

CE
Centrum voor
energiebesparing en
schone technologie

Oude Delft 180

2611 HH Delft

Tel: (015) 2 150 150

Fax: (015) 2 150 151

E-mail: ce@antenna.nl

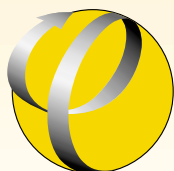
URL: <http://antenna.nl/ce>

LPG in het binnenlands distributievervoer?

Rapport

Delft, april 2000

Opgesteld door: ir J.P.L. Vermeulen
ir P. Janse
ir J.M.W. Dings



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

ir J.P.L. Vermeulen, ir P. Janse, ir J.M.W. Dings

LPG in het binnenlands distributievervoer?

Delft : Centrum voor energiebesparing en schone technologie, 2000

Vrachtauto's / LPG / Diesel / Goederenvervoer / Economische factoren / Kosten / Rendement / Milieu / Effecten / Macro-economie / Subsidies / Beleidsmaatregelen

Dit rapport kost f 35,00 (€ 15,88) (exclusief verzendkosten).

Publicatienummer: 00.4670.11

Verspreiding van CE-publicaties gebeurt door:

Centrum voor energiebesparing en schone technologie

Oude Delft 180

2611 HH Delft

Tel: 015-2150150

Fax: 015-2150151

E-mail: boender@ce.antenna.nl

Opdrachtgever: Transport en Logistiek Nederland

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider de heer

J.P.L. Vermeulen.

© copyright, CE, Delft

Het CE in het kort

Het Centrum voor energiebesparing en schone technologie (CE) is een onafhankelijk onderzoek- en adviesbureau dat werkzaam is op het raakvlak van milieu, economie en technologie. Wij stellen ons tot doel om vernieuwende, structurele oplossingen te ontwikkelen die beleidsmatig haalbaar, praktisch uitvoerbaar en economisch verstandig zijn. Inzicht in de verschillende maatschappelijke belangen is daarbij essentieel.

Het CE is onderverdeeld in vier sectoren die zich richten op de volgende werkvelden:

- milieu-economie
- verkeer en vervoer
- materialen en afval
- (duurzame) energie

Van elk van deze werkvelden is een publicatielijst beschikbaar. Geïnteresseerden kunnen deze opvragen bij het CE. Daarnaast verschijnt er tweemaal per jaar een nieuwsbrief met daarin een overzicht van de actuele projecten. U kunt zich hierop zonder kosten abonneren (tel: 015-2150150).

Inhoud

Samenvatting	1
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Achtergrond	7
1.3 Doelstellingen	8
1.4 Afbakening	8
1.5 Aanpak en werkwijze	11
2 Gebruik van distributietrucks en milieu-effecten	13
2.1 Inleiding	13
2.2 Samenstelling van het voertuigpark en jaarkilometrages	13
2.3 Vaststelling van het ritpatroon	14
2.3.1 Aandeel van elke voertuiggewichtscategorie in de gereden kilometers naar klasse van ritafstand	14
2.3.2 Koppeling van kilometers per wegtype aan klasse van ritafstand	16
2.4 Emissiefactoren van LPG- en dieselaandrijving	17
2.5 Milieu-effecten van LPG- en dieselaandrijving	18
3 Macro-economische kosten van LPG- en dieselaandrijving	21
3.1 Inleiding	21
3.2 Kosten van het voertuig	21
3.2.1 Aanschafkosten	21
3.2.2 Afschrijftermijn	23
3.2.3 Restwaarde	24
3.2.4 Jaarlijkse afschrijving	25
3.3 Kale brandstofkosten	26
3.3.1 Brandstofverbruik	26
3.3.2 Kale brandstofprijs	26
3.3.3 Kosten van een tankinstallatie	27
3.3.4 Jaarlijkse kale brandstofkosten	28
3.4 Onderhoudskosten	28
3.5 Kosten van aanpassing van onderhoudswerkplaatsen	30
3.6 Macro-economische meerkosten van LPG-aandrijving	30
3.7 Maatschappelijke kosteneffectiviteit van LPG-aandrijving	31
4 Huidige kosten voor vervoerder en aanvullende stimulering van LPG	33
4.1 Inleiding	33
4.2 Belastingen, heffingen en subsidies	33
4.2.1 Brandstofaccijns en –heffingen	33
4.2.2 Motorrijtuigenbelasting	34
4.2.3 Eurovignet	34
4.2.4 Subsidies en bestaande fiscale regelingen	34
4.2.5 Meerkosten van LPG-aandrijving voor de vervoerder voor de situatie zonder aanvullende stimuleringsregeling	35

4.3	Varianten voor een aanvullende stimuleringsregeling	36
4.3.1	Variant 1: het verlagen van de accijns op LPG	36
4.3.2	Variant 2: het verhogen van de accijns op diesel	38
4.3.3	Variant 3: het geven van een aanschafsubsidie	39
4.3.4	Nadere vormgeving van de aanvullende stimuleringsregeling	40
4.4	Kosten en financiering van de aanvullende stimuleringsregeling	40
4.4.1	Kosten van aanpassing van onderhoudswerkplaatsen	42
4.4.2	Financiering van de aanvullende stimuleringsregeling	43
4.5	Randvoorwaarden bij de aanvullende stimuleringsregeling	43
4.6	Milieuwinst van de aanvullende stimuleringsregeling in 2001	44
5	Conclusies	45
	Bronnen	47
A	Kwantificering en waardering van milieu-effecten	51
B	Kosten	57
C	Effect van alternatieve afschrijfsценario's op de kosten van een aanvullende stimulerings-regeling	61

Samenvatting

Aanleiding en doel

Vrachtauto's die op LPG rijden zijn schoner dan dieselvrachtauto's, vooral op het punt van de uitstoot van NO_x en deeltjes (PM₁₀). Deze emissies hebben, naast milieu-effecten op landelijk niveau, in het stedelijk gebied schadelijke effecten op de gezondheid. Vrachtauto's op LPG zijn ook stiller dan vergelijkbare dieselvrachtauto's. Toepassing van LPG in het binnenlands distributievervoer zou dus met name in de stedelijk gebieden tot een verbetering van het milieu kunnen leiden. De CO₂-emissie van LPG-voertuigen is wel hoger dan die van dieselveertuigen, maar in de afweging van alle emissies en geluidshinder is de balans voor het milieu op dit moment duidelijk ten gunste van LPG. Naarmate de dieselmotoren schoner worden, als gevolg van de strengere emissie-eisen (Euro 4 en Euro 5), wordt de milieuvorsprong van LPG echter wel kleiner, maar blijft bestaan.

De afgelopen jaren is een aantal praktijkproeven met LPG-aandrijving in vrachtauto's gehouden. In deze proeven is de technische haalbaarheid van LPG voor vrachtauto's tot ca. 24 ton GVW bewezen. Ondanks de lagere accijns op LPG in vergelijking met diesel is toepassing van LPG-aandrijving bij vrachtauto's echter duurder gebleken. Voor de introductie van LPG-aandrijving is daarom aanvullende stimulering noodzakelijk.

In opdracht van Transport en Logistiek Nederland is een studie verricht naar de haalbaarheid van de toepassing van LPG-aandrijving in het distributievervoer. De doelstellingen van het onderzoek zijn:

- het verkrijgen van inzicht in de samenstelling en het gebruik van het huidige wagenpark;
- het kwantificeren en waarderen van de milieu-effecten van LPG-aandrijving ten opzichte van aandrijving op diesel;
- het kwantificeren van de kosten en maatschappelijke kosteneffectiviteit van vrachtauto's op LPG ten opzichte van dieselvrachtauto's;
- het ontwerpen van een aanvullende stimuleringsregeling voor de introductie van LPG-aandrijving en het onderzoeken van het aantal in aanmerking komende voertuigen en de te verwachten effecten van de regeling op het milieu.

Het onderzoek heeft zich beperkt tot een vergelijking tussen diesel en LPG. In milieukundig opzicht zijn LPG en CNG (aardgas) vrijwel gelijkwaardig. Ten opzichte van LPG heeft CNG in het goederenvervoer echter twee belangrijke nadelen. Ten eerste zijn de tanks voor CNG groter en zwaarder dan voor LPG, hetgeen het laadvolume en laadvermogen ongunstig beïnvloedt. En ten tweede is voor CNG in Nederland geen infrastructuur aanwezig voor het vullen (tanken) van de vrachtauto's.

Gebruik en milieu-effecten van het vrachtautopark

Het voertuigpark dat wordt gebruikt voor het binnenlands distributievervoer bestaat uit ongeveer 67.000 ongelede vrachtauto's en vrachtauto-aanhanger combinaties. Van dit park bestaat ongeveer de helft uit gesloten vrachtauto's (inclusief de koelwagens) en de rest uit open vrachtauto (met en zonder huif) en vrachtauto's met wisselbare opbouw. Daarnaast worden naar schatting 2.500 trekker-oplegger combinaties ingezet bij uitsluitend het binnenlands distributievervoer.

Het vrachtautopark is voor dit onderzoek ingedeeld in vier gewichtscategorieën. Voor elk van deze categorieën is een gemiddeld jaarkilometrage vastgesteld, gebaseerd op statistische gegevens. De gemiddelde jaarkilometrage neemt daarbij toe met de grootte van de vrachtauto (Tabel 1).

Tabel 1 Gehanteerde gemiddelde jaarkilometrages per gewichtscategorie

GVW categorie	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	>20 ton
Jaarkilometrage	32.000	35.000	75.000	100.000

De milieuwinst per vrachtauto van LPG ten opzichte van diesel is afhankelijk van het brandstofverbruik van de auto, de Euroklasse van de dieselmotor, de jaarkilometrage en de verdeling van de afgelegde kilometers over de wegtypen snelweg, stadsweg en overige wegen. Op grond van de gemiddelde jaarkilometrage per gewichtscategorie en de gemiddelde verdeling van de kilometers over deze wegtypen is de milieuwinst (de vermindering van emissies en geluidhinder) gekwantificeerd en financieel gewaardeerd met de schaduwrijzen methode. De milieuwinst van LPG-aandrijving varieert van ca. f 5.400,- per voertuig per jaar ten opzichte van een zware Euro 3-dieseltruck, tot ca. f 240,- per voertuig per jaar ten opzichte van een lichte Euro 5-dieselvrachtauto (zie Tabel 2). Voor alle voertuiggewichtscategorieën geldt dat het verschil in de milieukosten van een Euro 5-dieselvrachtauto en een vrachtauto op LPG voornamelijk wordt bepaald door de lagere geluidsproductie van de LPG-truck.

Tabel 2 Jaarlijkse milieukosten per vrachtauto per gewichtscategorie (in f x 1000)

	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	>20 ton
Diesel Euro 3	3,0	3,9	12,4	22,1
Diesel Euro 4	2,8	3,6	11,5	20,2
Diesel Euro 5	2,5	3,3	10,4	18,0
LPG	2,3	3,0	9,3	16,7

Macro-economische meerkosten van LPG-aandrijving

De macro-economische kosten zijn de kosten exclusief de accijnzen en heffingen. Voor diesel- en LPG-aandrijving staan deze kosten per voertuiggewichtscategorie vermeld in Tabel 3. Het blijkt dat voor LPG-aandrijving de macro-economische kosten hoger zijn dan voor dieselaandrijving. Deze meerkosten vinden hun oorzaak in:

- hogere afschrijfkosten;
- hogere onderhoudskosten;
- hogere kale brandstofkosten.

Om toepassing van LPG-aandrijving financieel haalbaar te maken dient het verschil in de macro-economische kosten van diesel- en LPG-vrachtauto's overbrugt te worden. Een deel van dit kostenverschil wordt onder het huidige fiscale regime al gecompenseerd door de lagere brandstofaccijns en -heffingen op LPG in vergelijking met diesel. Het overige deel kan met een aanvullende stimuleringsregeling worden gecompenseerd.



Tabel 3 Macro-economische kosten van het LPG- en dieselaandrijving per voertuiggewichtscategorie en het kostenverschil (in f x 1000)

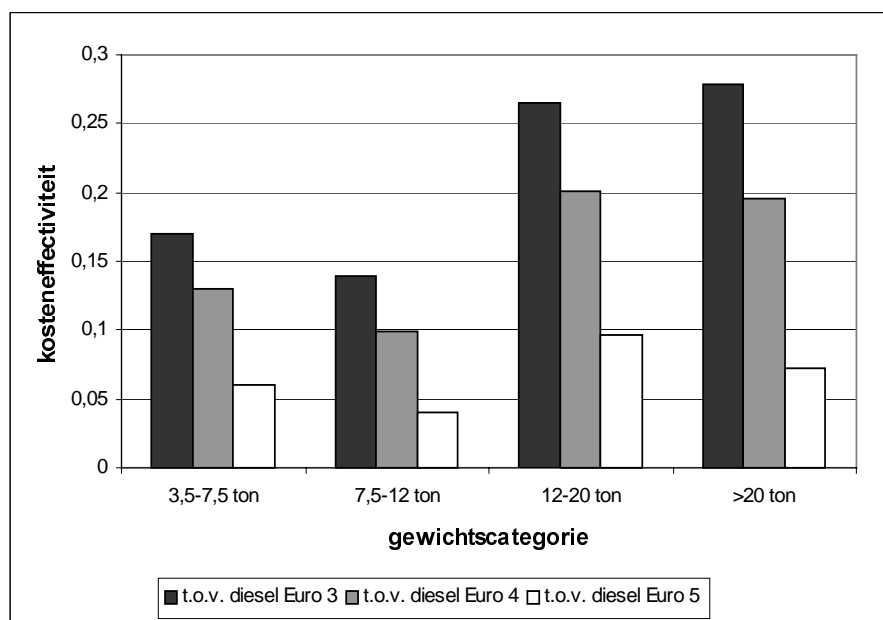
	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	>20 ton
Diesel Euro 3	14,2	18,6	30,7	48,3
Diesel Euro 4, -5	14,5	19,0	31,5	49,3
LPG	18,3	25,4	42,2	67,6
Vershil LPG en diesel Euro 3 / Euro 4, -5	4,2 / 3,8	6,7 / 6,4	11,5 / 10,8	19,3 / 18,3

Kosteneffectiviteit van LPG-aandrijving

Op basis van de gemiddelde macro-economische kosten per voertuig en de gemiddelde milieuwinst is de maatschappelijke kosteneffectiviteit vast te stellen¹. De kosteneffectiviteit van LPG-aandrijving varieert van 0,14 voor een kleine vrachtauto (tot 12 ton GVW) tot 0,28 voor grotere vrachtauto's (ca. 20 ton GVW), ten opzichte van een Euro 3 dieselvrachtauto. Ten opzichte van een Euro 5 dieseltruck is de kosteneffectiviteit van een LPG-vrachtauto geringer en varieert tussen 0,04 en 0,09.

Hoewel de kleinere vrachtauto's relatief meer kilometers binnen de bebouwde kom rijden is de kosteneffectiviteit van LPG bij de kleine vrachtauto's lager dan bij de grotere. Dit wordt veroorzaakt door de hogere kilometrage en het hogere brandstofverbruik van de grotere vrachtauto's waardoor de afname van de emissies uitgedrukt in kg groter is. Voor de introductie van LPG-aandrijving is het vanuit het oogpunt van kosteneffectiviteit dan ook niet verstandig een aanvullende stimuleringsregeling te beperken tot de kleine distributietruck die relatief veel in de binnensteden rijdt. Een dergelijke regeling zou juist moeten gelden voor het gehele park dat voor de binnenlandse goederendistributie wordt ingezet, ongeacht het aantal kilometers dat in het stedelijk gebied wordt gereden.

Figuur 1 Kosteneffectiviteit van LPG-aandrijving in vrachtauto's ten opzichte van dieselaandrijving



¹ De kosteneffectiviteit van een milieumaatregel geeft de verhouding weer tussen de financieel gewaardeerde milieuwinst die de maatregel oplevert en de macro-economische meerkosten van de maatregel.

Meerkosten van LPG voor de vervoerder

De kosten voor de vervoerder bestaan uit de macro-economische kosten, aangevuld met de kosten van de brandstofaccijns en -heffingen en de financiële voordelen van bestaande subsidies. Het blijkt dat de gemiddelde kosten van LPG-aandrijving voor de vervoerder onder het huidige fiscale regime hoger zijn dan voor dieselaandrijving (zie Tabel 4). Dit kostenverschil komt tot stand door:

- hogere afschrijfkosten;
- hogere onderhoudskosten;
- lagere totale brandstofkosten;
- belastingvoordeel via de VAMIL-regeling.

Met name de lagere brandstofaccijns en -heffingen op LPG in vergelijking met die op diesel verzorgen onder het huidige fiscale regime al een belangrijk deel van de overbrugging van de hogere macro-economische kosten van LPG-aandrijving (vergelijk Tabel 4 en Tabel 3). Er blijven echter nog meerkosten bestaan. Om een prikkel te verlenen voor een overstap naar aandrijving op LPG kunnen deze meerkosten met een aanvullende stimuleringsregeling worden overbrugd.

Tabel 4 Jaarlijkse meerkosten (in $f \times 1000$) per voertuig voor de vervoersondernemer van LPG-aandrijving zonder aanvullende stimuleringsregeling²

Meerkosten	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	>20 ton
t.o.v. diesel Euro 3	1,7	3,3	3,0	3,2
t.o.v. diesel Euro 4, -5	1,4	2,9	2,3	2,2

Ontwerp van een aanvullende stimuleringsregeling voor LPG

Een aanvullende stimuleringsregeling voor LPG in het distributievervoer kan het beste aangrijpen op de vaste meerkosten. Een stimuleringsregeling voor LPG die aangrijpt op de LPG-accijns of de dieselaccijns leidt niet tot de gewenste prikkel doordat slechts voor een beperkte categorie van voertuigen de overstap op LPG-aandrijving interessant wordt.

Op basis van het in deze studie aangenomen basisscenario leidt een subsidie voor de meerkosten van de aanschaf, aangevuld met een jaarlijkse bijdrage in de vaste onderhoudskosten, in alle gewichtscategorieën tot een stimulans voor de aanschaf van een vrachtauto op LPG. De subsidie voor de meerkosten bedraagt voor de gewichtscategorie tot 7,5 ton GVW f 7.500,- en boven de 7,5 ton GVW f 20.000,- per vrachtauto. De jaarlijkse bijdrage aan de vaste onderhoudskosten bedraagt f 1.000,- per jaar en is alleen in de periode tot en met 2005 nodig. Naar verwachting zijn deze prikkels groot genoeg om voor alle voertuigen met een kilometrage dat gelijk (of groter) is aan de gemiddelde kilometrage dat per gewichtscategorie is gehanteerd de aankoopbeslissing ten gunste van LPG te beïnvloeden.

Met deze financiële prikkel is het naar verwachting jaarlijks voor ca. 2.100 nieuw verkochte vrachtauto's financieel aantrekkelijk om op LPG te gaan rijden. Dit is de helft van de jaarlijkse nieuwverkoop van vrachtauto's tussen 3,5 en ca. 24 ton GVW die voor het binnenlands vervoer worden aangeschaft.

Naast de meerkosten voor de LPG-vrachtauto's is de aanpassing van de werkplaats een aanzienlijke kostenpost. Het niet beschikbaar zijn van een

² Bij het in deze studie aangenomen basisscenario. In bijlage C zijn deze meerkosten bepaald bij andere scenario's van afschrijftermijn en restwaarde van LPG-voertuigen en variaties in de grootverbruikerkorting op de brandstofprijs.



werkplaats waar volgens de geldende veiligheidseisen de LPG-vrachtauto's onderhouden en gerepareerd kunnen worden is een grote belemmering voor de introductie van LPG. Een subsidieregeling voor de ombouw c.q. aanpassing van de werkplaatsen aan LPG kan deze belemmeringen opheffen. Een grove schatting van de kosten van deze aanpassing komt uit op een investering van ca. f 125.000,- per werkplaats en een aantal van ongeveer 100 aan te passen werkplaatsen bij transportbedrijven of garages.

Kosten en financiering van de aanvullende stimuleringsregeling

De macro-economische meerkosten om een gemiddelde LPG-vrachtauto een jaar rond te laten rijden liggen in de orde van ca. f 10.000,- ten opzichte van een dieselvrachtauto, zie Tabel 3). Dit zijn dus de totale kosten die door een stimulering zouden moeten worden overbrugd; ze lopen op naarmate meer LPG-vrachtauto's in het park verschijnen. Wanneer er over enige tijd bijvoorbeeld 10.000 LPG-vrachtauto's in het park rondrijden liggen de economische meerkosten in de orde van f 100 mln per jaar.

Ruwweg driekwart van deze economische meerkosten wordt momenteel al overbrugd door de lagere LPG-accijns, maar dit is nog niet voldoende om LPG in het vrachtverkeer van de grond te trekken. Om dit te bereiken middels de voorgestelde aanvullende stimuleringsregeling van aanschafsubsidie plus tegemoetkoming in de onderhoudskosten is, bij een verkoop van 2.100 LPG-vrachtauto's per jaar, vanaf 2001 jaarlijks ca. f 45 mln extra nodig, aflopend tot ca. f 35 mln vanaf 2005³.

De aanvullende stimuleringsregeling kan worden gefinancierd uit een gelijktijdige generieke verhoging van de LPG- en dieselaccijns met respectievelijk 0,5 cent en 1,0 ct/liter of uit de algemene middelen of uit een combinatie van beiden. Een verhoging van de diesel- en LPG-accijns dient gelijktijdig en in de genoemde verhouding plaats te vinden om het omslagpunt tussen diesel- en LPG-aandrijving niet te wijzigen.

Milieuwinst als gevolg van de aanvullende stimuleringsregeling

De gemiddelde milieuwinst per LPG-vrachtauto bedraagt ca. 190 kg NO_x en ruim 4 kg PM₁₀ per jaar, ten opzichte van een Euro 3-dieselvrachtauto. De emissie van CO₂ is echter voor elke LPG-vrachtauto gemiddeld ca. 7.000 kg per jaar hoger. De emissiereductie van NO_x en deeltjes neemt toe naarmate er meer LPG-voertuigen in het wagenpark stromen. Wanneer er over enige tijd bijvoorbeeld 10.000 LPG-vrachtauto's in het park rondrijden bedraagt de emissiebesparing bijna 2 mln kg NO_x en 40.000 kg PM₁₀ per jaar. Ook neemt de geluidhinder af en de, met name in stedelijke gebieden ervaren, hinder van luchtvervuilende stoffen. De extra CO₂-emissies zijn dan evenwel ca. 70 kiloton per jaar.

Ondanks de grotere CO₂-emissies is de totale balans van de in geld uitgedrukte milieu-effecten van LPG-aandrijving positief. Deze milieuwinst neemt toe met de toename van het aantal LPG-voertuigen in het park. Vanaf 2005 zal de toename van de milieuwinst langzamer gaan doordat vanaf dat jaar de dieselvrachtauto's aan strengere emissie-eisen (Euro 4) moeten voldoen.

³ Bij de berekening van deze bedragen is uitgegaan van de helft van het aantal nieuw verkochte vrachtauto's tot 24 ton GVW voor het binnenlands distributievervoer en een stabiel niveau van verkopen. Daarnaast is eenmalig een bedrag van ca. f 12,5 mln nodig voor aanpassing van de werkplaatsen.

