

Factsheet nieuwe brandstoffen 2011

Inleiding

Dit factsheet geeft informatie over de volgende opkomende brandstoffen: aardgas (CNG), groengas, bio-ethanol (E85), bio-diesel (B100) en elektriciteit (e). Hieronder staan feiten en cijfers over de milieuprestatie, kosten en praktische voor- en nadelen van deze brandstoffen, zodat deze onderling te vergelijken zijn. Tevens bieden we inzicht in een aantal actuele discussies over nieuwe brandstoffen, zoals: de milieuaspecten van de accu van de elektrische auto, een kostenvergelijking en de certificering van groene energie.

Voor een toelichting op de diverse brandstoffen met achtergrondinformatie over winning en productie zie Bijlage I.

Vergelijkingen op milieuprestatie

Groengas en elektrisch milieuvriendelijkste brandstoffen

Op basis van milieuprestatie scoren groengas (ook wel biogas of bio-CNG genoemd) en het rijden op elektriciteit het beste in een onderlinge vergelijking op broeikasgassen, luchtverontreinigende stoffen en landgebruik. De winst zit vooral in het verminderen van de broeikasgasemissies.

Groengas is voor een significant deel gemaakt uit reststromen. Een reststroom is een biomassa-stroom die als bijproduct vrijkomt bij de productie van een ander product. De bijdrage van groengas aan het verminderen van broeikasgasemissies is het grootst wanneer er mest als grondstof wordt gebruikt, een natuurlijke bron van methaan (een zeer sterk broeikasgas, 25 x zo sterk als CO₂). Groengas heeft echter ook (potentiele) nadelen. Het is mogelijk dat mobiliteit met deze brandstof op termijn gaat concurreren met voedselketens. Er zijn namelijk niet genoeg laagwaardige reststromen, zoals mest en slib, die (kostenefficiënt) ingezet kunnen worden om meer dan 10% van de Nederlandse mobiliteitsbehoefte met groengas te voorzien.

Elektrische auto's stoten geen CO₂ en vervuilende stoffen uit tijdens het rijden zelf, maar alleen bij de opwekking van elektriciteit. De schadelijkheid van de vervuilende stoffen is gering omdat dit niet direct kan worden ingeademd door medeweggebruikers.

Er wordt in de vergelijking gerekend met de gemiddelde Nederlandse energiemix. Bij elektrisch rijden is de potentiële vermindering in broeikasgasemissie groter in het geval van stroom (direct) uit zon, wind of water (zie ook alinea over certificering groengas versus certificering groene stroom).

De accu's van elektrische auto's bestaan voor een deel uit lithium, net zoals GSM's en de accu's van elektrische fietsen. Er is momenteel kritiek op de lithiumwinning die plaatsvindt op de zoutvlakten in Bolivia. De Boliviaanse arbeiders werken onder slechte arbeidsomstandigheden en er ontstaat lokale milieuvervuiling bij de winning van het mineraal. Door de toenemende productie van elektrische auto's trekken deze lokale problemen recentelijk de aandacht. Lokale verontreiniging en slechte arbeidsomstandigheden zijn een belangrijk aandachtspunt en dienen verbeterd te worden, maar zijn geen afdoende argument om daarmee te stellen dat de elektrische auto niet duurzaam zou zijn. Het elektrificeren van mobiliteit levert een grote milieuwinst op het vlak van klimaat, vervuilende emissies en energieschaarste. Over de gehele keten genomen is de elektrische auto daarmee een duurzaam alternatief voor de gangbare auto op benzine of diesel.

Biobrandstoffen en voedselproductie

De vloeibare biobrandstoffen, bio-ethanol en biodiesel zijn qua broeikasgasuitstoot gunstiger dan fossiele brandstoffen, maar de gebruikte biomassa komt voor een groot deel uit energiegewassen, die veel ruimte nodig hebben. Daardoor concurreert deze energiebron met andere hulpbronnen: natuur en voedselgewassen. Ook zorgt de productie voor vermesting en verzuring rondom de productielocaties.

Brandstofverbruik versus voertuigproductie

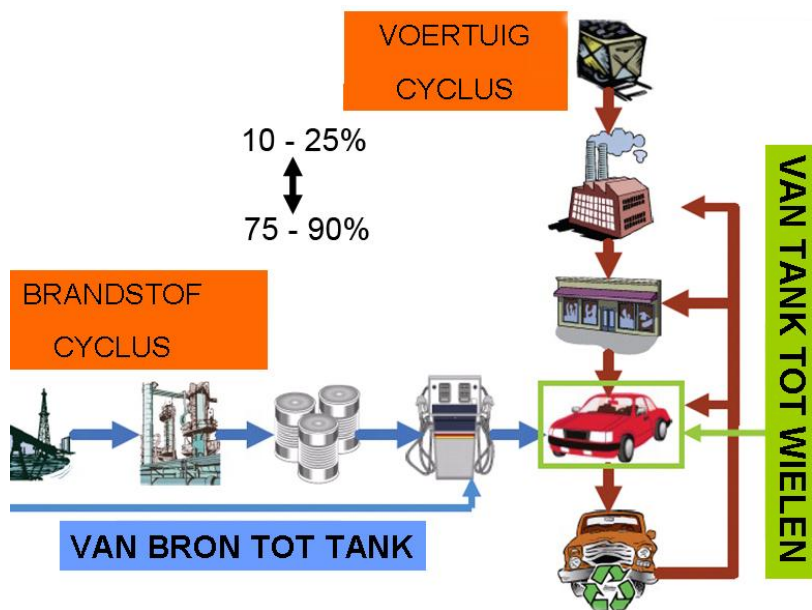
Bekeken over de hele levensduur van een auto komt zo'n 90 procent van het energiegebruik op conto van brandstofgebruik, en 10 procent op conto van het voertuig zelf (productie, onderhoud en afvalverwerking). Bij hybriden is de verhouding 85 procent resp. 15 procent, niet omdat de hybriden

zoveel meer energie kosten om te maken – ondanks hun accu - maar omdat ze zuiniger met brandstof omgaan.

