

# Duurzame transportopties voor zwaar wegverkeer

Casus: transportopties over de weg voor biomassacentrale Diemen

# Duurzame transportopties voor zwaar wegverkeer

Casus: transportopties over de weg voor biomassacentrale Diemen

Dit rapport is geschreven door:

Tim de Vrijer

Sijas Akkerman

Zaandam, Milieufederatie Noord-Holland, 17 april 2019

Opdrachtgever: Vattenfall

**Natuur en Milieufederatie Noord-Holland werkt samen met burgers, bedrijven en overheden aan een gezond en duurzaam Noord-Holland.** Als onafhankelijke organisatie initiëren, organiseren en ondersteunen we duurzame initiatieven, agenderen we maatschappelijke thema's, voeren we onderzoek uit en verbinden burgers (onze 130 lid-organisaties) aan het opstellen en uitvoeren van duurzaamheidsbeleid.



# Inhoud

1. Inleiding .....	1
1.1 Wat is de meest duurzame vorm van zwaar wegtransport in de MRA - casus biomassacentrale Diemen?.....	1
1.2 De casus: biomassacentrale Diemen .....	1
1.3 De rol van biomassa in de energietransitie .....	2
2. Welke brandstof is de beste keuze voor klimaat?.....	4
3. Welke brandstof is de beste keuze voor gezondheid?.....	5
4. Wat zijn de verschillen in prijs tussen brandstoffen?.....	8
5. Welke brandstof is het beste beschikbaar? .....	12
6. Conclusie .....	14
Verwijzingen .....	16
Bijlage: Selectie leveranciers/transportbedrijven .....	17



# 1. Inleiding

## 1.1 Wat is de meest duurzame vorm van zwaar wegtransport in de MRA - casus biomassacentrale Diemen?

Vattenfall heeft de Milieufederatie Noord-Holland gevraagd te adviseren over de brandstofkeuze voor vrachtvervoer in de Metropool Regio Amsterdam (MRA). Dit is voor Vattenfall extra relevant omdat Vattenfall in 2022 in Diemen een Biomassacentrale in bedrijf wil nemen. In deze centrale wil Vattenfall houtpellets gaan verbranden en de opgewekte warmte leveren aan het warmtenet. Dit als vervanging een deel van de warmte uit de huidige gasgestookte centrales. Door beperkte aanwezigheid van biomassa in Nederland zal de biomassa geïmporteerd worden. Dat brengt een vervoersstroom van de Amsterdamse (of Rotterdamse haven) naar de centrale in Diemen met zich mee.

Het transport van de Amsterdamse Haven naar de biomassacentrale in Diemen is dan ook als casus genomen voor het beantwoorden van de vraag welke vorm van wegtransport in de MRA het meest duurzaam is. Daarnaast is in kaart gebracht wat transport vanuit de Rotterdamse haven zou betekenen voor de vraag wat de meest duurzame wijze van zwaar transport over de weg is.

Met dit onderzoek (quick-scan) geven wij (MNH) antwoord op de volgende vragen:

### Hoofdvraag

Wat is de meest duurzame vorm van zwaar wegtransport in de MRA - casus biomassacentrale Diemen?

### Subvragen

1. Welke brandstof is de beste keuze voor klimaat?
2. Welke brandstof is de beste keuze voor gezondheid?
3. Wat zijn de verschillen in prijs tussen brandstoffen?
4. Welke brandstof/vorm van zwaar wegverkeer is het beste beschikbaar in de MRA?

### Toegepast op de casus van Vattenfall

5. Wat is de meest duurzame manier van wegtransport om biomassa van de haven van Amsterdam naar de biomassacentrale in Vattenfall te vervoeren?

## 1.2 De casus: biomassacentrale Diemen

Vattenfall wil met de biomassacentrale in Diemen bijdragen aan de energietransitie. In haar meerjarenplan stelt Vattenfall overigens dat zij biomassa ziet als een transitieoplossing, waarbij andere duurzame warmtebronnen, zoals geothermie, datacenter restwarmte en waterstof, de rol van de biomassacentrale op termijn moeten overnemen.

Belangrijk kader voor deze casus is dat Vattenfall specifiek kiest voor wegtransport en niet voor transport per spoor of binnenvaart. Een spoornet ligt momenteel niet in de buurt van de centrale. Ook is door Vattenfall gekozen om binnenvaart niet mee te nemen om de volgende redenen:

- Aanvoer per schip zorgt voor een extra overslagmoment omdat het niet mogelijk is met een binnenvaartschip of duwbak tot bij de centrale te komen. Een extra overslagmoment leidt



naast de extra handling ook tot een hogere geluidbijdrage en mogelijk meer stofverspreiding naar de omgeving (overslag en transportbanden).

- Voor de aanvoer per schip zijn drie mogelijke locaties onderzocht. Voor in ieder geval twee locaties moet flink gebaggerd worden; ofwel in de Derde Diem (route langs en overslag vlakbij huizen), ofwel in het IJmeer/Markermeer (Natura2000-gebied). Deze locaties vallen hierom af. De derde locatie (ten zuiden van Tennenet, in de inham langs ARK vlakbij Maxis) moet waarschijnlijk worden uitgebaggerd. Verder zou daar de kade moeten worden versterkt en een transportbandsysteem moeten worden geplaatst dat over de Overdiemerweg gaat (afstand ca. 900m). Tot slot liggen aan de overkant van het water (bij de Maxis) enkele woonboten. Ook hier zijn dus woningen vlakbij.
- Vattenfall ziet betere mogelijkheden om vervoer per vrachtwagen te verduurzamen dan vervoer per binnenvaartschip. Vattenfall wil in het convenant afspraken maken over het duurzaam invullen van het transport per vrachtwagen, bijvoorbeeld middels het gebruik van elektrische trucks.

#### **Cijfers van de biomassacentrale:**

Capaciteit: 120 MW, 720.000 MWh warmte per jaar.

Rendement van 92%.

Pellets: 780.000 MWh (=160.000 ton) per jaar aan droge houtpellets nodig.

Benodigde vrachtwagens: gemiddeld 18 vrachtwagens met 35ton pellets per dag, en 1,1 voor as.

Constante levering nodig (alleen op werkdagen), met een voorraad voor 4 dagen.

De aanvoerhaven van pellets ligt nog niet vast maar Amsterdam is het meest logisch.