Randvoorwaarden bij de introductie van LPG in het goederenwegvervoer

De introductie van LPG in het goederenwegvervoer kent een aantal cruciale factoren:

- *Snelle invoering*

De milieuwinst van LPG ten opzichte van diesel neemt af naarmate de dieselvrachtauto's schoner worden.

- *EEV-eisen voor LPG-vrachtauto*

Om in aanmerking te komen voor de aanvullende stimuleringsregeling moeten de LPG-vrachtauto's aan de EEV-emissionormen voldoen.

- *Voldoende vraag*

Het is essentieel dat zich een voldoende grote vraag naar LPG-vrachtauto's ontwikkelt, zodat de productiekosten aanzienlijk naar beneden kunnen. Een aantal van 500-1000 nieuw verkochte vrachtauto's per jaar is een minimum.

- *Zekerheid op de langere termijn*

Het is van belang dat de rijksoverheid voor een periode van minimaal 10 jaar zekerheid geeft over:

- de subsidieregeling voor aanschaf en onderhoud LPG-vrachtauto's;
- een vast verschil tussen accijns LPG en diesel voor het goederenwegvervoer;
- het beleid ten aanzien van LPG-aandrijving in het licht van de doelstellingen voor reductie van CO₂-emissies.

- *Kwaliteit van de LPG*

Het MON-getal van de LPG-brandstof dient tenminste 93.5 te zijn.



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In het kader van het 'Integratieproject Transport en Milieu', een samenwerkingsverband van TLN, KNV, EVO, RAI en CE, bestaat er vanuit de organisaties voor het goederenvervoer behoefte aan inzicht in de mogelijkheden om het transport milieuvriendelijker te maken. Een mogelijkheid die als technisch veelbelovend wordt gezien is het toepassen van LPG-aandrijving bij vrachtvoertuigen. Met name de toepassing in het binnenlands distributievervoer zou in de stedelijke omgeving een positieve uitwerking op de luchtkwaliteit en geluidshinder⁴ kunnen hebben. Vooral nog echter is toepassing van LPG-aandrijving in vrachtauto's in kostentechnische zin duurder gebleken dan dieselaandrijving, ondanks de lagere accijns op LPG. Hierdoor leeft er in de sector de behoefte aan aanvullende (financiële) stimulering om toepassing van LPG op substantiële schaal mogelijk te maken.

Als sectororganisatie voor het goederenvervoer heeft Transport en Logistiek Nederland het Centrum voor energiebesparing en schone technologie (CE), gevraagd om te onderzoeken of het wenselijk is de toepassing van LPG in het binnenlands distributievervoer te bevorderen, hoe groot de milieuwinst zal zijn en hoe een aanvullende stimuleringsregeling eruit zou kunnen zien. Deze studie is mede tot stand gekomen dankzij financiële ondersteuning uit het programma Stiller, Schoner en Zuiniger verkeer en vervoer in het stedelijk gebied (SSZ) dat NOVEM uitvoert in opdracht van het ministerie van Verkeer en Waterstaat.

1.2 Achtergrond

Een van de technische maatregelen om een deel van de emissies van het (vracht)verkeer te reduceren is het op grotere schaal toepassen van gasvormige brandstoffen zoals LPG en CNG (aardgas) in plaats van de 'traditionele' brandstof diesel [CE, 1997]. In personenauto's wordt LPG al jaren toegepast, met name bij auto's die jaarlijks veel kilometers afleggen. Echter ook voor het zware verkeer zou aandrijving op gasvormige brandstoffen een geschikt alternatief kunnen zijn. Vanwege de relatief lage uitstoot van smogvormende verbindingen (NO_x) en roetdeeltjes zou met name in de stedelijke gebieden een milieuvoordeel te behalen zijn door verbetering van de luchtkwaliteit. Voor zware voertuigen die een aanzienlijk deel van hun kilometers binnen de bebouwde kom afleggen, komt echter alleen de toepassing van LPG en CNG in stadsbussen tot nu toe langzaam van de grond.

Een belangrijke doelgroep die in aanmerking komt voor de vervanging van dieselaandrijving door LPG of CNG vormt het voertuigpark dat voor de binnenlandse distributie wordt gebruikt, en dan met name die voertuigen die relatief veel kilometers in de steden afleggen. In de milieudoelstellingen die zijn opgenomen in het derde Nationaal Milieubeleidsplan (NMP-3) streeft het kabinet naar een gezamenlijk aandeel van LPG en CNG in de brandstofmix voor stedelijke distributietrucks van 30 tot 60% in het jaar 2010. Vooruitlopend op deze doelstellingen overweegt een aantal gemeenten om aan de

⁴ Metingen van het geluidsniveau van LPG-aandrijving ten opzichte van dieselaandrijving leiden niet in alle gevallen tot lagere resultaten. De ervaren geluidshinder van LPG-aandrijving blijkt wel lager dan die van dieselaandrijving.

vrachtauto's die de goederendistributie in de binnenstad verzorgen, in combinatie met het instellen van toelatingsbeleid (venstertijden e.d.), aanvullende eisen te stellen. Een mogelijkheid daarbij is om alleen voertuigen die voldoen aan een bepaald emissieniveau, bijvoorbeeld vrachtauto's op LPG, in de binnenstad toe te laten.

Voor een groot deel van het vrachtopark dat wordt ingezet voor binnenlandse distributiedoelinden zijn de technische randvoorwaarden voor introductie van LPG-aandrijving, zoals de beschikbaarheid van een productierijpe LPG-motor en een uitgebreid brandstofdistributienet aanwezig. Voor CNG geldt met name dit laatste in veel mindere mate.

De samenstelling van het voertuigpark dat wordt ingezet voor distributiedoelinden is echter nogal divers evenals de distributieritten die worden gemaakt. Er is daarom behoefte aan inzicht in samenstelling en gebruik van dit voertuigpark om een betere inschatting van de potentie van LPG in de distributiesector te maken. Op basis hiervan kan vervolgens gericht worden onderzocht welke financiële of fiscale stimulans een overstap naar LPG kan bevorderen en wat uiteindelijk de effecten zullen zijn voor het milieu.

1.3 Doelstellingen

Binnen het hierboven beschreven kader valt de doelstelling van dit projectvoorstel uiteen in de volgende onderdelen:

- 1 Het verkrijgen van inzicht in de samenstelling en het gebruik van het huidige voertuigpark dat wordt ingezet voor het binnenlands distributievervoer en het op basis hiervan kwantificeren van de milieuvoordelen van LPG- ten opzichte van dieselaandrijving.
- 2 Het waarderen van de milieu-effecten en macro-economische meerkosten van LPG-aandrijving ten opzichte van dieselaandrijving en het berekenen van de maatschappelijke kosteneffectiviteit van het met LPG te behalen milieuvoordeel.
- 3 Het kwantificeren van de kosten van LPG-aandrijving ten opzichte van dieselaandrijving voor de vervoersondernemer na verrekening van bestaande belastingen, heffingen en subsidies, en het aangeven onder welke voorwaarden LPG-aandrijving financieel haalbaar is.
- 4 Het op basis van in de voorgaande doelstellingen verkregen inzichten ontwerpen van een aanvullende stimuleringsregeling voor LPG-aandrijving en het vaststellen van de relatie tussen de vorm een grootte van de stimuleringsregeling en het aantal in aanmerking komende voertuigen alsook de milieuwinst en kosten van een dergelijke regeling.

1.4 Afbakening

Binnen dit project zijn de volgende afbakeningen gehanteerd:

“de (stedelijke) distributietruck”

Zoals hiervoor is aangegeven, biedt LPG-aandrijving in vrachtauto's met name voordelen voor het leefmilieu in het stedelijk gebied. De algemene gedachte is dan ook dat toepassing van LPG-aandrijving met name zou moeten plaats vinden bij de vrachtauto's die worden ingezet bij de distributie van goederen in het stedelijk gebied. Echter, de omschrijving en afbakening van “de (stedelijke) distributietruck” is tot op heden lastig gebleken.



Enige mate van afbakening kan worden aangebracht op grond van carrosserieopbouw en gebruiksfunctie van de vrachtauto. Duidelijke voorbeelden van vrachtauto's die in het algemeen niet onder de (stedelijke) distributietruck zullen worden geschaard zijn:

- tankauto's;
- veewagens;
- betonmolens;
- kippers;
- speciale voertuigen zoals kraanwagens, winkelwagens etc.

De overige vrachtauto's, veruit de grootste groep, is uitgerust met een gesloten, half open of open opbouw waarmee (stuk)goederen kunnen worden vervoerd. Een verdergaande afbakening op grond van gebruiksfunctie en opbouw binnen deze groep is echter niet eenvoudig.

Een andere wijze van afbakening is die op grond van voertuiggewicht. In het algemeen wordt aangenomen dat de kleinere vrachtauto's relatief meer in het stedelijk gebied rijden dan de grotere vrachtauto's. Echter, in een aantal gevallen zullen ook zwaardere voertuigen zoals vrachtauto-aanhanger combinaties en lichte trekker-oplegger combinaties gebruikt worden voor het verzorgen van de distributie in de steden. Een voorbeeld van deze laatste categorie vormen de distributieoplegger combinaties voor het beleveren van grote supermarkten. Ook deze indeling leidt dus niet tot een eenduidige definitie van de (stedelijke) distributietruck.

In de oorspronkelijke opzet van deze studie bestond een van de doelstellingen uit het verder specificeren van "de stedelijke distributietruck" aan de hand van kenmerken van opbouw, voertuiggewicht en ritpatroon, zodat in een stimuleringsregeling een eenduidige definitie kan worden gehanteerd.

In de loop van het onderzoek is echter gebleken dat de beschikbare informatie voor een eenduidige definitie van de stedelijke distributietruck op grond van deze kenmerken onvoldoende is. Daarnaast is gebleken dat een dergelijke definitie ook niet zinvol is omdat met name het ritpatroon, dat wil zeggen de verdeling van het jaarkilometrage over de wegtypen snelweg, stadswegen en overige wegen, slechts in geringe mate van belang is voor het milieu-effect van een vrachtauto. Veel sterker bepalend is de totale jaarkilometrage (zie hoofdstuk 2)

Om deze redenen is uiteindelijk gekozen in deze studie een verdere specificatie van de stedelijke distributietruck achterwege te laten en een indeling naar voertuiggewicht te hanteren. Het voordeel van deze indeling is dat deze eenvoudig en duidelijk is, en als zodanig een goede basis kan vormen voor een stimuleringsregeling. Daarnaast is er voor de meeste typen vrachtauto's vrij eenvoudig een koppeling te maken tussen voertuiggewicht en benodigd motorvermogen.

Voertuiggewichtscategorie

Binnen deze studie worden 4 gewichtscategorieën gehanteerd, te weten:

- 1 Kleine vrachtauto's: 3,5 – 7,5 ton GVW
- 2 Middelkleine vrachtauto's: 7,5 – 12 ton GVW
- 3 Middelgrote vrachtauto's: 12 – 20 ton GVW
- 4 Grote vrachtauto's: zwaarder dan 20 ton GVW

Deze indeling wijkt enigszins af van de indeling die binnen het Platform Stedelijke Distributie (PSD) wordt gehanteerd [PSD, 1999]. De extra gewichtsgrens van 12 ton GVW die in deze studie is opgenomen is echter relevant voor de kosten die zijn gemoeid met het Eurovignet en de teruggaveregeling voor een deel van de accijns op diesel (de "paarse dieselregeling").

De huidige LPG-motorteknik is geschikt voor vrachtauto's met een gewicht tot ongeveer 24 ton GVW. In deze studie wordt dit gewicht daarom aangehouden als denkbeeldige bovengrens⁵. Ontwikkeling van LPG motoren voor zwaardere vrachtauto's is op korte termijn niet te verwachten vanwege technische beperkingen, met name met betrekking tot de warmtehuishouding van de motor. Daarnaast bestaat een groot deel van het zware segment uit vrachtauto's die worden ingezet in het internationale transport. Vanwege de beperkte verkrijgbaarheid van LPG in het buitenland en de geringere opslagcapaciteit van de LPG-brandstoftanks is de verwachting dat er op afzienbare termijn ook geen vraag naar zwaardere LPG-motoren zal ontstaan.

Vanwege bovengenoemde redenen heeft deze studie met name betrekking op vrachtauto's met een gewicht dat lager is dan 20 ton GVW. Dit zijn in hoofdzaak ongelede vrachtauto's. De categorie van voertuigen met een gewicht tussen 20 en 24 ton GVW die uitsluitend voor het binnenlands distributievervoer worden ingezet bestaat uit zowel ongelede vrachtauto's alsook aanhanger- en trekker-oplegger combinaties. In het volgende hoofdstuk wordt een globale samenstelling gegeven van het vrachtautopark dat in de binnenlandse distributie wordt gebruikt.

Milieu-effecten

De milieu-effecten zullen worden onderzocht naar effecten op de emissies van de componenten NO_x, PM₁₀ (deeltjes) en geluid. Dit zijn de voornaamste componenten die de kwaliteit van het (stedelijke) leefmilieu bepalen. Daarnaast zal het effect op de emissie van CO₂ worden meegenomen in het totaalbeeld van de milieu-effecten vanwege de belangrijke bijdrage van dit gas aan de mondiale klimaatverandering en de in dit kader gestelde landelijke beleidsdoelstellingen.

Alleen effecten door gebruik van een andere aandrijftechnologie

De in dit rapport beschreven effecten op het milieu en kosten geven alleen de invloed weer van het gebruik van een andere aandrijftechnologie dan de conventionele (Euro 3-) dieselmotor. Mogelijke effecten die bereikt kunnen worden middels andere maatregelen, zoals bijvoorbeeld het schoner maken van de dieselbrandstof of het aanpassen van het rijgedrag, zijn buiten beschouwing gelaten.

Aandrijftechnologie

In dit onderzoek wordt bij de LPG-motor uitgegaan van een motor volgens het stoichiometrische verbrandingsprincipe. Dit type motor kent weliswaar een iets hoger verbruik (~5%) dan het alternatieve lean-burn principe, maar daar staat tegenover dat de motor voldoet aan de EEV-normen. Hierdoor is de uitstoot van NO_x aanmerkelijk (~50%) lager, hetgeen tenslotte een van de voornaamste doelstellingen vormt voor de invoer van dit alternatief.

Naast aandrijving op LPG zullen de dieselvarianten Euro 3, -4, en -5 in het onderzoek worden betrokken. Hoewel de uitstoot van verontreinigende stoffen door CNG motoren vergelijkbaar is met die op LPG, wordt CNG in dit rapport buiten beschouwing gelaten. De belangrijkste reden hiervoor is de sterke voorkeur van de goederenvervoerssector voor LPG boven CNG. Deze voorkeur is gebaseerd op een aantal argumenten:

⁵ Voor toepassing in speciale voertuigen zoals in huisvuilauto's zou een hogere gewichtsgrens dan 24 ton kunnen worden gehanteerd. Echter de in deze studie ontwikkelde stimuleringsregeling is niet zonder meer toepasbaar op deze voertuigcategorieën.



- brandstoftanks voor CNG zijn volumineuzer (en daardoor ook zwaarder) dan die voor LPG doordat de energie-inhoud per eenheid van volume van CNG lager is dan die van LPG. Dit brengt extra beperkingen met zich mee ten aanzien van bijvoorbeeld het laadvermogen en laadvolume van het voertuig;
- voor LPG is een distributienetwerk al aanwezig. Voor CNG is dit niet het geval, waardoor kostbare aanleg van tankinstallaties noodzakelijk zal zijn⁶;
- het comprimeren van CNG kost relatief veel energie;
- LPG is een “afvalproduct” van de raffinage van (auto)brandstoffen.

Tegenover deze nadelen, heeft CNG de voordelen boven LPG van:

- een lagere kostprijs per liter. Over aardgas hoeft (op dit moment) ook geen accijns te worden betaald;
- de veiligheidsrisico's in de werkplaats en stallingruimte van CNG zijn kleiner dan die van LPG. Doordat LPG zwaarder is dan lucht (“het blijft hangen aan de grond”) dienen extra veiligheidsmaatregelen (ventilatie) te worden genomen. Overigens zal overdekte stalling van distributietrucks niet veel voorkomen, in tegenstelling tot bijvoorbeeld stalling van bussen in het openbaar vervoer.

1.5 Aanpak en werkwijze

Om uiteindelijk de vraag te kunnen beantwoorden hoe een aanvullende stimuleringsregeling voor LPG in het distributievervoer er uit zou moeten zien worden de volgende stappen doorlopen:

- 1 Allereerst wordt een beeld gevormd van de samenstelling en het gebruik van het voertuigpark dat wordt ingezet bij het distributievervoer.
- 2 Via de emissiefactoren voor LPG en dieselaandrijving kunnen dan de milieu-effecten van diesel- en LPG-aandrijving worden bepaald en met elkaar worden vergeleken.
- 3 Door deze milieu-effecten middels schaduw prijzen om te rekenen naar “milieukosten” kan vervolgens een vergelijking worden gemaakt met de macro-economische kosten die gemoeid zijn met beide aandrijftechnieken. Deze laatste kosten betreffen de kosten, exclusief belastingen, heffingen en subsidies van aanschaf, afschrijving, brandstof en onderhoud. De vergelijking tussen de milieukosten en de macro-economische kosten vormt een beoordelingscriterium voor de maatschappelijke kosteneffectiviteit van omschakeling van diesel naar LPG.
- 4 Vervolgens worden de belastingen, heffingen en eventuele subsidies die gepaard gaan met het bezit en gebruik van de vrachtauto's, zoals de motorrijtuigenbelasting en de brandstofaccijns, in beeld gebracht om te komen tot een vergelijking van de kosten voor een vervoersondernemer van een voertuig op diesel en een voertuig op LPG.
- 5 Tenslotte wordt op basis van bovenstaande stappen een aantal varianten van een aanvullende stimuleringsmaatregel gepresenteerd met de daarbij verwachte milieuwinst en kosten.

⁶ Overigens kan de aanleg van een LPG tankinstallatie ook wenselijk zijn voor ondernemers die jaarlijks grote brandstofvolumes afnemen en op dit moment een eigen dieseltankinstallatie hebben. Deze kostenpost zal in dit rapport ook aan bod komen.



2 Gebruik van distributietrucks en milieu-effecten

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de milieu-effecten van distributietrucks op diesel en LPG bepaald. Hiertoe wordt allereerst het gebruik van het voertuigpark dat wordt ingezet in de binnenlandse distributie in kaart gebracht. Met name wordt daarbij ingegaan op de verdeling van de gereden kilometers over snelweg, stad en overige wegen. Vervolgens wordt middels de gemiddelde emissie per afgelegde kilometer, die voor zowel diesel als LPG voor de drie wegtypen bekend is, de totale jaarlijkse emissie berekend. Deze totale emissie wordt tenslotte via schaduwrijzen uitgedrukt in geld om een vergelijking met de macro-economische kosten, die in het volgende hoofdstuk zullen worden bepaald, mogelijk te maken.

2.2 Samenstelling van het voertuigpark en jaarkilometrages

Uit de CBS "statistiek van de motorvoertuigen" blijkt dat het voertuigpark dat op grond van de carrosserieopbouw (gesloten, halfopen, open) ingezet kan worden voor distributiedoeleinden, bestaat uit ongeveer 67.000 ongelede vrachtauto's en vrachtauto-aanhanger combinaties [CBS, 1998]. Dit aantal vertegenwoordigt ruim 80% van alle voertuigen in deze categorieën.

Van de voertuigen met een gewicht dat lager is dan 24 ton GVW (de denkbeeldige bovengrens in deze studie), bestaat het overgrote deel uit ongelede vrachtauto's die voor distributiedoeleinden gebruik kunnen worden. Deze voertuigen rijden hoofdzakelijk binnenlandse ritten. Echter, ook een gering aantal vrachtauto-aanhanger en trekker-oplegger combinaties met een gewicht onder de 24 ton GVW wordt ingezet voor uitsluitend de binnenlandse distributie. Voor de trekker-oplegger combinaties wordt dit aantal geschat op 2.500. Dit is zo'n 5% van het totale aantal trekkers. In totaal beslaat het in dit onderzoek beschouwde voertuigpark dus ongeveer 70.000 voertuigen.

De samenstelling naar de kenmerken van de voertuigopbouw van het park van ongelede vrachtauto's en vrachtauto-aanhanger combinaties is weergegeven in Tabel 5. De opbouw van de trekker-oplegger combinaties is niet bekend, maar aangenomen wordt dat deze bestaat uit gesloten wagens of wagens met huif.

Tabel 5 Samenstelling van het park van ongelede vrachtauto's en vrachtauto-aanhanger combinaties naar opbouw, bron [CBS, 1998]

Type opbouw	Aantal voertuigen	Aandeel op totaal
Gesloten wagen	27.913	42 %
Open wagen	9.533	14 %
Open wagen vast dak	3.244	5 %
Open wagen met huif	3.702	5,5 %
Wisselbare opbouw	15.054	22,5 %
Koelwagen	7.253	11 %
Resteelwagen ⁷	200	-0 %
Totaal	66.899	100 %

⁷ Een resteelwagen wordt gebruikt door glaszetters voor het vervoer van grote glasplaten.

Voor elk van de in dit onderzoek onderscheiden vier categorieën van voertuiggewicht is een gemiddeld jaarkilometrage aangenomen (zie Tabel 6). Deze cijfers zijn gebaseerd op de "bedrijfsvoertuigenenquête" [CBS, 1994], die in 1993 voor het laatst door het CBS is gehouden, en prognoses voor de daarop volgende jaren die op basis van de uitkomsten van deze enquête zijn gemaakt in het model CLEAR [BGC/CE, 1997].

Tabel 6 Gehanteerde gemiddelde jaarkilometrages per gewichtscategorie

GVW categorie	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	>20 ton
Jaarkilometrage	32.000 km	35.000 km	75.000 km	100.000 km

2.3 Vaststelling van het ritpatroon

Een van de factoren die bepalend is voor de effecten van het gebruik van vrachtauto's op het milieu is het ritpatroon. Met het ritpatroon wordt in dit geval bedoeld de verdeling van de gereden voertuigkilometers over de wegtypen snelweg, stad en overige wegen. Zoals in de inleiding al was aangegeven brengt aandrijving op LPG met name in de stedelijke gebieden een aantal voordelen met zich ten opzichte van diesel. De vraag is dan ook welk deel van de kilometers wordt nu in de steden gereden? En rijden bijvoorbeeld kleine vrachtauto's nu meer in de steden dan grote vrachtauto's?

Om deze vragen te onderzoeken is gebruik gemaakt van ritgegevens die worden gepubliceerd in de "statistiek van het binnenlands goederenvervoer" door het CBS [CBS, 1999a]. Aangenomen is dat deze gegevens een representatief beeld geven van het binnenlands distributievervoer. Op basis van deze gegevens wordt allereerst het aandeel van elk van de vier gewichtscategorieën in de gereden kilometers als functie van de ritafstand bepaald. Vervolgens wordt middels een koppeling van de verdeling van de gereden kilometers over de wegtypen snelweg, stads- en overige wegen aan de ritafstand een beeld verkregen van het ritpatroon van elk van de vier gewichtscategorieën.