Brandstofketen

De milieubelasting van de verschillende brandstoffen is te vergelijken van 'well to wheel' (WTW) en van 'tank to wheel' (TTW). Het ruimtegebruik, van belang bij de biobrandstoffen, spreken we over 'well to tank' (WTT).

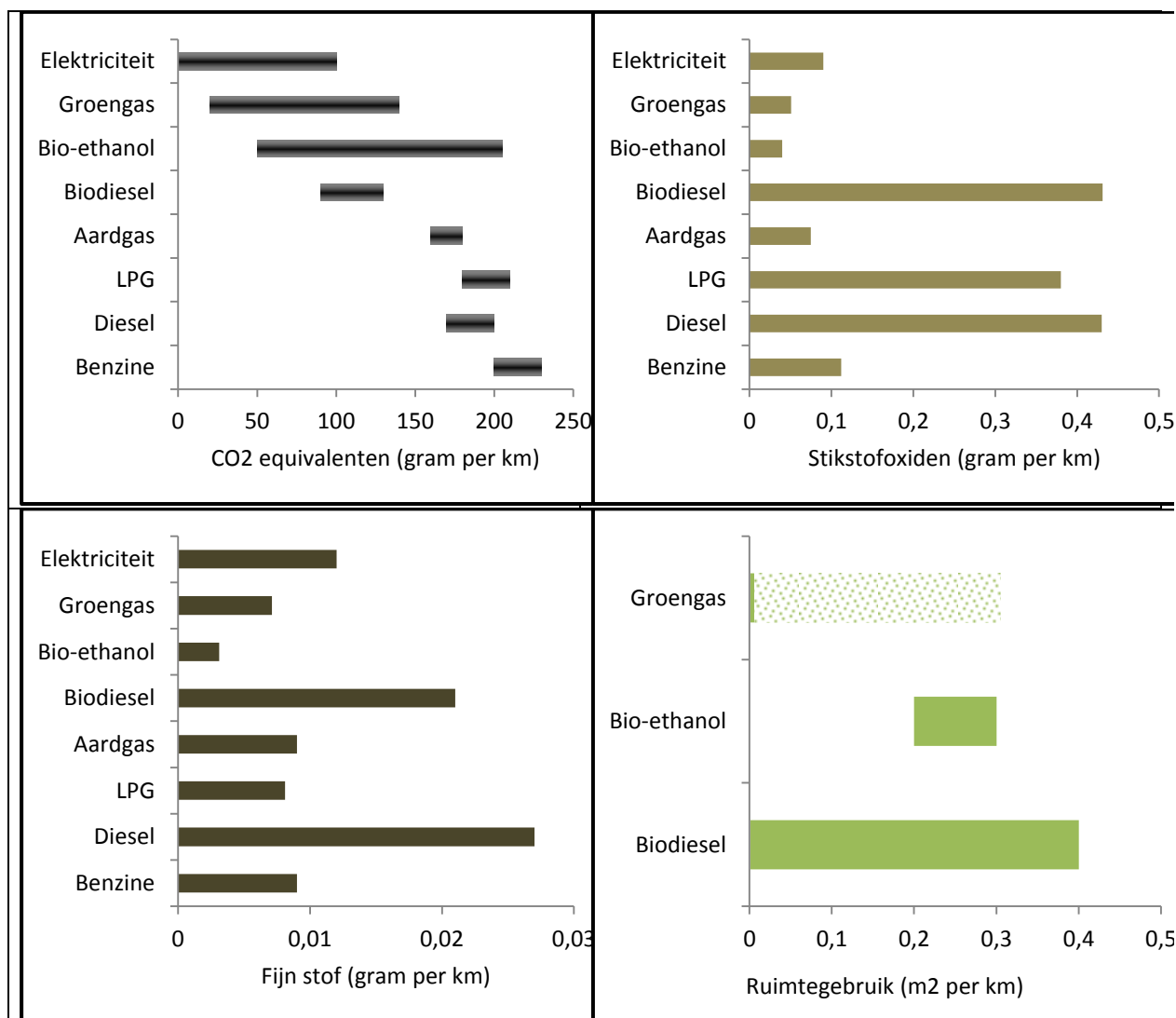
Wanneer de brandstofketen bekeken wordt van WTW wordt ook de raffinage meegeteld. Door het steeds zuiniger worden van de voertuigen wordt de uitstoot van schadelijke stoffen vanuit het voertuig steeds lager, waardoor de uitstoot bij de raffinage van de brandstoffen een steeds prominenter plaats inneemt.



Figuur 1: voertuigcyclus versus brandstofcyclus

Bij elektrische voertuigen is het aandeel van de voertuigcyclus in de totale energiebalans groter dan bij auto's op brandstoffen, omdat ze nog zuiniger zijn (en de brandstofcyclus dus minder dominant is), maar ook omdat de voertuigcyclus iets meer energie kost (naar schatting zo'n 15% meer dan bij een conventionele auto). Ook komen in de voertuigcyclus van een elektrische auto iets meer broeikasgassen en schadelijke emissies vrij dan in de voertuigcyclus van conventionele auto's. Dit wil niet zeggen dat de elektrische auto's milieubelastender zijn, maar wel dat de voertuigcyclus relatief belangrijker is (Notter *et al.*, 2010).

Zie de figuren op de volgende pagina voor vergelijkingen op verschillende milieucriteria. De ranges (bij CO₂-uitstoot en ruimtegebruik) geven de bandbreedte aan.



Figuur 2: Milieuvergelijkingen brandstoftypen. Bovenstaand figuur zijn gebaseerd op onderstaande tabel.

