Traffic & Transport
Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
Postbus 96800
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

TNO-rapport

TNO 2020 R10784 - 2

Factsheet personen- en bestelwagens op dieselvervangers uit biomassa

Datum	3 juli 2020
Auteur(s)	Maarten Verbeek (TNO) Anouk van Grinsven (CE Delft)
Exemplaarnummer	2020-STL-RAP-100332807b
Aantal pagina's	17 (incl. bijlagen)
Opdrachtgever	Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat Postbus 20901 2500 EX DEN HAAG
Projectnaam	IenW Update brandstoffen factsheets
Projectnummer	060.39258

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2020 TNO

Inhoudsopgave

1 Inleiding ... 3
1.1 Inleiding ... 3
1.2 Wijzigingen ten opzichte van de Factsheets 2014 ... 4
1.3 Behandelde voertuigen, energiedragers en emissies ... 5
1.4 Toelichting op de gerapporteerde emissies ... 5
1.5 Informatiebronnen ... 7
1.6 Toelichting op onderscheiden voertuigcategorieën ... 7
1.7 Leeswijzer ... 9

2 Energiedrager ... 10
2.1 Energiedrager dieselvervangers uit biomassa kenmerken ... 10

3 Emissies ... 12
3.1 Klimaat (CO_2) ... 12
3.2 Luchtkwaliteit ... 13

4 Infrastructuur ... 15

5 Vervoermiddel ... 16
5.1 Beschikbaarheid in Nederland ... 16
5.2 Betaalbaarheid ... 16
5.3 Voertuigkenmerken ... 16

6 Ondertekening ... 17

1 Inleiding

1.1 Inleiding

Dit document is een vervolg op “Factsheets Brandstoffen voor het wegverkeer: Kenmerken en Perspectief”[1] dat in 2014 is gepubliceerd. Deze Factsheets uit 2014 zijn inmiddels door alle ontwikkelingen op het gebied van brandstoffen en voertuigtechnologie verouderd. Net als in 2014 is deze update bedoeld om inzicht te geven in de CO_2, fijnstof (PM_{10}) en NO_x emissies van voertuigen in combinatie met verschillende energiedragers onder praktijkomstandigheden. Daarnaast worden ook andere relevante kenmerken beschreven van de behandelde brandstoffen en voertuigen, zoals de CO_2-emissies in de brandstofketen en de actieradius. Er is een selectie gemaakt van een aantal voertuig-energiedrager combinaties, zie ook de overzichtstabel in paragraaf 1.3.

De genoemde voertuig-energiedrager combinaties worden in afzonderlijke Factsheets behandeld. Naast de afzonderlijke Factsheets zij ook vier overzichtsdocumenten gemaakt voor de voertuigtypen personenauto’s, bestelauto’s, vrachtwagens en bussen. Daar kan de lezer de kenmerken van voertuigen op verschillende energiedragers met elkaar vergelijken. De informatie uit de individuele Factsheets kan worden gebruikt wanneer vlooteigenaren voertuigen gaan aanschaffen en de milieueffecten van het gebruik van deze voertuigen wil meewegen in hun beslissing. Daarnaast kan het beleidsmakers een eerste inzicht geven in de effecten van brandstof-gerelateerde maatregelen ter vermindering van de voertuigemissies.

[1] http://publications.tno.nl/publication/34617087/RsQEQv/verbeek-2014-brandstoffen.pdf

De in deze Factsheets gepresenteerde gegevens voor voertuigemissies van verschillende voertuigklassen op diverse energiedragers betreffen gemiddelde praktijkemissies. De gepresenteerde gegevens zijn zoveel mogelijk gebaseerd op de officiële Nederlandse emissiefactoren voor wegverkeer, die in de Taakgroep Verkeer en Vervoer door TNO in samenwerking met o.a. RIVM, PBL en CBS worden vastgesteld voor gebruik in landelijke rekenmodellen en rapportages van PBL en RIVM en in lokale modellen voor berekening van luchtkwaliteit.

Praktijkemissiefactoren
Praktijkemissiefactoren geven weer hoeveel voertuigen binnen een bepaalde categorie onder bepaalde omstandigheden gemiddeld uitstoten van verschillende emissiecomponenten, zoals NO_x, PM_{10} of CO_2. Deze emissiefactoren zijn zoveel mogelijk gebaseerd op door TNO uitgevoerde emissiemetingen aan voertuigen op de weg onder realistische praktijkomstandigheden. Voor voertuigcategorieën waarvoor geen officiële emissiefactoren beschikbaar zijn, zijn inschattingen van de praktijkemissies op een zo goed mogelijke manier afgeleid uit beschikbare data voor metingen op de weg en/of metingen uitgevoerd in een laboratorium, bij voorkeur gebruik makend van uit de praktijk afgeleide rijpatronen. Daar waar nodig en mogelijk, is deze informatie verder aangevuld met resultaten uit internationale studies op het gebied van voertuigemissies.

