



# Duurzame GGD Concessieverlening

## Eindrapportage

Auteurs: Age van der Mei, Eelco den Boer en Femke Brouwer



## Duurzame GGD Concessieverlening

### Eindrapportage – September 2007

Age van der Mei  
Duinn  
Martinikerhof 27  
9712 JH Groningen  
T +3165 33 96 118  
E age.vandermei@duinn.nl

Eelco den Boer  
CE Delft  
Oude Delft 180  
2611 HH Delft  
T +31 152 150 150  
E boer@ce.nl

## Management Samenvatting

In opdracht van provincie Groningen is door Duinn en CE Delft een inventarisatie gemaakt van de emissies, meerkosten en regionale effecten van verschillende bustechnologieën. De inventarisatie is gemaakt voor de GGD concessie in Noord-Nederland. De resultaten en bevindingen zijn gepresenteerd aan de provincie Groningen, het OV bureau Groningen/Drenthe, gemeente Groningen, provincie Drenthe, provincie Groningen en Energy Valley.

Bussen leveren een substantiële bijdrage aan de emissie in de stedelijke gebieden Groningen en Assen. De uitstoot van alle 336 bussen bedraagt op jaarbasis naar schatting 120 ton NO<sub>x</sub>, 1 ton fijnstof en 25.000 ton CO<sub>2</sub>. In totaal wordt er ±25 miljoen kilometers gereden door bussen in Groningen en Drenthe. In Groningen leveren bussen op verschillende plaatsen een bijdrage aan de overschrijding van de Europese luchtkwaliteitsnormen, met name in het stationsgebied.

Binnen het onderzoek zijn Euro III, IV, V en hybride bustechnologieën vergeleken en de emissies en meerkosten van de brandstoffen ethanol, CNG, groen gas, puur plantaardige olie (PPO) en biodiesel (B100). De vergelijking van emissies en meerkosten is gedaan ten opzichte van Euro IV (referentie) om gelijkwaardige vergelijkingen te kunnen maken.

Met het opnemen van eisen ten aanzien van een doel- of middelvoorschrift in de nieuw uit te geven GGD concessie kunnen de schadelijke emissies van NO<sub>x</sub>, fijnstof en CO<sub>2</sub> worden teruggedrongen. Afhankelijk van de bustechnologie gelden hogere meerkosten. De meerkosten zijn afhankelijk van brandstofprijs, infrastructuur, aanschafprijs en onderhoudintensiteit.

Gasvormige brandstoffen kennen een lage uitstoot van NO<sub>x</sub> en fijnstof. Gas lijkt om deze reden gunstiger voor gebruik in het stedelijk gebied in vergelijking met de gebieden in de streek. Hoge investeringen in infrastructuur en een kortere actieradius leidt er in de praktijk toe dat gasbussen dichtbij het vulstation worden

ingezet. De meerkosten voor CNG liggen relatief laag door een lagere accijnsstelling. CNG kent ongeveer dezelfde CO<sub>2</sub>-uitstoot als dieselbussen. Bij gebruik van groen gas zijn de emissies van CO<sub>2</sub> significant lager.

Bussen op PPO of op biodiesel kennen een hogere actieradius, maar kennen over het algemeen een hogere NO<sub>x</sub> en fijnstof uitstoot. Biodiesel kan als 100% blend worden ingezet, maar ook als lagere blend van 20% of 50%. Dit is afhankelijk van de garantiebepalingen van de busfabrikant. Biodiesel is het meest kosteneffectief om CO<sub>2</sub> te reduceren. De meerkosten komen met name voort uit hogere onderhouds- en brandstofkosten.

Ethanol (E95) is een schone brandstof waarmee de EEV norm gehaald kan worden en die CO<sub>2</sub> reduceert. De CO<sub>2</sub>-reductie is (sterk) afhankelijk van de keten. De hoge meerkosten voor ethanol komen grotendeels door de hogere benzineaccijns die moet worden betaald.

Hybride technologie scoort goed op emissie en kosten. Het lagere brandstofverbruik leidt tot lagere emissies en lagere brandstofkosten. De lagere brandstofkosten maken de hogere aanschafinvestering grotendeels goed. De hybride bussen kunnen naar verwachting vanaf 2010/2011 worden ingezet.

Onzekerheden blijven bestaan rondom nieuwe bustechnologieën. De behaalde CO<sub>2</sub>-reductie is sterk afhankelijk van de gebruikte grondstof en productieketen. Goed inzicht blijft noodzakelijk om de milieu- en kosteneffecten en de praktische haalbaarheid tegen elkaar af te kunnen wegen. De keuzes zijn afhankelijk van de prioriteit met betrekking tot (1) luchtkwaliteit, (2) CO<sub>2</sub>-reductie, (3) regionale werkgelegenheidseffecten en (4) meerkosten.