Tabel 1 Emissies en ruimtegebruik van automobilititeit op verschillende brandstoffen.

	CO ₂ Well to wheel (g/km)	NO _x Well to Wheel (g/km)	PM ₁₀ Well to Wheel (g/km)	Ruimtegebruik Well to tank (m ² /km)
Benzine (Euro 95)	200 – 230	0,112	0,009	-
Diesel	170 - 200	0,43	0,027	-
Bio-ethanol (E85)	50 - 205	0,04 ¹	0,003 ¹	0,2 – 0,3
Bio-diesel (B100)	90 - 130	0,43 ¹	0,02 ¹	0 - 0,4
Autogas (LPG)	180 - 210	0,38	0,0081	-
Aardgas (CNG)	160 – 180	0,075	0,009	-
Groengas (bio-CNG)	20 - 140	0,05 ¹	0,007 ¹	0,01 ²
Elektriciteit	0 ³ - 100	0,09	0,012 ⁴	-

1 Dit getal is exclusief de emissies bij productie van de biomassa. Hier zijn onvoldoende gegevens van voorhanden.

2 Een schatting, er van uitgaande dat het om mestvergisting gaat met diverse restromen als cosubstraat.

3 In het geval van stroom (direct) uit zon, wind of water.

4 Deze hoeveelheid fijn stof uit de schoorsteen van energiecentrales is minder schadelijk dan de fijn stof uit de uitlaat.

Er is uitgegaan van een middenklasse auto EURO IV. Er is dus niet gekeken naar de bouw van auto's (de zogenaamde voertuigcyclus), de aanleg van wegen en energetische infrastructuur. Die kosten uiteraard ook energie en veroorzaken diverse soorten milieubelasting. Het energiegebruik van de voertuigcyclus is bijvoorbeeld 9 maal kleiner dan de brandstofcyclus in het geval van kleine, lichte onzuinige auto's. In het geval van zware, zuinige auto's met veel elektronica en/of speciale metalen zoals die in accu's voorkomen is de het energiegebruik in de voertuigcyclus slechts 3 x kleiner dan de dat in de brandstofcyclus.

Vergelijkingen op kosten

Onzekerheden

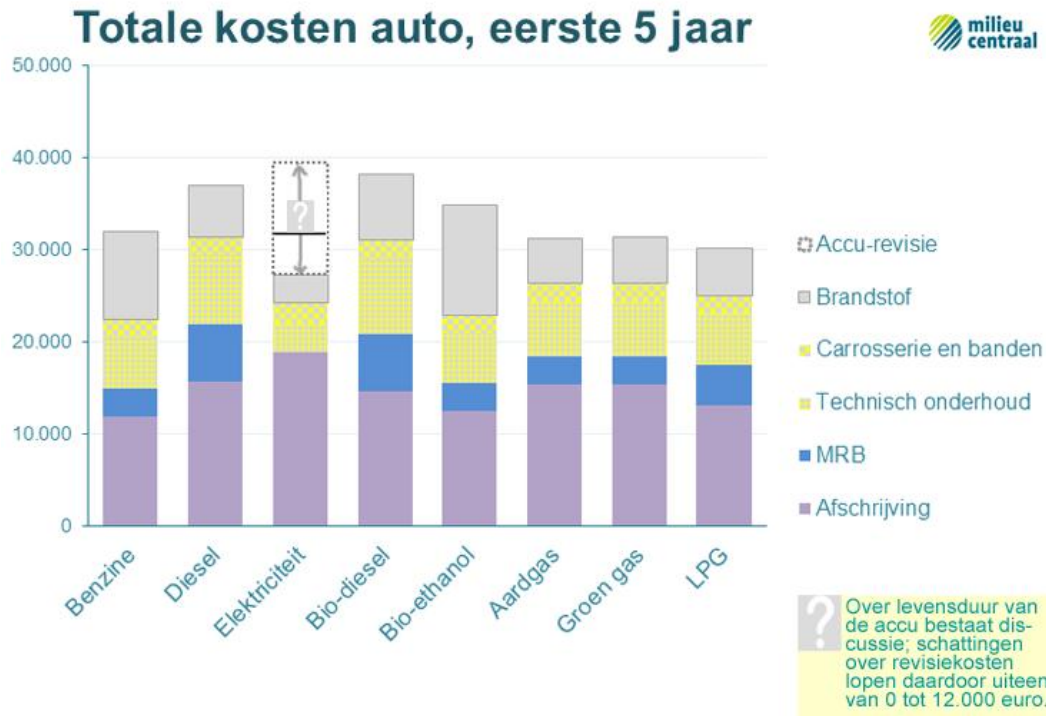
Auto's op alternatieve brandstoffen zijn vaak duurder in aanschaf. Of je die investeringskosten terugverdient tijdens het gebruik is voor consumenten een belangrijke vraag. Bij nieuwe autotypen zijn een aantal belangrijke kostenposten vaak nog niet bekend, of onzekerder. Bijvoorbeeld de prognose van de afschrijving, het komen of juist vervallen van financiële prikkels (MRB-vrijstelling, BPM-vrijstelling, subsidies, accijnzen) en de kostprijsontwikkeling van accu's voor elektrische auto's.

Daarnaast zijn persoonsgebonden kenmerken erg belangrijk, met name hoe lang je de auto in bezit zal hebben (afschrijving) en hoeveel je rijdt (brandstofkosten en variabele afschrijving).

Accu elektrische auto

Bij elektrische auto's is ook de afschrijving van de accu erg belangrijk. De levensduur van de accu is nog niet veel beproefd in de rijpraktijk, en kan erg variëren met de type gebruik (snelladen, diepontladen, etc.). Ook is onbekend wat over een aantal jaren de restwaarde van gebruikte accu's zal zijn, en de kosten van een nieuwe accu. Momenteel kost een accupakket 400-600 euro per kWh van het accupakket.