2.3.1 Aandeel van elke voertuiggewichtscategorie in de gereden kilometers naar klasse van ritafstand

Aangezien in dit onderzoek onderscheid wordt gemaakt in voertuiggewichtscategorieën is het van belang inzicht te hebben in de verdeling van de gereden kilometers over de gewichtscategorieën. Met andere woorden: welk deel van het totaal aantal afgelegde kilometers wordt door de kleine trucks gereden, welk deel door de grote enz. Deze verdeling wordt bepaald voor een tiental klassen van ritafstand, om daarna een koppeling aan wegtype (snelweg, stad, overige wegen) mogelijk te maken.

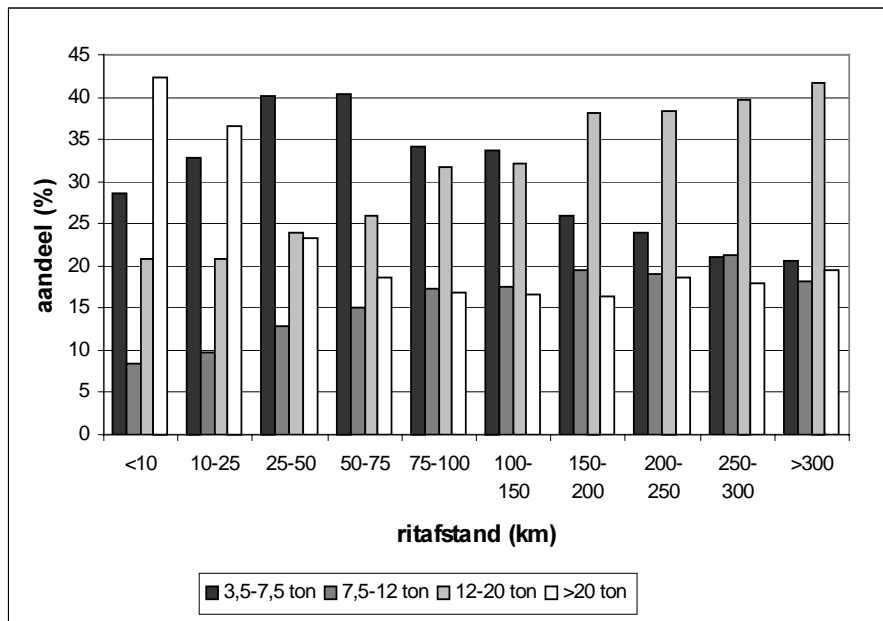
In de gegevens van het CBS worden de afgelegde kilometers per klasse van ritafstand voor elke gewichtscategorie verder uitgesplitst naar voertuigtype (ongelede vrachtauto, auto-aanhanger en trekker-oplegger combinatie). Voor de ongelede vrachtauto's is deze verdeling weergegeven in Figuur 2. Het blijkt dat bij de ongelede vrachtauto's het aandeel van de lichte vrachtauto in de kilometers die worden gereden in ritten die korter zijn dan 10 kilometer ongeveer 28% is. Naarmate de ritafstand groter wordt neemt dit aandeel nog toe, maar bij ritten boven de 75 kilometer neemt het weer af. Kortom: de kleine vrachtauto's worden voornamelijk op de kortere afstanden ingezet.

Naarmate de vrachtauto groter is neemt het aandeel in de gereden kilometers toe met de ritafstand. Een uitzondering vormen de grootste ongelede



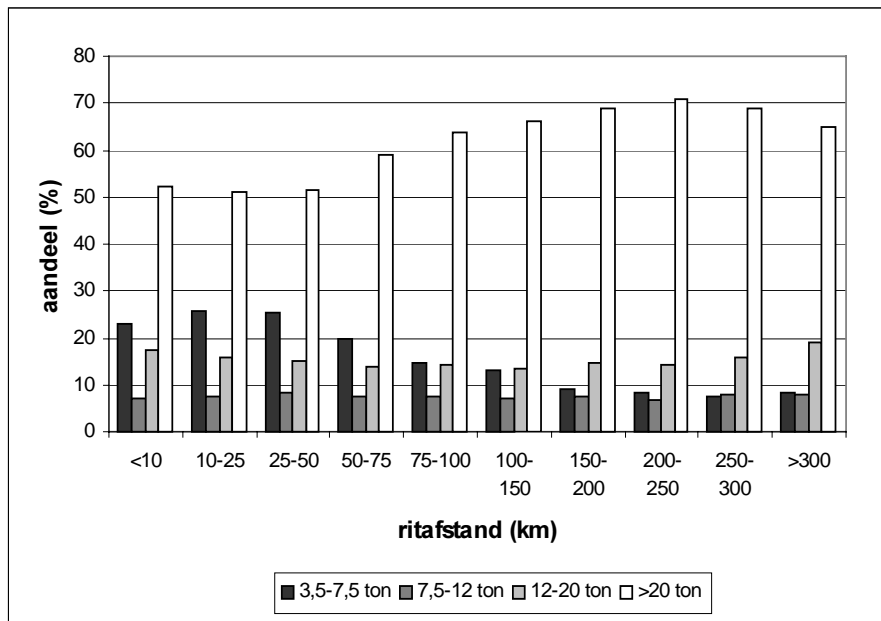
vrachtauto's. Bij dit type vrachtauto is het aandeel op de korte ritafstanden groot en neemt snel af met het toenemen van de ritafstand. In het algemeen zal namelijk voor vervoer van grote ladingen over grotere afstanden worden gekozen voor een vrachtauto-aanhanger combinatie of een combinatie van trekker-oplegger. Bij deze twee laatste voertuigtypen worden de voertuigkilometers bijna uitsluitend gereden door combinaties in de zwaarste gewichtscategorie (hier niet getoond).

Figuur 2 Het aandeel in de gereden voertuigkilometers van ongelede vrachtauto's per klasse van ritafstand



Bovenstaande verdelingen leiden uiteindelijk tot een inzicht in het aandeel van de vier gewichtscategorieën in het totaal aantal gereden kilometers van alle drie voertuigtypen tezamen, en daarmee tot inzicht in het belang van de kennis van de verdeling van de gereden kilometers over snelweg, stads- en overige wegen voor elk van de voertuiggewichtscategorieën (zie Figuur 3).

Figuur 3 Het aandeel in de gereden voertuigkilometers van alle typen vrachtauto's tezamen per klasse van ritafstand



Het blijkt dat de zwaarste gewichtscategorie verreweg het grootste aandeel heeft in de kilometers die worden gereden binnen elke ritafstandsklasse. Bij de korte ritafstanden is het aandeel van de lichte trucks met ca. 25% relatief hoog, maar nog altijd slechts de helft van het aandeel van de zwaarste trucks. Het aandeel van de overige twee gewichtscategorieën is regelmatig verdeeld over de ritafstandsklassen.

Uit deze gegevens kan geconcludeerd worden dat voor het milieu-effect van het gebruik van vrachtauto's met name het gebruik en ritpatroon van de zware vrachtauto's het meest bepalend is. Ten aanzien van het milieu-effect van LPG-aandrijving wordt opgemerkt dat dit effect in het zware segment weliswaar beperkt zal zijn vanwege de beperkte toepassingsmogelijkheden, maar dat op voertuigniveau het milieu-effect bij de zware trucks het grootst is, zoals zal blijken in de volgende paragrafen.

2.3.2 Koppeling van kilometers per wegtype aan klasse van ritafstand

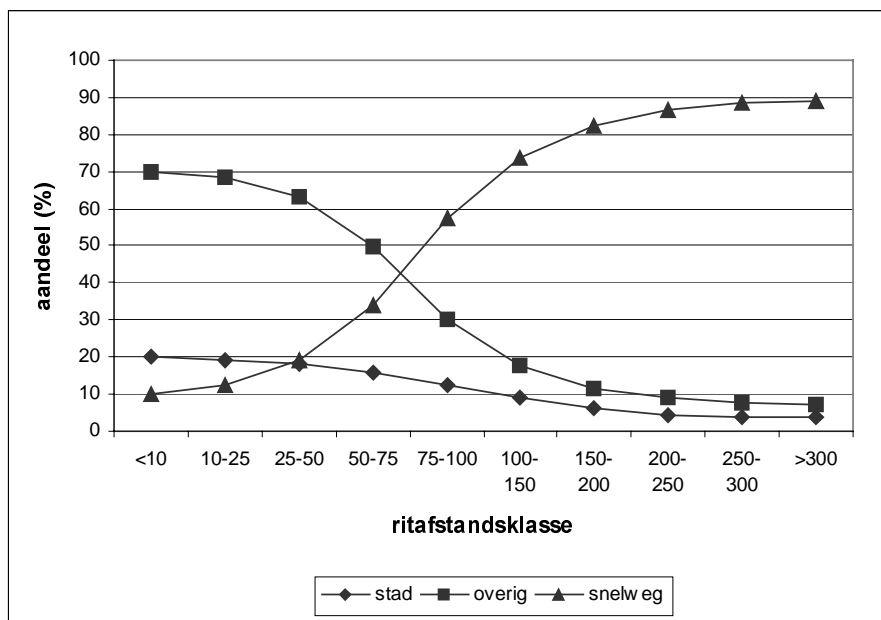
Om te komen tot een ritpatroon van elk van de vier gewichtscategorieën is per klasse van ritafstand een verdeling over snelweg, stads- en overige wegen aangenomen.

Het eerste ritpatroon (variant 1) is verkregen op grond van de verdeling snelweg/stad/overig die is weergegeven in Figuur 4. Deze verdeling is afgestemd op de verdeling snelweg/stad/overig die wordt vermeld in de verkeersprestatie op verharde wegen in de CBS "statistiek van de wegen" [CBS, 1999b] voor het totale vrachtverkeer. Deze laatste verdeling is door het CBS samengesteld op basis van verkeerstellingen en opgave van het gebruik van bedrijfsvoertuigen in de "bedrijfsvoertuigenenquête" [CBS, 1994]. Hierbij dient te worden aangetekend dat de voertuigkilometers binnen de bebouwde kom worden afgeleid uit het verschil tussen de verkeerstellingen en de bedrijfsvoertuigenenquête en als zodanig niet erg nauwkeurig zijn. Daarom is besloten nog een ander ritpatroon toe te passen, zodat tevens een beeld ontstaat van de gevoeligheid van de milieu-effecten voor het ritpatroon.



Het tweede ritpatroon (variant 2) is gebaseerd op de verdeling die is toegepast in een onderzoek naar de toekomstige verkeersprestaties en emissies van het Nederlandse vrachtautopark [BGC/CE, 1997] en geeft met name voor de kleine vrachtauto's een groter aandeel in de stadskilometers (zie Tabel 7).

Figuur 4 Koppeling aandeel wegtype aan ritafstand in variant 1



Tabel 7 Verdeling van voertuigkilometers over snelwegen, stadswegen en overige wegen per voertuiggewichtscategorie

Gewichtscategorie	Variant 1			Variant 2		
	Snelweg	Stad	Overig	Snelweg	Stad	Overig
3,5-7,5 ton	48 %	13 %	39 %	40 %	30 %	30 %
7,5-12 ton	59 %	11 %	30 %	50 %	25 %	25 %
12-20 ton	60 %	11 %	29 %	60 %	20 %	20 %
>20 ton	63 %	10 %	27 %	80 %	10 %	10 %

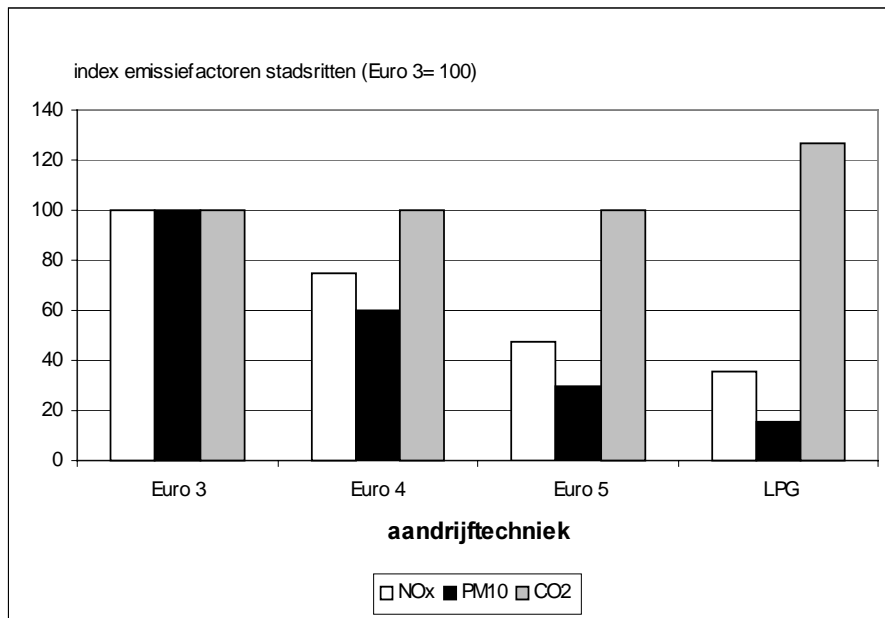
2.4 Emissiefactoren van LPG- en dieselaandrijving

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de emissiefactoren die ten grondslag liggen aan de berekening van de milieu-effecten (emissies) van de in dit rapport beschouwde diesel- en LPG-technieken. Deze emissiefactoren geven de uitstoot weer van NO_x, PM₁₀ en CO₂ in gram per afgelegde voertuigkilometer. In Figuur 5 wordt een voorbeeld gegeven van de emissiefactoren voor de toekomstige Euro 4- en Euro 5-techniek, samen met de emissiefactoren voor LPG, in vergelijking met de emissiefactoren voor de huidige Euro 3-dieseltechniek voor stadsritten.

Voor de emissie van geluid zijn als zodanig geen emissiefactoren bekend. In de praktijk wordt gewerkt met een verschil in de waardering van het geluid tussen diesel en LPG per afgelegde voertuigkilometer, waarbij geen onderscheid wordt gemaakt tussen de verschillende dieseltechnieken. Wel wordt onderscheid gemaakt in de waardering van geluidsemissies binnen de bebouwde kom en daarbuiten (snelweg en overige wegen). De waardering van de geluidsemissies wordt meegenomen in de berekening van de geldelijke

waarde (de milieukosten) van de emissies die in de volgende paragraaf zal plaatsvinden. De waardering van emissies vindt plaats met behulp van zogenoemde schaduwrijzen. Een overzicht van deze prijzen wordt gegeven in bijlage A.6.

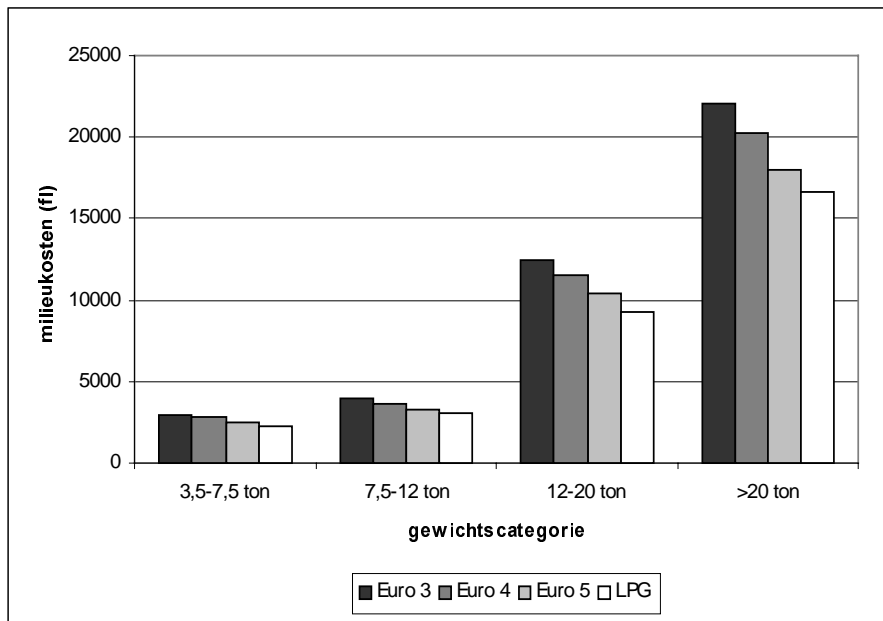
Figuur 5 Vergelijking van emissiefactoren van diesel- en LPG-vrachtauto's



2.5 Milieu-effecten van LPG- en dieselaandrijving

De in geld gewaardeerde milieu-effecten van NO_x, deeltjes, CO₂ en geluid (de milieukosten) van LPG- en dieselaandrijving zijn voor de verschillende gewichtscategorieën berekend door de emissiefactoren toe te passen op het ritpatroon en de gehanteerde jaarkilometrage. Voor het ritpatroon van variant 1 staan de milieukosten grafisch uitgezet in Figuur 6.

Figuur 6 Milieukosten van Euro 3-, Euro 4- en Euro 5-dieselvrachtauto's en LPG-vrachtauto's per gewichtscategorie bij variant 1 van het ritpatroon (in f)



Uit deze figuur blijkt dat, zoals verwacht, de grootste milieukosten worden veroorzaakt door de zwaarste vrachtauto's. Dit wordt verklaard door enerzijds de grotere emissies die zij veroorzaken per voertuigkilometer en anderzijds door de grotere jaarkilometrage. De effecten van de verlaging van de emissies per voertuigkilometer door de schonere toekomstige Euro 4- en Euro 5-dieseltechniek uiten zich door een trapsgewijze verlaging van de milieukosten. De milieukosten die de huidige LPG-techniek veroorzaakt zijn nog lager dan die van de toekomstige Euro 5-dieseltechniek.

Tabel 8 Milieukosten van twee varianten in ritpatroon per vrachtauto per jaar (in f x 1000)

		3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	>20 ton
Variant 1	Euro 3	3,0	3,9	12,4	22,1
	Euro 4	2,8	3,6	11,5	20,2
	Euro 5	2,5	3,3	10,4	18,0
	LPG	2,3	3,0	9,3	16,7
		3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	>20 ton
Variant 2	Euro 3	3,5	4,4	14,0	21,9
	Euro 4	3,2	4,0	12,9	20,1
	Euro 5	2,9	3,7	11,7	17,9
	LPG	2,6	3,3	10,3	16,4

De milieukosten van die gepaard gaan met het ritpatroon van variant 2 zijn nagenoeg gelijk aan die van variant 1 (zie Tabel 8). Hoewel in variant 2 het aantal kilometers dat in de stad wordt afgelegd door de kleine vrachtauto's meer dan twee maal zo hoog is als in variant 1 (30%, respectievelijk 13% van de jaarkilometrage), zijn de totale milieukosten slechts ongeveer 16% hoger. Hieruit blijkt dat de totale milieukosten binnen een gewichtscategorie niet erg gevoelig zijn voor het ritpatroon. Veel meer bepalend voor de totale

milieukosten is de jaarkilometrage, zoals blijkt uit de verschillen in de milieukosten tussen de voertuiggewichtscategorieën. In de berekening van de kosteneffectiviteit die in het volgende hoofdstuk zal plaatsvinden lijkt het daarom verantwoord uit te gaan van een vast ritpatroon. Hiervoor wordt het ritpatroon in variant 1 gekozen omdat dit patroon op dit moment het beste door cijfermateriaal onderbouwd kan worden.



3 Macro-economische kosten van LPG- en dieselaandrijving

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de kosten van aandrijving op LPG en diesel met elkaar vergeleken. Het gaat hierbij om een vergelijking van de macro-economische kosten. Dit zijn de kosten exclusief belastingen, heffingen en subsidies. Deze laatste kostenposten zijn uiteindelijk wel van belang voor het bepalen van de (meer)kosten voor een vervoersondernemer en zullen in het volgende hoofdstuk worden behandeld. Aan het eind van dit hoofdstuk zullen de macro-economische kosten worden afgezet tegen de in geld uitgedrukte milieu-effecten uit het vorige hoofdstuk zodat de kosteneffectiviteit van een overstap van dieselaandrijving op LPG-aandrijving kan worden bepaald. Deze kosteneffectiviteit geeft een indruk van het rendement van een milieumaatregel en kan worden vergeleken met die van alternatieve maatregelen.

3.2 Kosten van het voertuig

In dit onderzoek wordt in de vergelijking uitgegaan van nieuwe dieselveertuigen en nieuwe vrachtauto's met LPG-motor. Op dit moment is fabrikant DAF de enige producent die een heavy-duty LPG-motor productieklaar heeft. Veel nieuw aan te schaffen LPG-vrachtauto's zullen dus in eerste instantie met een DAF-motor zijn uitgerust. Het is niet ondenkbaar dat, indien LPG-aandrijving aan marktaandeel wint, andere producenten LPG-vrachtauto's zullen gaan aanbieden.

Naast levering af fabriek worden op dit moment ook bestaande dieselmotoren omgebouwd naar LPG. Dit is een relatief kostbare praktijk gezien het vele handwerk dat erbij te pas komt. Indien de vraag naar LPG-vrachtauto's in de toekomst zal toenemen is niet uitgesloten dat ook de kosten van ombouw zullen afnemen doordat dit proces verder geautomatiseerd kan worden. Naar verwachting zal echter de meerprijs van een af fabriek ingebouwde LPG-motor bepalend zijn voor de meerprijs in de markt. Om deze reden zal in dit onderzoek worden uitgegaan van de te verwachten ontwikkeling van deze meerprijs af fabriek.

Voor het lichtste segment (3,5-7,5 ton GVW) bestaat op dit moment al de mogelijkheid om, net als bij personenauto's, een bestaande ottomotor om te bouwen naar LPG. Een voorbeeld hiervan is de motor in het nieuw ontworpen stadsdistributievoertuig de Urbania [Daris]. Vanwege de relatief lage kosten die gemoeid met de aanpassing van een ottomotor naar LPG zal in deze studie voor de kleinste vrachtauto's van deze mogelijkheid worden uitgegaan.

3.2.1 Aanschafkosten

De aanschafkosten van een truck vormen via de afschrijving een belangrijke post in de totale jaarlijkse exploitatiekosten. Over de aanschafprijs kan een klant in het algemeen onderhandelen met de leverancier van de truck. Afhankelijk van het aantal en soort voertuigen dat de klant wil afnemen kan korting worden verkregen. Deze korting kan oplopen tot 25% van de catalogus

gusprijs [van Nierop]. Omdat de daadwerkelijke aanschafprijs sterk afhankelijk zal zijn van allerlei factoren wordt in dit onderzoek uitgegaan van een typische aanschafprijs voor elk van de vier gewichtscategorieën. Deze aanschafprijzen staan vermeld in Tabel 9.