## Inhoudsopgave

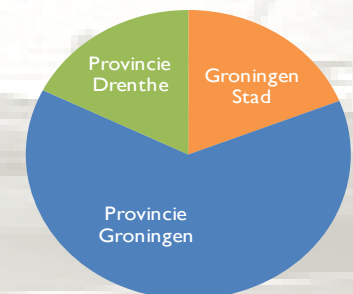
- I. Inleiding – Bussen in Groningen en Drenthe
- II. Methode – Levenscyclus Analyse en Praktijkervaringen
- III. Uitgangsituatie – Huidige GGD concessie
- IV. Resultaten – Emissies, meerkosten en regionale effecten
- V. Conclusies – Bevindingen en Aanbevelingen

## Inleiding – OV in Groningen en Drenthe

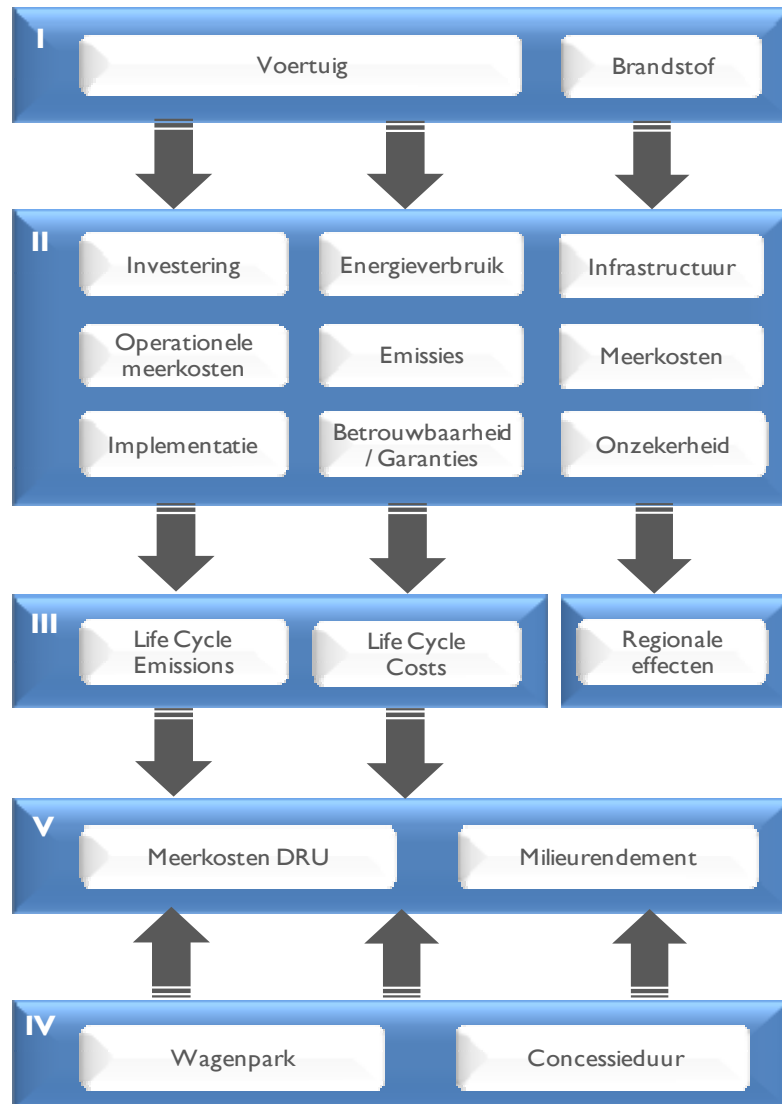
- ^ Het GGD concessiegebied omvat Groningen stad, provincie Groningen en Noord en Midden Drenthe (inclusief Assen). Dagelijks reizen ongeveer 100.000 mensen in Groningen en Drenthe met de bus. In de eerste zeven maanden van 2006 was er een toename in het OV gebruik van ongeveer 17,5% ten opzichte van 2005 [OV Bureau, 2006].
- ^ In Groningen worden jaarlijks ongeveer 1,3 miljoen mensen vervoerd door citybussen. Deze vervoerstromen komen met name van de vier Park en Ride terreinen. In Assen vervoert de relatief jonge Servicebus jaarlijks ± 80.000 mensen.
- ^ In Groningen worden op meerdere locaties de fijnstof normen overschreden. Met name het stationsgebied is kwetsbaar en hier wordt ook de NO<sub>x</sub> plandrempel overschreden. Vier van de vijf locaties kennen intensief busverkeer.
- ^ In totaal wordt er ongeveer 25 miljoen kilometers gereden door bussen in Groningen en Drenthe [Arriva, 2007]. De uitstoot van alle 336 bussen bedraagt op jaarbasis naar schatting 120 ton NO<sub>x</sub>, 1 ton fijnstof en 25.000 ton CO<sub>2</sub>.
- ^ Het busmaterieel bestaat onder meer uit Euro II en Euro III diesel bussen. Het wagenpark heeft op dit moment een gemiddelde leeftijd van 5,5 jaar. Het grootste aantal bussen zijn streekbussen. Verder zijn er 47 gelede bussen, welke zowel in de stad als in de streek rijden, en een kleiner aantal citybussen (6) en servicebussen in Assen (8).
- ^ Verbeteringen van het OV\_systeem in Groningen kan één van de meest belangrijke en kosteneffectieve maatregelen zijn om schone en duurzame mobiliteit te bevorderen.