Hieronder is een schatting gemaakt van de totale kosten van 5 jaar autogebruik met elk een andere brandstof, waarmee jaarlijks 15.000 km gereden wordt.



Figuur 3: kostenvoorbeeld verschillende brandstoffen

Het kostenvoorbeeld is gebaseerd op auto's in C-segment op verschillende brandstoffen, 15.000 km per jaar (Op basis van gegevens van ANWB (Autokostenbegrotingen, 2010), ADAC/FIA (Ecotest 2010), AutoRAI (Werkgroep Total Cost of Ownership, 2011), TNO (Noteboom, 2008 en Kadijk, 2010), de belastingdienst, het CBS, Renault en Nissan).

Bij de elektrische auto liggen de kosten voor de accu tussen de 0 en 12.000 euro. Wanneer we kijken naar de leasekosten van een accu voor de elektrische auto komen we uit op een bedrag van ca. 4.300 euro in vijf jaar. Daarmee zou de elektrische auto financieel gezien concurrerend zijn van de auto op benzine.

	Aardgas	Groengas	Bio-ethanol	Biodiesel	Elektriciteit
Aanschafprijs	€28500	€28500	€ 23000	€27000	€ 35000
Brandstofprijs	€0,9 per liter	€0,9 per liter	€ 1,5 per liter	€ 1,5 per liter	€ 0,24 per kWh
Gem. verbruik	13,9 km/l	13,2 km/kg	9,4 km/l	15,6 km/l	5,7 km/kWh
Waardedaling in 5 jaar	42%	42%	42%	42%	42%
MRB	€ 600 per jaar	€ 600 per jaar	€ 600 per jaar	€ 1240 per jaar	€ 0 per jaar
Technisch onderhoud	€ 1100 per jaar	€ 1100 per jaar	€ 1100 per jaar	€ 1500 per jaar	€ 600 per jaar
Carrosserie en banden	€ 400 per jaar	€ 400 per jaar	€ 400 per jaar	€ 420 per jaar	€ 460 per jaar
Accukosten	-	-	-	-	€ 0 - €12.000 (€ 4320)

Tabel 2: kostenvergelijking nieuwe brandstoffen

Ter vergelijking:

	Benzine	Diesel	LPG
Aanschafprijs	€ 22000	€ 27000	€24250
Brandstofprijs	€ 1,65	€ 1,30	€0,70
Gem. verbruik	13 km/l	17,2 km/l	10,2 km/l
Waardedaling in 5 jaar	42%	46%	46%
MRB	€ 600	€ 1240	€ 880
Technisch onderhoud	€ 1100	€ 1500	€ 1100
Carrosserie en banden	€400	€ 420	€400
Accukosten			

Tabel 3: kostenvergelijking conventionele brandstoffen

Het gemiddeld verbruik is gebaseerd op basis van de EcoTest: Het gaat om een realistisch brandstofverbruik in de praktijk, en niet om waarden die gemeten zijn m.b.v. de standaard Europese rijtestcyclus NEDC. De NEDC-test is geschikt om auto's met elkaar te vergelijken, om tot een rangorde te komen, maar geeft geen goede weergave van het brandstofverbruik in de praktijk. De EcoTest-cyclus geeft resultaten die de praktijk goed benaderen en heeft als voordeel dat hij zoveel mogelijk op de NEDC geënt is.

Hiermee liggen de omslagpunten – het aantal kilometer dat je per jaar moet rijden om de extra investering terug te verdienen op de volgende brandstofvolgorde. Benzine is de meest conventionele keuze, en daar stap je het makkelijkst in. Tot 9.000 km per jaar rij je met een benzineauto daarom het goedkoopst. Vanaf 9.000 km wordt LPG voordeliger, vanaf 13.000 km aardgas en groen gas. Vanaf 15.000 kilometer is een elektrische auto concurrerend met de benzineauto (als we uitgaan van de kosten van een leaseaccu).

Praktische aspecten nieuwe brandstoffen

Benzine, diesel en LPG bieden veel praktische voordelen: ze zijn overal te koop, en de techniek is beproefd. Dat geldt inmiddels ook voor de hybriden, die rijden op een techniek die zich afgelopen 10

jaar technologisch bewezen heeft.

Onderstaande tabel somt de belangrijkste aandachtspunten op voor de autokoper die een alternatieve brandstof overweegt.

Praktische beperkingen en nadelen (in vergelijking met de conventionele brandstoffen)	Praktische mogelijkheden en voordelen (in vergelijking met de conventionele brandstoffen)
Aardgas en groengas	
<ul style="list-style-type: none"> • Beperkte beschikbaarheid pompstations • Langer tanken (enkele minuten) • Iets duurdere aanschafprijs 	<ul style="list-style-type: none"> • Optie om benzine te gebruiken (indien bifuelauto*) • Stille motor
Bio-ethanol	
<ul style="list-style-type: none"> • Beperkte beschikbaarheid pompstations • Beperkte hoeveelheid aantoonbare duurzaam geproduceerde ethanol op de markt • Iets duurdere aanschafprijs 	<ul style="list-style-type: none"> • Geen hogere afschrijvingskosten • Kans op lagere brandstofkosten in de toekomst (of hoger) • Optie om benzine te gebruiken (indien flexifuelauto*)
Biodiesel	
<ul style="list-style-type: none"> • Beperkte beschikbaarheid pompstations • Beperkte hoeveelheid aantoonbare duurzaam geproduceerde biodiesel op de markt • Meer onderhoud nodig • Dieselauto's zijn relatief zwaar 	<ul style="list-style-type: none"> • Kans op lagere brandstofkosten in de toekomst (of hoger). • Optie om 'gewone' diesel te gebruiken
Elektriciteit	
<ul style="list-style-type: none"> • Onzekerheid levensduur accu's • Lage actieradius • Oplaainfrastructuur nog nauwelijks aanwezig • Flink duurdere aanschafprijs dan benzine 	<ul style="list-style-type: none"> • Lage 'brandstof'kosten • Stille motor • Motor minder onderhoudsgevoelig