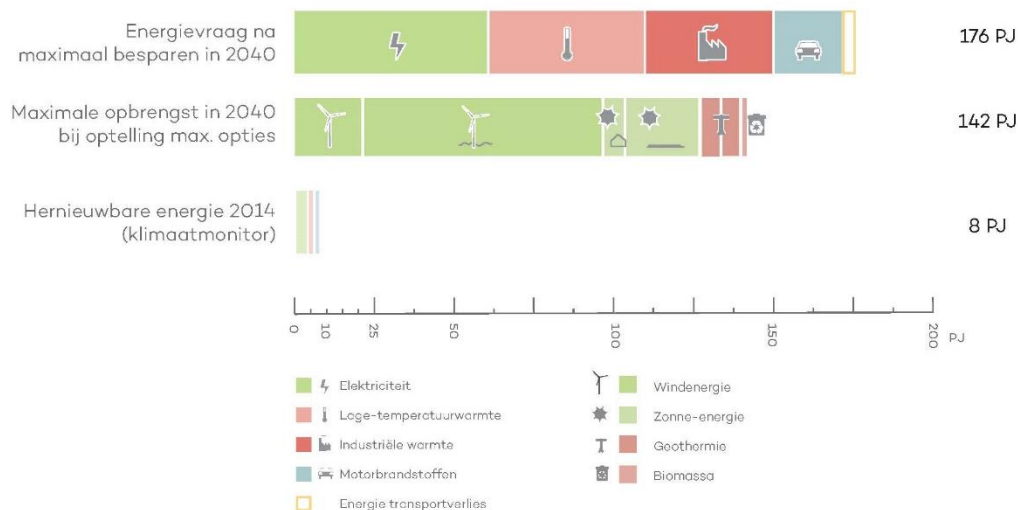
### 1.3 De rol van biomassa in de energietransitie

Om aan de afspraken van Parijs te voldoen heeft Nederland een flinke energietransitie nodig. Een transitie van fossiel naar duurzaam opgewekte energie. In 2017 bestond slechts 6,6 procent van de Nederlandse energievoorziening uit hernieuwbare energie (CBS, 2018). Het aandeel van 2018 is naar verwachting rond de 7 procent.

De energietransitie gaat een grote impact hebben op de energievoorziening in de MRA. De provincie Noord-Holland heeft daar scenario's voor ontwikkeld. In die scenario's wordt een mix voor duurzame energie geschetst die bestaat uit wind, zon, geothermie en biomassa (zie onderstaande figuur). Uit het scenario van ECN blijkt dat er binnen de grenzen van de MRA onvoldoende duurzame energie – wind, zon, biomassa, geothermie - kan worden opgewekt om aan de lokale energiebehoefte te voldoen.

Voor wat betreft het onderdeel biomassa blijkt dat er binnen de grenzen van de MRA optimistisch gezien maximaal ongeveer 5 van de 176 PJ door lokale biomassa opgewekt kan worden. Dit maakt volgens Vattenfall dat de invoer van biomassa van buiten de MRA-regio nodig zal zijn om de klimaatdoelen te halen.





Figuur 1 - Energievraag en potentie opwekking hernieuwbare energie in de MRA in 2040 (Provincie Noord-Holland, 2018)

### Inzet biomassa voor opwekking warmte en elektriciteit

Nederland heeft als doel om in 2050 ten minste 80% minder broeikasgassen uit te stoten dan in 1990. Hiervoor zijn onder andere minder gebruik van energie, duurzame energie en afvang van CO<sub>2</sub> nodig. Maar ook duurzaam geproduceerde biomassa, volgens het PBL (2018).

Tegelijk gaan scenario's voor duurzame energieproductie uit van een beperkte potentie voor biomassa als een duurzame energieleverancier. Dat komt voornamelijk omdat biomassa in eerste instantie nodig is voor onder andere voedselproductie voor mens en dier en als bodemverbeteraar. Hiervoor zijn geen alternatieven.

De potentiële beschikbare biomassa die overblijft na prioriteit te geven aan voedselproductie/bodemverbetering dient vervolgens zo slim mogelijk ingezet te worden. Prioriteit moet gegeven worden aan sectoren waar geen alternatieven zijn. Op de lange termijn zijn dat vermoedelijke vooral de chemische industrie, industriële processen op hoge temperatuur en als brandstof voor de luchtvaart (PBL, 2018). Daarnaast kan biomassa volgens het PBL een transitierol spelen in sectoren waar alternatieve duurzame energiebronnen op korte termijn nog niet voorhanden zijn. Biomassa kan dan dienen als overbruggingstechnologie en daarmee de cumulatieve CO<sub>2</sub> emissies beperken (de belangrijkste oorzaak van klimaatverandering). Zoals het PBL ook aangeeft is het bij toepassing als transitie-oplossing belangrijk dat er duidelijke plannen zijn om de biomassa ook weer uit te faseren zodat geen lock-in situatie ontstaat.

De second-opinion van CE Delft geeft aan dat er voor de biomassacentrale in Diemen op het moment geen duurzamere alternatieven mogelijk zijn. Daarnaast heeft Vattenfall volgens CE Delft een meerjarenplan, waarin de uitfasering van biomassa zo snel als mogelijk is opgenomen. Ook stelt CE Delft dat het stoken van duurzaam geproduceerde biomassa een CO<sub>2</sub>-reductie oplevert en op de korte termijn dus beter is dan het verstoken van aardgas (CE Delft, 2019).

#### Strikte voorwaarden nodig voor het gebruik van biomassa

Voor alle toepassingen van biomassa zijn sowieso strikte duurzaamheidsvoorwaarden nodig:

- 1) De herkomst en productiewijze van de biomassastroom mag geen schade toebrengen aan klimaat, mens en milieu.
- 2) Biomassa dient zo hoogwaardig mogelijk te worden ingezet.

Vattenfall geeft aan te garanderen dat door middel van haar meerjarenplan aan deze voorwaarden is voldaan.



## 2. Welke brandstof is de beste keuze voor klimaat?

De impact van brandstoffen op het klimaat verschilt sterk onderling. Om aan de afspraken van Parijs te voldoen heeft Nederland een forse energietransitie nodig. Ongeveer 20% van de Nederlandse CO<sub>2</sub>-uitstoot komt van het wegverkeer. Een kwart van de uitstoot van het wegverkeer komt door vrachtverkeer over de weg (CBS, 2018). Dit moet sterk omlaag als wij de opwarming van de aarde tot 1.5-2°C willen beperken.