Bussen per regio GGD concessie



## Methode – Life Cycle Analysis en Praktijkervaringen



∧ Duinn en CE Delft hebben voor deze opdracht de methode Duurzame Concessieverlening ontwikkeld. Doel van deze methode is om transparant, objectief en gedocumenteerd relevante informatie over voertuigtechnologie en brandstof te verzamelen en te vergelijken.

∧ De methode gebruikt een levenscyclus benadering voor zowel de emissies, als het energieverbruik en de kosten. Dit zorgt ervoor dat emissies en kosten over de gehele keten worden meegenomen: Totale Levenscyclus Emissies en Totale Levenscyclus Kosten.

**Stap 1** Basis van het rekenmodel zijn de factsheets per bustechnologie.

**Stap 2** De factsheets geven een kwantitatieve en kwalitatieve beschrijving van de brandstof- en voertuigspecificaties.

**Stap 3** Aan de hand van de factsheets kunnen de levenscyclus emissies en kosten worden berekend per voertuig maar ook voor een geheel wagenpark. Deze worden uitgedrukt in totale emissies, meerkosten per kilometer, meerkosten per DRU. De regionale effecten worden per brandstofvariant weergegeven.

**Stap 4** Gebruikers kunnen concessieduur, wagenpark en bustechnologie invoeren. Het model laat vervolgens de gevolgen zien voor de emissiereductie, energieverbruik, CO<sub>2</sub>-uitstoot en de meerkosten per DRU.

**Stap 5** Resultaten voor meerkosten en milieurendement worden in grafieken weergegeven. Het model is uitgerust met een aantal overzichten waarin verschillende bustechnologieën vergeleken kunnen worden.

## Uitgangssituatie – Huidige GGD concessie

- ⚠ Het concessiegebied voor de GGD concessie beslaat provincie Groningen, Noord-Drenthe en Groningen stad. De huidige concessie wordt uitgevoerd door Arriva.
- ⚠ De huidige 336 bussen rijden jaarlijks naar schatting 25 miljoen kilometer. Het huidige wagenpark (voorjaar 2007) bestaat met name uit Euro II en III bussen. De gelede bussen in de stad zijn Euro III bussen met een CRT-filter. Het lager kilometrage wordt onder andere veroorzaakt door een lage gemiddelde snelheid voor de bussen in de stad (tussen de 16 en 19 km/u) ten opzichte van streekbussen.
- ⚠ Het jaarlijks kilometrage verschilt sterk per vervoersgebied. Bussen in de stad rijden ongeveer 60.000 km op jaarbasis, tegenover 80.000 km voor streekbussen en 130.000 km voor Qliners.
- ⚠ Wanneer alle bussen aan de euro IV norm voldoen bedraagt de jaarlijkse uitstoot naar schatting 25.000 ton CO<sub>2</sub>, 120 ton Nox en 1 ton fijnstof.

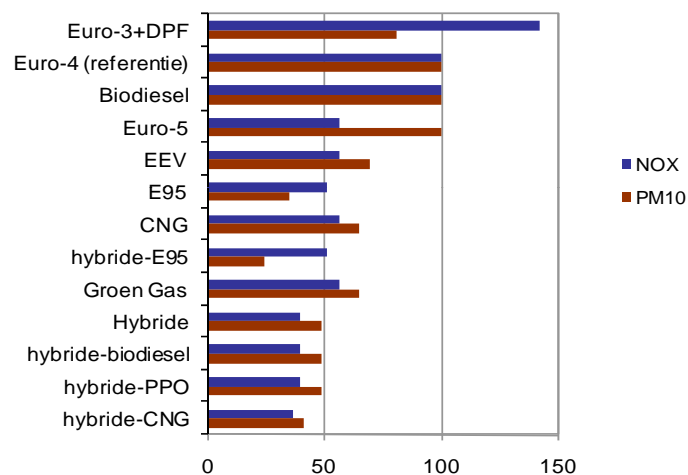
	Aantal bussen	Gem. jaar-kilometrage	Totaal km/jaar	DRU's per jaar	CO2 ton/jaar referentie	NOx ton/ jaar referentie	Fijn stof ton/jaar referentie
<b>Stad Groningen</b>							
Citybus	8	60.606	484.848	27.725	1.124	5,2	0,04
Citybus + lijn 3/6	16	60.606	969.696	95.281	2.249	10,5	0,09
Citybus + lijn 3/6 + lijn 11/15	24	60.606	1.454.544	125.873	3.373	15,7	0,13
Stadsbussen Groningen (12 m)	33	60.606	1.999.998	88.455	2.188	10,2	0,09
<b>Stad Drenthe</b>							
Servicebus Assen	8	25.816	206.528	9.921	113	0,1	0,00
<b>Streek Groningen/Drenthe</b>							
Streekbussen	202	78.853	15.928.306	381.728	14.500	67,6	0,57
Qliners	45	130.476	5.871.420		5.345	24,9	0,21
<b>Totaal</b>	<b>336</b>		<b>25.460.796</b>		<b>25.518</b>	<b>118,6</b>	<b>1,00</b>



