINDE OVERZICHT---							
Totaal Incrementele winst omschakeling					0	59	59
Netto contant		258			0	56	54
<b>Opleiding Monteur(s)</b>							
	<input checked="" type="checkbox"/>	#	Aankoop				
	<input checked="" type="checkbox"/>	1	€ 1.000	2006	0	0	0
	<input checked="" type="checkbox"/>	1	€ 1.000	2007	0	0	0
Totaal Incrementele winst omschakeling					0	0	0
Netto contant		0			0	0	0
<b>TOTAAL SALDO</b>							
Netto contant		258			0	59	59
					0	56	54

## Roetfilter

### BUSINESS CASE - Rijden op roetfilter Kasstromenoverzicht : Taxi bestelauto

Planningshorizon		2006					
Verdrachtingsvoet		0	1	2	3	4	5
		5,00%					
<b>Berekening Incrementele winst</b>							
<b>Kst. en opbrengt van vervangen voertuig</b>							
	#	Incr. Winst	Levensduur	NCW	initieel meerkst.	jaarlijkse winst	
Taxi bedrijven bestelbus	1	€ -185	5	€ 672	€ 100	€ 132	
→ Gewaardeerde bestelwag.							
---EINDE OVERZICHT---							
<b>Totaal</b>							
<b>OMSCHAKELING WAGENPARK</b>							
<b>Incrementele winst omschakeling</b>							
	#	Incr. Winst	Vervangingsjaar				
Taxi bedrijven bestelbus	1	€ -155	2006				
→ Gewaardeerde bestelwag.							
---EINDE OVERZICHT---							
<b>Totaal Incrementele winst omschakeling</b>							
<b>Netto contant</b>		<b>-672</b>					
<b>Opleiding Monteur(s)</b>							
	#	Meerprijs					
	0	€ 1.000	2006				
	0	€ 1.000	2007				
<b>Totaal Incrementele winst omschakeling</b>							
<b>Netto contant</b>		<b>0</b>					
<b>TOTAAL SALDO</b>							
<b>Netto contant</b>		<b>-672</b>					



## Autorijschool:

### Benzine

#### BUSINESS CASE - Rijden op benzine Kasstroomoverzicht : Autorijschool

Planingshorizon						
Verdisconteringsvoet		5,00%				
		2006	2007	2008	2009	2010
		0	1	2	3	4
<b>Berekening incrementele winst</b>						
<b>Kst. en opbr. te vervangen voertuig</b>						
	#	Incr. Winst	Levensduur	NCW	inhoud meerkt	jaarlijkse winst
Autorijscholen	1	€ -197	4	€ 700	€ 3.991	€ 1.323
→ Gemiddelde personenauto						
---EINDE OVERZICHT---						
1						
<b>Totaal</b>						
<b>OMSCHAKELING WAGENPARK</b>						
		100%	100%	100%	100%	100%
<b>Incrementele winst omschakeling</b>						
	#	Incr. Winst	Vervangjaar			
Autorijscholen	1	€ -197	2006	0	-197	-197
→ Gemiddelde personenauto						
---EINDE OVERZICHT---						
0						
<b>Totaal Incrementele winst omschakeling</b>						
<b>Netto contant</b>						
		-700	0	-188	-179	-170
<b>Opleiding Monteur(s)</b>						
	#	Meerprijs				
	0	€ 1.000	2006	0	0	0
	0	€ 1.000	2007	0	0	0
<b>Totaal Incrementele winst omschakeling</b>						
<b>Netto contant</b>						
		0	0	0	0	0
<b>TOTAAL SALDO</b>						
		0	-197	-197	-197	-197
<b>Netto contant</b>		<b>-700</b>	<b>0</b>	<b>-188</b>	<b>-179</b>	<b>-170</b>