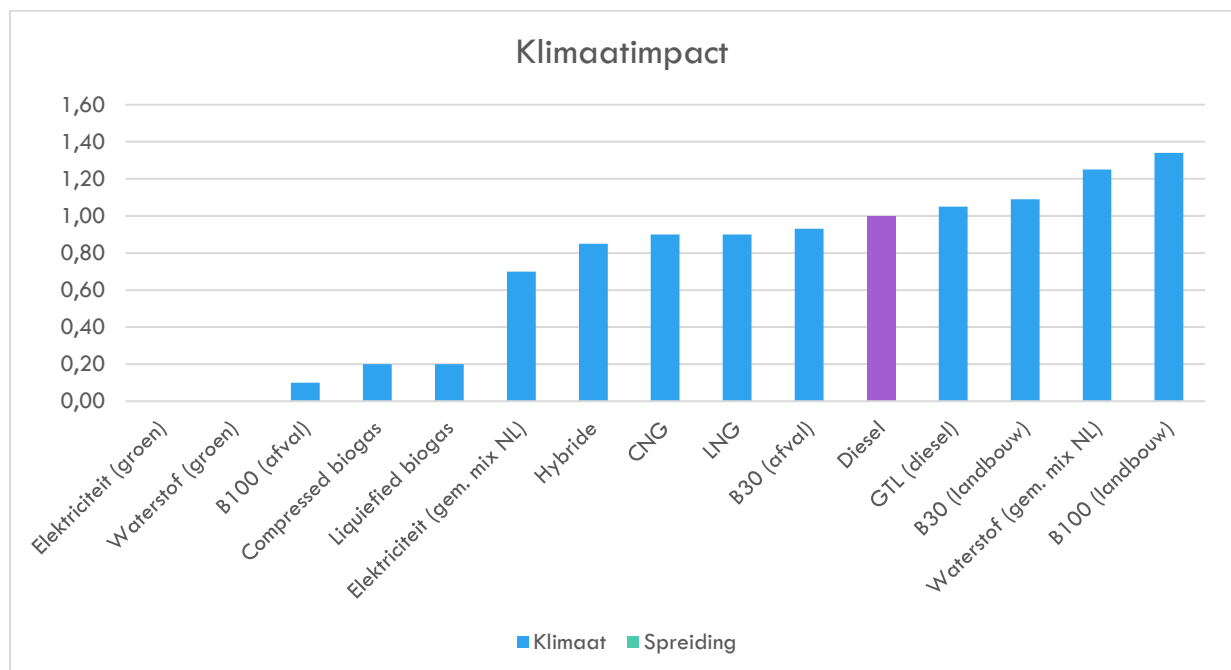
In dit hoofdstuk staat een overzicht van de klimaatimpact van verschillende soorten brandstof voor vrachtverkeer over de weg. Op basis van een brede opsomming van alternatieven die nu op de markt zijn of komen. En in vergelijking met Diesel (Euronorm 6).

Als bron zijn de factsheets *Brandstoffen voor het wegverkeer* van TNO en CE Delft (2014) gebruikt, het meest recente overzicht in de literatuur. Voor biodiesel zijn naast deze cijfers ook gegevens van Ecofys/IIASA/E4TECH gebruikt. Per brandstof is een uitleg aangevuld van de uitgangspunten van de cijfers en verdere achtergrond op basis van aanvullende literatuur.

In de analyse kijken we naar klimaatimpact op basis van CO<sub>2</sub> emissies van het voertuig. Daarnaast wordt gekeken naar de CO<sub>2</sub> emissies over de keten van de brandstoffen (Well-To-Wheel emissies). Deze laatste is inclusief methaan, N<sub>2</sub>O, winning en raffinage van olie en emissies van de teelt van biobrandstoffen. De uitstoot van broeikasgassen door goederenvervoer wordt geschat door het aantal tonkilometers te vermenigvuldigen met de bijbehorende emissiefactoren. Een tonkilometer is een eenheid voor de afstand die een ton goed in een bepaald transportmiddel aflegt. Er is aan de ene kant een emissiefactor voor de brandstof. Aan de andere kant is er sprake van verschil in:

- de brandstofefficiëntie van de motor/voertuig
- rijgedrag en snelheid
- belading
- route

Voor deze studie wordt gekeken naar de vergelijking van de brandstoffen op zich. Daarom worden bovenstaande variabelen niet meegenomen in de analyse.



Figuur 2 Verschillen in klimaatimpact van Well-to-Wheel emissies van broeikasgassen voor verschillende brandstoffen. De referentie is diesel 6 (gesteld op 1). 0,8 betekent 20% minder emissies. Op basis van TNO/CE Delft (2014) en (Ecofys, IIASA, E4TECH, 2015).



## **Diesel (referentie)**

Diesel is de huidige standaard, meest gebruikte brandstof, in het vrachtvervoer. Diesel heeft een hoge milieubelasting.

## **Aardgas en biogas**

De CO<sub>2</sub> emissie voor compressed of vloeibaar aardgas is ongeveer gelijk aan diesel, maar potentieel 10% beter. De CO<sub>2</sub> emissie van aardgas is onder andere afhankelijk van het koolstofgehalte en rendement van de motor. Er zijn nog beperkte cijfers beschikbaar en er is een grote variatie in emissies.

Gas kan zowel gecompriëerd als vloeibaar worden getankt. Gecomprimeerd aardgas (compressed natural gas of CNG) staat onder hogere druk. Ook kan aardgas vloeibaar gemaakt worden (liquefied natural gas of LNG) door sterk te verkoelen.

Het is mogelijk om op Compressed Bio Gas (CBG) of Liquefied Bio Gas (LBG) te rijden. Dit is een duurzamere variant die wordt gemaakt door vergisting van biomassa. Voor biogas is er meer CO<sub>2</sub> besparing mogelijk. Dit hangt wel af van de herkomst van het gas. Biogas uit afval/stortgas kan bijvoorbeeld tot 80% minder CO<sub>2</sub> uitstoot leiden vergeleken met diesel. En anders dan biodiesel is het al goed mogelijk om voor 100% op groengas te rijden.

CBG kan gezien worden als een transitiebrandstof. Met als doel elektrisch rijden en op waterstof rijden op de langere termijn.

## **Biodiesel**

De klimaatimpact van biodiesel hangt vooral af van de oorsprong van de biomassa en van het productieproces. En van de mate van bijmenging. Als je 100% biodiesel tankt, kan biodiesel uit afval/reststromen tot 90% CO<sub>2</sub> emissies besparen (tank to wheel). Dit geldt bijvoorbeeld voor gebruikt frituurvet. Rijden op 50% frituurvet reduceert de helft CO<sub>2</sub> uitstoot. De grondstoffen hiervoor zijn plantaardige oliën. Zolang deze uit reststromen/afval komen, zorgen ze voor een grote vermindering van CO<sub>2</sub> uitstoot. In de meeste gevallen wordt voor een beperkt deel de diesel vervangen door biobrandstof.