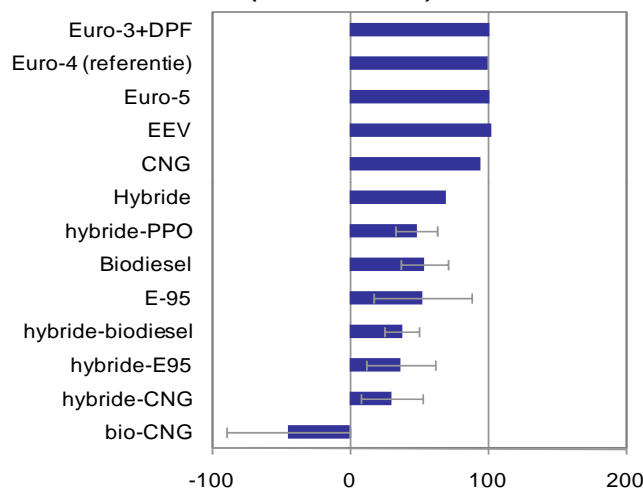
## Resultaten en Bevindingen

- De emissies verschillen sterk per voertuigtechnologie en brandstof. Gasvormige brandstoffen en ethanol zijn erg schoon, PPO en biodiesel kennen hogere NO<sub>x</sub>-emissies afhankelijk het type dieselbus waarin ze ingezet worden. Locale emissies zijn erg positief voor gas, ethanol en de hybride technologieën. Biodiesel is kosteneffectief met betrekking tot CO<sub>2</sub>-emissies. Inzet van biodiesel in Euro V en EEV bussen kan ook de lokale emissies terugdringen. De hybride technologie komt naar schatting beschikbaar in 2010/2011.
- Groen gas scoort met name goed doordat het gas lokaal wordt geproduceerd uit covergisting met 50% mest en 50% biomassa. De totale CO<sub>2</sub>-reducties van E95 en B100 kennen een onzekerheidsmarge, afhankelijk van de gebruikte grondstoffen en ketens.
- Meerkosten zijn voor de alternatieve brandstoffen sterk afhankelijk van de biobrandstofprijs en de referentie dieselprijs. Ethanol is sterk duurder door de hoge benzine accijnzen die gelden voor ethanol. De resultaten zijn afhankelijk van de input in brandstofkosten, voertuig aanschafkosten, investeringen in brandstof infrastructuur, gehanteerde afschrijvingstermijnen etc. Er bestaan onzekerheden over de data welke zijn aangegeven in de kosten en emissies. In de factsheets en casebeschrijvingen is aanvullende informatie te vinden van de bustechnologieën en brandstoffen.

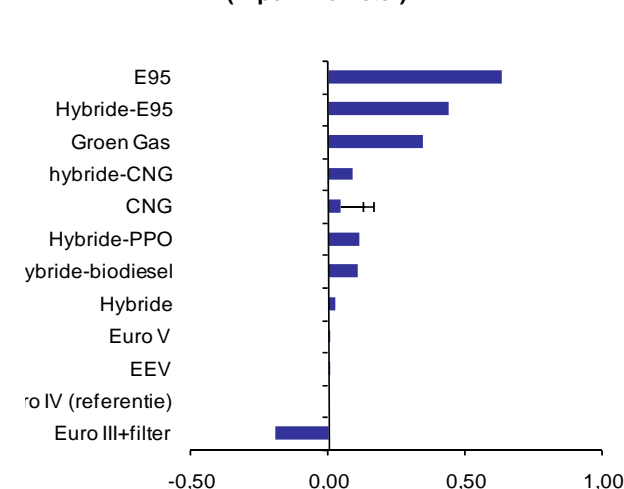
Bustechnologieën vergeleken voor Nox en fijn stof (Euro IV = 100%)



Bustechnologieën vergelijking voor Co2 uitstoot (Euro IV = 100%)



Bustechnologieën vergeleken voor kosten (€ per kilometer)