Fabrieksopgaven
Door een groot aantal oorzaken kunnen emissies in de praktijk aanzienlijk afwijken van waarden zoals gemeten op de typekeuringstest (ook wel fabrieksopgaven genoemd) en de daarvoor geldende emissielimieten.
De afwijking tussen typekeur- en praktijkwaarden kan sterk verschillen per type voertuig, per brandstoftype, per wetgevingsklasse (Euro-norm) en voor verschillende gebruiks- en verkeersomstandigheden, zoals rijden in de stad of op snelweg met of zonder congestie.

Informatie over de resultaten van door TNO uitgevoerde emissiemeetprogramma's, en de onderliggende methodieken, is te vinden op www.tno.nl (zie ook het document "TNO 2020 R10784 - Bronnen en Achtergrondinformatie").

1.2 Wijzigingen ten opzichte van de Factsheets 2014

Sinds 2014 zijn er veel ontwikkelingen geweest ten aanzien van brandstoffen en voertuigemissies. Inzicht in deze ontwikkelingen is verkregen middels nieuwe (emissie)metingen door TNO, nieuwe kennis ontwikkeld binnen TNO en CE Delft en nieuwe publicaties door derden. Als gevolg hiervan is de publicatie van 2014 op een aantal aspecten niet meer actueel en daarom is besloten om na zes jaar een nieuwe versie van de 'Factsheets brandstoffen' te publiceren.

Ten opzichte van de vorige publicatie zijn de volgende wijzigingen doorgevoerd:

- Nieuwe ontwikkelingen verwerkt voor de onderwerpen die in 2014 zijn behandeld;
- Nieuwe energiedragers toegevoegd die in 2014 nog minder relevant waren;
- De gepresenteerde informatie is (waar mogelijk)beter onderbouwd;
- Stakeholders zijn nadrukkelijker betrokken.
- Om het overzicht voor de lezer te bevorderen is gekozen om afzonderlijke Factsheets per voertuig-energiedragercombinatie te schrijven én aanvullend overzichtsdocumenten waarin per voertuigtype de kenmerken op diverse energiedragers worden vergeleken.

1.3 Behandelde voertuigen, energiedragers en emissies

De voertuigcategorieën en energiedragers die aan bod komen in de diverse Factsheets zijn weergegeven in Tabel 1. Bij elke energiedrager wordt zowel de fossiele als ook de hernieuwbare variant behandeld.

Tabel 1: Combinaties van voertuigcategorieën en energiedragers die worden behandeld in dit rapport. De nummers in de tabel representeren de nummers van de factsheets.

	Diesel	Dieselvervangers uit biomassa	Benzine	Benzinevervangers uit biomassa	(Bio)LPG	(Bio)CNG	(Bio)LNG	Elektrisch	Waterstof
Personen- en bestelauto's	1	2	3	4	5	6		7	8
Vrachtauto's en trekker opleggers	9	10					11	12	13
Bussen	14	15				16		17	18

Dit rapport beperkt zich tot categorieën wegvoertuigen die op dit moment in Nederland op de weg rijden en energiedragers die op commerciële basis beschikbaar zijn. Voor de bepaling van emissies is eveneens uitgegaan van de Nederlands situatie, bijvoorbeeld met betrekking tot het gebruik van de voertuigen en de herkomst van de brandstoffen.

1.4 Toelichting op de gerapporteerde emissies

In de Factsheets wordt onderscheid gemaakt tussen emissies die effect hebben op het klimaat en op luchtkwaliteit.

1.4.1 Klimaat (CO_2)

In de uitstoot van voertuigen heeft CO_2 het grootste effect heeft op het klimaat. Daarom ligt de focus in deze Factsheets op deze stof. De bijdrage van andere stoffen aan klimaatverandering worden alleen opgemerkt wanneer dit relevant wordt geacht. Dit geldt onder andere voor de uitstoot van methaan.

De uitstoot van CO_2 kan worden onderverdeeld in uitlaatemissies, ook wel 'tank-to-wheel' (TTW) en emissies ten gevolge van productie en distributie van

energiedragers, ook wel ‘well-to-tank’ (WTT) genoemd. De totale ketenemissies worden aangeduid als ‘well-to-wheel (WTW).
Ook bij de productie van voertuigen en de verwerking aan het einde van de levensduur komen emissies vrij. Deze emissies worden ook wel is ‘life cycle’ emissies genoemd. Cijfers over indirecte emissies die het gevolg zijn van de productie en verwerking van voertuigen zijn beperkt beschikbaar en omgeven met veel onzekerheid. Dergelijke emissies vallen buiten de scope van deze studie en worden in dit rapport niet behandeld.