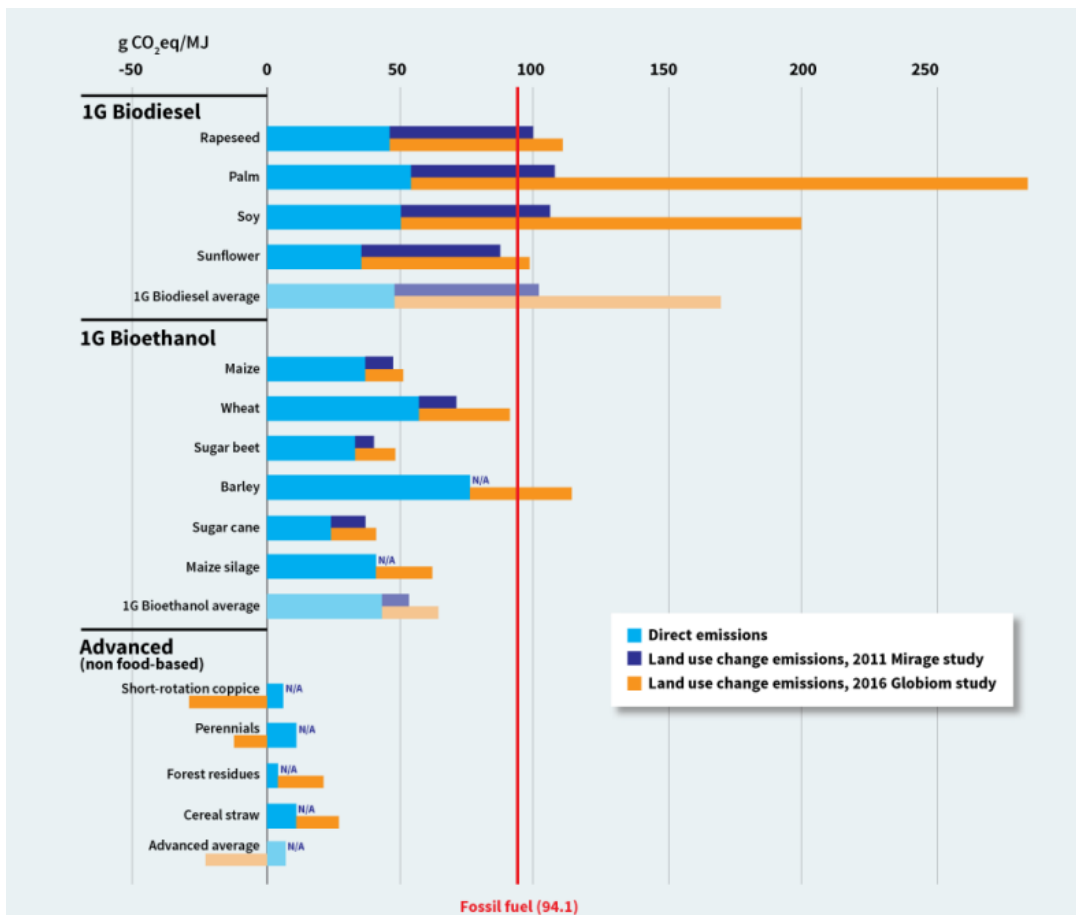
Maar het gebruik van landbouwgewassen (ook wel 1<sup>e</sup> generatie biobrandstoffen genoemd) zorgt vaak voor meer emissies dan fossiele diesel. Dit komt vooral door de indirecte impact van veranderingen in landgebruik (het kappen van bos voor de productie van grondstoffen voor biodiesel).

Er zijn nog veel onzekerheden over de precieze klimaatimpact van biobrandstoffen. Dit komt omdat het moeilijk is om de indirecte effecten van het verbouwen van biomassa voor brandstoffen te schatten. Een onderzoek in opdracht van de Europese Commissie stelt dat de veranderingen in landgebruik voor de productie van 1<sup>e</sup> generatie biodiesel al gemiddeld 34% meer CO<sub>2</sub> uitstoot dan fossiele diesel (Ecofys, IIASA, E4TECH, 2015). Hierbij zijn de directe emissies nog niet meegenomen. Dit zijn de emissies van het telen van de gewassen (o.a. kunstmest, machines), de conversie naar biobrandstoffen en transport en distributie. Voor de vergelijking van de brandstoffen zijn we van de 34% voor indirecte emissies uitgegaan. Maar in werkelijkheid zal de uitstoot van deze eerste generatie biodiesel nog hoger zijn.

Figuur 3 laat een flink verschil zien tussen verschillende soorten biodiesel. Met advanced biofuels (of reststromen) als verreweg de beste optie. Dit is tevens de reden dat het Klimaatakkoord op het punt van biobrandstoffen vooral inzet op advanced biofuels. Het nadeel is dat deze nog maar beperkt beschikbaar zijn.







Figuur 3 Verschillen in CO<sub>2</sub> emissies van verschillende generaties biobrandstoffen. Waarbij Advanced Biofuels de meest duurzame zijn en afkomstig zijn van reststromen (niet direct van landbouwgewassen). De laatste studie in opdracht van de Europese Commissie (EC) staat hier vermeld als Globium. De oudere en incompletere studie van de EC wordt hier Mirage genoemd. Bieden naar het model dat ze gebruiken. De directe emissies zijn een schatting van Transport & Environment (Transport & Environment, 2016). De directe emissies zijn in de schatting van dit onderzoek nog niet meegenomen.

Onder andere Goodfuels levert 100% biodiesel/HVO van reststromen. Zij hebben een duurzaamheidsbestuur die waarborgt dat de grondstoffen voor de biodiesel echt duurzaam zijn.

### Gas-To-Liquid (GTL)

GTL is gas dat vloeibaar is gemaakt, zodat het in dieselloertuigen kan worden gebruikt. Meestal wordt dit gebruikt om aardgas om te zetten tot (synthetische) dieselolie. Het is een fossiele brandstof en stoot meer CO<sub>2</sub> uit dan Diesel 6. Dus geen goede optie vanuit duurzaamheidsoogpunt. Het nadeel is dat het energie kost om GTL te produceren. Dit is 1,5 keer zoveel als voor normale diesel. Door het gebruik van aardgas stoot GTL over de hele keten ongeveer 5% meer CO<sub>2</sub> uit dan diesel. Dit verschil is verwaarloosbaar door schommelingen in productie efficiëntie.