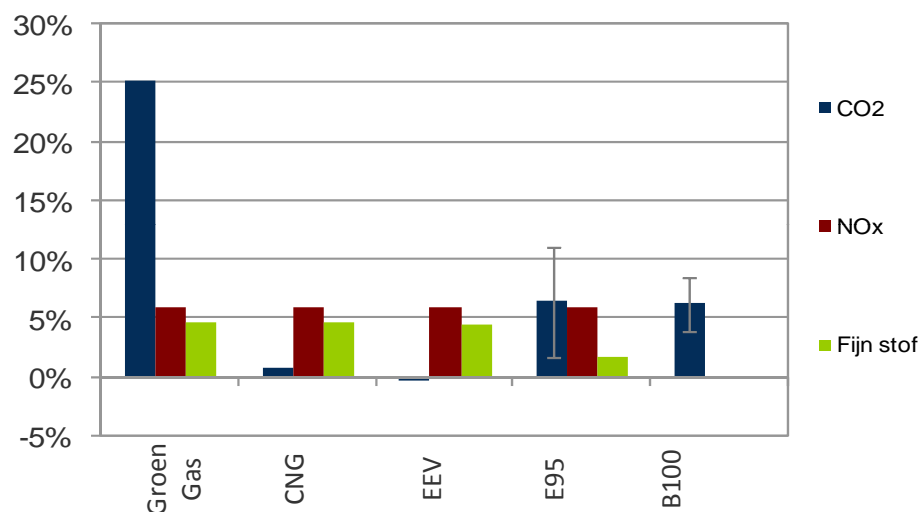


## Resultaten Citybussen Groningen

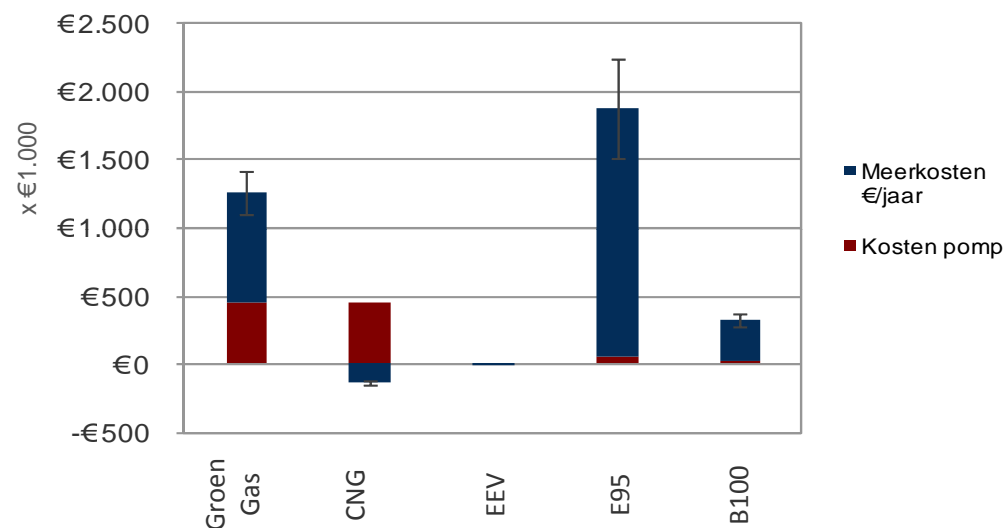
- De emissiereductie en meerkosten van de 24 citybussen zijn verschillen sterk tussen lokale (NO<sub>x</sub> en fijnstof) en globale (CO<sub>2</sub>) emissies. Alle technologieën behalve biodiesel voldoen aan de EEV-norm. De gastechnologieën scoren op dit moment vergelijkbaar met EEV, maar er zijn reeds gasbussen welke lagere emissies laten zien. De kosteneffectiviteit van om NO<sub>x</sub> en fijnstof te reduceren is het grootst voor EEV.
- De CO<sub>2</sub>-reductie van groen gas, E95 en B100 zijn positief. Groen gas scoort met name goed omdat methaan emissies van mest worden vermeden in de gebruikte productieketen. Biodiesel is het meest kosteneffectief om CO<sub>2</sub> te reduceren in Groningen.
- In het stedelijk gebied van Groningen ligt de focus op luchtkwaliteit. Groen gas, CNG, EEV en E95 voldoen allemaal aan de EEV norm. Hybridisering van het wagenpark leidt tot verdere reducties van alle emissies.