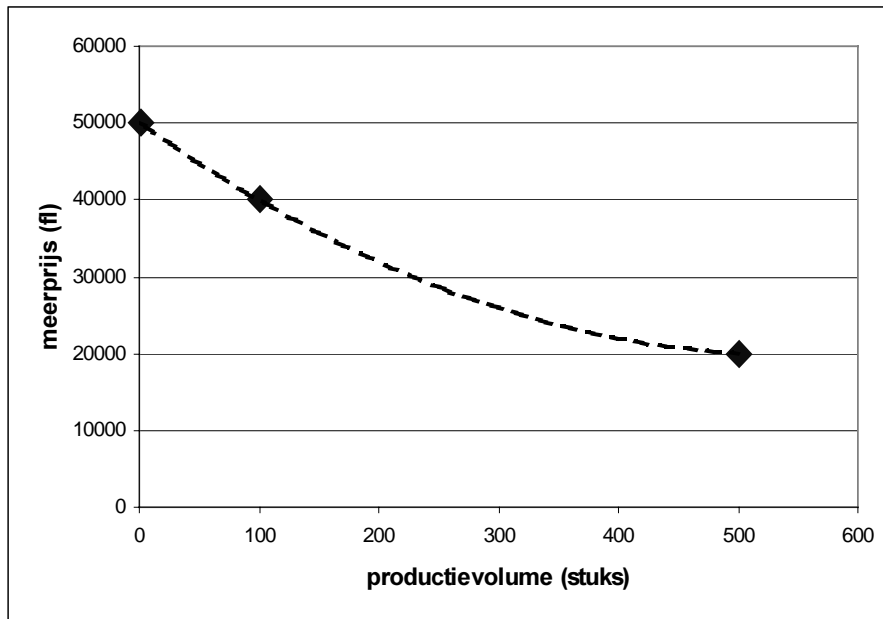
Tabel 9 Gehanteerde aanschafkosten van diesel- en LPG-voertuigen (in *f* x 1000)

	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	>20 ton
Diesel Euro 3	80,0	100,0	130,0	170,0
Diesel Euro 4	85,0	105,0	135,0	175,0
Diesel Euro 5	90,0	110,0	140,0	180,0
LPG handmatig	87,5	150,0	180,0	220,0
LPG in serie	n.v.t.	120,0	150,0	190,0

Op basis van een gesprek met DAF is een indruk gekregen van de relatie tussen het aantal te bouwen zware, af fabriek (“dedicated”) LPG-motoren en de aanschafkosten. Op dit moment bedragen de meerkosten van de LPG-vrachtauto ten opzichte van een vergelijkbare vrachtauto met een dieselmotor ongeveer *f* 50.000,-. Een belangrijk deel van deze meerkosten wordt bepaald door het systeem van brandstoftanks en -pompen, het uitlaatsysteem, motormanagement en katalysator. Voor het overige worden de meerkosten bepaald door het lage productievolume van zo'n 10 tot 20 stuks per jaar, waardoor er in de bouw veel handwerk en arbeidsuren (o.a. in de aanvoer van onderdelen) gaat zitten.

Op grond van de informatie van DAF [van den Heuvel e.a.] wordt ingeschat dat, bij een afnameprognose van zo'n 100 stuks per jaar gedurende een periode van 5 tot 10 jaar, de LPG-motoren in de lijn gebouwd kunnen gaan worden. Hierdoor zullen de meerkosten reduceren tot zo'n *f* 40.000,- vooral door het wegvallen van arbeidsuren in de productie. Bij een jaarlijks volume van zo'n 500 stuks zal naar verwachting de meerprijs kunnen dalen tot ca. *f* 20.000,- doordat dan ook bovengenoemde onderdelen op grotere schaal (en dus voordeliger) kunnen worden gemaakt of aangeleverd. De relatie tussen aanschafkosten en productievolume wordt geschetst in Figuur 7.

Figuur 7 Gehanteerde relatie tussen productievolume en meerprijs (in f) van een vrachtauto met een zware “dedicated” LPG-motor ten opzichte van een dieselvechtauto, op basis van informatie van de industrie



Gezien het uiteindelijke doel van deze studie, namelijk het ontwerpen van een aanvullende stimuleringsprogramma voor LPG in het binnenlands distributievervoer, wordt bij het berekenen van de jaarlijkse afschrijving uitgegaan van de meerkosten van in serie gebouwde voertuigen, te weten f 20.000,-. De extra kosten die gemoeid zijn met de ombouw van ottomotoren naar LPG ten behoeve van de vrachtauto's in het lichtste segment (3,5-7,5 ton GVW) worden, op grond van informatie van B-style [Daris], geschat op f 7.500,-. Het is te verwachten dat in de toekomst de aanschafkosten van dieselvoertuigen zullen stijgen doordat met het verplicht worden van de Euro 4 (in 2005) en Euro 5 (in 2008) emissienormen het toepassen van nabehandelingstechnieken van de uitlaatgassen noodzakelijk zal worden. Bij Euro 4 gaat het hierbij naar alle waarschijnlijkheid om roet- of oxidatiefilters. Voor Euro 5 wordt wellicht ook het toepassen van een SCR-systeem⁸ noodzakelijk. Op basis van wat truckfabrikanten hebben aangegeven acceptabel te vinden zal naar verwachting een Euro 4-motor ongeveer f 5.000,- duurder zijn dan een Euro 3-motor en een Euro 5-motor ongeveer f 10.000,- dan een Euro 3-motor [Havenith]. Deze bedragen geven slechts een ruwe inschatting, over de exacte bedragen bestaat op dit moment voornamelijk geen duidelijkheid zolang nog niet duidelijk is welke technieken zullen worden toegepast. Het zal mede van de toekomstige brandstofsamenstellingen afhangen hoeveel er van de motor- en nabehandelingstechniek vereist zal worden om aan de normen te kunnen voldoen.

3.2.2 Afschrijftermijn

De afschrijving van een voertuig vindt plaats op basis van de economische levensduur van het voertuig. Deze economische levensduur is in de meeste gevallen korter dan de technische levensduur. Echter omwille van stijgende

⁸ SCR: selectieve katalytische reductie: een nabehandelingstechniek om stikstofoxiden uit de uitlaatgassen te verwijderen.

(onderhouds)kosten en het voorhanden zijn van een rendabeler alternatief in de vorm van een nieuw(er) voertuig wordt besloten het voertuig van de hand te doen.

In het algemeen geldt dat de afschrijftermijn korter is naarmate het voertuig zwaarder is. Dit heeft te maken met het feit dat de zwaardere voertuigen voornamelijk gebruikt worden voor de langere ritten en dus meer kilometers afleggen. Hierdoor is het voertuig eerder versleten. In dit geval liggen de economische levensduur en de technische levensduur van het voertuig dichter bij elkaar. De in dit onderzoek gehanteerde afschrijftermijnen voor dieselvoertuigen staan vermeld in Tabel 10 en geven een gebruikelijke gemiddelde afschrijftermijn weer [Kisters; Badon-Ghijben].

Tabel 10 Gehanteerde afschrijftermijn van diesel- en LPG-voertuigen (in jaren)

	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	>20 ton
Diesel	8	7,5	7	6
LPG x 1,00	8	7,5	7	6
LPG x 1,25	10	9,38	8,75	7,5
LPG x 1,50	12	11,25	10,5	9

De afschrijftermijn voor LPG-voertuigen wordt in eerste instantie gelijk verondersteld aan die van dieselvoertuigen. Het is echter aannemelijk dat in de praktijk deze termijn langer is dan die van een vergelijkbaar dieselvoertuig. Dit komt doordat de verwachte restwaarde van een LPG-voertuig lager is dan die van een dieselvoertuig waardoor een langere afschrijftermijn de hogere jaarlijkse afschrijving drukt. Bij een restwaarde die gelijk is aan nul zal immers een vervoersondernemer geneigd zijn het voertuig helemaal "op" te rijden. In dit rapport zal dan ook de gevoeligheid van het kostenverschil tussen diesel- en LPG-aandrijving voor het verschil in afschrijftermijn onderzocht worden middels varianten met een afschrijftermijn voor LPG-voertuigen die 1, 1,25 en 1,5 maal zo lang is als die voor gelijksoortige dieselvoertuigen (zie Tabel 10). Hierbij wordt er van uitgegaan dat de technische levensduur van een LPG-voertuig niet onder doet voor die van een dieselvoertuig. Deze veronderstelling lijkt vooralsnog te worden ondersteund door praktijkervaringen [NOVEM 1999a,b].

3.2.3 Restwaarde

In het algemeen is de restwaarde van een truck van vele factoren afhankelijk. De belangrijkste zijn de staat van het voertuig en de vraag in de tweedehands markt naar het voertuig. Er van uitgaande dat het voertuig in fatsoenlijke staat verkeert (genoeg profiel op de banden, onbeschadigd is etc.) kan na een periode van 3 jaar ongeveer 45% van de nieuwwaarde worden ontvangen bij inruil van een zware truck [Kisters]. Na 6 jaar is dit zo'n 19% en na 9 jaar ongeveer 8%. De gehanteerde restwaarden van de dieseltrucks in de andere segmenten zijn gebaseerd op een gelijksoortig afschrijftraject en zijn vermeld in Tabel 11.

Tabel 11 Gehanteerde restwaarde van diesel- en LPG-voertuigen (in $f \times 1000$), geldend bij de afschrijftermijnen die vermeld zijn in tabel 10

	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	>20 ton
Diesel Euro 3	8,8	12,0	18,2	32,3
Diesel Euro 4	9,4	12,6	18,9	33,3
Diesel Euro 5	9,9	13,2	19,6	34,2
LPG x 1,00	4,4	6,0	9,1	16,2
LPG x 1,25	2,4	3,0	5,2	10,2
LPG x 1,50	1,6	2,0	3,3	6,8

Op dit moment is de restwaarde van een LPG-truck praktisch nihil. De verwachting is dat dit de eerste jaren nog zo zal blijven, maar dat op den duur de afzetmogelijkheden van tweedehands LPG-vrachtauto's zullen kunnen groeien. Deze mogelijkheden zullen mede afhangen van de aanwezige brandstofinfrastructuur en -kwaliteit alsmede de technische kennis en beschikbaarheid van onderdelen in het afzetgebied. Voor de berekening van de jaarlijkse afschrijving van LPG-voertuigen wordt in dit rapport uitgegaan van een restwaarde die de helft is van die van vergelijkbare dieselveertuigen van dezelfde leeftijd. In bijlage C worden de kosteneffecten berekend van alternatieve scenario's, waarin bij een aantal van deze scenario's een verwaarloosbare restwaarde van een LPG-vrachtauto is gehanteerd.

3.2.4 Jaarlijkse afschrijving

Op basis van de gegevens over aanschafkosten, afschrijftermijn en restwaarde kan de jaarlijkse afschrijving van het voertuig in beeld gebracht worden. Dit is gedaan in Tabel 12. In de jaarlijkse afschrijfkosten is voor alle voertuigen een rente van 8% gehanteerd.

Het blijkt dat de hogere afschrijfkosten van een LPG-vrachtauto kunnen worden gedrukt tot hetzelfde niveau als die van een dieselvrachtauto door een anderhalf maal zo lange afschrijftermijn te hanteren. Voor een lichte vrachtauto met een naar LPG omgebouwde ottomotor wordt dit bereikt na een afschrijftermijn die een kwart langer is dan die van een vergelijkbaar dieselveertuig.

In de praktijk zullen waarschijnlijk deze afschrijftermijnen voor LPG-vrachtauto's niet gehaald worden vanwege beperkingen ten aanzien van de technische levensduur en de beschikbaarheid van nieuwere, meer rendabele voertuigen. Het lijkt daarom realistisch te veronderstellen dat de gemiddelde afschrijftermijn van een LPG-vrachtauto 1,25 maal zo lang zal zijn als die van een vrachtauto op diesel. In bijlage C worden de kosteneffecten berekend van alternatieve scenario's, waarin bij een aantal van deze scenario's een afschrijftermijn voor een LPG-vrachtauto is gehanteerd die even lang is als die van een dieselvrachtauto.

Tabel 12 Jaarlijkse afschrijfkosten van diesel- en LPG-vrachtauto's (in $f \times 1000$)

	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	>20 ton
Diesel Euro 3, -4, -5	11,5	14,9	19,9	27,6
LPG x 1,00	13,4	19,3	25,1	34,8
LPG x 1,25	11,7	16,9	21,9	30,4
LPG x 1,50	10,6	15,1	19,6	27,2

3.3 Kale brandstofkosten

De kale brandstofkosten vormen een belangrijke kostenpost in de totale macro-economische kosten. De kale brandstofkosten worden bepaald door:

- het brandstofverbruik;
- de kale brandstofprijs;
- eventueel: de kosten voor een tankinstallatie.

In de volgende paragrafen zullen deze factoren worden besproken.

3.3.1 Brandstofverbruik

Uit verschillende praktijkproeven [NOVEM, 1999a,b; DAF, 1999] blijkt dat het brandstofverbruik (in liters per km) van een heavy-duty LPG-motor zo'n 70 tot 100 procent hoger ligt dan die van een vergelijkbare dieselluitvoering. Met name bij veelvuldig rijden in de stad, zoals het geval is bij bussen, moet rekening worden gehouden met een bijna een verdubbeling van het brandstofverbruik wanneer op LPG wordt overgestapt. Dit wordt veroorzaakt doordat vooral het deellastrendement van een LPG-motor aanmerkelijk lager is dan dat van een dieselmotor. Verder is de energie-inhoud van een liter LPG een stuk lager (30%) dan dat van een liter diesel.

In dit onderzoek wordt uitgegaan van een verbruik van een LPG-vrachtauto (in liters per km) dat in de stad 95% hoger, op de snelweg 75 % hoger, en op de overige wegen 85% hoger is dan dat van een dieselvrachtauto. Overigens meldt DAF dat het brandstofverbruik van haar meest recente (MkII) LPG-motor in potentie 5% gunstiger is dan dat van haar eerste generatie LPG-motoren [van den Heuvel e.a.].

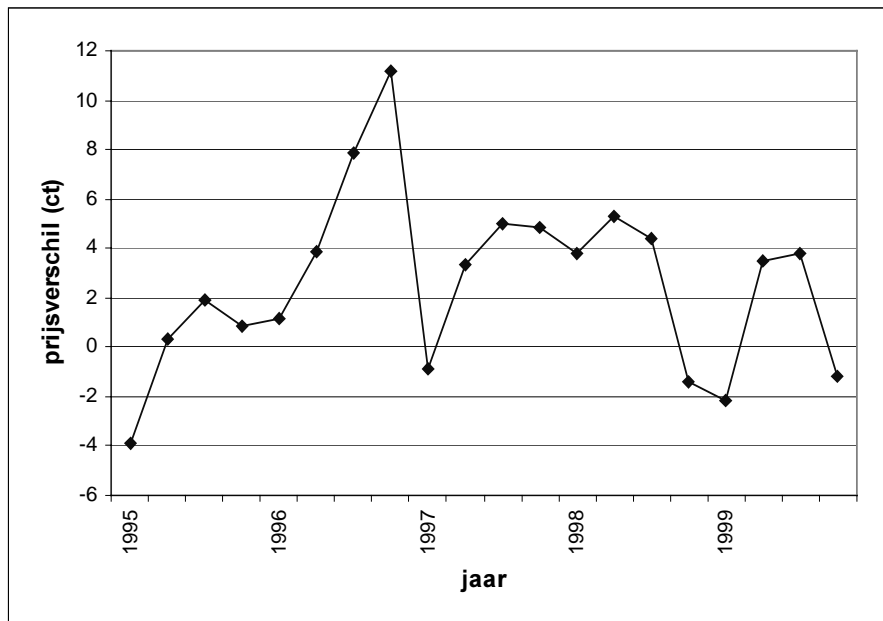
3.3.2 Kale brandstofprijs

Naast het verbruik is de kale prijs van diesel en LPG een belangrijke factor in de kale brandstofkosten. Deze kale prijs vormt tezamen met de brandstofaccijns, brandstofheffing en BTW de adviesprijs aan de pomp. De kale brandstofprijs is op zijn beurt opgebouwd uit de wereldmarktprijs en de distributiemarge. Op de adviesprijs aan de pomp worden door de brandstofleveranciers in het algemeen kortingen gegeven aan grootverbruikers.

Over de jaren 1995 t/m 1999 bleek de kale prijs van een liter diesel gemiddeld ongeveer 2,6 ct hoger te zijn dan die van een liter LPG. Dit prijsverschil fluctueerde echter aanzienlijk en liep uiteen van -4 tot +11 ct per liter (zie Figuur 8). Voor de bepaling van de jaarlijkse kale brandstofkosten van een vrachtauto zal daarom ook gekeken worden naar de gevoeligheid van het totale kostenplaatje voor dit prijsverschil (zie paragraaf 3.3.4).



Figuur 8 Verschil in de kale literprijs (in ct) van diesel en LPG. Een positief verschil betekent dat de kale prijs van een liter diesel hoger is dan die van LPG



De grootverbruikerkorting die een afnemer kan krijgen op de literprijs van LPG bij een regulier tankstation bedraagt, bij een gering jaarlijks afnamevolume (indicatie: 50.000 liter per jaar), ongeveer 15 ct. Een afnemer die een groot volume LPG betreft (ca. 800.000 liter per jaar) kan een korting krijgen van ongeveer 22 ct per liter bij aanwezigheid van een tankinstallatie op het eigen terrein dat door de LPG-leverancier wordt betaald, en 25 ct indien de installatie door de afnemer zelf wordt betaald [Brouwer].

De kortingen die grootverbruikers kunnen krijgen op de distributiemarge van de dieselprijs bedraagt zo'n 10 ct (bij geringe volumes, getankt bij een regulier tankstation) tot 18 ct per liter bij een tankinstallatie op het eigen terrein [NOVEM, 1999b; CE, 1997]. In dit onderzoek wordt uitgegaan van een korting op een liter LPG (inclusief accijns, heffingen en BTW) van 15 ct en een korting van 10 ct op een liter diesel. In bijlage C worden de kosteneffecten berekend van alternatieve scenario's, waarin bij een aantal van deze scenario's hogere grootverbruikerkortingen worden gehanteerd.

3.3.3 Kosten van een tankinstallatie

Bij de grotere vervoersondernemingen zal vaak een tankinstallatie voor diesel op het eigen terrein aanwezig zijn. Indien wordt overgestapt naar het gebruik van LPG zal deze installatie moeten worden vervangen door een installatie voor het tanken van LPG. Ook is het mogelijk dat beide systemen naast elkaar blijven bestaan. De kosten van een diesel-snelvulinstallatie bedragen ongeveer f 100.000,- en die voor een LPG-tankinstallatie zo'n f 250.000,-. De kosten van controle en keuring bedragen op jaarbasis respectievelijk zo'n f 1.500,- en f 5.000,-.

Zoals ook al in de vorige paragraaf is aangegeven kunnen de kosten van een tankinstallatie worden gedragen door de vervoersondernemer of door de brandstofleverancier. Zij zullen daarover over onderhandelen, waarbij de grootverbruikerkorting op de literprijs van de brandstof wordt meegenomen in de afspraken omtrent de financiering van de tankinstallatie. In de grootverbruikerkortingen die in deze studie worden gehanteerd is uitgegaan van

een situatie waarbij wordt getankt bij een regulier tankstation. Om deze reden zullen de kosten van een tankinstallatie op het eigen terrein dus niet worden meegenomen in de kostenberekening.

3.3.4 Jaarlijkse kale brandstofkosten

Op grond van de gegevens uit de voorgaande paragrafen kunnen de jaarlijkse kale brandstofkosten worden berekend. Dit betreft dus de kosten van brandstof exclusief accijns, brandstofheffingen en BTW. In Tabel 13 staan de jaarlijkse kale brandstofkosten vermeld voor een drietal situaties met betrekking tot het verschil tussen de kale literprijs van diesel en LPG. In de berekening van deze situaties is rekening gehouden met een grootverbruikercorting van 10 ct op de (pomp)prijs van een liter diesel en 15 ct op de literprijs aan de pomp van LPG.

Tabel 13 Jaarlijkse kale brandstofkosten van diesel- en LPG-vrachtauto's (in f x 1000)

Situatie	Aandrijving	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	>20 ton
Diesel - LPG = 2,6 ct	Diesel Euro 3, -4, -5	2,7	3,8	10,8	20,7
	LPG	4,4	6,0	17,3	33,3
Diesel - LPG = 11 ct	Diesel Euro 3, -4, -5	3,1	4,3	12,3	23,6
	LPG	4,4	6,0	17,3	33,3
Diesel - LPG = -4 ct	Diesel Euro 3, -4, -5	2,7	3,8	10,8	20,7
	LPG	4,9	6,8	19,4	37,3

De kale brandstofkosten voor een vrachtauto op LPG blijken dus aanzienlijk hoger te zijn dan voor een vrachtauto op diesel. Dit wordt veroorzaakt door het hogere brandstofverbruik van een LPG-motor.

Bij een kale dieselprijs die per liter 2,6 ct hoger is dan die van LPG, zoals de afgelopen 5 jaar gemiddeld het geval was, zijn de jaarlijkse kale brandstofkosten voor een kleine vrachtauto ruim f 1.600,- hoger dan die van een vergelijkbare dieserversie. Voor een grote vrachtauto loopt dit verschil op tot zo'n f 12.500,-. Zoals eerder al werd vermeld, is het verschil in de kale literprijs tussen diesel en LPG onderhevig aan fluctuaties. Voor de meest extreme situaties die zich de afgelopen 5 jaar hebben voorgedaan, een dieselprijs die 11 ct per liter hoger, danwel 4 ct per liter lager is dan die van een liter LPG, blijken de jaarlijkse kale brandstofkosten (bij de huidige kale prijzen) met -14 tot +12 % te variëren. Het verschil tussen de kale brandstofkosten van diesel- en LPG-aandrijving varieert tussen -23 en + 32%. In het vervolg van dit onderzoek wordt uitgegaan van het gemiddelde prijsverschil van 2,6 ct per liter. In de randvoorwaarden van de te ontwerpen aanvullende stimuleringsregeling wordt aandacht besteed aan de wenselijkheid om dit prijsverschil te stabiliseren.

3.4 Onderhoudskosten

In een aantal praktijktesten van DAF en NOVEM is ervaring opgedaan met de meerkosten die het onderhoud van LPG-vrachtauto's met zich mee brengen ten opzichte van vergelijkbare dieselvrachtauto's [DAF, 1999; NOVEM, 1999a,b]. Echter, een belangrijk deel van de extra onderhoudskosten die in deze testen naar voren zijn gekomen is gerelateerd aan opstartproblemen en het verhelpen van "kinderziektes". Om die reden vormen de uitkomsten van de testen veelal slechts een eerste indicatie van de onderhoudsmeer-



kosten. Om een meer consistent beeld te verkrijgen van o.a. de onderhoudskosten wordt op dit moment een 3 jaar lange duurproef gehouden door NOVEM. Naar verwachting zullen de onderhoudskosten in deze duurproef een gunstiger beeld laten zien dan in de eerste fase.

Fabrikant DAF heeft de ervaringen uit de praktijktesten aangegrepen om een verbeterd motorconcept te ontwikkelen (de MkII) waarbij de bezwaren die aan het eerste concept kleefden zijn ondervangen. De verwachting is dan ook dat de onderhoudskosten en betrouwbaarheid van deze motor gunstiger zullen zijn.