Tabel 4: Praktische voordelen en beperkingen nieuwe brandstoffen

Beschikbaarheid nieuwe brandstoffen

In juli 2011 had Nederland 70 tankstations waar aardgas- of groengas getankt kan worden, met plannen voor 100 tankstations eind 2011. Tevens zijn er 31 tankstations waar bio-ethanol (E85) getankt kan worden en 12 waar biodiesel (B100, B30 of B20) getankt kan worden. Actuele cijfers en de locaties van de tankstations zijn te vinden op www.fuelswitch.nl. Ter vergelijking: er zijn ruim 4.000 tankstations in Nederland waar benzine en diesel getankt kan worden (4.232 in juli 2011).

De infrastructuur met oplaadpunten voor elektrische auto's komt inmiddels op gang. Er zijn in juli 2011 circa 1.000 oplaadpunten. Zie voor actuele informatie over oplaadpunten www.oplaadpunten.nl. De doelstelling is om dit aantal in de periode van 2009-2012 te verhogen naar 10.000 oplaadpunten door heel Nederland.

Beschikbaarheid aangepaste personenauto's

Er zijn diverse voertuigen op de markt met een aardgasinstallaties, waaronder zo'n 13 modellen personenauto's (peildatum juni 2011) van diverse grootteklassen, van miniklasse tot MPV. Meer dan 90 procent van deze voertuigen heeft een affabriek installatie. Dat betekent dat hij al in de fabriek is ingebouwd. Het is ook mogelijk een gasinstallatie later in te bouwen in een benzineauto. Dat noemt men 'retrofit'. Qua milieu en techniek heeft deze laatste optie niet de voorkeur. Een dergelijke retrofit-installatie is namelijk onderhoudsgevoeliger. Het nalaten van onderhoud kan tot gevolg hebben dat er meer schadelijke emissies uit de uitlaat verdwijnen.

Ook onder de elektrische personenauto's komen steeds meer modellen voorhanden, ruim twintig modellen zijn of komen in de komende maanden op de markt.

Mogelijkheden in het buitenland

In Italië en Duitsland wordt al jaren op aardgas gereden. In deze landen is het dan ook relatief gemakkelijk om CNG te tanken. Consumenten kunnen tankstations zoeken op www.duurzaamopweg.nl. Aardgasauto's hebben ook bijna altijd een benzinemotor, die is nodig voor de start. Mocht de aardgastank dus eens leeg zijn, en gas is niet verkrijgbaar, dan kan de aardgasrijder gewoon benzine tanken.

Thuis tanken

Met een zogenaamd thuis-vulstation kunnen eigenaren van aardgasauto's de tank van hun auto aansluiten op het gasnet. Een kleine installatie kost zo'n 5.000 euro, een grote meer dan 30.000 euro. Kleine installaties zijn 'slow fill'. Het tanken duurt namelijk 6 tot 8 uur. Met een fast-fill systeem op tankstations duurt het tanken gemiddeld 3 tot 5 minuten (Fuelswitch, n.d.). Het gebruik is makkelijk. Nadeel is dat de home fillers veel stroom verbruiken en relatief veel onderhoud vergen.

Certificering groengas versus certificering groene stroom

Groengas als brandstof voor voertuigen

Groengas dat via vergisting of vergassing en opwaardering omgezet is naar een hoogwaardig methaanrijk mengsel is van aardgaskwaliteit. Momenteel wordt het groengas vervolgens in het aardgasnet ingebracht. Het aardgas dat getankt wordt aan een tankstation is dus aardgas gemengd met een percentage groengas. Het groengas dat getankt wordt is hetzelfde mengsel. Groengas wordt met certificaten met garantie van oorsprong verhandeld aan tankstations. Mensen die groengas tanken leveren een bijdrage aan het stimuleren van de productie van groengas middels het handelssysteem. Een hogere vraag leidt vanwege leveringsplicht tot een hoger aanbod en daarmee tot een lagere uitstoot van CO₂. Al het verkrijgbare groengas bij tankstations in Nederland, is ook in Nederland geproduceerd.

Groen gas voor huishoudelijk gebruik

Sommige energieleveranciers bieden naast groene stroom ook 'groen' gas aan. De consument die hiervoor kiest krijgt gewoon aardgas, maar de leverancier zorgt wel dat er een evenredige hoeveelheid CO₂ wordt gecompenseerd, door bossen aan te planten of in buitenlandse duurzame projecten te investeren (CDM), wat het gas 'klimaatneutraal' maakt. 'Klimaatgecompenseerd gas' is eigenlijk een betere naam, want 'groen gas' suggereert dat het gas uit hernieuwbare bronnen is gemaakt, net als bij groene stroom. Gas uit hernieuwbare bronnen – zoals biogas- is nog niet op de consumentenmarkt voor huishoudens.