### Waterstof

De CO<sub>2</sub> uitstoot van vrachtwagens op waterstof hangt van de productie van de waterstof af. Met aardgas geproduceerde waterstof (meest gangbaar) is de uitstoot van CO<sub>2</sub> 25% meer dan diesel. Als gebruik wordt gemaakt van hernieuwbare bronnen is het veel minder. Bij het produceren van waterstof door zonne- en windenergie is de CO<sub>2</sub> uitstoot nagenoeg nul. Als waterstof met hernieuwbare elektriciteit wordt geproduceerd, kost dat wel ongeveer drie keer zo veel elektriciteit als direct elektrisch rijden.

### Elektrisch



Gaan we er net als TNO/CE van uit dat bij de opwekking van de stroom die nodig is om met een elektrische auto te rijden, de huidige Nederlandse energiemix wordt aangesproken, dan is de CO<sub>2</sub>-emissie van een elektrisch voertuig per gereden kilometer gemiddeld zo'n 35 tot 55% lager dan van een vergelijkbaar benzinevoertuig. Ten opzichte van hybride benzinevoertuigen en conventionele diesels, die een gunstiger brandstofverbruik hebben, is het voordeel weliswaar kleiner, maar bedraagt het nog altijd 30- tot 50%

Als gebruik wordt gemaakt van hernieuwbare bronnen is de CO<sub>2</sub> uitstoot veel minder. Bij zonne- en windenergie is de CO<sub>2</sub> uitstoot nagenoeg nul. Als je de accuproduktie meeneemt, neemt de CO<sub>2</sub> uitstoot met 20 procent toe (TNO, 2015). Het is te benadrukken dat zelfs niet duurzaam opgewekte elektriciteit een stuk duurzamer is dan vervoer per Diesel 6 vrachtwagen. Met afspraken uit het klimaatakkoord groeit het aandeel hernieuwbaar opgewekte stroom tot circa 75% in 2030 (in 2018 was dat nog rond de 15% (CBS, 2019)).

### **Hybride**

Hybride rijden kan ongeveer 10-20% CO<sub>2</sub> besparen op de korte afstand. Niet veel meer, omdat plug-in hybride trucks vaak maar een beperkt aantal kilometers elektrisch kunnen rijden.

### **Beleidskader klimaatakkoord**

Het klimaatakkoord stuurt steeds meer op Zero Emission zones en een stevige reductie van CO<sub>2</sub> uitstoot (30% in 2030). Ook wordt de kilometerheffing lager voor elektrische trucks.

### **Wat bepaalt nog meer de milieu impact?**

Naast de brandstofkeuze bepalen o.a. leeftijd, rijstijl, banden, beladingsgraad, motor efficiëntie en het gewicht en stroomlijn van de wagen de milieu impact.



### 3. Welke brandstof is de beste keuze voor gezondheid?

De belangrijkste bron van luchtvervuiling in de regio Amsterdam-Amstelland is het verkeer (GGD Amsterdam, 2019). In deze regio zal ook het transport van de haven van Amsterdam naar de centrale in Diemen plaatsvinden.

Luchtverontreiniging door wegverkeer wordt door veel stoffen veroorzaakt. Twee van de belangrijkste zijn stikstofoxiden en fijnstof. De Gezondheidsraad adviseert daarom 'prioriteit te geven aan het terugdringen van de concentraties fijnstof en stikstofdioxide afkomstig van wegverkeer (vooral dieselveertuigen' (Gezondheidsraad, 2018).

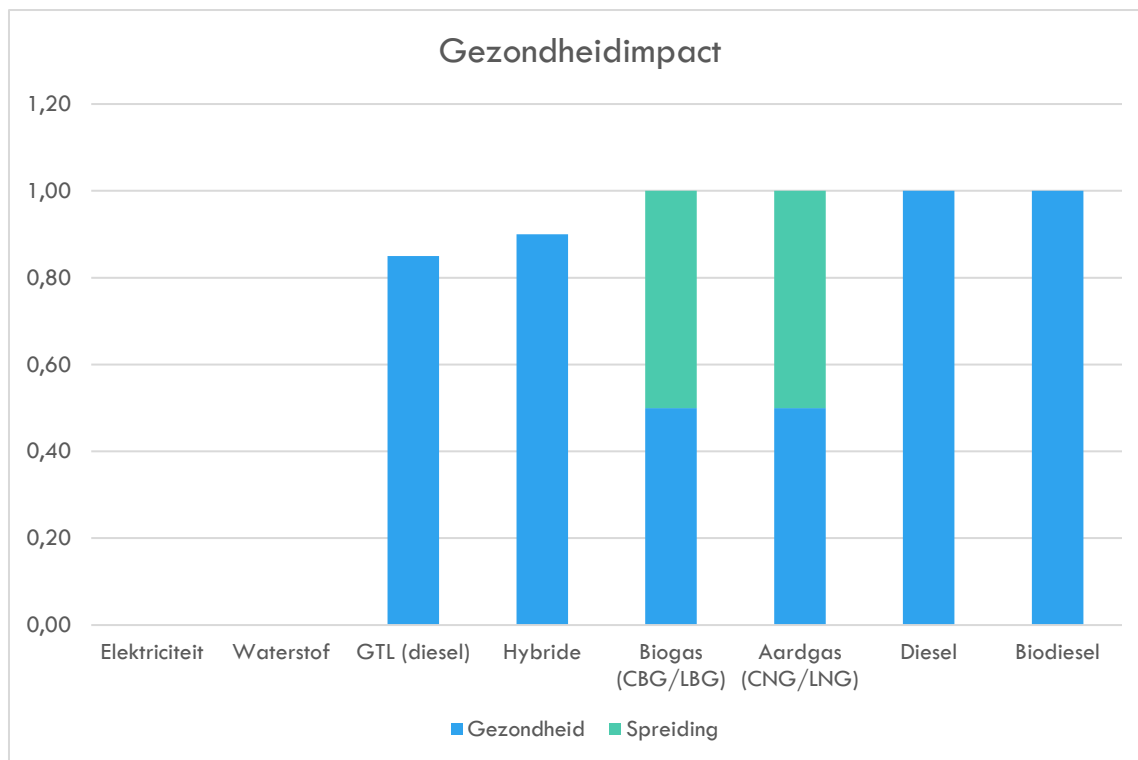
Stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) is de verzamelnaam voor stikstofmonoxide (NO) en stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>). Bij de verbranding van brandstoffen komt in eerste instantie NO vrij. Dit wordt in de atmosfeer omgezet tot NO<sub>2</sub>. NO<sub>2</sub> is de stof die schadelijk is voor mens (luchtwegen) en het milieu (verzuring). Vooral diesels zorgen voor veel NO<sub>2</sub> doordat bij de verbranding van diesel een hogere temperatuur nodig is.