Uitlaatemissies (TTW)
CO_2-uitlaatemissies zijn het gevolg van het verbranden van koolstofhoudende brandstof, zoals benzine, diesel, LPG, CNG of LNG. Ook bij de verbranding van pure biobrandstof geldt dat er CO_2 uit de uitlaat komt. Aangezien de biomassa die is gebruikt voor brandstofproductie in de groeifase de CO_2 heeft opgenomen (korte koolstofkringloop), is er geen sprake van een toename van de CO_2-concentratie in de atmosfeer. Om die reden rekent de IPCC geen CO_2-emissies toe aan de uitstoot van voertuigen. Elektrische voertuigen en voertuigen op waterstof (met een brandstofcel) stoten zelf geen CO_2 uit.

Ketenemissies (WTW)
Naast CO_2-emissies uit de uitlaat, wordt er ook CO_2 geëmitteerd bij de productie en distributie van energiedragers. Voor fossiele brandstoffen zijn deze onder andere het gevolg van de energie die wordt opgewekt om olie te raffineren. Deze emissies in combinatie met de uitlaatemissies, zijn ook wel bekend als ‘well-to-wheel’ of ketenemissies.

De emissies voor de productie van de biobrandstof hangen sterk af van de gebruikte grondstof en conversietechniek. Voor fossiele brandstoffen is de diversiteit aan grondstoffen en productiemethoden beperkt. Om die reden wordt er voor deze energiedragers een gemiddelde emissiewaarde per energiedrager gepresenteerd. Door de veelheid aan mogelijke grondstoffen en productiemethoden worden voor biobrandstoffen de meest voorkomende varianten weergegeven en een gemiddelde emissiewaarde indien mogelijk. Deze informatie is gegenereerd op basis van de rapportage van de Nederlandse Emissieautoriteit.

Bij de productie van elektriciteit en waterstof wordt wel CO_2 uitgestoten wanneer deze worden opgewekt met behulp van fossiele brandstoffen. Wanneer ze volledig duurzaam worden opgewekt, bijvoorbeeld door middel van wind- of zonne-energie zijn de CO_2-ketenemissies van de voertuigen nul.

1.4.2 Luchtkwaliteit
Naast klimaatschade, leidt het gebruik van voertuigen ook tot luchtverontreiniging. In tegenstelling tot CO_2, kunnen deze luchtverontreinigende stoffen leiden tot schade aan de menselijke gezondheid en, in het geval van NO_x, ook aan de natuur.

Voertuigemissies bestaan uit verschillende componenten. De meest relevante luchtverontreinigende componenten zijn stikstofoxiden (NO_x) en fijnstof (PM_{10}). Deze worden beiden behandeld in deze Factsheets. Voor fijnstof geldt dat het niet alleen uit de uitlaat komt, maar ook wordt veroorzaakt door slijtage van banden en remmen. Andere luchtverontreinigende stoffen worden enkel vermeld als zij in significante mate worden uitgestoten.

In tegenstelling tot klimaatbelastende stoffen, geldt voor luchtverontreinigende emissies dat de locatie waar ze worden uitgestoten van groot belang is. Bijvoorbeeld, luchtverontreinigende emissies die worden uitgestoten buiten de nabijheid van mensen, hebben slechts in beperkte mate effect op de volksgezondheid. Om die reden wordt van deze stoffen niet de hele keten meegenomen in deze Factsheets.

1.5 Informatiebronnen

De emissies die direct afkomstig zijn van het voertuig zijn zoveel mogelijk afgeleid uit metingen van TNO. Vanwege de grote hoeveelheid verschillende voertuigen (voertuigcategorieën, leeftijden, brandstoftypen, gewicht etc.) en afnemende beschikbare middelen, is er de laatste decennia binnen het testprogramma steeds meer voor gekozen om de inspanningen te richten op de voertuigen die het sterkst bijdragen aan de emissies. Vanwege de historisch hoge uitstoot van luchtverontreinigende stoffen en hun grote aandeel in de gereden kilometers zijn er door de jaren heen vooral veel metingen verricht aan dieselvoertuigen. Doordat voor dieselvoertuigen de meeste data beschikbaar is, zijn de gerapporteerde emissies van deze voertuigen het meest robuust.