**Emissiereductie % t.o.v. totale GGD concessie**



**Indicatie meerkosten €/jaar (incl. pompkosten)**

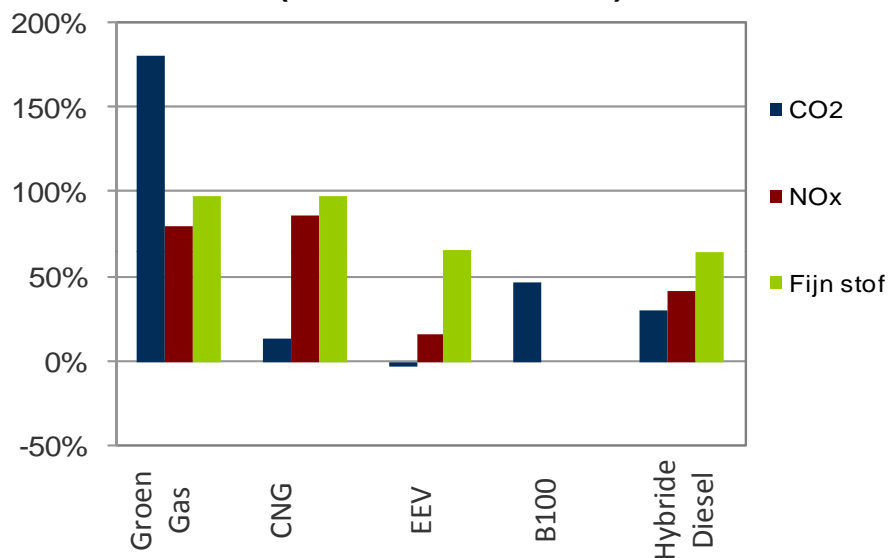


## Resultaten Servicebus Assen

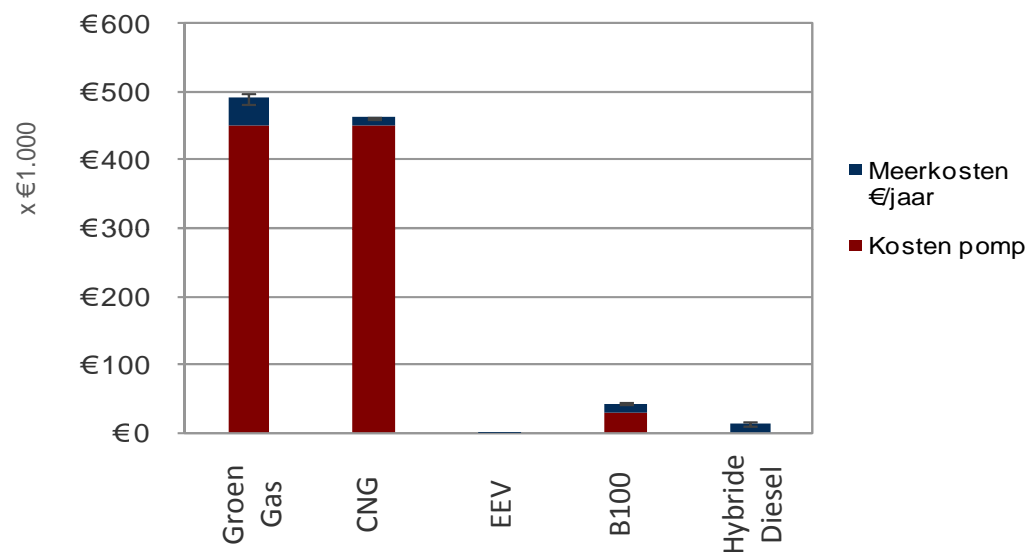
- De emissiereductie en meerkosten van de 24 citybussen verschillen sterk tussen lokale (NO<sub>x</sub> en fijnstof) en globale (CO<sub>2</sub>) emissies. Alle technologieën behalve biodiesel voldoen aan de EEV-norm. De gastechologieën scoren op dit moment vergelijkbaar met EEV, maar er zijn reeds gasbussen welke lagere emissies laten zien. De kosteneffectiviteit om NO<sub>x</sub> en fijnstof te reduceren is het grootst voor EEV.
- De CO<sub>2</sub>-reductie van groen gas, E95 en B100 zijn positief. Groen gas scoort met name goed omdat methaan emissies van mest worden vermeden in de gebruikte productieketen. Biodiesel is het meest kosteneffectief om CO<sub>2</sub> te reduceren in Groningen.
- In het stedelijk gebied van Groningen ligt de focus op luchtkwaliteit. Groen gas, CNG, EEV en E95 voldoen allemaal aan de EEV-norm. Hybridisering van het wagenpark leidt tot verdere reducties van alle emissies.