Fijnstof zijn alle deeltjes in de lucht kleiner dan 10 micrometer (PM<sub>10</sub>). Blootstelling aan hoge concentraties fijnstof wordt verantwoordelijk geschat voor zo'n 4% van de ziektelast van Nederland (Gezondheidsraad, 2018). We spreken van ultrafijnstof als de deeltjesgrootte onder de 0.1 micrometer is. Vrachtwagens hebben een uitstoot van fijnstof door slijtage van banden, remmen en het wegdek (nagenoeg vergelijkbaar). Daarnaast zijn er duidelijk verschillen tussen de verschillende gebruikte brandstoffen. De uitstoot van fijnstof en NO<sub>x</sub> van dieseltrucks is met de aanscherping van de normen (Euro6) drastisch verminderd.

In dit hoofdstuk vergelijken wij verschillende brandstoffen voor vrachtverkeer op de uitstoot van NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub>. Hiermee geeft dit hoofdstuk een globaal overzicht van de gezondheidsimpact van deze brandstoffen. Daarbij is het belangrijk om op te merken dat de gezondheidsimpact van fijnstof naast de hoeveelheid fijnstof en deeltjesgrootte voor een belangrijk deel wordt bepaald door de toxiciteit van de fijnstof. Uit onderzoek blijkt dat vooral fijnstof in de vorm van teren en roet schadelijk zijn voor de gezondheid (RIVM, 2013) (Koppejan & de Bree, 2018).

Als bron zijn de factsheets *Brandstoffen voor het wegverkeer* van TNO en CE Delft (2014) gebruikt. Nogmaals het meest recente overzicht in de literatuur. Aangevuld met per brandstof een uitleg van de uitgangspunten van de cijfers en verdere achtergrond op basis van aanvullende literatuur. Op basis van deze data is geen onderscheid te maken tussen de hoeveelheid NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub>. Deze waarden zijn gewogen en bij elkaar opgeteld.





Figuur 4 Verschillen in gezondheidsimpact (NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub>) van de verbranding van verschillende brandstoffen. De referentie is diesel 6 (gesteld op 1). 0,8 betekent 20% minder luchtverontreiniging. Op basis van TNO/CE Delft (2014).

### Diesel (referentie)

Fossiele diesel is een van de slechtste opties voor de gezondheid. Diesel vrachtwagens die sinds 2013 op de markt zijn gekomen, zijn wel een stuk duurzamer geworden. Deze generatie vrachtwagens moet aan de Euro 6 norm voldoen. Hierdoor is de NO<sub>x</sub> emissies met een factor 13 gedaald ten opzichte van Euro 5. En de fijnstofemissie daalt steeds meer door betere roetfilters. Maar nog steeds is diesel een van de mogelijk brandstoffen die de lucht het meest verontreinigt. Het stoot het meeste ultrafijnstof uit van alle brandstoffen die in deze studie vergeleken worden.

### Aardgas en biogas

Er is geen belangrijk verschil tussen biogas en aardgas voor de gezondheid. Er is nog onzekerheid over de mate van gezondheidsvoordelen vergeleken met diesel. Dit door beperkte metingen. Zowel aardgas en biogas zorgen wel voor minder luchtverontreiniging dan Diesel 6. Waarin sommige weinig verschil zien met diesel en andere metingen een reductie van 50% NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub> aangeven. De consensus is wel dat rijden op gas beter voor de gezondheid is dan rijden op diesel.

### Biodiesel

De luchtverontreiniging van biodiesel is vergelijkbaar met die van fossiele diesel. Bij B100 (100% biodiesel) kan de uitstoot van NO<sub>x</sub> hoger zijn.

### GTL

Gas-to-liquid zorgt voor een afname van de luchtverontreiniging. Van 10 tot 20% NO<sub>x</sub> en 20% fijnstof. Voor de vrachtwagengeneratie Euro 6 is het effect nog onzeker (waarschijnlijk minder vanwege o.s. betere roetfilters).



### **Waterstof**

Door waterstof aangedreven vrachtwagens stoten geen schadelijke stoffen uit door verbranding. Wel geldt voor al het vrachtverkeer (dus ook o.b.v. waterstof) dat er wel fijnstof vrijkomt door de slijtage van banden en remmen. Een extra nuance die niet in het staafdiagram naar voren komt, is dat bij waterstof geen roet kan ontstaan. Roet is een van de meest zorgwekkende stoffen voor de gezondheid.

### **Elektrisch**

Doordat elektrische vrachtwagens geen verbrandingsmotor hebben, stoten zij geen uitlaatgassen uit. Wel geldt voor al het vrachtverkeer (dus ook elektrisch) dat er wel fijnstof vrijkomt door de slijtage van banden en remmen. Een extra nuance die niet in het staafdiagram naar voren komt is dat bij elektrisch rijden geen roet kan ontstaan. Roet is een van de meest zorgwekkende stoffen voor de gezondheid.

### **Hybride**

Hybride vrachtwagens zorgen niet voor veel minder schadelijke emissies. Ongeveer 10% lager. Het is mogelijk om met hybride wagens een korte afstand helemaal elektrisch te rijden. Hierdoor kan gekozen worden om op bepaalde kwetsbare delen van de route elektrisch te rijden.

### **Ultrafijnstof, roet en andere emissies**

Naast fijnstof en stikstofoxiden heeft ook het stoken van diesel invloed op de concentraties ozon (O<sub>3</sub>) en zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) en koolmonoxide (CO) in de lucht. De concentraties SO<sub>2</sub> en CO zijn in Nederland nu binnen de normen en zijn geen groot probleem meer.

Ook zorgen de kleinste deeltjes fijnstof, ultrafijnstof (voornamelijk roet), voor gezondheidsschade, aldus het Longfonds, RIVM en de WHO. Deze deeltjes zijn zo klein dat zij gemakkelijk tot diep in de longen en bloedbaan kunnen doordringen. Roet komt bij onvolledige verbranding van koolstofhoudende brandstoffen vrij, voornamelijk bij kleinere houtkachels en dieselmotoren.