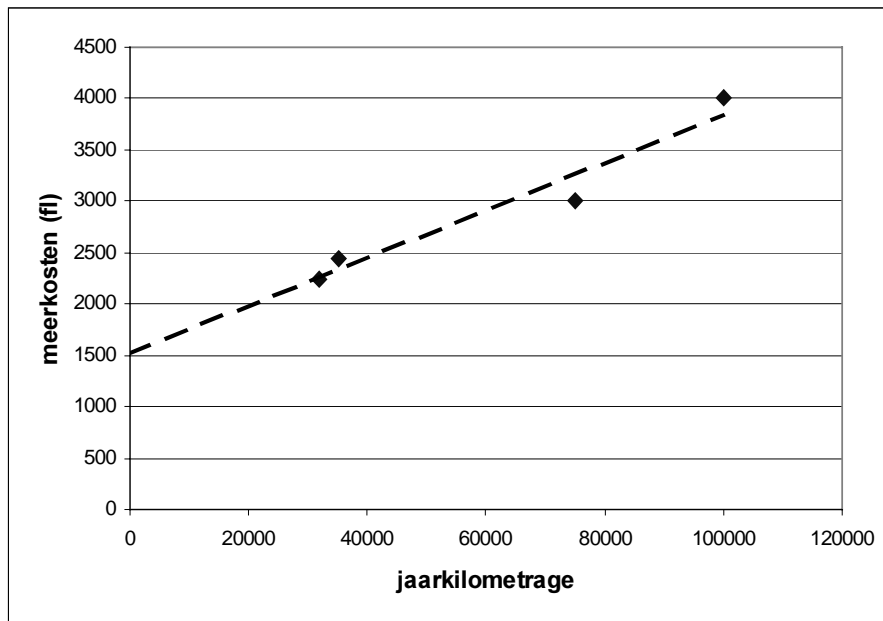
De voornaamste posten in de onderhoudskosten van een LPG-motor beslaan de kosten voor het onderhoud van het LPG-toevoersysteem, de ontstekingsinrichting en de uitlaatgasnabehandeling. Met name het filtersysteem in de LPG-toevoer en de katalysator in het uitlaatsysteem zijn de veroorzakers van meerkosten in het onderhoud ten opzichte van het onderhoud aan een vergelijkbare dieselmotor. Voor de meerkosten van onderhoud aan haar (MkII) LPG-motor hanteert DAF een bedrag van 4 ct per kilometer op basis van een jaarkilometrage van 80.000 km. Dit bedrag komt overeen met de inschatting die is gemaakt voor LPG-vrachtauto's die zo'n 120.000 km per jaar afleggen, op basis van een marktindicatie dat onderhoudscontracten voor dergelijke vrachtauto's gemiddeld 30% duurder zijn dan die voor vergelijkbare dieselveertuigen [NOVEM, 1999b]. Een zelfde bedrag van 4 ct per km wordt ook gehanteerd in de CE-studie naar de optimale brandstofmix voor het wegverkeer [CE, 1997].

Naar verwachting lopen bij lagere jaarkilometrages (30.000 km) de onderhoudskosten op tot zo'n 7 ct per km voor een distributietruck. Dit bedrag werd al eerder gehanteerd door CE [1999b] voor de onderhoudsmeerkosten van stads- en streekbussen op LPG en vormt het gemiddelde van de door CE [1997] gememoreerde 4 ct/km en de door het Ministerie van V&W gesuggereerde 10 ct/km [Min. V&W, 1998]. Voor huisvuilwagens die weinig kilometers rijden, veelvuldig optrekken en afremmen en daarnaast veel PTO-uren draaien is de inschatting (op basis van kosten van onderhoudscontracten) dat de onderhoudsmeerkosten kunnen oplopen tot boven 10 ct per km [NOVEM, 1999a]. Voor de volledigheid wordt hier vermeld dat huisvuilwagens geen deel van het huidige onderzoek uitmaken.

Op basis van de bovenstaande gegevens wordt uitgegaan van een bedrag van 4 ct/km aan onderhoudsmeerkosten bij een jaarkilometrage van 80.000 km en meer, oplopend tot 7 ct/km bij 30.000 km per jaar. Een en ander staat afgebeeld in Figuur 9. Uit deze figuur kan tevens worden afgeleid dat de vaste meerkosten van onderhoud aan LPG-motoren ongeveer f 1.500,- per jaar bedragen en dat het variabele deel steeds belangrijker wordt naarmate er meer wordt gereden.

Ten aanzien van de Euro 4- en Euro 5-dieselvrachtauto's wordt aangenomen dat deze iets hogere onderhoudskosten met zich mee zullen brengen dan de Euro 3-voertuigen, gezien het feit dat naar alle waarschijnlijkheid nabehandelingstechnieken voor de uitlaatgassen noodzakelijk zullen worden. Hoewel de Euro 5-eisen meer zullen vergen van deze uitlaatgasnabehandeling, wordt aangenomen dat door opgedane ervaring in de Euro 4-fase de onderhoudskosten niet zullen stijgen. Voor zowel Euro 4 als Euro 5 worden daarom de onderhoudsmeerkosten ingeschat op 1 ct/km.

Figuur 9 Gehanteerde meerkosten van onderhoud van een LPG-auto ten opzichte van een Euro 3-dieselvrachtauto (in f)



3.5 Kosten van aanpassing van onderhoudswerkplaatsen

Het gebruik van LPG in vrachtauto's brengt een aantal gevolgen met zich mee ten aanzien van de veiligheid van voertuigstalling en onderhoudswerkplaatsen. Zoals in de afbakening al is aangegeven zal overdekte stalling van distributievoertuigen slechts weinig voorkomen. Om deze reden wordt aanpassing van de voertuigstalling in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten. In een aantal grotere bedrijven zal echter wel sprake zijn van de aanwezigheid van een eigen voertuigwerkplaats. De kosten die zijn gemoeid met aanpassing van deze werkplaats bestaan hoofdzakelijk uit de kosten voor het gasdicht maken van de vloer, het aanpassen van de ventilatie, het aanbrengen van een gasdetectiesysteem, het aanpassen van de elektrische installatie en de aanschaf van extra gereedschap. Daarnaast zal ook een aantal organisatorische maatregelen moeten worden genomen waaronder extra instructie en opleiding van het personeel. Al met al zal de omvang van deze kosten sterk afhankelijk zijn van de specifieke bedrijfssituatie.

Een indicatie van de kosten kan worden gegeven op basis van een raming door Connexxion (busvervoer) voor aanpassing van een werkplaats met 2 werkplekken en plaats voor twee voertuigen en komen in totaal uit op ongeveer f 125.000,-. Net als bij de kosten van een eigen tankinstallatie, zijn de kosten van aanpassing van de werkplaats sterk afhankelijk van de specifieke bedrijfssituatie. Om deze reden zullen ook deze kosten niet op voertuigniveau worden behandeld maar aan de orde komen in de beschrijving van de kosten en financiering van een aanvullende LPG-stimuleringsregeling.

3.6 Macro-economische meerkosten van LPG-aandrijving

In de voorgaande paragrafen zijn de kostenposten die van belang zijn voor de bepaling van de macro-economische kosten van diesel- en LPG-aandrijving apart besproken. Op deze plaats wordt een overzicht gegeven van de totale macro-economische kosten. Voor diesel- en LPG-aandrijving staan deze kosten per voertuiggewichtscategorie vermeld in Tabel 3.

Tabel 14 Macro-economische kosten van LPG- en dieselaandrijving per voertuiggewichtscategorie en het kostenverschil (in $f \times 1000$)

	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	>20 ton
Diesel Euro 3	14,2	18,6	30,7	48,3
Diesel Euro 4, -5	14,5	19,0	31,5	49,3
LPG	18,3	25,4	42,2	67,6
Verschil LPG en diesel Euro 3 / Euro 4, -5	4,2 / 3,8	6,7 / 6,4	11,5 / 10,8	19,3 / 18,3

Het blijkt dat voor LPG-aandrijving de macro-economische kosten hoger zijn dan voor dieselaandrijving. Deze meerkosten vinden hun oorzaak in:

- hogere afschrijfkosten;
- hogere onderhoudskosten;
- hogere kale brandstofkosten.

Om toepassing van LPG-aandrijving financieel haalbaar te maken dient het verschil in de macro-economische kosten van diesel- en LPG-vrachtauto's overbrugd te worden. Zoals in het volgende hoofdstuk zal blijken wordt een deel van dit kostenverschil onder het huidige fiscale regime al gecompenseerd door de lagere brandstofaccijns en -heffingen op LPG in vergelijking met diesel. Het overige deel kan met een aanvullende stimuleringsregeling worden overbrugd.

3.7 Maatschappelijke kosteneffectiviteit van LPG-aandrijving

Nu de milieu-effecten en macro-economische kosten van zowel LPG als dieselaandrijving zijn bepaald, is het mogelijk de maatschappelijke kosteneffectiviteit te berekenen van LPG-aandrijving ten opzichte van dieselaandrijving. Deze kosteneffectiviteit geeft de verhouding tussen weer tussen de financieel gewaardeerde milieuwinst en het verschil in de macro-economische kosten van een vrachtauto op LPG ten opzichte van een vrachtauto op diesel.

De kosteneffectiviteit is geen meetlat die aangeeft of een maatregel "rendabel" is voor het milieu. Voor een dergelijke afweging ontbreken de gegevens. De berekening van kosteneffectiviteit gaat uit van de (in geld gewaardeerde) emissievermindering voor de stoffen waarvoor doelstellingen bestaan. Dit betekent dat de vermindering van de uitstoot van NO_x en deeltjes, de vermindering van de geluidhinder en de (lichte) toename in de uitstoot van CO_2 worden gewaardeerd, maar andere emissies en vormen van hinder niet. Zeker voor dit onderwerp waarin de milieu-effecten van dieselvrachtauto's niet alleen in grammen NO_x en deeltjes zijn uit te drukken, maar zich ook uiten in hinder die door bewoners van met name de steden wordt ervaren, kan de berekende kosteneffectiviteit een onderschatting zijn.

De kosteneffectiviteit geeft zoals gezegd een beeld van de verhouding tussen gewaardeerde emissievermindering en de macro-economische meerkosten van LPG ten opzichte van diesel. Verder is met behulp van de kosteneffectiviteit het gebruik van LPG als brandstof in het goederenvervoer te vergelijken met andere maatregelen in het verkeer die een zelfde emissiereductie bewerkstelligen, zoals bijvoorbeeld LPG in personenauto's of elektrische of hybride vrachtauto's.

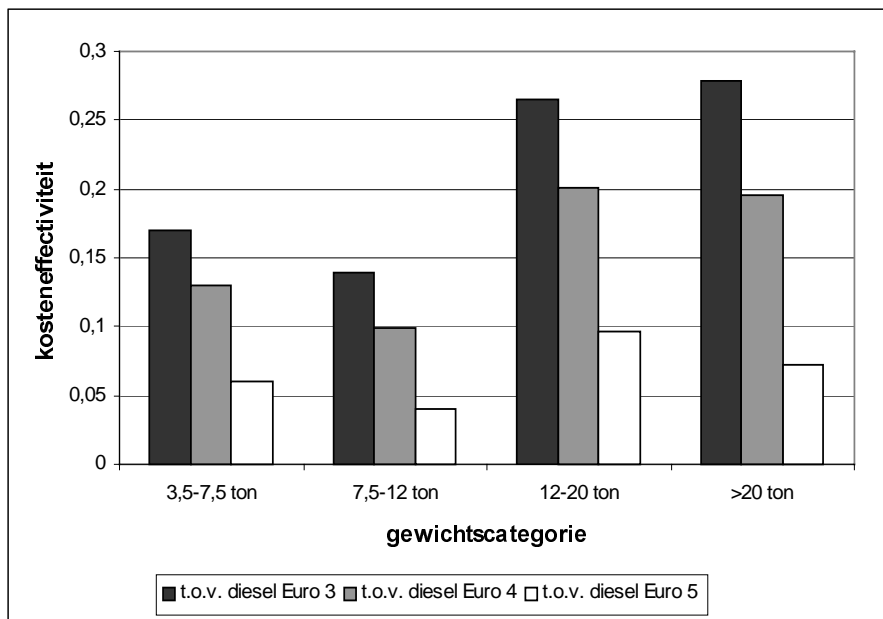
Voor dit onderzoek geeft de berekende kosteneffectiviteit ook inzicht in de verschillen tussen de onderscheiden categorieën vrachtauto's. De kosteneffectiviteit van LPG-aandrijving bij vrachtauto's varieert van f 0,14 voor de middelkleine vrachtauto's tot f 0,28 voor de grotere vrachtauto's, ten opzichte van een Euro 3-dieselvrachtauto (zie Figuur 10). Deze kosteneffecti-

viteit is relatief gering ten opzichte van andere maatregelen om de emissie van NO_x en deeltjes te verminderen, maar is naar verwachting hoger dan de kosteneffectiviteit van de hierboven genoemde maatregelen die de milieuhinder van het goederenvervoer in met name de (binnen)steden verminderen. Naarmate de dieselmotor schoner wordt (Euro 4 en Euro 5), neemt de kosteneffectiviteit van een vrachtauto op LPG af tot ca. 0,04-0,09.

Opvallend is dat de kosteneffectiviteit van de middelgrote en grote vrachtauto's in de goederendistributie hoger is dan die van de kleinere vrachtauto's (3,5-12 ton GVW). Dit komt door het hogere brandstofverbruik en hogere emissies per kilometer van het zwaardere segment. Als gevolg hiervan kan per jaar meer bespaard worden op de emissies als op LPG wordt overgestapt. Hoewel de kleinere vrachtauto's relatief meer binnen de bebouwde kom rijden en daardoor een hogere waardering van de vermeden emissies krijgen, weegt dit effect niet op tegen de grotere uitstoot die vermeden kan worden bij de grote vrachtauto's. Vanuit het oogpunt van kosteneffectiviteit is het dus niet verstandig om het gebruik van LPG in het binnenlands distributievervoer uitsluitend te richten op de kleine distributietrucks (3,5 tot 12 ton GVW). Daarmee is tevens de moeizame discussie over de definitie en afbakening van "de (stedelijke) distributietruck" overbodig.

Uit Figuur 10 blijkt verder, dat de kosteneffectiviteit van een kleine vrachtauto met een voor LPG geschikte ottomotor groter is dan die van de middelkleine vrachtauto's (7,5-12 ton GVW). Dit wordt verklaard door de aanmerkelijk lagere meerprijs bij aanschaf.

Figuur 10 Kosteneffectiviteit van LPG-aandrijving in vrachtauto's ten opzichte van dieselaandrijving



4 Huidige kosten voor vervoerder en aanvullende stimulering van LPG

4.1 Inleiding

In de vorige hoofdstukken is inzicht verkregen in de milieuwinst van aandrijving op LPG in plaats van diesel en de macro-economische kosten die dit met zich mee brengt. In dit hoofdstuk worden deze kosten aangevuld met de bestaande belastingen, heffingen en subsidies. Dit is nodig om het kostenverschil van LPG ten opzichte van dieselveertuigen nauwkeurig in kaart te brengen voor de gebruikers van de vrachtauto's: de vervoerders. Vervolgens wordt een aantal varianten voor een aanvullende stimuleringsregelingen vastgesteld om het kostenverschil te compenseren en worden de milieuwinst en totale kosten bepaald die deze varianten met zich meebrengen.

4.2 Belastingen, heffingen en subsidies

De voor dit onderzoek relevante belastingen en heffingen bestaan uit:

- 1 De brandstofaccijns en –heffingen.
- 2 De motorrijtuigenbelasting (MRB).
- 3 Het Eurovignet.

In de volgende paragrafen zullen deze nader worden toegelicht.

4.2.1 Brandstofaccijns en –heffingen

De accijns op de brandstoffen diesel en LPG bedragen op dit moment respectievelijk f 723,20 en f 123,48 per 1000 liter. Boven op de accijns wordt een brandstofheffing geheven van respectievelijk f 28,28 en f 18,24 per 1000 liter. Voor diesel komt daar tevens nog een voorraadheffing bij van f 13,50 per 1000 liter. In totaal bedragen de accijns en heffingen dus f 764,98 en f 141,72 per 1000 liter (zie Tabel 15). De bedragen voor deze heffingen worden jaarlijks gecorrigeerd voor inflatie.

Tabel 15 Brandstofaccijns en –heffingen in het jaar 2000 (in f per 1000 l)

	Diesel	LPG
Accijns	723,20	123,48
Brandstofheffing	28,28	18,24
Voorraadheffing	13,50	0
Totaal	764,98	141,72

Voor het vrachtverkeer bestaat voor voertuigen met een totaalgewicht (GVW) boven 12 ton een teruggave regeling van een deel van de accijns. Deze regeling, die ook wel de "paarse dieselregeling" wordt genoemd, is ingesteld ter compensatie van het Eurovignet. Voor het jaar 2000 bedraagt de accijnsteruggave 5,2 ct per liter, onder de voorwaarde dat minimaal 100 liter per keer wordt getankt. Een regeling voor de teruggave van accijns op LPG bestaat voor het vrachtverkeer niet en is ook niet binnen korte termijn

te verwachten omdat de afbakening van de in aanmerking komende voertuigen als een probleem wordt gezien [Schaap].

4.2.2 Motorrijtuigenbelasting

Het tarief van de motorrijtuigenbelasting (MRB) voor LPG-vrachtauto's is gelijk aan die voor vrachtauto's op diesel. Uit telefonische informatie van het Ministerie van Financiën [Schaap] blijkt dat er op dit moment geen plannen zijn om een voordeliger tarief voor gasvormige brandstoffen in te voeren. Dit vanwege het feit dat er aan de 'onderkant' van de markt (bestelauto's) te weinig ruimte is voor differentiatie. Om deze ruimte te creëren zou het tarief voor de dieselveertuigen omhoog moeten. Hierdoor zou er een ongewenste tariefsprong ontstaan tussen de lichtste vrachtauto's en bestelauto's, waardoor de vraag naar bestelauto's verder kan aanwakkeren. De in dit onderzoek gehanteerde tarieven zijn afgeleid uit de opgaven van de belastingdienst en staan vermeld in Tabel 16.

4.2.3 Eurovignet

Het Eurovignet is een verplichte belasting voor vrachtauto's met een totaalgewicht (GVW) dat groter is dan 12 ton. Er is op dit moment een milieudifferentiatie in de tarieven voor het Eurovignet. Deze differentiatie is gebaseerd op de milieuklassen Euro 0, Euro 1 en Euro 2 en schoner. Voor dit onderzoek is deze differentiatie niet relevant daar de LPG voertuigen worden vergeleken met Euro 3-dieselveertuigen. Wellicht dat in de toekomst de milieudifferentiatie verder wordt uitgebreid naar Euro 3 en hoger. De in dit onderzoek gehanteerde tarieven staan vermeld in Tabel 16.

Tabel 16 Gehanteerde tarieven van de motorrijtuigenbelasting en Eurovignet (in f)

	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	>20 ton
MRB	700	700	1.000	1.250
Eurovignet	0	0	1.650	2.750

4.2.4 Subsidies en bestaande fiscale regelingen

Op dit moment bestaan er, voor zover bekend, geen subsidieprogramma's die specifiek gericht zijn op het bevorderen van de aanschaf van LPG-vrachtoertuigen. Wel bestaat de mogelijkheid om gebruik te maken van een fiscale regeling met betrekking tot de afschrijving van nieuw aangeschafte milieuvriendelijke bedrijfsmiddelen, de VAMIL-regeling [VROM, 2000].

Om voor de VAMIL-regeling in aanmerking te komen dient de ondernemer belastingplichtig te zijn voor de inkomsten- of vennootschapsbelasting. De voor de VAMIL-regeling in aanmerking komende aanschafkosten mogen op een voor de ondernemer zo gunstig mogelijke wijze worden af geschreven, zodat de fiscale winst gedrukt wordt. In het algemeen wordt aangenomen dat de VAMIL-regeling de ondernemer een voordeel van 3% van de nieuwwaarde van het bedrijfsmiddel oplevert. Afhankelijk van de specifieke fiscale bedrijfssituatie kan dit meer of minder zijn.

De in de VAMIL lijst van het jaar 2000 opgenomen bedrijfsmiddelen die betrekking (kunnen) hebben op de toepassing van LPG in vrachtauto's zijn:



- 1 De aanschafkosten van een ombouwset⁹ van dieselmotor naar LPG- of aardgasmotor. Deze regeling geldt dus *niet* voor de aanschafkosten van het hele voertuig en zal voornamelijk worden toegepast bij het naderhand ombouwen van bestaande voertuigen.
- 2 Voertuigen die voldoen aan de EEV-normen. Het gaat hierbij dus om de aanschafkosten van het *hele* voertuig, inclusief opbouw, inrichting etc. Naar verwachting zullen voertuigen met een stoichiometrische LPG-verbrandingsmotor aan deze eisen voldoen. Fabrikant DAF geeft aan te verwachten dat de vernieuwde (MkII) motor aan deze EEV-eisen voldoet.

Naast toepassing van de VAMIL-regeling op bovenstaande bedrijfsmiddelen, kan de huidige VAMIL-regeling ook worden toegepast op dieselvrachtauto's die voldoen aan de Euro 3-normen. Bij deze voertuigen gaat het om de aanschafkosten van het voertuig, uitgezonderd opbouw en inrichting tot een maximumbedrag van f 165.000,-. De toepasbaarheid van de regeling is echter beperkt tot voertuigen waarvan het kenteken is uitgegeven op uiterlijk 31 december 2001. Vanwege dit laatste wordt besloten het voordeel van de VAMIL-regeling niet mee te nemen bij de dieselvoertuigen.

Bij de berekening van het effect van de VAMIL-regeling op de kosten voor de ondernemer bij aanschaf van een LPG-vrachtauto wordt uitgegaan van toepassing van de regeling volgens bovenstaand punt 2. Hierbij kan namelijk door de ondernemer het grootste voordeel worden behaald. Verder wordt aangenomen dat de meerkosten van aanschaf van een LPG-vrachtauto al door een (hierna te ontwerpen) aanvullende stimuleringsregeling worden gecompenseerd. Met andere woorden, de berekening wordt gebaseerd op de aanschafwaarde van een vergelijkbare dieselvrachtauto. Het (eenmalige) voordeel voor de ondernemer, dat zoals hiervoor al vermeld ongeveer 3% bedraagt van het bedrag dat onder de VAMIL-regeling kan worden afgeschreven, wordt gespreid over de afschrijftermijn van het voertuig. In Tabel 17 staat het kostenvoordeel vermeld dat op jaarbasis via de VAMIL-regeling voor LPG-vrachtauto's kan worden behaald.

Tabel 17 Kostenvoordeel op jaarbasis voor LPG-vrachtauto's via de VAMIL-regeling (in f)

	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	>20 ton
VAMIL	240	320	450	680

4.2.5 Meerkosten van LPG-aandrijving voor de vervoerder voor de situatie zonder aanvullende stimuleringsregeling

De huidige jaarlijkse meerkosten van een LPG-vrachtauto voor de vervoerder liggen, afhankelijk van de gewichtscategorie van het voertuig, tussen ca. f 1.700,- en ca. f 3.300,- ten opzichte van een Euro 3-dieselvrachtauto (zie Tabel 18)¹⁰. De meerkosten van LPG ten opzichte van de Euro 4- en Euro 5-diesel zijn lager vanwege de hogere kosten van onderhoud van deze toekomstige dieselmotoren in vergelijking met de onderhoudskosten van de Euro 3-diesel. Benadrukt wordt dat het hier gaat om de voertuiggerelateerde meerkosten. De kosten van een eventuele aanpassing van onderhouds-

⁹ Deze ombouwset bestaat uit de voertuiggebonden installatie voor opslag, toevoer, injectie en ontsteking van aardgas of LPG.