Voor voertuigen op andere brandstoffen zoals benzine of CNG geldt dat TNO ook voldoende metingen heeft uitgevoerd om emissiefactoren te bepalen, eventueel in combinatie met literatuur zoals vermeld in “TNO 2020 R10784 – 22 Bronnen en Achtergrond informatie”.

De waarden voor de emissies gerelateerd aan de productie van fossiele brandstoffen (WTT) bestaan in deze studie uit gemiddelden of referentiewaarden. Door voortschrijdend inzicht is bijvoorbeeld de referentiewaarde voor fossiele brandstoffen ook verhoogd in de laatste versie van de Richtlijn Hernieuwbare Energie (2018/2001oftewel REDII).

De impact van biobrandstoffen op luchtverontreinigende emissies is alleen kwalitatief beschreven op basis van een studie van de Advanced Motor Fuels Technology Collaboration Programme (Nylund et al., 2018). Hoewel er wel een uitgebreide literatuurstudie heeft plaatsgevonden, blijkt dat veel studies over dit onderwerp verouderd zijn, omdat het Nederlandse wagenpark sinds het verschijnen van deze studie vernieuwd is en de strengere emissie-eisen van voertuigen een grote rol spelen bij de uiteindelijke impact. Ook waren veel studies internationaal. Recente Nederlandse meetprogramma’s ontbreken.

Meer informatie over de gebruikte informatiebronnen is te vinden in een apart document “TNO 2020 R10784 - Bronnen en Achtergrondinformatie”.

1.6 Toelichting op onderscheiden voertuigcategorieën

1.6.1 Klimaat (CO_2)

In tegenstelling tot de luchtverontreinigende emissies geldt voor de CO_2-emissies wel dat deze sterk worden beïnvloed door de massa van het voertuig. Een zwaarder voertuigen stoot per kilometer meer CO_2 uit dan een lichter voertuig met dezelfde brandstof en emissiereducerende technologieën. Om die reden wordt er voor de CO_2-emissies onderscheid gemaakt naar verschillende grootteklassen.

Voor personenauto's is dit onderscheid gemaakt op basis van marktsegmenten (A, B, C, D en E+)[2,3]. Voor bestelauto's is er onderscheid gemaakt in drie klassen op basis van het gewicht overeenkomstig met de gewichtsgrenzen die worden gehanteerd in de Europese emissiestandaarden voor bestelauto's (Klasse I < 1305 kg, Klasse II > 1305 kg en < 1760 kg en Klasse III > 1760 kg).

Typische oorzaken van een afwijking tussen de gerapporteerde CO_2-emissiefactoren en die van een individueel voertuig binnen dezelfde categorie zijn:

- het voertuiggewicht: ook binnen een voertuigcategorie is de spreiding aanzienlijk;
- variaties in het rijgedrag, zoals hierboven beschreven voor de luchtverontreinigende emissies;
- Externe omstandigheden, zoals het weer.

Een groot deel van de emissiefactoren die in dit rapport worden weergegeven, worden ook gebruikt in landelijke rekenmodellen van RIVM en PBL. Er bestaat een landelijke werkgroep waarin de ontwikkeling van emissiefactoren en de gevolgen ervan worden besproken. Ten behoeve van het gebruik van de emissiefactoren in deze doorrekeningen is ook een technisch rapport beschikbaar waarin de robuustheid van de emissiefactoren wordt uiteengezet[4].

1.6.2 Luchtkwaliteit

Ten aanzien van de luchtverontreinigende emissies (NO_x en PM_{10}) wordt voor de verschillende combinaties van voertuigen en brandstoffen onderscheid gemaakt tussen verschillende euroklassen. Voertuigen behoren tot een bepaalde Euroklasse afhankelijk van de Europese emissiestandaard waaraan het voertuig bij introductie moest voldoen. De emissiestandaard zijn verschillend voor personenauto's, bestelauto's, vrachtwagens en bussen en worden elke één tot vijf jaar aangescherpt. Dit betekent dat nieuwere voertuigen aan een strengere norm hebben moeten voldoen. Voertuigen die nu op de markt komen, moeten voldoen aan de geldende standaard, te weten Euro 6 voor personen- en bestelauto's en Euro VI voor vrachtwagens en bussen. Doordat de emissies van voertuigen van verschillende euroklassen sterk van elkaar verschillen, worden voertuigen van verschillende euroklassen van elkaar onderscheiden.

De massa van voertuigen binnen dezelfde voertuigcategorie, op dezelfde brandstof en binnen dezelfde euroklasse hebben geen aantoonbaar effect hebben op de luchtverontreinigende stoffen. Om die reden wordt er geen onderscheid gemaakt naar de grootte of massa van voertuigen.