**Emissiereductie Servicebus Assen**  
(% t.o.v. referentie IV)



**Indicatie meerkosten €/jaar (incl. pompkosten)**

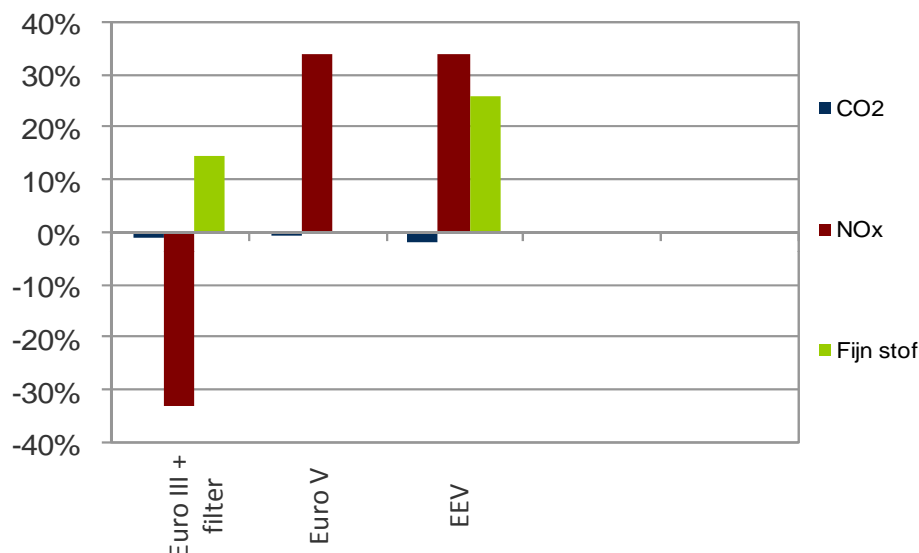


## Resultaten streekbussen

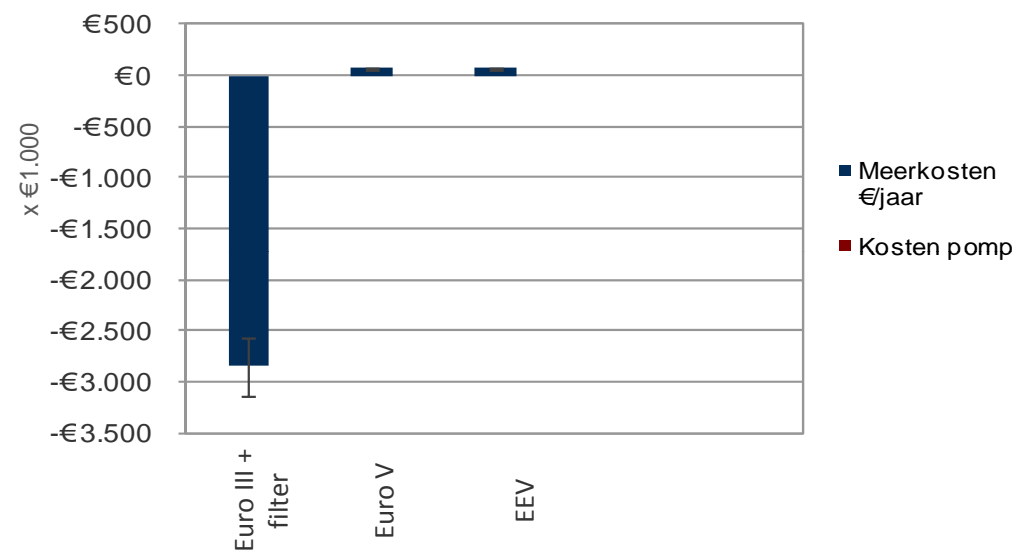
- De emissiereductie en meerkosten van de streekbussen worden bepaald door de gebruikte technologie om de Euro III, IV, V danwel EEV te behalen. De emissies verschillen sterk tussen de technologieën. Door het toepassen van roetfilters in bestaande Euro III bussen kan fijnstof kosteneffectief worden gereduceerd. Echter, de NO<sub>x</sub>-uitstoot is meer dan 30% hoger in vergelijking met Euro IV. Het verschil tussen Euro V en EEV is een sterk gereduceerde fijnstofuitstoot en een licht hogere CO<sub>2</sub>-uitstoot.
- De meerkosten bestaan uit hogere aanschafkosten, maar deze worden gecompenseerd door (tijdige) subsidies. Licht hogere meerkosten komen voort uit het gebruik van Ad-blue (in sommige bustypes) en een licht hoger meerverbruik.



**Emissiereductie % t.o.v. totale GGD concessie**



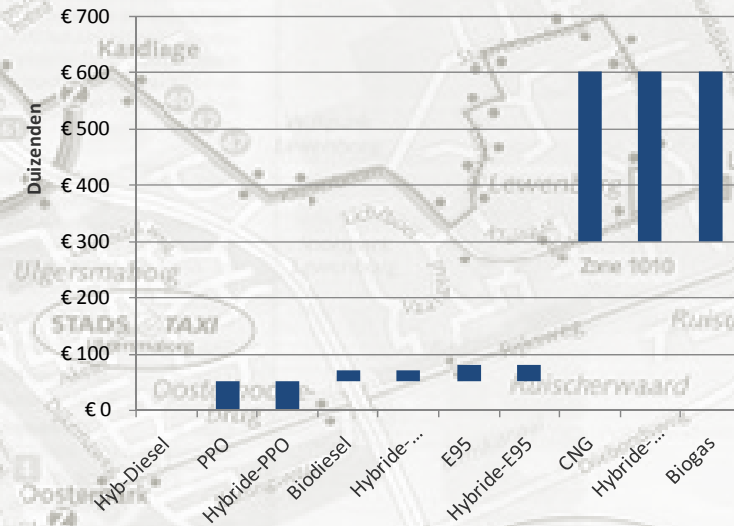
**Indicatie meerkosten €/jaar (incl. pompkosten)**