¹⁰ Bij het in deze studie aangenomen basisscenario. In bijlage C zijn deze meerkosten bepaald bij andere scenario's van afschrijftermijn en restwaarde van LPG-voertuigen en variaties in de grootverbruikerkorting op de brandstofprijs.

werkplaatsen of aanschaf van een tankstation zijn hierin dus niet opgenomen.

Tabel 18 Jaarlijkse meerkosten (in f x 1000) van LPG-aandrijving per voertuig voor de vervoersondernemer in de situatie zonder aanvullende stimuleringsregeling

Meerkosten	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	>20 ton
t.o.v. diesel Euro 3	1,7	3,3	3,0	3,2
t.o.v. diesel Euro 4, -5	1,4	2,9	2,3	2,2

In vergelijking met de macro-economische meerkosten zijn de meerkosten van LPG-aandrijving ten opzichte van dieselaandrijving voor de vervoerder lager, maar nog altijd substantieel (vergelijk Tabel 18 en Tabel 14). De reductie van de meerkosten wordt voornamelijk veroorzaakt door de aanmerkelijk lagere brandstofaccijns op LPG. Om de resterende meerkosten voor de vervoersondernemer te compenseren kan een aanvullende stimuleringsregeling worden vormgegeven.

4.3 Varianten voor een aanvullende stimuleringsregeling

Om een vrachtauto op LPG financieel minstens even aantrekkelijk te maken als een vergelijkbare vrachtauto op diesel kan gekozen worden uit een aantal opties. De meest voor de hand liggende zijn:

- 1 Het verlagen van de accijns op LPG.
- 2 Het verhogen van de accijns op diesel.
- 3 Het geven van een subsidie op de aanschaf van een LPG-vrachtauto.

De bovenstaande opties zullen in de volgende paragrafen worden uitgewerkt. Hierbij worden de volgende twee uitgangspunten gehanteerd:

- de aanvullende stimuleringsregeling moet geen aanleiding geven tot het rijden van meer kilometers. Dit zou immers (een deel van) de milieuwinst weer tenietdoen. Anderzijds mag LPG-aandrijving wel leiden tot enige kostenbesparing voor de vervoerder om de overstap aantrekkelijk te maken. Als richtbedrag wordt daarom een kostenverlaging voor de ondernemer van 1 ct per kilometer gehanteerd;
- op jaarbasis dienen tenminste 500 vrachtauto's in aanmerking te komen voor LPG-aandrijving om productie in series te kunnen realiseren ten einde de meerkosten van aanschaf te drukken¹¹.

4.3.1 Variant 1: het verlagen van de accijns op LPG

Op het eerste gezicht lijkt het verlagen van de accijns op LPG een voor de hand liggende manier om het rijden op LPG aantrekkelijker te maken. Immers, het huidige lage accijnsniveau van LPG zou op dit moment al een aanzienlijk deel van de meerkosten van LPG-aandrijving compenseren. In Figuur 11 is het effect weergegeven van een verlaging van de LPG-accijns met respectievelijk 1, 2, 4 en 8 ct per liter.

¹¹ De omvang van de productieserie per fabrikant zal afhankelijk zijn van het aantal fabrikanten dat zich zal gaan toeleggen op de levering van LPG voertuigen.

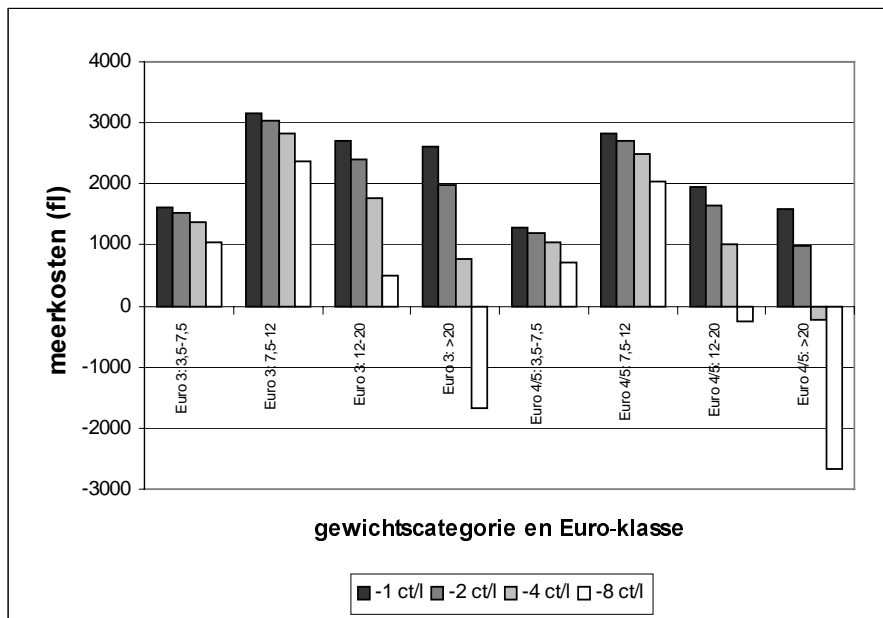


Het blijkt dat een vermindering van de accijns op LPG slechts voor de grootste vrachtauto's leidt tot een dusdanige kostenverlaging dat LPG-aandrijving aantrekkelijk wordt. Dit sterke effect bij de grote vrachtauto's wordt verklaard door het feit dat de brandstofkosten (inclusief de accijns) bij deze voertuigen een relatief belangrijke kostenpost vormen. Bij de kleine vrachtauto's zijn de vaste kosten veel meer van belang en heeft een verlaging van de LPG-accijns te weinig effect.

De uitwerking van een aanvullende stimuleringsregeling door middel van een verlaging van de accijns op LPG beantwoordt niet aan het doel, omdat:

- alleen voor de gewichtscategorie boven de 20 ton GVW een prikkel wordt gegeven om op LPG over te gaan;
- er voor de kleinste vrachtauto die veelal in de binnensteden de goederendistributie uitvoeren geen prikkel ontstaat om over te gaan op LPG;
- personenauto's op LPG ook meeprofiteren van een verlaging van de accijns.

Figuur 11 Jaarlijkse meerkosten per voertuig voor de ondernemer na verlaging van de accijns op LPG (in f)

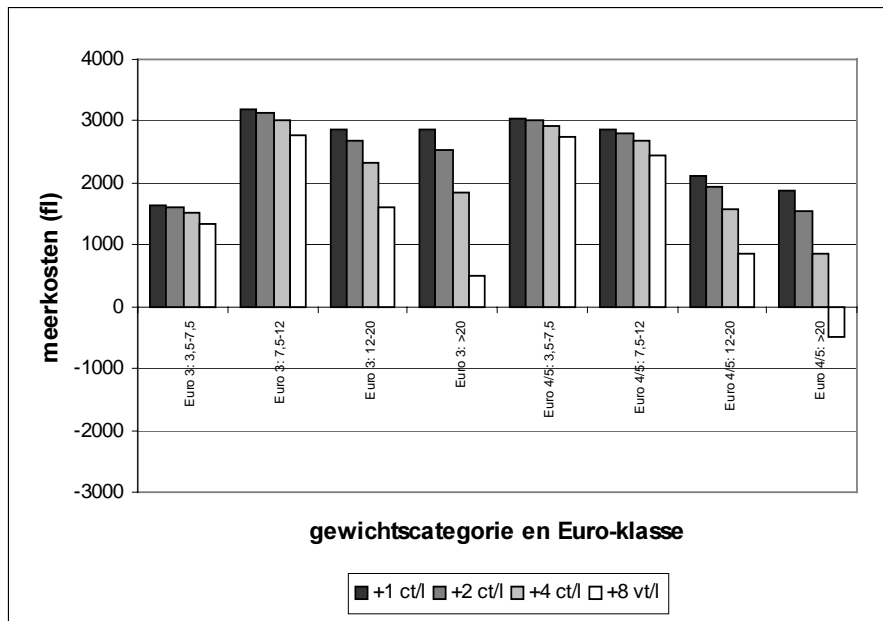


Het stimuleren van LPG-aandrijving bij vrachtauto's met een gewicht van meer dan 20 ton GVW via verlaging van de accijns op de LPG leidt zeer waarschijnlijk tot onvoldoende vraag omdat een voldoende sterke LPG-motor voor dit segment op dit moment niet beschikbaar is. De LPG-motor die DAF op dit moment nagenoeg productieklaar heeft levert een vermogen van ongeveer 175 kW. Voor de meeste vrachtauto's boven de 20 ton GVW zal dit niet toereikend zijn. Ontwikkeling van een sterkere LPG-motor is technisch lastig gebleken met name wat betreft de warmtehuishouding van de motor. Daarnaast is het ook de vraag of een LPG-motor in zware vrachtauto's zinvol is aangezien het grootste deel van deze auto's wordt ingezet in het internationale transport en een LPG-infrastructuur in het buitenland vaak ontbreekt. Ook zouden bij gebruik van LPG-aandrijving in het internationaal goederenwegvervoer de milieuvoordelen voor een groot deel in het buitenland terecht komen.

4.3.2 Variant 2: het verhogen van de accijns op diesel

Een alternatief voor het verlagen van de accijns op LPG om LPG-aandrijving bij vrachtauto's te stimuleren is het verhogen van de accijns op diesel. Analooq aan de verlaging van de accijns op LPG is het effect berekend van een verhoging van de dieselaccijns met respectievelijk 1, 2, 4 en 8 ct per liter. De resultaten van deze berekeningen zijn samengevat in Figuur 12.

Figuur 12 Jaarlijkse meerkosten per voertuig voor de ondernemer na verhoging van de accijns op diesel (in f)



Het blijkt dat het effect van een verhoging van de accijns op diesel niet gelijk is aan het effect van een verlaging van de accijns op LPG (variant 1). Dit wordt veroorzaakt doordat het brandstofverbruik van een dieselvoertuig lager is dan dat van een vrachtauto op LPG, en daarmee een geringer effect op de brandstofkosten heeft. Doordat het verbruik van een vrachtauto op LPG ongeveer 90% hoger is dan dat van een vergelijkbare dieseluitvoering, leidt een verhoging van de dieselaccijns tot een effect dat praktisch de helft is van het effect van een verlaging van de accijns op LPG.

De uitwerking van een aanvullende stimuleringsregeling door middel van een verhoging van de accijns op diesel beantwoordt niet aan het doel, omdat:

- een prikkel om op LPG over te gaan is alleen bij de categorie boven 20 ton GVW te bereiken. Deze prikkel ontstaat pas bij een accijnsverhoging van ca. 10 ct per liter;
- er voor de kleinste vrachtauto die veelal in de binnensteden de goederendistributie uitvoeren geen prikkel ontstaat om over te gaan op LPG;
- het goederenwegvervoer dat op diesel blijft rijden en ook de personenauto's op diesel met een substantiele accijnsverhoging worden geconfronteerd.

4.3.3 Variant 3: het geven van een aanschafsubsidie

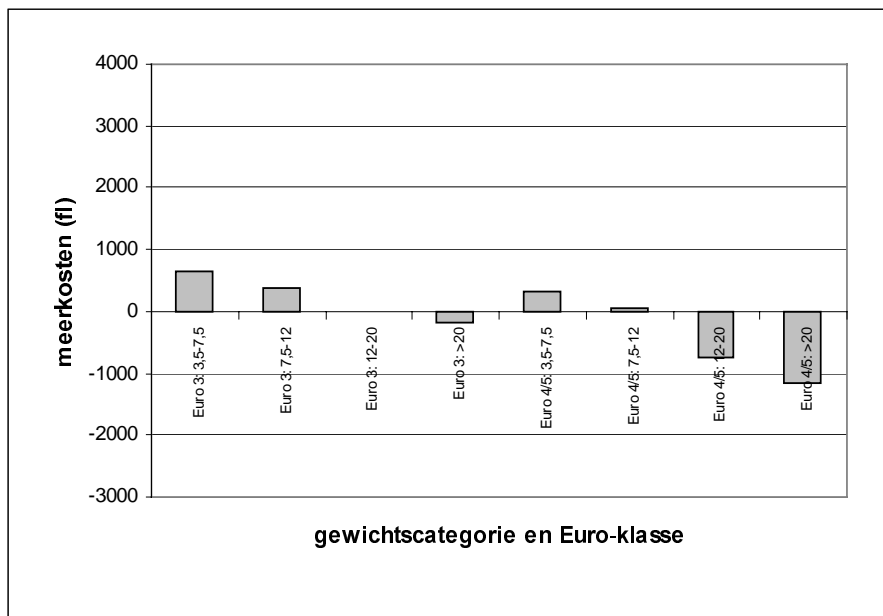
In plaats van het aanpassen van de accijnsniveaus van LPG en diesel om via de variabele kosten de meerkosten van LPG-aandrijving terug te verdienen, kan ook gekozen worden voor een verlaging van de vaste kosten door middel van een subsidie op de aanschaf van het voertuig. Deze variant is uitgewerkt voor een subsidie die gelijk is aan de meerkosten bij aanschaf van een vrachtauto op LPG, zoals deze in paragraaf 3.2.1 zijn gehanteerd. Het effect van deze aanschafsubsidie staat vermeld in Tabel 19 en is grafisch afgebeeld in Figuur 13.

Tabel 19 Jaarlijkse meerkosten van LPG-aandrijving per voertuig voor de ondernemer na aanschafsubsidie (in f)

Meerkosten	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	>20 ton
t.o.v. diesel Euro 3	650	370	10	-170
t.o.v. diesel Euro 4, -5	330	50	-740	-1.170

Het blijkt dat een aanschafsubsidie de meerkosten van een LPG-vrachtauto ten opzichte van een dieselvrachtauto voor alle gewichtscategorieën sterk verlaagt. Ten opzichte van een Euro 3-dieseluitlevering worden de jaarlijkse meerkosten van een kleine LPG-vrachtauto verlaagd van ongeveer f 1.700,- naar f 650,-. Voor de grote vrachtauto's wordt LPG-aandrijving per jaar zelfs f 170,- voordeliger dan dieselaandrijving. Ten opzichte van een Euro 4- of Euro 5-dieseluitlevering vallen de meerkosten van LPG nog lager uit, vanwege de hogere onderhoudskosten van deze diesels in vergelijking met een Euro 3-diesel.

Figuur 13 Jaarlijkse meerkosten (in guldens) per voertuig voor de ondernemer na aanschafsubsidie



De uitwerking van een aanvullende stimuleringsregeling door middel van een subsidie op de meerkosten van de aanschaf beantwoordt grotendeels aan het doel omdat:

- voor de gewichtscategorieën 12-20 ton GVW en >20 ton GVW een prikkel ontstaat om op LPG over te gaan;
- voor de categorieën 3,5-7,5 ton GVW en 7,5-12 ton GVW beperkte meerkosten blijven bestaan die met andere prikkels overbrugd kunnen worden (zie paragraaf 4.3.4);
- er geen effect is op de brandstofmix bij de personenauto's.

4.3.4 Nadere vormgeving van de aanvullende stimuleringsregeling

Uit de bovenstaande paragrafen is naar voren gekomen dat de meest geschikte vorm voor een aanvullende stimuleringsregeling voor LPG-aandrijving bij vrachtauto's een subsidie op de aanschaf is. Daarbij dient de hoogte van de subsidie de meerkosten van de LPG-uitvoering bij de aanschaf van het voertuig te compenseren. Zoals echter blijkt uit Tabel 19 voor het in deze studie gehanteerde basisscenario, blijven met een aanschafsubsidie ter grootte van de meerkosten de kleine vrachtauto's op LPG nog iets duurder dan de vergelijkbare dieseluitvoering. De grote LPG-vrachtauto's zijn slechts marginaal voordeliger dan de dieseluitvoering. Beide zaken spelen met name bij vergelijking met de Euro 3-diesel. Om tot een daadwerkelijke prikkel voor LPG te komen zal het voordeel voor de ondernemer in de buurt van de voorgestelde 1 ct per kilometer moeten komen. Het lijkt daarom gewenst om tot aan de invoering van de Euro 4-normen een extra bedrag van f 1.000,- jaarlijks toe te kennen aan alle LPG-vrachtauto's.

Deze jaarlijkse extra bijdrage in de meerkosten kan gemotiveerd worden als een tegemoetkoming in de hogere onderhoudskosten. Zoals blijkt uit paragraaf 3.4 zijn de vaste onderhoudskosten van een LPG-vrachtauto ca. f 1.500,- per jaar hoger dan van een dieselvrachtauto. Een ongemotiveerde verhoging van de aanschafsubsidie met de extra onderhoudskosten (gekapitaliseerd over 5 jaar) zal betekenen dat de aanschafsubsidie substantieel boven de meerkosten van de aanschaf van een nieuw voertuig uitgaat. Dit zal bij de Europese Commissie onherroepelijk op problemen stuiten. Daarnaast zal door deze constructie het aanschaffen van vrachtauto's in Nederland om vervolgens in het buitenland door te verkopen in de hand worden gewerkt.

Zoals al werd besproken bij de eerste variant van een aanvullende stimuleringsregeling (paragraaf 4.3.1), is stimuleren van LPG bij zware vrachtauto's die met name in het internationale transport worden ingezet niet wenselijk. Hoewel op dit moment vanwege praktische bezwaren de vraag naar LPG-aandrijving in deze sector niet waarschijnlijk is (zie ook paragraaf 1.4), zou de instelling van een aanvullende stimuleringsregeling deze eventueel wel kunnen aanwakkeren. Het lijkt daarom verstandig in de aanvullende stimuleringsregeling als voorwaarde een bovengrens in het gewicht van de vrachtauto te stellen van ongeveer 24 ton GVW⁵, zoals in deze studie is gehanteerd (zie paragraaf 1.4).

4.4 Kosten en financiering van de aanvullende stimuleringsregeling

De kosten van de aanvullende stimuleringsregeling worden geraamd aan de hand van het aantal voertuigen dat ervoor in aanmerking komt en de kosten per voertuig. Op basis van verkoopcijfers van het CBS en de RAI is een schatting gemaakt van het jaarlijks aantal nieuw verkochte voertuigen per gewichtscategorie. Een overzicht daarvan wordt gegeven in Tabel 20.



Tabel 20 Jaarlijkse aantal nieuw verkochte vrachtauto's

3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	>20 ton
1.400	625	1.150	1.000

In totaal worden in Nederland jaarlijks ruim 16.000 bedrijfsvoertuigen met een gewicht van meer dan 3,5 ton GVW verkocht. Ongeveer de helft daarvan bestaat uit nieuwe vrachtauto's en vrachtauto-aanhanger combinaties. Uit de verkoopcijfers naar voertuiggewicht blijkt dat in de gewichtscategorie tussen 3,5 en 7,5 ton GVW ongeveer 1.400 voertuigen worden verkocht. Dit zijn bijna uitsluitend ongelede vrachtauto's die geschikt zijn voor distributievervoer.

Het aantal nieuw verkochte voertuigen in de gewichtscategorieën 7,5-12 ton GVW en 12-20 ton GVW is als volgt geschat: De verkoopcijfers naar gewicht geven aan dat tussen 7,5 en 16 ton GVW ongeveer 1.200 voertuigen worden verkocht, gemiddeld dus 140 voertuigen per ton GVW. Tevens blijkt uit de verkoopcijfers die zijn ingedeeld naar motorvermogen dat het aantal verkochte voertuigen over de vermogensklassen tussen 100 en 225 kW vrij gelijkmatig verdeeld is. Dit vermogensbereik correspondeert ruwweg met een GVW tussen 5 en 25 ton. Op basis van deze twee gegevens is berekend dat in de gewichtscategorie tussen 7,5 en 12 ton GVW ongeveer 625 voertuigen worden verkocht en in de categorie tussen 12 en 20 ton GVW 1.150 voertuigen. In hoofdzaak zijn dit ongelede vrachtauto's die geschikt zijn voor distributievervoer.

In het gewichtsbereik tussen 20 en 24 ton GVW worden, op grond van de hier bovenstaande gegevens, naar schatting ongeveer 600 vrachtauto's en vrachtauto-aanhanger combinaties verkocht. Daarnaast wordt geschat dat in dit gewichtsbereik nog eens ca. 5% van het totaal aantal verkochte trekkers wordt aangewend voor uitsluitend het binnenlands distributievervoer. Dit zijn ongeveer 400 voertuigen.

Op grond van de aanname van een normale verdeling van voertuigkilometers, kosten etc. over de voertuigen binnen elk van de gewichtscategorieën komt de helft van het aantal voertuigen in elke categorie in aanmerking voor LPG-aandrijving. In totaal gaat het hierbij dus om ca. 2.100 voertuigen per jaar. Een derde hiervan (700 auto's) valt binnen de categorie van de kleinste voertuigen en komt dus in aanmerking voor een subsidie voor aanschaf van een naar LPG aangepaste ottomotor. Voor invoering van de aanvullende stimuleringsregeling in het jaar 2001 is een berekening van de kosten uitgewerkt in Tabel 21.

Tabel 21 Kosten van de aanvullende stimuleringsregeling voor het jaar 2001

	Aantal	Subsidie per voertuig			Totaal (in mln f)
		Aanschaf	Onderhoud (tot 2006)	Totaal	
3,5-7,5 ton	700	7.500	5.000	12.500	8,8
7,5-12 ton	315	20.000	5.000	25.000	7,9
12-20 ton	575	20.000	5.000	25.000	14,4
>20 ton	500	20.000	5.000	25.000	12,5
Totaal	2.090				43,6

In totaal kost de voorgestelde regeling, op basis van het in deze studie gehanteerde basisscenario, een kleine f 45 miljoen gulden voor het jaar 2001. Voor de jaren na 2001 neemt het totale subsidiebedrag af tot ongeveer f 35 miljoen gulden in het jaar 2005 bij gelijkblijvende aanvraag. Vanaf 2006 dragen de kosten per jaar ca. 33 miljoen gulden.

Naast de bovenstaande kosten van de aanvullende stimuleringsregeling zelf, brengt de overstap van diesel naar LPG kosten met zich mee in de vorm van een vermindering van de accijnsinkomsten voor de overheid. Zoals in paragraaf 4.2.5 al werd vermeld, compenseren de huidige lage accijns en brandstofheffing op LPG op dit moment al een belangrijk deel van de macro-economische meerkosten van LPG-aandrijving.

Uitgaande van de 2.100 voertuigen die jaarlijks nieuw worden verkocht, bedragen de totale macro-economische meerkosten van deze voertuigen op jaarbasis ca. f 21 mln. Gemiddeld is dit dus ca. f 10.000,- per vrachtauto per jaar (uiteenlopend van ca. f 4.000,- tot ca. f 19.000,- zie Tabel 14). Van deze f 21 mln macro-economische meerkosten per jaar wordt onder het huidige fiscale regime ruwweg driekwart (ca. f 16 mln per jaar voor 2.100 LPG-voertuigen) gecompenseerd door de lagere brandstofaccijns op LPG¹² (de bedragen zijn gebaseerd op gegevens uit Tabel 14, Tabel 18 en Tabel 20). De resterende meerkosten (ca. f 5 mln per jaar voor 2.100 LPG-voertuigen) dienen overbrugd te worden door de aanvullende stimuleringsregeling. Bij een gemiddelde afschrijftermijn van een LPG-vrachtauto van ca. 9 jaar (zie Tabel 10), zullen de kosten van een aanvullende stimuleringsregeling waarbij de resterende jaarlijkse meerkosten gedurende de economische levensduur van het voertuig in één keer bij de aanschaf worden vergoed, dus ongeveer $9 \times f 5 \text{ mln} = f 45 \text{ mln}$ bedragen. Dit komt overeen met de berekening van de kosten van de aanvullende stimuleringsregeling in Tabel 21.