De emissies die worden gerapporteerd in deze factsheets zijn representatief voor het gemiddelde van de voertuigcategorie.

---

[2] https://raivereniging.nl/artikel/marktinformatie/branche-analyses/marktinformatie-personenautos.html

[3] https://www.rdc.nl/wp-content/uploads/2019/01/Verklaring-RDC-segmenten-2-personenautos-201803.pdf

[4] TNO 2017. Uncertainty of the NO_x, SO_x, NH_3, PM_{10}, $PM_{2,5}$, $EC_{2,5}$ and NMVOC emissions from transport. TNO 2017 R10854. 7 Augustus 2017.

De werkelijke uitstoot van individuele voertuigen kan hier aanzienlijk van afwijken. Redenen voor afwijkingen ten aanzien van luchtvervuilende stoffen zoals NO_x en fijnstof (PM_{10}) zijn:

- verschillende motortechnologieën en nabehandelingstechnologieën en de instellingen van beiden;
- verschillen tussen de externe omstandigheden tijdens de test en in werkelijkheid, zoals de buitentemperatuur;
- variaties in het rijgedrag, zoals gereden snelheid (onder andere beïnvloed door het aandeel dat wordt gereden in de stad, buitenwegen of snelwegen) en afstand waardoor bijvoorbeeld de nabehandelingstechnologieën een andere temperatuur hebben;
- gebreken die optreden tijdens de levensduur, zoals kapotte katalysatoren of roetfilters;
- het verwijderen van nabehandelingstechnologieën, zoals katalysatoren of roetfilters.

1.7 Leeswijzer

In deze Factsheet wordt, net als in alle andere Factsheets voor combinaties van voertuigcategorie en energiedragers (zie paragraaf 1.3) aandacht besteed aan:

- **Hoofdstuk 2 -** Energiedrager: De algemene karakteristieken van de energiedrager, het gaat bijvoorbeeld om de energiedichtheid en de kwaliteitsrichtlijn
- **Hoofdstuk 3** - Emissies van de voertuigtypen / energiedrager combinatie. Hier worden de klimaatbelastende (CO_2 en waar relevant) en de luchtverontreinigende emissies (zoals NO_x en PM_{10}) beschreven.
- **Hoofdstuk 4** - Kenmerken van de infrastructuur voor de betreffende energiedrager.
- **Hoofdstuk 5 -** Voertuigkenmerken (techniek, actieradius, vultijd) beschikbaarheid, betaalbaarheid. De betaalbaarheid en voertuigkenmerken worden na de zomer van 2020 meer uitvoerig beschreven in een publicatie van RouteRadar Innovatie monitoring.

Naast de Factsheets per voertuigtype – energiedrager zijn ook vier documenten geschreven: Factsheet vergelijking bestelwagens, Factsheet vergelijking personenwagens, Factsheet vergelijking vrachtwagens en Factsheets vergelijking bussen waarin per voertuigtype, personen-, bestel-, vrachtwagens en bussen de kenmerken op de verschillende energiedragers onderling worden vergeleken.
Om de leesbaarheid te vergoten is de opbouw van alle Factsheets identiek.
Tot slot is ook een document, waarin de gebruikte bronnen en achtergrond informatie toegelicht wordt, opgesteld.

2 Energiedrager

2.1 Energiedrager dieselvervangers uit biomassa kenmerken

De specificaties waaraan een brandstof moet voldoen om diesel genoemd te mogen worden, zijn in de Europese Unie geregeld in de brandstofkwaliteitsrichtlijn ofwel de *Fuel Quality Directive* (FQD) (2009/30/EG) en in de EN-normen (EN590). ‘Reguliere diesel’ (EN590) kan naast fossiele diesel ook uit aandelen (hernieuwbare) dieselvervangers bestaan. Voorbeelden van dergelijke vervangers zijn:

- *Fatty acid methyl esters* (FAME): brandstof uit biomassa zoals plantaardige oliën en vetten en dierlijke vetten (EN14214);
- *Hydrotreated vegetable oil* (HVO): brandstof uit plantaardige vetten en dierlijke oliën en vetten (EN 15940);
- *Gas to liquids* (GTL): fossiele vloeibare brandstof geproduceerd uit aardgas en gedefinieerd door EN 15940. GTL is vanwege de fossiele bron geen biobrandstof.