**CNG**

**BUSINESS CASE - Rijden op CNG**  
Kasstroomoverzicht : Autorijschool

Planningshorizon							
Verdiscontingsvoet		4	2006	2007	2008	2009	2010
		5,00%	0	1	2	3	4
<b>Berekening incrementele winst</b>							
<b>Ket. en opbr. te vervangen vooruitg.</b>							
		#	Incr. Winst	Levensduur	NCW	inbele. marktst.	jaarlijkse winst
Autorijscholen	→ Gemiddelde personenauto	1	€ 897	4	€ 3.180	€ 489	€ 1.029
---EINDE OVERZICHT---							
<b>Totaal</b>							
<b>OMSCHAKELING WAGENPARK</b>							
<b>Incrementele winst omschakeling</b>							
		#	Incr. Winst	Vervangjaar			
Autorijscholen	→ Gemiddelde personenauto	1	€ 897	2006	0	897	897
---EINDE OVERZICHT---							
<b>Totaal Incrementele winst omschakeling</b>							
<b>Netto contant</b>		3.180					
<b>Opleiding (Monteurs)</b>							
		#	Meerprijs				
		0	€ 1.000	2006	0	0	0
		0	€ 1.000	2007	0	0	0
<b>Totaal Incrementele winst omschakeling</b>							
<b>Netto contant</b>		0					
<b>TOTAAL SALDO</b>							
<b>Netto contant</b>		3.180					
			0	897	897	897	897
			0	854	813	775	738



## Roetfilter

### BUSINESS CASE - Rijden op roetfilter Kasstromenoverzicht : Autorijschool

Planningshorizon						
Verdisconteringsvoet		5,00%				
		2006	2007	2008	2009	2010
		0	1	2	3	4
<b>Berekening incrementele winst</b>						
<b>Ket. en opbr. te vervangen voertuig</b>						
	#	Incr. Winst	Levensduur	NCW	inbele meerkst	jaarlijkse winst
Autorijscholen	1	€ 171,-	4	€ 807,-	€ 100,-	€ 143,-
→ Gemiddelde personenauto						
---EINDE OVERZICHT---						
<b>Totaal</b>						
		100%	100%	100%	100%	100%
<b>OMSCHAKELING WAGENPARK</b>						
<b>Incrementele winst omschakeling</b>						
	<input checked="" type="checkbox"/>	#	Incr. Winst	Vervangbaar		
Autorijscholen	<input checked="" type="checkbox"/>	1	€ 171,-	2006	0	-171
→ Gemiddelde personenauto						
---EINDE OVERZICHT---						
<b>Totaal incrementele winst omschakeling</b>						
<b>Netto contant</b>		-607				
<b>Opleiding Monteur(s)</b>						
	<input checked="" type="checkbox"/>	#	Afneerprijs			
	<input type="checkbox"/>	1	€ 1.000	2006	0	0
	<input type="checkbox"/>	1	€ 1.000	2007	0	0
---EINDE OVERZICHT---						
<b>Totaal incrementele winst omschakeling</b>						
<b>Netto contant</b>		0				
<b>TOTAAL SALDO</b>						
<b>Netto contant</b>		-607				

## Hybride

### BUSINESS CASE - Rijden op benzine Kasstromenoverzicht : Autorijschool

Planingshorizon						
Verdaxonderingsvoet		5,00%				
		2006	2007	2008	2009	2010
		0	1	2	3	4
<b>Beraking incrementele winst</b>						
<b>KST en opbr. te vervangen voertuig</b>						
	#	Incr. Winst	Levensduur	NCW	initiele meerkt	jaarlijkse winst
Autorijscholen	1	€ 397	4	€ 1.409	€	397
---EINDE OVERZICHT---						
<b>Totaal</b>						
		0	397	397	397	397
<b>OMSCHAKELING WAGENPARK</b>						
<b>Incrementele winst omschakeling</b>						
	#	Incr. Winst	Vervangjaar			
Autorijscholen	1	€ 397	2006	100%	100%	100%
---EINDE OVERZICHT---						
<b>Totaal incrementele winst omschakeling</b>						
<b>Netto contant</b>		1.409				
		0	397	397	397	397
		0	379	360	343	327
<b>Opleiding Monteur(s)</b>						
	#	Meerprijs				
	0	€ 1.000	2006	100%	100%	100%
	0	€ 1.000	2007	100%	100%	100%
---EINDE OVERZICHT---						
<b>Totaal incrementele winst omschakeling</b>						
<b>Netto contant</b>		0				
		0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0
<b>TOTAAL SALDO</b>						
<b>Netto contant</b>		1.409				
		0	397	397	397	397
		0	379	360	343	327