De Wereldgezondheidsorganisatie ziet dieselroet sinds 2012 als een kankerverwekkende stof. Er zijn nog niet veel studies naar de effecten van blootstelling aan ultrafijnstof gedaan, maar de eerste onderzoeken tonen aan dat chronische ontsteking van de longen en effecten op hart en bloedvaten gevolg kunnen zijn, aldus het RIVM. Het Longfonds formuleert al stelliger dat dit een feit is. Op basis hiervan is te verwachten dat de gezondheidsimpact fossiele brandstoffen en biodiesel potentieel nog hoger is dan in onze ranking is aangegeven.



## 4. Wat zijn de verschillen in prijs tussen brandstoffen?

Naast milieu- en gezondheidsaspecten zijn de kosten van zwaar vrachtvervoer ook van belang voor het maken van een keuze voor de meest geschikte vervoerswijze. In dit hoofdstuk zetten we die kosten op een rij. De kosten van rijden op verschillende brandstoffen worden vooral bepaald door:

- De prijs van de brandstoffen (incl. belasting)
- De aanschaf van de vrachtwagen (incl. belasting)
- De belastingen op het bezit van de vrachtwagen

Kosten van onderhoud en verzekering verschillen maar beperkt.

Eerst hebben we interviews afgenomen bij transportbedrijven en leveranciers van brandstoffen in de MRA. Met de vraag hoeveel de alternatieve brandstoffen/transportopties kosten ten opzichte tot rijden op diesel. De werkelijke kosten zijn sterk afhankelijk van de situatie. Voor de exacte prijsverschillen zouden verschillende offertes opgevraagd moeten worden. In de bijlage staan de geraadpleegde partijen. Wij raden aan om met hen te praten voor de harde cijfers.

Toch konden wij op basis van de interviews een grove inschatting maken in hoeverre rijden op de verschillende alternatieve brandstoffen duurder is dan rijden op diesel. Hieronder een grof overzicht van de inschattingen van transportbedrijven en brandstofleveranciers. Deze inschatting gaat over het uitbesteden van het transport, maar is naar verwachting in grote lijnen vergelijkbaar voor het zelf organiseren van het transport.

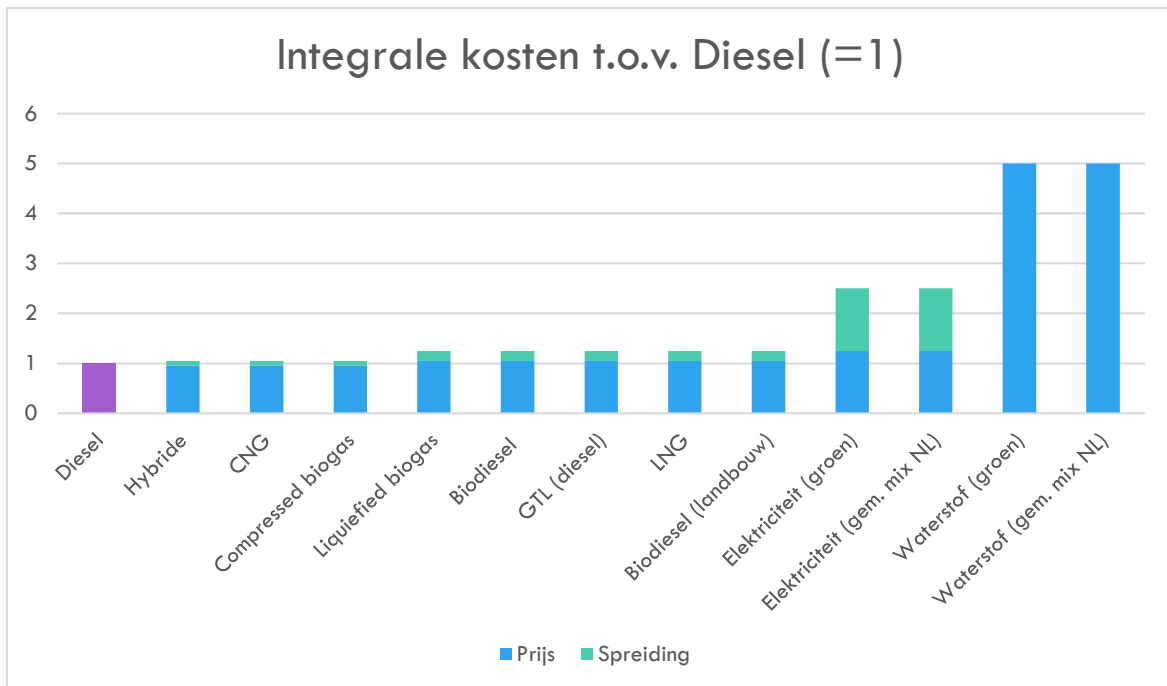
Rijden op deze brandstof	Prijs
1. Diesel	0
2. CNG en CBG	0
3. LNG en LBG	-
4. Biodiesel	-
5. GTL	-
6. Elektrisch	--
7. Waterstof	----

*Tabel 1 - Inschattingen van de relatieve prijs van het uitbesteden van transport op basis van interviews met transportbedrijven en brandstofleveranciers*

Deze schatting komt overeen met de data van TNO/CE Delft (2014). Waarbij gekeken is naar de kosten per kilometer. Kosten per kilometer zijn alleen sterk afhankelijk van het aantal gereden kilometers per jaar. Maar ook van prijsdalingen in bijvoorbeeld elektrische vrachtwagens. De eenmalige kosten zijn inbegrepen in deze kilometerprijs. Met als uitgangspunt een gemiddelde levensduur van zware vrachtauto's van 13 jaar. Deze kosten zijn gebaseerd op data van 1 januari 2014. Deze data zijn vier jaar oud, maar het betreft de meest up-to-date inventarisatie die er momenteel is.

De vraag is hoeveel kilometers de vrachtwagens naar de centrale in Diemen gaan rijden. Dit hangt onder ander af van hoe vaak per dag een vrachtwagen op en neer gaat naar de centrale.





Figuur 5 – Integrale kosten van dieseltransport t.o.v. alternatief transport. Een grove inschatting op basis van de brandstofprijs, aanschafkosten en belastingen en heffingen voor gebruik. De spreiding geeft onder andere onzekerheden in de prijs van aanschaf van de vrachtwagen aan.

### Aanschaf

Voor een aantal brandstoffen zijn de aanschafkosten van de vrachtwagen hoger dan voor diesel. Dit verschilt per alternatieve brandstof. Dit hangt onder andere af van of er speciale vrachtwagens/aanpassingen aan de vrachtwagen nodig zijn. Maar ook van de belasting die er bij de aanschaf van het voertuig betaald moet worden. Dit hangt onder andere af van de CO<sub>2</sub> uitstoot van de vrachtwagen.