Binnen de EN590-norm mag er volgens bovengenoemde reguleringen maximaal 7 vol% FAME en ongeveer 30 vol% GTL en/of HVO worden bijgemengd.
In principe kunnen dergelijke EN590-blends in alle dieselmotoren van personen- en bestelauto’s worden gebruikt. De 7% betreft een maximum: in de praktijk kan een blend ook minder FAME bevatten. GTL en/of HVO kunnen bovenop de 7% worden ingezet, waardoor een blend zowel FAME als GTL en/of HVO kan bevatten. De motoren zijn ontwikkeld/gehomologeerd op de EN590 norm en getypekeurd. Toepassing van een hogere blend betekent dat de typekeuring opnieuw moet worden uitgevoerd. De normen voor paraffine brandstoffen (XTL, zoals GTL en/of HVO) zijn vastgelegd in de EN15940 norm en moeten daar dus aan voldoen.

De norm limiteert de inzet niet direct tot 30% (de FQD noemt geen hard percentage voor bijvoorbeeld HVO), maar rond de 30% veranderen de eigenschappen van de brandstof dermate dat het product te licht wordt en niet langer aan de specificaties kan voldoen. In de praktijk kan dit ook net boven de 30% zijn. Motorfabrikanten hebben alleen trucks (Euro V en Euro VI) vrijgegeven voor de EN15940 norm. Bij ‘oudere’ emissienormen vraagt vrijgave mogelijk eerst om aanpassingen. Ook hebben bepaalde fabrikanten Euro 5 en Euro 6 blue HDI-motoren vrijgegeven voor gebruik van 100% HVO.

Het gebruik van diesel met hogere aandelen FAME, HVO of GTL buiten bovengenoemde normen, kan leiden tot versnelde slijtage en extra benodigd motoronderhoud, zoals smeerolieveroudering en vervuiling van brandstof/smeeroliefilters. Voor oudere dieselmotoren (Euro 5/V en lager) is de kans op dergelijke versnelde slijtage beperkt. Deze voertuigen zijn dan ook veelal vrijgegeven voor het gebruik van dergelijke hogere blends. Door de toepassing van geavanceerdere motorregelingen en emissiecontrolesystemen kunnen modernere motoren (Euro 6/VI) niet automatische goed overweg met brandstoffen die buiten de EN 590-norm vallen. Voor hogere blends van alternatieven (FAME > 7% en GTL en/of HVO > 30%) is daarom een aparte typekeuringstest nodig.

In hoeverre motoren zijn vrijgegeven voor het gebruik van alternatieven voor reguliere diesel kan veelal worden achterhaald via de voertuigfabrikant of -leverancier. Daarnaast geldt voor voertuigen met een verbrandingsmotor jonger dan oktober 2018 dat ze conform de eisen van de EU Richtlijn Infrastructuur Alternatieve Brandstoffen (2014/94/EU) nabij de vulmond van de brandstoftank voorzien dienen te zijn van een grafische aanduiding voor alle brandstoffen die in de auto getankt mogen worden. Dezelfde grafische aanduiding wordt sindsdien ook op het vulpistolen bij een tankstation aangebracht.

Er zijn hierbij wel verschillen tussen FAME en paraffine dieselbrandstof, zoals HVO en GTL. Het gebruik van paraffine brandstoffen resulteert vaak in een betere en schonere verbranding dan fossiele diesel als gevolg van het hoger cetaangetal van deze brandstoffen. Dit geldt niet voor FAME. Een belangrijke reden dat 100% toepassing van paraffine dieselbrandstoffen toch niet onder de EN590-norm valt is de lagere dichtheid van deze brandstoffen, waardoor de dichtheid bij hogere blends niet meer binnen de specificaties valt.

Het grootste deel van de diesel die in Nederland wordt verkocht, is een mengsel van fossiele diesel met maximaal 7% FAME. Dit wordt B7 genoemd en is ook als zodanig gelabeld aan de pompzuil. Ook bieden steeds meer tankstations hogere blends met HVO aan. HVO wordt hierbij vaak aangeduid met merk- en marketingnamen, zoals “blauwe diesel” of “hernieuwbare diesel”. Biobrandstoffen in hoge mixen spelen vooral een rol voor het zware transportsegment in de vorm van bijvoorbeeld HVO of diesel met 30% FAME-aandeel.

De energiedichtheid en specifieke energie van diesel en van de verschillende producten die in Nederland voorkomen zijn weergegeven in Tabel 2 en in (Klein et al., 2019). Dieselvervangers in de vorm van biobrandstoffen hebben over het algemeen een lagere energiedichtheid dan diesel.

Tabel 2: Energiedichtheid en specifieke energie van diesel en dieselvervangers (Kampman, et al., 2013) .