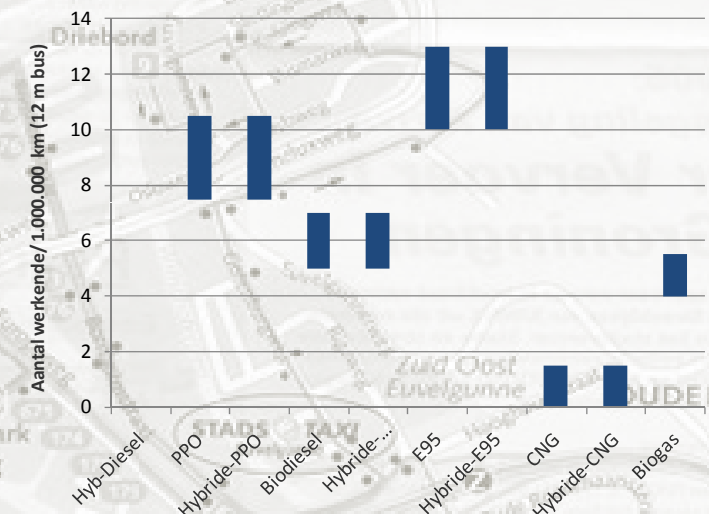
## Resultaten – Regionale effecten

- Door alternatieve brandstoffen in te zetten kan werkgelegenheid worden gecreëerd. De gecreëerde werkgelegenheid is afhankelijk van de locatie waar de biobrandstoffen worden geteeld en worden geproduceerd. Indirecte werkgelegenheid komt voort uit de serviceindustrieën (onderhoud, machinebouw, voertuigombouw, aanleg infrastructuur, etcetera). De werkgelegenheidseffecten worden alleen gecreëerd voor Noord-Nederland wanneer regionale contracten met brandstofleveranciers worden afgesloten.
- De werkgelegenheidseffecten zijn benaderd per miljoen gereden buskilometers. Afhankelijk van de energie-inhoud van de brandstof per ton worden de uiteindelijke werkgelegenheidseffecten bepaald. Inzet van PPO en bioethanol resulteert in de grootste effecten op de werkgelegenheid. Groen gas scoort lager, maar dit wordt met name veroorzaakt door de hogere productiviteit (in megajoule) per werknemer.
- De investeringen in infrastructuur voor alternatieve brandstoffen verschilt sterk per type brandstof (zie ook de case-beschrijvingen). Voor elk alternatief is een *dedicated* pomp nodig, omdat diesel blijft bestaan als brandstof voor de bussen.
- PPO is relatief eenvoudig op te slaan en te gebruiken. Hierdoor zijn de investeringskosten lager in vergelijking met biodiesel en ethanol. De kosten van een biodieselvulpunt zijn vergelijkbaar met normale dieselvulpunten.
- De investeringen in de aardgasinfrastructuur zijn afhankelijk van het gebruiken van ‘fast’ of ‘slow-fill’, de compressiecapaciteit, backup-faciliteiten en veiligheidsmaatregelen.

Alternatieve brandstoffen: geschatte investeringen in brandstofinfrastructuur



Werkgelegenheidseffecten alternatieve brandstoffen (arbeidsplaatsen/1 miljoen bus km)



## Bevindingen

### Kosten

- Meerkosten per kilometer verschillen per technologie en zijn (sterk) afhankelijk van brandstofkosten, onderhoudintensiteit, investeringen in infrastructuur en aanschafprijs. Hybride technologieën zijn per aanschaf duurder en kennen hogere onderhoudskosten, maar deze kosten worden goeddeels terugverdiend door lagere brandstofkosten. De meerkosten voor alternatieve brandstoffen komen met name door hogere brandstofprijzen en hogere onderhoudskosten. De meerkosten voor CNG-bussen komen met name voort uit relatief dure infrastructuur voor de brandstof. Deze wordt grotendeels terugverdiend door een (tijdelijke) lagere aardgasprijs.
- Gastechnologieën zijn sterk afhankelijk van schaafeffecten. Hoe meer aardgas kan worden afgezet, hoe goedkoper dit aangeboden kan worden door de markt.

### Emissies

- Biodiesel kan ook in Euro V/EEV motoren worden toegepast. Dit zorgt voor een verbetering van de NO<sub>x</sub>- en fijnstofprestatie.
- De totale CO<sub>2</sub>-reductie is afhankelijk van de grondstoffen en productieketen van de biobrandstof. Er is erg duurzame biodiesel te verkrijgen, maar ook sterk minder duurzame varianten. Een aanbeveling is om de CO<sub>2</sub>-tool te gebruiken om de CO<sub>2</sub>-prestatie vast te stellen. De CO<sub>2</sub>-tool komt begin 2008 beschikbaar.
- Om regionale effecten te realiseren moeten regionale leveranciers worden gevonden voor de alternatieve brandstoffen.
- Voertuigemissies verschillen per technologie. De emissies kunnen ook per technologie sterke verschillen laten zien. Emissie verschillen per kilometer kunnen tot meer dan 50% verschillen tussen fabrikanten (bijvoorbeeld NO<sub>x</sub> bij aardgas).

### Risico's

- De grootste risico's met betrekking tot nieuwe bustechnologieën zijn: de onderhouds- en uitvalkosten, brandstofprijzen, restwaardes, infrastructuur en onderhoud. Risico's worden in de praktijk "geprijsd" door vervoerders en deze kunnen relatief hoog uitvallen. Een oplossing voor dit probleem is dat de OV concessieverlener dit risico (deels) op zich neemt. De concessieverlener of provincie kan bijvoorbeeld eigenaar worden van infrastructuur of een langere concessieduur uitschrijven.
- Brandstofkosten kunnen (sterk) fluctueren voor zowel de diesel als de alternatieve brandstoffen. Biodieselprijzen worden verwacht te dalen, waar ethanolprijzen meer stabiel worden verwacht. Gasprijzen zijn de laatste jaren gestegen. De PPO-prijs is de laatste jaren sterk gestegen (+25%), omdat de koolzaadprijzen stijgen door de toenemende vraag. Onzekerheden rondom brandstofprijzen zijn een belangrijk punt omdat de bussen pas eind 2008 op de weg komen en operationeel zijn tot na 2012.
- Onderhoudskosten kunnen een belangrijk deel uitmaken van totale voertuigkosten. Deze kosten worden verwacht te dalen voor alternatieve voertuigen in de komende jaren.



## Contactgegevens

Age van der Mei  
Duinn  
Martinikerkhof 27  
9712 JH Groningen  
T +3165 33 96 118  
E [age.vandermei@duinn.nl](mailto:age.vandermei@duinn.nl)

Eelco den Boer  
CE Delft  
Oude Delft 180  
2611 HH Delft  
T +31 152 150 150  
E [boer@ce.nl](mailto:boer@ce.nl)