Naarmate er meer LPG-voertuigen in het actieve wagenpark stromen zullen de macro-economische kosten van LPG-aandrijving verder toenemen. Wanneer er over enige tijd bijvoorbeeld 10.000 LPG-vrachtauto's in het park rondrijden liggen de macro-economische meerkosten die met een stimulering zouden moeten worden overbrugd in de orde van f 100 mln per jaar.

4.4.1 Kosten van aanpassing van onderhoudswerkplaatsen

Naast de kosten die gepaard gaan met de subsidiëring van de aanschaf van LPG-voertuigen brengt het aanpassen van werkplaatsen ten behoeve van het onderhoud van LPG-voertuigen ook kosten met zich mee. Deze kosten worden niet alleen door de vervoersondernemer gemaakt maar ook door garagebedrijven waaraan de vervoerders het onderhoud hebben uitbesteed. Om deze reden wordt voorgesteld voor het aanpassen van de onderhoudswerkplaatsen een tenderregeling in te stellen op basis van de gemaakte kosten, tot een maximum van f 125.000,- per werkplaats.

Op dit moment is het lastig in te schatten hoeveel werkplaatsen voor aanpassing in aanmerking komen en of deze zich voornamelijk bevinden bij de vervoersbedrijven zelf of bij de vrachtautodealers en onderhoudsbedrijven. Nader onderzoek zou dit beter in kaart kunnen brengen. Een grove inschatting van gaat uit van 100 werkplaatsen. Dit cijfer is gebaseerd op cijfers van het CBS over het aantal voertuigen per transportbedrijf [CBS, 1999a]: Het aantal bedrijven met 50 of meer voertuigen bedraagt bijna 200. Aangenomen wordt dat deze een eigen werkplaats hebben. Van deze 200 bedrijven houdt naar schatting de helft (100) zich bezig met binnenlands distributievervoer. Opnieuw de helft daarvan (50) stapt over op LPG en wil de werkplaats aanpassen. Daarnaast zijn er nog ca. 50 garagebedrijven die het door de vervoerders uitbesteedde onderhoud verzorgen. In totaal dus 100 werk-

¹² Deze bedragen vormen waarschijnlijk een onderschatting, gezien de verwachting dat met name voor voertuigen die jaarlijks meer kilometers rijden dan het gemiddelde jaarkilometrage in de gewichtscategorieën de overstap naar LPG aantrekkelijk zal zijn.



plaatsen. Aanpassing van deze werkplaatsen kost dan eenmalig in totaal ongeveer 12,5 miljoen gulden.

4.4.2 Financiering van de aanvullende stimuleringsregeling

Om de bovenstaande aanvullende stimuleringsregeling te financieren kan een beroep gedaan worden op de algemene middelen. Deze vorm van financiering sluit aan bij de gedachte dat met wijzigingen in de huidige brandstofmix de milieukwaliteit wordt verbeterd en de maatschappij macrokosten wordt bespaard [Min. EZ, 1999].

Een andere optie kan zijn de accijns van LPG en diesel te verhogen. Deze vorm van financiering sluit aan bij het uitgangspunt, dat de veroorzaker van de emissies ook dient bij te dragen aan de kosten om de uitstoot te verminderen. De verhoging van de accijns dient nadrukkelijk voor beide brandstoffen gelijktijdig plaats te vinden waarbij de verhoging van de dieselaccijns ongeveer 2 maal de verhoging van de LPG-accijns dient te zijn. Dit betekent dat de brandstofkosten per kilometer van diesel en LPG in absolute bedragen evenveel stijgen. Hierdoor zal het omslagpunt tussen diesel en LPG dan ook niet veranderen.

Een verhoging van de accijns op diesel levert bij een jaarlijks nationaal verbruik van ongeveer 5 miljard liter een bedrag van ruim 50 miljoen gulden op bij een verhoging van 1 ct per liter. In het geval van LPG is dit 10 miljoen gulden per cent accijnsverhoging. Door middel van een verhoging van de dieselaccijns met 1 ct en de LPG-accijns met 0,5 ct zou de bovenstaande aanvullende stimuleringsregeling dus gefinancierd kunnen worden.

De financiering kan uiteraard ook deels uit de algemene middelen en deels uit een accijnsverhoging plaatsvinden.

4.5 Randvoorwaarden bij de aanvullende stimuleringsregeling

Om de overstap naar LPG te bevorderen dient er naast het ontwerpen van een aanvullende stimuleringsregeling ook aan een aantal andere voorwaarden voldaan te worden. De belangrijkste hiervan zijn:

- een snelle invoering van de aanvullende stimuleringsregeling. Dit omdat de milieuwinst van LPG ten opzichte van dieselaandrijving in de toekomst zal afnemen door de verdere aanscherping van de emissienormen van dieselmotoren;
- EEV-eisen voor LPG-voertuigen als voorwaarde stellen voor het gebruik maken van de aanvullende stimuleringsregeling;
- een voldoende grote vraag naar LPG-voertuigen om de meerkosten van productie te drukken;
- zekerheid op de langere termijn. Het is van belang dat de overheid voor de komende 10 tot 15 jaar zekerheid verschaft over:
 - de subsidieregeling voor aanschaf en onderhoud van LPG-vrachtauto's. Door deze zekerheid zijn vervoersondernemers makkelijker over te halen een LPG-vrachtauto aan te schaffen en is de industrie eerder bereid de investeringen te doen om een grootschalige serieproductie van LPG voertuigen te starten;
 - een vast verschil in de accijns op een liter brandstof tussen diesel en LPG. Dit om het omslagpunt tussen diesel en LPG niet te wijzigen. In dit verband dient overigens te worden opgemerkt dat het verschil in de diesel- en LPG-prijs ook door de ontwikkeling van de brandstofprijzen op de wereldmarkt wordt beïnvloed;

- het beleid ten aanzien van LPG-aandrijving in het licht van de doelstellingen voor reductie van CO₂-emissies. Doordat de emissie van CO₂ bij LPG-vrachtauto's hoger is dan bij vrachtauto's op diesel kunnen eventuele toekomstige maatregelen in het kader van doelstellingen voor reductie van CO₂-emissies negatief uitwerken.
- een goede kwaliteit van de LPG-brandstof. Hiertoe dient het MON-getal tenminste 93,5 te zijn.

4.6 Milieuwinst van de aanvullende stimuleringsregeling in 2001

De verwachte milieuwinst van de introductie van LPG in het binnenlands distributievervoer verandert met de instroom van het aantal voertuigen in het park. De ca. 4.200 vrachtauto's tussen 3,5 en 24 ton GVW die in het jaar 2001 nieuw worden verkocht veroorzaken een emissie van ca. 1.200 ton NO_x, 21 ton deeltjes en 170 kiloton CO₂ per jaar wanneer al deze voertuigen op diesel rijden en voldoen aan de Euro 3 emissie-normen (zie Tabel 22).

Tabel 22 Emissiereductie bij nieuw verkochte vrachtauto's in het jaar 2001 indien de helft is uitgerust met LPG-aandrijving

Emissie	100 % diesel	50 % LPG	Vershil
NO _x (ton)	1.200	785	-34 %
PM ₁₀ (ton)	21	12	-43 %
CO ₂ (kiloton)	165	180	+ 9 %

Als door de aanvullende stimuleringsregeling de helft van deze 4.200 vrachtauto's op LPG gaat rijden levert dit een besparing op van 34% op de emissie van NO_x en 43% op de emissie van deeltjes. Gemiddeld per LPG-vrachtauto gaat hierbij dus om een besparing van ca. 190 kg NO_x en ruim 4 kg PM₁₀ per jaar, ten opzichte van een Euro 3-dieselvrachtauto. De emissie van CO₂ is echter 9% hoger en bedraagt voor elke LPG-vrachtauto gemiddeld ca. 7.000 kg per jaar.

De emissiereductie van NO_x en deeltjes neemt toe naarmate er meer LPG-voertuigen in het park zullen stromen. Wanneer er over enige tijd bijvoorbeeld 10.000 LPG-vrachtauto's in het park rondrijden bedraagt de emissiebesparing bijna 2 mln kg NO_x en ruim 40.000 kg PM₁₀ per jaar. De extra CO₂-emissies zijn dan evenwel ca. 70 kiloton per jaar.

Ondanks de hogere emissie van CO₂ door LPG-vrachtauto's blijft het totaal van de in geld gewaardeerde milieu-effecten (de milieukosten) van LPG lager dan dat van een vergelijkbare Euro 3-dieselvrachtauto. Ook ten opzichte van de toekomstige, schonere dieselloertuigen (Euro 4 en Euro 5) blijven de milieukosten van een LPG-vrachtauto lager, maar het verschil tussen de milieukosten van LPG en diesel neemt af (zie ook Figuur 6). Vanaf 2005 zal daarom de toename van de milieuwinst langzamer gaan. Daarbij geldt voor alle voertuiggewichtscategorieën dat het verschil in de milieukosten van een Euro 5-dieselvrachtauto en een vrachtauto op LPG voornamelijk wordt bepaald door de lagere geluidsproductie van de LPG-truck.

Naast deze te berekenen milieu-effecten zullen de LPG-vrachtauto's ook een afname van de ervaren hinder door het goederenvervoer betekenen. Deze vermindering uit zich in minder geluidhinder en een lagere concentratie luchtvervuilende stoffen (met name NO₂ en deeltjes). De mate waarin deze hinder afneemt is sterk afhankelijk van de plaats en de samenstelling van het verkeer (met name het aandeel van het goederenvervoer daarin).



5 Conclusies

De belangrijkste punten die uit deze studie naar voren zijn gekomen zijn:

- De maatschappelijke kosteneffectiviteit van LPG-aandrijving varieert van 0,05 tot 0,3, afhankelijk van vooral de grootte van de vrachtauto en de 'Euroklasse' van de dieselmotor waarmee de LPG-aandrijving wordt vergeleken. Ten opzichte van een Euro 5-dieselvechtauto bestaat de milieuwinst van een LPG-vrachtauto voornamelijk uit een lagere geluidemissie.
- Om een zo hoog mogelijke milieuwinst tegen zo laag mogelijke macro-economische meerkosten te behalen dient daarom
 - a een besluit om LPG al dan niet in het goederenwegvervoer te introduceren zo snel mogelijk te worden genomen;
 - b de toepassing van LPG *niet* uitsluitend te worden beperkt tot de kleine distributietrucks (3,5-12 ton GVW). Voor LPG-stimulering is een precieze definitie en afbakening van "de (stedelijke) distributietruck" niet nodig.
- De macro-economische meerkosten om een gemiddelde LPG-vrachtauto een jaar rond te laten rijden bedragen ca. f 10.000,- per voertuig per jaar¹³. Ruwweg driekwart van deze meerkosten wordt onder het huidige fiscale regime al gecompenseerd door de lagere LPG-accijns.
- Een aanvullende stimuleringsregeling om de resterende meerkosten voor de vervoerder te overbruggen kan het best gebaseerd worden op het verschaffen van een aanschafsubsidie ter grootte van de meerkosten van aanschaf van een LPG-voertuig ten opzichte van een vergelijkbaar dieselvechtauto. Deze aanschafsubsidie dient tot het van kracht worden van de Euro 4-normen (2005) aangevuld te worden met een tegemoetkoming in de vaste meerkosten van onderhoud van een LPG-vrachtauto.
- Deze aanvullende stimuleringsregeling voor de resterende meerkosten zal, bij een aangenomen jaarverkoop van 2.100 LPG-vrachtauto's, ca. f 45 mln kosten in 2001, aflopend tot ca. f 35 mln vanaf 2005. Naast deze bedragen dient naar schatting eenmalig een bedrag van ca. f 12,5 mln te worden gereserveerd voor aanpassing van onderhoudswerkplaatsen.
- De aanvullende stimuleringsregeling kan worden gefinancierd uit een gelijktijdige generieke verhoging van de LPG- en dieselaccijns met 0,5 resp. 1,0 ct/liter of uit de algemene middelen of uit een combinatie van beiden.

¹³ Dit zijn dus de totale kosten die door een LPG-stimulering zouden moeten worden overbrugd. Deze kosten lopen op naarmate meer LPG-vrachtauto's in het park verschijnen. Wanneer er over enige tijd bijvoorbeeld 10.000 LPG-vrachtauto's in het park rondrijden liggen de macro-economische meerkosten die met een stimulering zouden moeten worden overbrugd in de orde van f 100 mln per jaar.



Bronnen

Belastingdienst, 1999

Motorrijtuigenbelasting zware bedrijfsvoertuigen

Belastingdienst, april 1999

BGC/CE, 1997

Goudappel Coffeng/Centrum voor energiebesparing en schone technologie

Hoe schoon is het Nederlandse vrachtwagenpark?

P. van Beek et al. Deventer/Delft, december 1997

CBS, 1994

Centraal Bureau voor de Statistiek

Het bezit en gebruik van bedrijfsvoertuigen 1993

Voorburg/Heerlen, 1994

CBS, 1998

Centraal Bureau voor de Statistiek

Statistiek van de motorvoertuigen 1 januari 1998

Voorburg/Heerlen, 1998

CBS, 1999a

Centraal Bureau voor de Statistiek

Statistiek van het binnenlands goederenvervoer 1998

Voorburg/Heerlen, 1999

CBS, 1999b

Centraal Bureau voor de Statistiek

Statistiek van de wegen 1998

Voorburg/Heerlen, 1999

CBS, 1999c

Centraal Bureau voor de Statistiek

Maandstatistieken Verkeer en Vervoer

Voorburg/Heerlen, december 1999

CE, 1997

Centrum voor energiebesparing en schone technologie

Optimale brandstofmix voor het wegverkeer

J. Dings et al. Delft, mei 1997

CE, 1999a

Centrum voor energiebesparing en schone technologie

Efficiënte prijzen voor het verkeer; raming van maatschappelijke kosten van het gebruik van verschillende vervoermiddelen

J. Dings et al. Delft, oktober 1999

CE, 1999b

Centrum voor energiebesparing en schone technologie

Een schoner en stiller stads- en streekvervoer via concessieverlening

D. Metz et al. Delft, april 1999

CE, 1999c
Centrum voor energiebesparing en schone technologie
Een schoner en stiller stads- en streekvervoer via concessieverlening
W. Dijkstra et al. Delft, april 1999

DAF, 1998
LPG-motoren in Trucks (t.b.v. het stedelijk distributievervoer)
Project 10.209, concept rapport
G. Priet et al. Eindhoven, september 1998

Min. EZ, 1999
Ministerie van Economische Zaken
Uitvoering NMP-3 streefcijfers optimale Brandstofmix 2010
Brief van de Minister van Economische Zaken aan de voorzitter van de
Tweede Kamer
Den Haag, februari 1999

Min. V&W, 1998
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Discussienotitie van de Werkgroep Gasconvenant
Den Haag, 1998

NOVEM, 1999a
Onderzoek toepasbaarheid LPG in huisvuilauto's
Slot rapportage
Utrecht, november 1999

NOVEM, 1999b
Onderzoek toepasbaarheid LPG in het goederenvervoer
Slot rapportage
Utrecht, november 1999

Oil Bulletin, diverse jaargangen
Brandstofprijzen in de Europese Unie
Uitgave van de Europese Commissie, Brussel

PSD, 1999
De vitale stad, bereikbaar in drie stappen
Preventiegids Stadsinfarct

RDC Datacentrum, 2000
Verkoopcijfers bedrijfsauto's 1999
Supplement motorvermogen A-statistiek bedrijfswagens

VROM, 2000
VAMIL-afschrijvingen Milieu-investeringen, Milieulijst 2000

Communicatie met deskundigen:

Dhr. E. Daris	(B-style)	Dhr. Kisters	(DAF)
Dhr. E. van Gelder	(CBS)	Dhr. J. Schaap	(Min. Financiën)
Dhr. B. Szalata	(CBS)	Dhr. H. Brouwer	(LPgas)
Dhr. W. van den Heuvel	(DAF)	Dhr. A. van Nierop	(TLN)
Dhr. G. Priet	(DAF)	Dhr. J. Badon-Ghijben	(TLN)
Dhr. P. Lohmeijer	(DAF)	Dhr. C. Havenith	(VROM)



LPG in het binnenlands distributievervoer?

Bijlagen

Delft, april 2000

Opgesteld door: ir J.P.L. Vermeulen
ir P. Janse
ir J.M.W. Dings





A Kwantificering en waardering van milieueffecten

A.1 EU emissie-eisen van nieuwe vrachtautomotoren

In deze studie zijn de milieueffecten van LPG-vrachtauto's vergeleken met die van vrachtauto's op diesel. Bij de vrachtauto's op LPG is uitgegaan van een motor die werkt volgens het stoichiometrische verbrandingsprincipe en daarmee voldoet aan de EEV emissie-eisen. Bij de dieselvrachtauto's zijn zowel de milieueffecten berekend van motoren die voldoen aan de huidige Euro 3 emissie-eisen als ook de milieueffecten van motoren die voldoen aan de toekomstige Euro 4 (2005) en Euro 5 (2008) emissie-eisen. In Tabel 23 wordt een overzicht gegeven van de emissie-eisen voor nieuwe motoren voor wegvoertuigen met een gewicht groter dan 3,5 ton GVW.

Tabel 23 Emissie-eisen voor nieuwe motoren voor wegvoertuigen met een GVW >3,5 ton, vroeger, nu en in de toekomst

Richtlijn	NM ^a	AP ^a	Emissienorm (g/kWh)								
			NO _x		PM		HC		CO		
			TA ^b	COP ^b	TA	COP	TA	COP	TA	COP	
ECE 49 ('Euro 0')	1982		18,0	-	-	-	3,50	-	14,0	-	
88/77/EEC ('Euro 0')	04.88	10.90	14,4	15,8	-	-	2,40	2,64	11,4	13,2	
91/542/EEC 'Euro 1'	≤ 85 kW	07.92	10.93	8,0	9,0	0,36	0,40	1,10	1,23	4,5	4,9
	> 85 kW					0,61	0,68				
91/542/EEC 'Euro 2'	≤ 85 kW	10.95	10.96	7,0		0,15		1,10	4,0		
	> 85 kW					0,26					
'Euro 2'-norm bij nieuwe testcycli (fictief)	ESC/ ELR ^d			7,2		0,14		0,94		3,0	
	ETC ^d					0,23		1,21		7,8	
'Euro 3'	ESC/ ELR	10.00	10.01	5,0		0,10/0,13 ^e		0,66		2,1	
	ETC ^f					0,16/0,21 ^e		0,78		5,45	
'Euro 4'	ESC/ ELR	10.05	10.06	3,5		0,02		0,46		1,5	
	ETC ^f					0,03		0,55		4,0	
'Euro 5'	ESC/ ELR	10.08	10.09	2,0		0,02		0,46		1,5	
	ETC ^f					0,03		0,55		4,0	
EEV ^g	ESC/ ELR			2,0		0,02		0,25		1,5	
	ETC ^f							0,40		3,0	

^a NM: New model, datum waarop nieuwe typekeuringen aan de eisen moeten voldoen.

AP: All Production, datum waarop alle nieuwe op de markt verschijnende motoren aan de eis moeten voldoen.

^b TA: Type Approval, norm voor typekeuringsmotor.

COP: Conformity of Production, norm voor iedere willekeurige productiemotor.

- c Voor motoren met een cilinderinhoud < 0,7 l en een maximaal toerental boven 3.000 min⁻¹ mochten tot 1 oktober 1999 nog exemplaren met een PM-emissie van 0,25 g/kWh geproduceerd worden.
- d ESC: European Steady State Cycle, nieuwe Europese 13 mode stationaire emissietest, met andere meetpunten en andere weegfactoren dan de huidige ECE 49 '13 mode'-test.
ELR: European Load Response, nieuwe Europese emissietest waarbij een snel toenemende belasting op de motor wordt aangebracht en het toerental zo goed mogelijk constant wordt gehouden.
ETC: European Transient Cycle, nieuwe Europese dynamische emissietest met 10 minuten stadsbedrijf, 10 minuten buitenwegbedrijf en 10 minuten snelwegbedrijf. Deze test wordt alleen afgenomen bij motoren die zijn voorzien van 'geavanceerde uitlaatgasbehandelingssystemen zoals DeNO_x-systemen of deeltjesfilters' en ook bij aardgasmotoren.
- e Het tweede getal geldt voor motoren met een cilinderinhoud < 0,75 l en een maximaal toerental boven 3.000 min⁻¹.
- g EEV: Enhanced Environmentally-friendly Vehicles, die nationale overheden kunnen opleggen aan bijvoorbeeld LPG-voertuigen of stadsdistributievoertuigen
- h HC-eisen exclusief methaan

A.2 Gehanteerd brandstofverbruik

Het brandstofverbruik dat in deze studie voor de voertuigen in de verschillende gewichtscategorieën is gehanteerd is ontleend aan de verbruikscijfers die in het model CLEAR [BGC/CE, 1997] worden gebruikt (zie Tabel 24). Daarbij zijn de volgende aannamen gedaan:

- Aangenomen is dat het brandstofverbruik van de toekomstige Euro 4- en Euro 5-dieselveertuigen gelijk is aan dat van Euro 3-vrachtauto's.
- Verondersteld is dat het verbruik van een LPG-vrachtauto in de stad 95% hoger is dan dat van een vergelijkbaar dieselveertuig. Voor snelwegen en overige wegen zijn deze factoren 75%, respectievelijk 85%.

Tabel 24 Gehanteerd brandstofverbruik (km/l) van diesel- en LPG-voertuigen per gewichtscategorie

Diesel Euro 3, -4, -5	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton
Stad	7,7	5,7	3,5	2,1
Overige wegen	7,7	6,0	4,3	3,0
Snelweg	6,9	5,5	4,4	3,2

LPG Stoichiometrisch	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton
Stad	4,0	2,9	1,8	1,1
Overige wegen	4,2	3,3	2,3	1,6
Snelweg	3,9	3,2	2,5	1,8

A.3 Gehanteerde emissiefactoren

De gehanteerde emissiefactoren (Tabel 25) zijn bepaald op basis van het gehanteerde brandstofverbruik en de koppeling tussen verbruik en emissies:

- De verbruikscijfers zijn ontleend aan de verbruikscijfers die in het model CLEAR worden gehanteerd [BGC/CE, 1997].
- De koppeling tussen verbruik en emissies is ontleend aan de emissiefactoren die het RIVM gebruikt voor de Nationale Milieuverkenningen 5 (MV5) die dit jaar wordt opgeleverd. Deze laatste emissiefactoren zijn vastgesteld op basis van metingen van TNO.