Brandstof	**Specifieke energie (MJ/kg)**	**Energiedichtheid (MJ/L)**
B0 (100% diesel)	43	36
B7 (FAME)	42,3	35,6
B100 (FAME)	37	33
B30 (FAME)	41-43	36.5-37.2
RD30 (HVO)	43-43,5	36.8-37.5

* RD30 staat voor renewable diesel en wordt gebruikt om het verschil tussen B30 (FAME) en de HVO-variant aan te duiden. Deze term wordt echter niet aan de pomp gebruikt, maar daar kan men deze varianten herkennen aan het brandstoflabel XTL. Naast XTL bestaan er brandstoflabels voor B7, B10 en B100.

3 Emissies

CO_2-equivalente emissies kunnen op verschillende manieren worden berekend:

- Well-to-tank (WTT) - de emissies van de bron tot aan het vervoermiddel. Dit zijn bijvoorbeeld de emissies die ontstaan bij de exploitatie van olievelden en het transport tot aan het tankstation;
- Tank-to-wheel (TTW) - de emissies van het vervoermiddel zelf. Dit zijn bijvoorbeeld de emissies van een diesel- of een elektrische auto op de weg. Voor scheepvaart is ook de term TTP gangbaar: tank-to-propellor emissies;
- Well-to-Wheel (WTW) - de som van WTT en TTW. Dit beschrijft dus de emissies van de hele keten. Voor scheepvaart is ook de term WTP gangbaar: well-to-propellor emissies.

Zoals beschreven in paragraaf 1.4.1, zijn de CO_2-uitlaatemissies bij het gebruik van pure biobrandstoffen nul volgens internationale rekenregels (IPCC).
In onderstaande paragraaf zijn uitlaatemissies gedefinieerd als de werkelijke CO_2-emissies uit de uitlaat. De uitlaatemissies als gevolg van biobrandstoffen worden hierin ook meegenomen. Er wordt dus niet de definitie van de IPCC gedefinieerd. In de paragraaf over ketenemissies tellen de biobrandstoffen wel als nul.

3.1 Klimaat (CO_2)

Uitlaatemissies (TTW)
De TTW-emissies van personenauto's en bestelauto's op dieselvervangers uit biomassa zijn min of meer vergelijkbaar met dezelfde voertuigen op fossiele diesel. Dit is deels afhankelijk van het type biobrandstof, waardoor een iets zuinigere of minder zuinige verbranding op kan treden.

Ketenemissies (WTW)
Ook bij de productie en distributie van energiedragers komen broeikasgassen vrij; we noemen dit de zogenaamde Well-to-Tank emissies (WTT). Alle emissies over de gehele brandstofketen zijn de Well-to-Wheel (WTW) emissies. Om een basisinzicht in de ontwikkeling van de WTW emissies te krijgen, brengen we hier de mate van hernieuwbaarheid van de diverse energiedragers over de gehele keten in beeld.

Tabel 3: CO_2-ketenemissies van fossiele diesel en dieselvervangers uit biomassa[5].

	WTW CO_2-emissies [gCO_2/MJ]	CO_2-emissiereductie tov fossiel equivalent
Fossiele diesel	95.1	
FAME	12.7	87%
HVO	8.0	92%
Totaal dieselvervangers uit biomassa	11.7	88%
Diesel (fossiel + dieselvervangers)	88.2	7.3%

[5] Rapportage Energie voor Vervoer in Nederland 2019. Naleving verplichtingen wet- en regelgeving Energie voor Vervoer

De CO_2-kentenemissies van fossiele diesel zijn ongeveer 31% hoger dan de uitlaatemissies. De CO_2-ketenemissies van dieselvervangers op basis van biomassa die in Nederland worden gebruikt gemiddeld 88% lager dan van fossiele diesel (zie Tabel 3). Aangezien maar een beperkt deel van de diesel in Nederland uit biomassa is geproduceerd (6,6% op energiebasis), zijn de totale CO_2-ketenemissies van in Nederland gebruikte diesel 7,3% lager dan van fossiele diesel.

Wanneer pure biobrandstoffen worden gebruikt, bijvoorbeeld door vlooteigenaren met eigen opslag- en tankfaciliteiten, gelden de CO_2-ketenemissiereducties zoals weergegeven in de rechter kolom van Tabel 3.

Naast FAME en HVO bestaan nog andere dieselvervangers, maar deze werden in 2018 niet ingezet. Te denken valt onder andere aan Fischer Tropsch diesel (FT-diesel) of dimethylether (DME).

In Tabel 4 is een overzicht opgenomen van uit welke feedstocks de dieselvervangers bestonden, die in 2018 onder de Nederlandse jaarverplichting op de markt zijn gebracht. FAME en HVO zijn bijna geheel geproduceerd uit afval en residuen en dan met name gebruikt frituurvet, dierlijk vet en afvalwater van palmoliemolens. Biobrandstoffen uit afval en residuen kennen geen zogenaamde indirecte emissies als gevolg van indirect landgebruik (ILUC).