Groene stroom

Groene-stroomcontracten van consumenten vermijden momenteel géén CO₂-uitstoot; althans niet direct. De aankoop van groene stroom door de consument heeft namelijk geen effect op de elektriciteitsvoorziening. Slechts iets meer dan de helft van de op de Europese markt gebrachte Garanties van Oorsprong (GvO's) worden afgeboekt. GvO's zijn dus (nog) niet schaars (genoeg). De markt wordt momenteel sterk beïnvloed door het grote aanbod GvO's van grootschalige waterkracht, een voldragen, marktrijpe, technologie die al jaren wordt toegepast. Meer dan 90% van de GvO's die door Nederlandse groene-stroomcontracten worden afgeboekt, komen van waterkrachtcentrales in Scandinavië. Het aanbod van waterkracht-GvO's is zo veel groter dan de Europese vraag naar groene stroom, dat ze de prijs van GvO's sterk drukken. Een groene-stroomcontract leidt daarom slechts tot meer import van GvO's, en niet tot vergroening van de Nederlandse of Europese elektriciteitsproductie. Een groene-stroomcontract heeft dus ook géén invloed op de emissies van het elektriciteitsnet. Oftewel: het gebruik van elektrische apparaten door groene-stroomconsumenten belast het milieu net zoveel, als het gebruik van die elektrische apparaat door grijsstroomconsumenten. Zo ook bij het opladen van de elektrische auto op basis van 'groene stroom'.

Uiteraard worden er wel duurzame energiecentrales bijgebouwd, maar dat komt door de Europese productiedoelstellingen en aantrekkelijke subsidies van de overheid. Het klassieke economische model van vraag en aanbod gaat dus niet op voor groene stroom.

Beleid en belastingregels nieuwe brandstoffen

Leveranciers van motorbrandstoffen voor het wegverkeer zijn vanaf 2007 verplicht om een bepaald aandeel biobrandstoffen te leveren. In de praktijk gaat het dan vooral om biobrandstoffen die zijn bijgemengd in gewone benzine en diesel. Deze verplichting wordt daarom vaak 'bijmengplicht'

genoemd. Het verplichte aandeel biobrandstoffen in benzine en diesel voor het wegverkeer is opgelopen van 2 procent in 2007, 3,25 in 2008, 3,75 in 2009, tot 4 procent in 2010.

Tien procent van alle energie voor transport dient in 2010 uit hernieuwbare bronnen afkomstig te zijn volgens de nieuwe Europese Richtlijn voor Hernieuwbare Energie (EU, 2009). Daarbij moeten gebruikte biobrandstoffen voldoen aan duurzaamheidscriteria en mogen bepaalde, milieutechnische gunstige biobrandstoffen dubbel geteld worden. Met het oog op deze nieuwe doelstelling voert de Nederlandse overheid het verplichte aandeel hernieuwbare transportbrandstoffen nu langzaam op van 4,25 procent in 2011 naar 5,5 procent in 2014.

Vanaf 2011 mogen alléén biobrandstoffen die voldoen aan de duurzaamheidscriteria uit de richtlijn (verplicht) bijgemengd worden. Voor het beoordelen of aan deze criteria wordt voldaan is het noodzakelijk om informatie te verzamelen over de aard en herkomst van de gebruikte biobrandstoffen.

Elektrische auto's hebben vrijstelling van BPM. De BPM-heffing op auto's met een af-fabriek aardgasinstallatie is vanaf 2010 gebaseerd op de diesel CO₂-tariefschijven met een extra korting op de BPM van € 500. Er wordt dan uitgegaan van de CO₂-uitstoot bij het rijden op aardgas, dus niet op de ook in de auto aanwezige benzine.

Een nieuwe personenauto die in de fabriek een aardgasinstallatie heeft gekregen komt in aanmerking voor korting op de BPM, in 2011 geldt een korting van 500 euro. Voor aardgasauto's gelden de CO₂-tariefschijven van diesel, omdat aardgasrijders doorgaans - net als dieselrijders - veel kilometers maken. Voor aardgas en groengas telt een energiebelasting van 3 cent. Het is in momenteel nog niet bekend of dit gunstige tarief ook na 2011 gehandhaafd blijft.

Meer info op www.energielabel.nl.

LNG

Liquified Natural Gas (LNG) heeft een hogere energie-inhoud dan CNG doordat het vloeibaar is. Hierdoor vergroot de actieradius. LNG wordt alleen in het zware transport gebruikt en niet in personenvoertuigen en daarom verder niet behandeld in dit factsheet.

Bio-ethanol

Bio-ethanol is een brandstof op basis van ethanol (C_2H_4OH), een alcohol. Bio-ethanol wordt gemaakt uit biomassa. Bio-ethanol heeft vergelijkbare eigenschappen als benzine. De energie-inhoud van een liter bio-ethanol is 30 procent lager dan die van benzine. Aan de pomp heet bio-ethanol meestal E85. Daar zit 85 procent ethanol in, en 15 procent benzine. Er zijn ook brandstofsoorten met kleiner aandeel ethanol, E15 bijvoorbeeld (15 procent ethanol). Geschikte biomassa voor het maken van bio-ethanol bevat suiker of zetmeel. Het gaat vaak om energiegewassen. Veel daarvan, 92 procent, komt van buiten Nederland, bijvoorbeeld Brazilië (suikerriet), de Verenigde Staten (maïs), en diverse landen in de Europese Unie (suikerbiet, tarwe, sorghum). Bio-ethanol is, als E85, alleen te gebruiken in speciale 'flexifuel' auto's. Flexifuel auto's hebben één tank, waar zowel benzine als E85 in kan in elke verhouding. De automobilist heeft dus geen probleem als er geen E85 pomp in de buurt is. Ook kunnen benzineauto's achteraf omgebouwd worden ('retrofit') met het E85 Greenfuel Kit conversiesysteem. Deze kit zorgt dat het motormanagement om kan gaan met de extra zuurstof in de brandstof.

E15 en E10 is te gebruiken in alle nieuwe auto's en de meeste oudere benzineauto's. Autofabrikanten en importeurs zijn echter voorzichtig, omdat zij niet garant staan voor eventuele nadelige effecten, aangezien die nog onvoldoende onderzocht zijn volgens hen. In gewone benzine is zo'n 3 procent bio-ethanol bijgemengd, vanwege de bijmengverplichting. Volgens de Europese kwaliteitsnorm EN 228 mag er tot 5 procent bio-ethanol worden bijgemengd in benzine en bij die mengverhouding zijn er geen motoraanpassingen nodig. Dit percentage wordt in toekomstige standaards verhoogd.