Tabel 25 Gehanteerde emissiefactoren (g/km) voor stads-, snel- en overige wegen van diesel Euro 3, -4 en -5 en LPG-vrachtauto's per gewichtscategorie

		Diesel Euro 3				Diesel Euro 4			
		3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton
Stad	NO _x	1,9	2,7	4,6	7,9	1,5	2,0	3,5	6,0
	PM ₁₀	0,04	0,06	0,10	0,16	0,02	0,03	0,06	0,10
	CO ₂	336	453	750	1255	336	453	750	1255
Overig	NO _x	2,3	2,9	4,1	6,2	1,8	2,4	3,3	4,8
	PM ₁₀	0,04	0,05	0,07	0,11	0,02	0,03	0,04	0,07
	CO ₂	338	433	600	882	338	433	600	882
Snelweg	NO _x	2,7	3,4	4,4	6,1	2,3	2,9	3,6	5,1
	PM ₁₀	0,04	0,06	0,07	0,10	0,03	0,03	0,04	0,06
	CO ₂	379	470	590	814	379	470	590	814

		Diesel Euro 5				LPG stoichiometrisch			
		3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton
Stad	NO _x	0,9	1,3	2,2	3,7	0,7	1,0	1,6	2,8
	PM ₁₀	0,01	0,02	0,03	0,05	0,01	0,01	0,01	0,02
	CO ₂	336	453	750	1255	426	575	952	1592
Overig	NO _x	1,2	1,6	2,1	3,1	0,8	1,0	1,4	2,1
	PM ₁₀	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02
	CO ₂	338	433	600	882	407	521	722	1062
Snelweg	NO _x	1,6	2,0	2,5	3,5	0,9	1,1	1,4	2,0
	PM ₁₀	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
	CO ₂	379	470	590	814	431	535	672	927

A.4 Gehanteerd rijpatroon en jaarkilometrages

De in deze studie gehanteerde jaarkilometrage en de verdeling ervan over stads-, snel- en overige wegen (het ritpatroon) staat per categorie van voertuiggewicht vermeld in Tabel 26.

Tabel 26 Gehanteerde jaarkilometrages en ritpatroon per voertuiggewichtscategorie

	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton
Jaarkilometrage	32.000	35.000	75.000	100.000
% kilometers bebouwde kom	13	11	11	10
% kilometers landelijke weg	39	30	29	27
% kilometers snelweg	48	59	60	639
Totaal km bebouwde kom:	4.160	3.745	7.875	10.000
Totaal km landelijke wegen:	12.608	10.500	21.975	27.100
Totaal km snelweg:	15.232	20.755	45.150	62.900

A.5 Emissies van NO_x, PM₁₀ en CO₂

De combinatie van jaarkilometrage, ritpatroon en emissiefactoren leidt tot de jaarlijkse emissies van NO_x, PM₁₀ en CO₂ die in Tabel 27 zijn samengevat.

Tabel 27 Emissies van NO_x (kg), PM₁₀ (kg) en CO₂ (ton) per jaar

		Diesel Euro 3				Diesel Euro 4			
		3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton
Stad	NO _x	8,0	10,0	35,9	79,0	6,0	7,7	27,6	60,3
	PM ₁₀	0,2	0,2	0,8	1,6	0,1	0,1	0,4	1,0
	CO ₂	1,4	1,7	5,9	12,6	1,4	1,7	5,9	12,6
Overige wegen	NO _x	28,6	30,9	90,6	166,6	23,0	24,7	72,0	131,0
	PM ₁₀	0,5	0,5	1,6	3,1	0,3	0,3	1,0	1,8
	CO ₂	4,3	4,5	13,2	23,9	4,3	4,5	13,2	23,9
Snelweg	NO _x	41,3	71,3	197,4	385,9	34,7	59,2	163,4	317,5
	PM ₁₀	0,7	1,2	3,2	6,5	0,4	0,7	2,0	3,9
	CO ₂	5,8	9,7	26,6	51,2	5,8	9,7	26,6	51,2
Totaal wegen	NO _x	77,9	112,3	323,9	631,5	63,7	91,5	263,0	508,7
	PM ₁₀	1,3	1,9	5,6	11,2	0,8	1,1	3,4	6,7
	CO ₂	11,4	16,0	45,7	87,6	11,4	16,0	45,7	87,6

		Diesel Euro 5				LPG stoichiometrisch			
		3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton
Stad	NO _x	3,8	4,8	17,2	37,4	2,8	3,5	12,8	28,0
	PM ₁₀	0,1	0,1	0,2	0,5	0,0	0,0	0,1	0,3
	CO ₂	1,4	1,7	5,9	12,6	1,8	2,2	7,5	15,9
Overige wegen	NO _x	15,3	16,3	46,8	84,4	9,6	10,5	30,9	56,1
	PM ₁₀	0,2	0,2	0,5	0,9	0,1	0,1	0,2	0,5
	CO ₂	4,3	4,5	13,2	23,9	5,1	5,5	15,9	28,8
Snelweg	NO _x	24,4	41,5	113,5	218,6	13,1	22,6	62,5	122,9
	PM ₁₀	0,2	0,4	1,0	2,0	0,1	0,2	0,5	0,9
	CO ₂	5,8	9,7	26,6	51,2	6,6	11,1	30,3	58,3
Totaal wegen	NO _x	43,5	62,5	177,5	340,4	25,5	36,7	106,2	207,1
	PM ₁₀	0,4	0,6	1,7	3,4	0,2	0,3	0,8	1,6
	CO ₂	11,4	16,0	45,7	87,6	13,5	18,7	53,7	103,0

A.6 Gehanteerde schaduwrijzen

De in deze studie gehanteerde schaduwrijzen van emissies van luchtverontreinigende stoffen en geluid zijn ontleend aan [CE, 1999] en staan weergegeven in (Tabel 28). De schaduwrijzen worden afgeleid van door de overheid gestelde milieudoelen. Het is het (marginale) bedrag per eenheid emissie waarmee het gestelde doel kan worden bereikt. De milieudoelstellingen van de overheid weerspiegelen in feite het gewicht dat de samenleving eraan toekent.

Tabel 28 Gehanteerde schaduwrijzen van emissies en geluid

Schaduwrijzen per kg emissie					
		Buiten bebouwde kom		Binnen bebouwde kom	
		€	NLG	€	NLG
	NO _x	5	11,0	7	15,4
	PM ₁₀	20	44,1	150	330,6
	CO ₂	0,05	0,1	0,05	0,1
Schaduwrijzen geluid per voertuigkilometer					
		Buiten bebouwde kom		Binnen bebouwde kom	
		€ / 1000	NLG / 1000	€ / 1000	NLG / 1000
Diesel	<12 ton	6	13	40	88
	>12 ton	12	26	80	176
LPG	<12 ton	4	9	27	59
	>12 ton	8	18	54	118

A.7 Totale milieukosten

De totale milieukosten, bestaande uit middels schaduwrijzen gewaardeerde emissies van NO_x, PM₁₀, CO₂ en geluid staan vermeld in Tabel 29.

Tabel 29 Totale milieukosten van emissies van NO_x, MP10, CO₂ en geluid (*f* x 1000)

	Diesel Euro 3				Diesel Euro 4			
	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton
Stad	0,7	0,7	2,8	4,9	0,6	0,7	2,6	4,4
Overige wegen	1,0	1,0	3,1	5,3	0,9	0,9	2,9	4,9
Snelweg	1,3	2,2	6,4	11,8	1,2	2,0	6,0	11,0
Totaal	3,0	3,9	12,4	22,1	2,8	3,6	11,5	20,2

	Diesel Euro 5				LPG Stoichiometrisch			
	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton
Stad	0,6	0,6	2,4	3,9	0,5	0,5	2,0	3,5
Overige wegen	0,8	0,8	2,6	4,3	0,8	0,8	2,5	4,3
Snelweg	1,1	1,8	5,4	9,8	1,0	1,7	4,9	8,9
Totaal	2,5	3,3	10,4	18,0	2,3	3,0	9,3	16,7



B Kosten

B.1 Macro-economische kosten

B.1.1 Kale brandstofkosten

Bij de berekening van de kale brandstofkosten zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Uitgegaan is van een kale brandstofprijs van een liter dieselolie van 70 ct. Deze kale prijs is gebaseerd op een prijs aan de pomp van *f* 1,72 per liter, inclusief 17,5% BTW, accijns en brandstofheffing zoals vermeld in paragraaf B.2.
- Aangenomen is een kale brandstofprijs van een liter LPG van 67,4 ct. Deze literprijs is 2,6 ct lager dan die van een liter diesel. Dit is het gemiddelde prijsverschil tussen een liter diesel en LPG in de afgelopen 5 jaar (zie paragraaf 3.3.2).
- Aangenomen is een grootverbruikerskorting op de brandstofprijs aan de pomp van diesel en LPG van 10 ct en 15 ct per liter. Omgerekend naar de kale literprijs (accijns en brandstofheffingen blijven gelijk, BTW neemt iets af) resulteert dit in een korting op de kale literprijs van 8,5 en 12,8 ct per liter.
- Het aantal liters dat wordt verbruikt is gebaseerd op het brandstofverbruik per kilometer dat is vermeld in Tabel 24 en de verdeling van de jaarkilometrage over de wegtypen stads-, snel- en overige wegen volgens Tabel 26.

Tabel 30 Jaarlijkse brandstofkosten voor diesel en LPG-voertuigen

Brandstofkosten	Diesel Euro 3, -4, -5				LPG Stoichiometrisch			
	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton
Brandstofprijs								
Kale prijs (ct/l)	70,0	70,0	70,0	70,0	67,4	67,4	67,4	67,4
Grootverbruikerskorting (ct/l)	8,5	8,5	8,5	8,5	12,8	12,8	12,8	12,8
Netto kale prijs (ct/l)	61,5	61,5	61,5	61,5	54,6	54,6	54,6	54,6
Brandstofverbruik								
Stad (l x 1000)	0,54	0,65	2,27	4,83	1,05	1,27	4,43	9,42
Overige wegen (l x 1000)	1,64	1,75	5,08	9,20	3,03	3,24	9,39	17,02
Snelweg (l x 1000)	2,22	3,75	10,25	19,71	3,99	6,57	17,94	34,48
Totaal (l x 1000)	4,40	6,15	17,60	33,74	7,97	11,08	31,77	60,93
Kale brandstofkosten (<i>f</i> x 1000)	2,7	3,8	10,8	20,7	4,4	6,0	17,3	33,3

B.1.2 Afschrijfkosten

Bij de berekening van de afschrijfkosten zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- de aanschafkosten zijn gebaseerd op die van een Euro 3-dieselveertuig, waarvoor een representatieve aanschafprijs is genomen op grond de huidige verkoopprijzen;

- de meerkosten van Euro 4- en Euro 5-dieselloerstuigen ten opzichte van een vergelijkbaar Euro 3-voertuig zijn gebaseerd op indicaties van de industrie [Havenith];
- de meerkosten van een LPG-voertuig ten opzichte van een vergelijkbaar Euro 3-dieselloerstuig zijn gebaseerd op indicaties van fabrikanten [van den Heuvel e.a.; Daris];
- de restwaarde van dieselloerstuigen is gebaseerd op een in de verkoopbranche gebruikelijk afschrijftraject [Kisters]. De jaarlijkse afschrijving op een Euro 4- of Euro 5-voertuig is daarmee gelijk aan die van een Euro 3-voertuig;
- de restwaarde van een LPG-voertuig is gesteld op de helft van die van een vergelijkbaar dieselloerstuig van gelijke leeftijd;
- het rentepercentage is 8 %;
- aangenomen wordt dat een LPG over een 25% langere termijn wordt afgeschreven dan een vergelijkbaar dieselloerstuig vanwege de hogere aanschafprijs en lagere restwaarde. Varianten op deze aanname worden behandeld in bijlage C.

Tabel 31 Jaarlijkse afschrijfkosten op grond van aanschafkosten, meerprijs, restwaarde en afschrijfstermijn van vrachtoerstuigen, bedragen in $f \times 1000$

	Diesel Euro 3				Diesel Euro 4			
	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton
Meerprijs LPG-motorsysteem	-	-	-	-	-	-	-	-
Meerprijs Euro 4 t.o.v. Euro 3 diesel	-	-	-	-	5,0	5,0	5,0	5,0
Meerprijs Euro 5 t.o.v. Euro 3 diesel	-	-	-	-	-	-	-	-
Aanschafkosten voertuig	80,0	100,0	130,0	170,0	85,0	105,0	135,0	175,0
Restwaarde voertuig	8,8	12,0	18,2	32,3	9,4	12,6	18,9	33,3
Afschrijfperiode (jaar)	8	7,5	7	6	8	7,5	7	6
Jaarlijkse afschrijfkosten	11,5	14,9	19,9	27,6	11,5	14,9	19,9	27,6

	Diesel Euro 5				LPG Stoichiometrisch			
	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton
Meerprijs LPG-motorsysteem	-	-	-	-	7,5	20,0	20,0	20,0
Meerprijs diesel Euro 4 t.o.v. Euro 3	-	-	-	-	-	-	-	-
Meerprijs diesel Euro 5 t.o.v. Euro 3	10,0	10,0	10,0	10,0	-	-	-	-
Aanschafkosten voertuig	90,0	110,0	140,0	180,0	87,5	120,0	150,0	190,0
Restwaarde voertuig	9,9	13,2	19,6	34,2	2,4	3,0	5,2	10,2
Afschrijfperiode (jaar)	8	7,5	7	6	10	9,375	8,75	7,5
Jaarlijkse afschrijfkosten	11,52	14,9	19,9	27,6	11,7	16,9	21,9	30,4

B.1.3 Meerkosten van onderhoud

Bij de berekening van de jaarlijkse meerkosten van onderhoud (zie Tabel 32) zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:



- de meerkosten van onderhoud van een LPG-voertuig zijn, ten opzichte van een vergelijkbaar Euro 3-dieselveertuig, 7 ct per kilometer voor de kleine en middelkleine vrachtauto en 4 ct per kilometer voor de middelgrote en grote voertuigen;
- de meerkosten van onderhoud van Euro 4- en Euro 5-dieselveertuigen zijn ingeschat op 1 ct per kilometer ten opzichte van een vergelijkbaar Euro 3-dieselveertuig.

Tabel 32 Jaarlijkse meerkosten van onderhoud van diesel- en LPG-vrachtauto's (in f)

Onderhoud	Diesel Euro 3				Diesel Euro 4			
	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton
Meerkosten (ct/km)	0	0	0	0	1	1	1	1
Totaal meerkosten	0	0	0	0	320	320	750	1000

Onderhoud	Diesel Euro 5				LPG Stoichiometrisch			
	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton
Meerkosten (ct/km)	1	1	1	1	7	7	4	4
Totaal meerkosten	320	320	750	1000	2240	2450	3000	4000

B.2 Additionele kosten voor de ondernemer

De berekening van de additionele kosten voor de ondernemer is als volgt uitgevoerd:

- de kosten van de motorrijtuigenbelasting (MRB) zijn gebaseerd op de tarieven die worden gehanteerd door de belastingdienst [Belastingdienst, 1999];
- de kosten van accijns, brandstofheffing en voorraadheffing zijn berekend aan de hand van het totale jaarlijkse brandstofverbruik en de tarieven zoals die in Tabel 15 staan vermeld;
- de hoogte van de subsidie via de VAMIL-regeling is gebaseerd op een totaal voordeel van 3% van de aanschafprijs van het voertuig. Voor deze aanschafprijs is de prijs van aanschaf van een dieselveertuig genomen omdat ervan wordt uitgegaan dat een aanvullende stimuleringsregeling voor LPG de meerkosten van aanschaf van een LPG-voertuig zal wegnemen.

Tabel 33 Belastingen, heffingen en subsidies (in f)

	Diesel Euro 3, -4, -5				LPG Stoichiometrisch			
	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	> 20 ton
MRB	700	700	1.000	1.250	700	700	1.000	1.250
Eurovignet	0	0	1.653	2.755	0	0	1.653	2.755
Accijns	3.180	4.451	12.730	24.400	984	1.368	3.922	7.523
Brandstofheffing	124	174	498	954	145	202	579	1.111
Voorraadheffing	59	83	238	455	0	0	0	0
Accijnsrestitutie	0	0	-915	-1.754	0	0	0	0
VAMIL-regeling	0	0	0	0	-240	-320	-446	-680
Totaal (f x 1000)	4,1	5,4	15,2	28,1	1,6	1,9	6,7	12,0



C Effect van alternatieve afschrijfsenario's op de kosten van een aanvullende stimuleringsregeling

C.1 Inleiding

De kosten van afschrijving van een voertuig en de brandstofkosten vormen de twee belangrijkste posten in de jaarlijkse kosten die aan het gebruik van het voertuig verbonden zijn. Met name bij de grote voertuigen (>12 ton GVW) die een hoger jaarkilometrage en verbruik per kilometer kennen, tellen de brandstofkosten zwaar mee. Ook worden deze voertuigen in het algemeen over een kortere termijn afgeschreven dan de kleinere voertuigen, waardoor de jaarlijkse afschrijfkosten nog eens extra hoog zijn.

Deze kostenposten zijn ook van belang voor het bepalen van het omslagpunt van diesel- en LPG-aandrijving. In deze bijlage wordt daarom een aantal scenario's geschetst waarin wordt gevarieerd in de afschrijftermijn van LPG-voertuigen en de hoogte van de grootverbruikerkorting die door de vervoersondernemer kan worden bedongen bij de brandstofleverancier.

C.2 Alternatieve scenario's

Bij de vaststelling van de alternatieve afschrijfsenario's is uitgegaan van het basisscenario van deze studie. In dit basisscenario is ten aanzien van de afschrijftermijn de aanname gedaan dat deze voor LPG-voertuigen 25% langer is dan die voor een vergelijkbaar dieselveertuig, vanwege de hogere aanschafkosten en de lagere verwachte restwaarde. Met betrekking tot die restwaarde wordt nog een tweetal varianten toegevoegd waarin wordt aangenomen dat de restwaarde van een LPG-voertuig nihil is. In de overige varianten wordt net als in het basisscenario aangenomen dat de restwaarde de helft is van een vergelijkbaar dieselveertuig van gelijke leeftijd. Ten aanzien van de grootverbruikerkorting op de brandstofprijs is in het basisscenario uitgegaan van relatief lage kortingen. Er zal daarom ook een variant getoond worden met relatief hoge grootverbruikerkortingen. Overigens wordt in alle scenario's een gemiddeld verschil in de kale brandstofprijs van diesel en LPG van 2,6 ct per liter gehanteerd. De kenmerken van de verschillende scenario's zijn samengevat in Tabel 34.

Tabel 34 Kenmerken van de verschillende afschrijfsenario's

Variant	Afschrijftermijn	Restwaarde	Korting LPG (ct/l)	Korting diesel (ct/l)
	t.o.v. dieselveertuig			
Basis	125 %	50 %	15	10
A	125 %	50 %	23	18
B	125 %	0 %	15	10
C	125 %	0 %	23	18
D	100 %	50 %	15	10
E	100 %	50 %	23	18
F	100 %	50 %	19	14

C.3 Effect van de scenario's

Net als in deze studie voor het basisscenario is gedaan, zijn voor de bovenstaande scenario's de jaarlijkse meerkosten van LPG-aandrijving voor de vervoersondernemer bepaald na een subsidie waarbij de volledige meerkosten van aanschaf worden vergoed (vergelijk Tabel 19). De resultaten staan hieronder vermeld in Tabel 35.

Tabel 35 Jaarlijkse meerkosten voor de vervoerder bij verschillende varianten van afschrijfsenario's

Vari- ant	t.o.v. diesel	3,5-7,5 ton	7,5-12 ton	12-20 ton	>20 ton
Basis	Euro 3	650	370	10	-170
	Euro 4, -5	330	50	-740	-1.170
A	Euro 3	400	40	-960	-2.020
	Euro 4, -5	80	-290	-1.710	-3.020
B	Euro 3	980	800	790	1.510
	Euro 4, -5	660	450	40	550
C	Euro 3	740	470	-170	-300
	Euro 4, -5	420	120	-920	-1.300
D	Euro 3	2.060	2.190	2.530	3.480
	Euro 4, -5	1.740	1.870	1.780	2.480
E	Euro 3	1.820	1.850	1.570	1.630
	Euro 4, -5	1.500	1.530	820	630
F	Euro 3	1.940	2.020	2.050	2.560
	Euro 4, -5	1.620	1.670	1.300	1.560

Van de bovenstaande scenario's zou variant F een realistisch alternatief kunnen zijn voor het in deze studie gehanteerde basisscenario. Uitgaande van deze variant zouden de vormgeving en de kosten van een aanvullende stimuleringsregeling er als volgt uit kunnen zien:

Uit Tabel 35 blijkt dat er na een subsidie op de aanschaf van een LPG-vrachtauto meerkosten voor de vervoerder blijven bestaan en dat deze meerkosten ten opzichte van de basisvariant hoger zijn. In tegenstelling tot het basisscenario blijven ook na de introductie van de Euro 4-dieseltechniek meerkosten bestaan. Om deze meerkosten weg te nemen dient dus een groter bedrag aan tegemoetkoming in de onderhoudskosten vergoed te worden en deze tegemoetkoming dient ook na 2005 door te lopen. Daarbij wordt ervan uitgegaan dat de tegemoetkoming in de onderhoudskosten niet langer doorloopt dan de afschrijftermijn van het voertuig.

Voor een vrachtauto in de gewichtscategorie tussen 7,5 en 12 ton GVW zijn de jaarlijkse meerkosten van een LPG-voertuig tot en met het jaar 2005 ca. f 2.020,- daarna f 1.670,-. Gezien de verwachte afschrijftermijn van 7,5 jaar wordt het bedrag van f 2.020,- per jaar betaald over de eerste 5 jaar van de afschrijftermijn en het bedrag van f 1.670,- per jaar over de laatste 2,5 jaar van de afschrijftermijn, indien het voertuig in 2001 wordt aange-schaft. Boven op deze bedragen komt voor deze gewichtscategorie nog een bedrag van f 350,- per jaar ten behoeve van het operationele voordeel van 1ct/km voor de vervoersondernemer om de overstap naar LPG aantrekkelijk te maken.



C.4 Conclusie

In totaal is met de hierboven beschreven aanvullende stimuleringsregeling een bedrag gemoeid van ruim 70 miljoen gulden in 2001 (zie Tabel 36), indien in dat jaar de regeling ingaat, tot bijna 65 miljoen per jaar vanaf het jaar 2006. De kosten van de aanvullende stimuleringsregeling bij dit scenario zijn dus bijna twee maal zo hoog als die van de aanvullende stimuleringsregeling bij het basisscenario van deze studie. Er moet echter bedacht worden dat de kosten ten gevolge van de lagere accijns op LPG al na enkele jaren een belangrijker kostenpost zullen worden.

Tabel 36 Kosten van een aanvullende stimuleringsregeling voor het jaar 2001, uitgaande van variant F

	Aantal	Subsidie per voertuig			Totaal	Totaal (in mln f)
		Aanschaf	Onderhoud (tot 2006)	Onderhoud (vanaf 2006)		
3,5-7,5 ton	700	7.500	11.290	5.810	24.600	17,2
7,5-12 ton	315	20.000	11.850	5.050	36.900	11,6
12-20 ton	575	20.000	14.000	4.100	38.100	21,9
>20 ton	500	20.000	17.790	2.560	40.350	20,2
Totaal	2.090					70,9