Tabel 4: Grondstoffenverdeling voor de biobrandstoffen ingezet onder de Nederlandse jaarverplichting in 2018 (NEa, 2019)

	FAME	**HVO**	**Gemiddelde CO_2-uitstoot over de keten (gCO_2/MJ)**
Gebruikt frituurvet	80,3%	47,7%	13
Dierlijk vet	12,1%		13
Overig – gewassen (soja en palmolie)	2,6%		
Afvalwater van palmoliemolen	2,3%	52,3%	12
Overig - afval	2,7%		
Tallolie		0,0%	

3.2 Luchtkwaliteit

Het effect van biobrandstoffen op luchtverontreinigende emissies hangt af van de motor en nabehandelingstechniek aanwezig in een voertuig, maar ook van de eigenschappen van de biobrandstoffen in vergelijking met de fossiele variant. Samen genomen bepalen deze factoren de effecten. Door verbeteringen in de motoren en nabehandelingstechnieken is de impact van de brandstof op de emissies sterk afgenomen, met name bij voertuigen die voldoen aan de laatste voertuigstandaarden. Bij oudere voertuigen met oudere motoren en minder geavanceerde nabehandelingstechnieken is de impact van de brandstof groter. Over het algemeen geldt voor de inzet van FAME dat het in hoge blends CO, VOC en PM kan reduceren. Voor minder geavanceerde motoren kan dit 50% bedragen. Tegelijkertijd kan FAME in hoge blends voor een toename van NO_x-emissies zorgen. Dit komt door het hoger zuurstofgehalte in FAME en

daardoor hogere verbrandingstemperaturen. Meer specifiekere uitspraken vragen om meer (recente) metingen.

HVO is een paraffine brandstof en verbetert door de hogere ontstekingskwaliteit het verbrandingsproces. Door deze verbetering kunnen de emissies van oudere dieselvoertuigen worden gereduceerd (CO, koolwaterstof en PM emissies) en heeft HVO in tegenstelling tot FAME de potentie om ook NO_x-emissies met ongeveer 10% te reduceren. Voor modernere voertuigen geldt dat de effecten van duurzamere brandstofvarianten verwaarloosbaar zijn als gevolg van effectieve nabehandelingstechnologieën (Nylund et al. 2018).

4 Infrastructuur

Biobrandstoffen in hoge mixen spelen vooral een rol voor het zware transportsegment in de vorm van bijvoorbeeld HVO of diesel met 30% FAME-aandeel. HVO is beschikbaar bij meer dan 50 tankstations in Nederland [TTM, 2019].

Een overzicht van tankstations waar biobrandstoffen getankt kunnen worden is te vinden op www.drivenbynature.org.

5 Vervoermiddel

5.1 Beschikbaarheid in Nederland

Dieselvervangers uit biomassa kan conform de desbetreffende brandstofnormen worden ingezet in reguliere dieselmotoren.

5.2 Betaalbaarheid

De betaalbaarheid is geen onderdeel geweest van het project waaruit deze publicatie is voortgekomen. De kosten van de verschillende combinaties van energiedragers en voertuigcategorieën worden in de nabije toekomst nader onderzocht en na de zomer van 2020 gepubliceerd.

5.3 Voertuigkenmerken

Dieselvoertuigen worden al decennialang geproduceerd, wat betekent dat de technologie ver ontwikkeld is. Dieselmotoren zijn verbrandingsmotoren die werken volgens het zelfontbrandingsprincipe waarbij de brandstof ontbrandt vanwege de hoge temperatuur na de compressie in de motor vanzelf, vrij snel nadat het ingespoten wordt. Er komt dus geen actieve ontsteking aan te pas, zoals dat bij benzinemotoren wel het geval is.

De meeste van de nieuwste generatie Euro 6-dieselvoertuigen zijn uitgerust met uitlaatgasrecirculatie, oxidatiekatalysatoren, roetfilters en selectieve katalytische reductiesystemen om de uitstoot van schadelijke emissies te beperken.

De typische actieradius van dieselauto’s bedraagt daarom ongeveer 800 km.
De actieradius van voertuigen op dieselvervangers uit biomassa is vergelijkbaar en is afhankelijk van de blend en energiedichtheid. Het vol tanken van het voertuig kost slechts enkele minuten.

6 Ondertekening

Den Haag, 3 juli 2020

Arjan Eijk
Projectleider

TNO

Maarten Verbeek
Auteur