Rijden op bio-ethanol geeft minder broeikasgassen dan op benzine. De reductie hangt echter sterk af van de biomassoort. De reductie kan sterk variëren, van slechts 5 procent tot maximaal 75 procent. Een nadeel van bio-ethanol is dat het voor een belangrijk deel uit energiegewassen wordt gemaakt, en die hebben veel ruimte nodig. Dit kan voor concurrentie met voedselgewassen en natuur zorgen. De productie van bio-ethanol zorgt voor relatief veel schadelijke emissies (NO_x , NH_3 , SO_2). Dit geldt vooral voor gewassen die worden bemest, zoals koolzaad, tarwe en suikerbieten. Op bio-ethanol rijden zorgt daardoor - gemiddeld genomen - voor meer verzuring van bodems en vermisting van oppervlaktewater, dan gewone benzine. De schadelijke emissies uit de uitlaat zijn van minder belang in dit geval: die verschillen gemiddeld niet erg veel van de gewone benzine. Maar de uitstoot varieert wel meer. Dit komt door de variatie in de samenstelling van de biobrandstof.

Biodiesel

Biodiesel is een brandstof op basis van vetzuren (methylesters) die gewonnen wordt uit organisch materiaal zoals plantaardige oliën, waaronder energiegewassen zoals koolzaadolie, zonnebloemolie en palmolie of uit afvalstromen zoals dierlijke vetten uit slachterijen of gebruikt frituurvet. Het heeft vergelijkbare eigenschappen als diesel. Aan de pomp heet het meestal B100 (100 procent bio-component). Er zijn ook varianten met een kleiner aandeel: B5 en B20 bijvoorbeeld. 100 procent biodiesel moet aan de Europese kwaliteitsnorm EN 14214 voldoen (Vito, 2005). De energie-inhoud van biodiesel is 10 procent lager dan die van gewone diesel.

In oude dieselauto's (van voor 1997) kan men pure biodiesel (B100) gebruiken zonder ombouw van de motor. B100 is ook te gebruiken in de meeste dieselauto's van bouwjaar 1997 - 2006 (zogenaamde EURO3-voertuigen⁵), mits de natuurrubber onderdelen vervangen worden door kunststof onderdelen. Ook het eventueel aanwezige roetfilter moet geschikt zijn voor biodiesel (Milieu Centraal, 2009). EURO-4 en EURO-5 motoren zijn ongeschikt voor B100, omdat biodiesel het hoogdrukspuitsysteem te sterk vervuult. Tot een bepaald percentage kunnen deze auto's op met biodiesel bijgemengde diesel rijden, zonder aanpassing van de motor (Milieu Centraal, 2009). EN 590, de Europese norm voor 'normale' diesel staat tot 5 procent toevoeging van biodiesel toe. Een bijmengverhouding van meer dan 5 procent kunnen de dieselmotoren vaak zonder problemen aan,

⁵ Tot welke EURO-klasse de auto behoort, is aangegeven met een Romeins cijfer op het kentekenbewijs, of op te vragen via de RDW of dealer.

maar bij meer dan 30 volumepercent aan biodiesel zullen problemen ontstaan met de rubberen afdichtingen en met verstopping van injectoren (Vito, 2005).

Voor de transportsector is biodiesel één van de weinige opties voor verduurzaming, naast LNG en bio-LNG en hybride techniek.

Rijden op biodiesel geeft doorgaans minder broeikasgassen dan op fossiele diesel. De reductie hangt echter sterk af van de biomassoort. De reductie kan sterk variëren. In het ergste geval geeft het zelfs extra uitstoot (Zah et al., 2008). De reductie van de meest toegepaste biomassoorten voor biodiesel in Nederland, koolzaad en Soja uit Duitsland is ca. 30 – 50 procent t.o.v. diesel (Zah et al., 2008). Biodiesel uit reststromen geeft een broeikasgasreductie tot wel 90 procent t.o.v. gewone diesel (Zah et al., 2008).

Een nadeel van biodiesel is dat het voor een belangrijk deel uit energiegewassen wordt gemaakt, en die hebben veel ruimte nodig. Dit kan voor concurrentie met voedselgewassen en natuur zorgen, net als bij het reeds besproken bio-ethanol. De productiviteit van oliehoudende gewassen ligt rondom 1500 liter biodiesel per ha.jaar. Op dit moment is niet precies bekend welk deel van de geproduceerde biobrandstoffen afkomstig is van Nederlandse agrosectoren. Wel is duidelijk dat het gaat om een beperkte hoeveelheid in 2007 en 2008: tussen de 300 en 400 TJ (CBS, 2010).

Wat betreft schadelijke emissies scoort biodiesel soms minder goed dan fossiele diesel. De emissies die gerelateerd zijn met verzuring, vermesting en ozonvorming kunnen hoog zijn, vanwege de productie van de energiegewassen (Vito, 2005). Vooral de vermesting kan aanzienlijk zijn (SenterNovem, 2005). Net als bij bio-ethanol varieert de uitstoot van schadelijke stoffen uit de uitlaat van auto's op biodiesel sterk (TNO, 2008).

Elektriciteit

Auto's die op elektriciteit rijden hebben een elektromotor, de elektriciteit wordt opgeslagen in een accupakket. De accu wordt opgeladen door elektriciteit uit het stopcontact. Deze elektriciteit bestaat uit een mix van bronnen. Ook kan een elektrische auto een hulpmotor hebben die als generator werkt om de accu bij te laden.

Nederland heeft enkele tientallen elektriciteitscentrales. De meesten gebruiken fossiele brandstoffen, vooral aardgas en in mindere mate kolen (vaak met een kleine fractie biomassa als meestook). De energiecentrales zetten hun elektriciteit op het 20.000 kilometer lange hoogspanningsnet. De elektriciteit op het Nederlandse net komt voor ca. 60 procent uit aardgas, voor zo'n 30 procent uit kolen, en voor 10 procent uit kernenergie, wind, biomassa, water en zon (Energieraad, 2008).

De meeste grote autofabrikanten hebben aangekondigd in de komende jaren met elektrische voertuigen op de markt te komen (Berg et al., 2009). Bij de gepresenteerde prototypen zijn er elektrische auto's die volledig op elektriciteit rijden, maar ook auto's die voor een deel op elektriciteit rijden, en een deel op brandstoffen. Deze laatste hebben dus ook een verbrandingsmotor. De plug-in hybride is daar een voorbeeld van (zie de volgende paragraaf) maar ook elektrische auto's met een zogenaamde 'range extender'. Deze gebruiken hun kleine verbrandingsmotor alleen als de accu grotendeels leeg is. Elektrische auto's rijden altijd op de elektromotor, in tegenstelling tot hybriden, die voornamelijk op de verbrandingsmotor rijden.

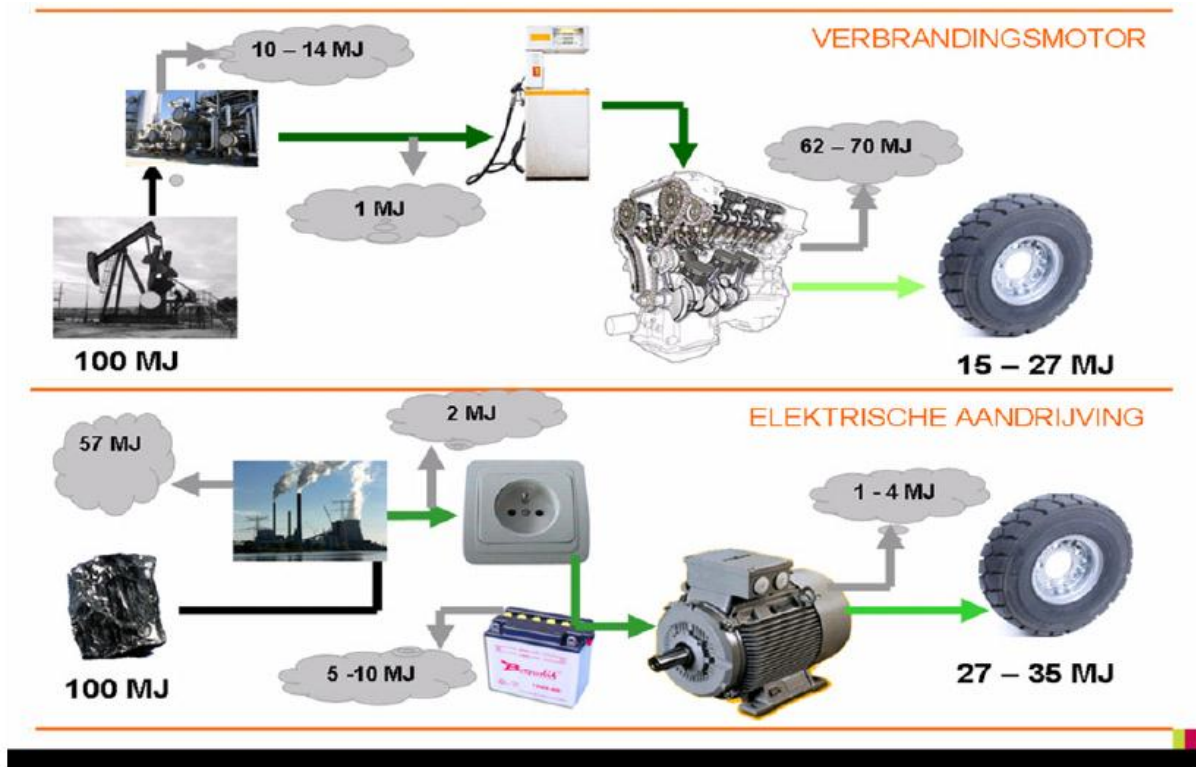
'Plug-in hybriden' zijn de komende generatie hybriden. Ze zijn een tussenvorm van elektrische auto en de auto op basis van brandstof. Plug in hybriden kunnen opgeladen worden met het elektriciteitsnet en dan zo'n 20 tot 60 km geheel elektrisch rijden - de zogenaamde 'all electric range' (AER) – waarna ze verder kunnen rijden als 'gewone hybride'. De huidige hybrides kunnen niet meer dan 10 km op de door hen zelf opgewekte elektriciteit rijden.

Een elektrische auto heeft geen uitlaat, en stoot dan ook geen CO₂ of vervuilende stoffen uit, in directe zin. Zijn accu moet daarentegen wel opgeladen worden. De milieuprestatie hangt dus sterk af van de milieuprestatie van de energievoorziening.

Als elektrische auto's worden opgeladen met stroom van zonnepanelen of windturbines dan is hun milieuprestatie op alle vlakken zeer goed. In de praktijk zullen meeste elektrische auto's echter worden opgeladen met de stroommix die Nederlandse elektriciteitsbedrijven samen produceren. Zelfs

dan scoren elektrische auto's al aanzienlijk beter dan de auto's die op conventionele brandstoffen rijden; zowel qua CO₂ als qua vervuilende emissies.

Dit komt vooral doordat de energetische keten fundamenteel anders is dan die van verbrandingsmotoren. Rijden op elektriciteit heeft een hoog energetisch rendement. Zie figuur 3. De wolkjes geven energieverlies weer in de diverse onderdelen van de keten.



Figuur 5 Weergave van energieverliezen over de keten bij elektrisch aangedreven auto's en brandstof aangedreven auto's (Milieu Centraal, 2010).