### Belastingen op bezit

De motorrijtuigenbelasting varieert (MRB). De MRB is afhankelijk van:

- Aanwezigheid van koppelinrichting en/of luchtvering
- Aantal assen
- De Euronorm van het voertuig
- De maximale lading

Vrachtwagens van 12 ton of meer betalen de Belasting Zware Motorrijtuigen (BZM) als ze op snelwegen rijden. Daarnaast is de hoogte van de MRB en de BZM afhankelijk van het type brandstof. Deze verschillen zijn hieronder toegelicht.

### Diesel (referentie)

Diesel is de norm en momenteel de goedkoopste optie. Wel kan biogas ongeveer even duur uitkomen. Dit hangt af van het aantal gereden kilometers.

### Aardgas en biogas

Rijden op biogas is ongeveer even duur als rijden op aardgas bij een gemiddelde afstand van 58.000 km/jaar (CE Delft & TNO, 2014). Dit omdat voor CBG geldt dat de prijs per kilometer steeds voordeliger wordt ten opzichte van diesel naarmate je meer kilometers rijdt. Dit kwam ook naar voren in de interviews.



Wel moeten er vrachtwagens gebruikt worden die op biogas kunnen rijden. Er zijn fabrikanten die CNG/CBG-vrachtwagens leveren. Deze vrachtwagens zijn wel tussen 10-20% duurder ten opzichte van diesel vrachtwagens (Euro 6 norm).

LBG is momenteel nog te duur om concurrerend te zijn.

### **Biodiesel**

Uit de studie van CE Delft en TNO blijkt dat de totale kostprijs van rijden op de gemiddelde biodiesel (inclusief belastingen/heffingen) niet veel hoger is dan die van diesel. Maar slechts enkele procenten.

HVO is op het moment de meest betaalbare vorm van 100% biodiesel. Na navraag bij Goodfuels blijkt dat rijden op 100% HVO (Hydrotreated Vegetable Oils) ongeveer voor dezelfde prijs als rijden op diesel kan. Bij meer dan 200.000 liter/jaar is de brandstofprijs 1.35 euro. Dit is in lijn met de landelijke adviesprijs. Voor onder de 200.000 liter per jaar is het 1.50 euro. Als er geen tankinstallatie in de buurt beschikbaar is dan zou een tank aangeschaft moeten worden van eenmalig 5.000 euro. Het zou ook kunnen dat kleinere tankstations in de buurt de opslag kunnen bieden.

### **GTL**

GTL is slechts een aantal procenten duurder dan diesel. Prijs is dus nauwelijks een factor om GTL niet te kiezen.

### **Waterstof**

De kosten van rijden op waterstof zijn nog vele malen duurder dan rijden op andere energiebronnen. De kosten van waterstof zijn gebaseerd op een hele ruwe schatting, omdat er nog nauwelijks zware waterstoftrucks op de markt zijn. De prijs van waterstof als vrachtwagenbrandstof is een stuk hoger dan die van elektrische vrachtwagens. Deze kosten zullen wel dalen, maar de vraag is of dit op tijd gebeurt voor de aanlevering van biomassa aan de centrale in Diemen.

### **Elektrisch**

CE Delft en TNO schatten dat de totale kosten van elektrisch transport tussen de 5 en 35% duurder zijn dan dieseltransport. Dit is echter gebaseerd op kleinere trucks dan de standaard (standaard is 32ton laadvermogen) en de kosten van laadstations vallen mogelijk aanzienlijk hoger uit dan aangenomen in de studie van CE/TNO. In de interviews is een inschatting gevraagd van de totale transportkosten van het uitbesteden van elektrisch vervoer. Hieruit kwam naar voren dat elektrisch transport op de termijn dat het vervoer voor de centrale in Diemen zal plaatsvinden (2022) misschien even duur is of maximaal 1,5 keer zo veel gaat kosten.

De echte prijs van elektrisch transport hangt af van onder andere:

- De aanschafkosten. Deze zijn nu nog een stuk hoger dan die van rijden op andere brandstoffen (met uitzondering van waterstof. De prijs hangt sterk af van het netto laadvermogen. Voor grotere dieseltrucks is de standaard 32 ton. Dit formaat is voor elektrisch rijden nog in de pilofase op het moment en een stuk duurder. De verwachting van de respondenten is wel dat in 2022 minstens 20ton netto laadvermogen ruim voldoende beschikbaar is. Sommige transportbedrijven zeggen dat ze elektrisch transport met dit laadvermogen dan al tegen een concurrerende prijs kunnen aanbieden. Er kan op dit moment al wel elektrisch gereden worden met kleinere vrachtwagens. Dit betekent meer vervoerbewegingen, maar een flinke besparing op aanschafkosten. Door de korte afstand van de haven naar de centrale is dit misschien een goede optie.





- Hoeveel uren de vrachtwagen per dag rijdt. De vrachtwagen 24 uur per dag gebruiken i.p.v. 8 uur is al ongeveer een derde goedkoper. Dat bleek uit de interviews.
- Hoe de prijs van elektrisch rijden zich gaat ontwikkelen hangt sterk af de verwachte subsidieregelingen en de ontwikkelingen van de accu's. Voor het relatief korte transport van de haven naar de centrale is de accucapaciteit minder belangrijk dan voor ver transport. Hierdoor is elektrisch juist op de korte afstand financieel extra interessant.

Over het algemeen zullen de kosten voor elektrisch rijden in de toekomst verder dalen. Er komt in 2023 namelijk een kilometerheffing voor vrachtwagens. Deze zal aanzienlijk lager zijn voor elektrische voertuigen dan voor dieselloertuigen. De vaste belastingen voor trucks gaan omhoog en de inkomsten hiervan zullen deels gebruikt worden om schone trucks te stimuleren. Hiermee wordt elektrisch rijden dus relatief aantrekkelijker ten opzichte van diesel. Rijden op elektriciteit is goedkoper dan rijden op andere brandstoffen. Niet alleen omdat de prijs van elektriciteit lager is, maar ook omdat het een efficiëntere brandstof is.

Breytner, Pitpoint en Orange gas kunnen onder andere een advies op maat geven. Over de totale kostprijs van elektrisch vervoer naar de centrale t.o.v. CBG/LBG, biodiesel of diesel.

### **Hybride**

Hybride rijden is ongeveer even duur als op diesel rijden.

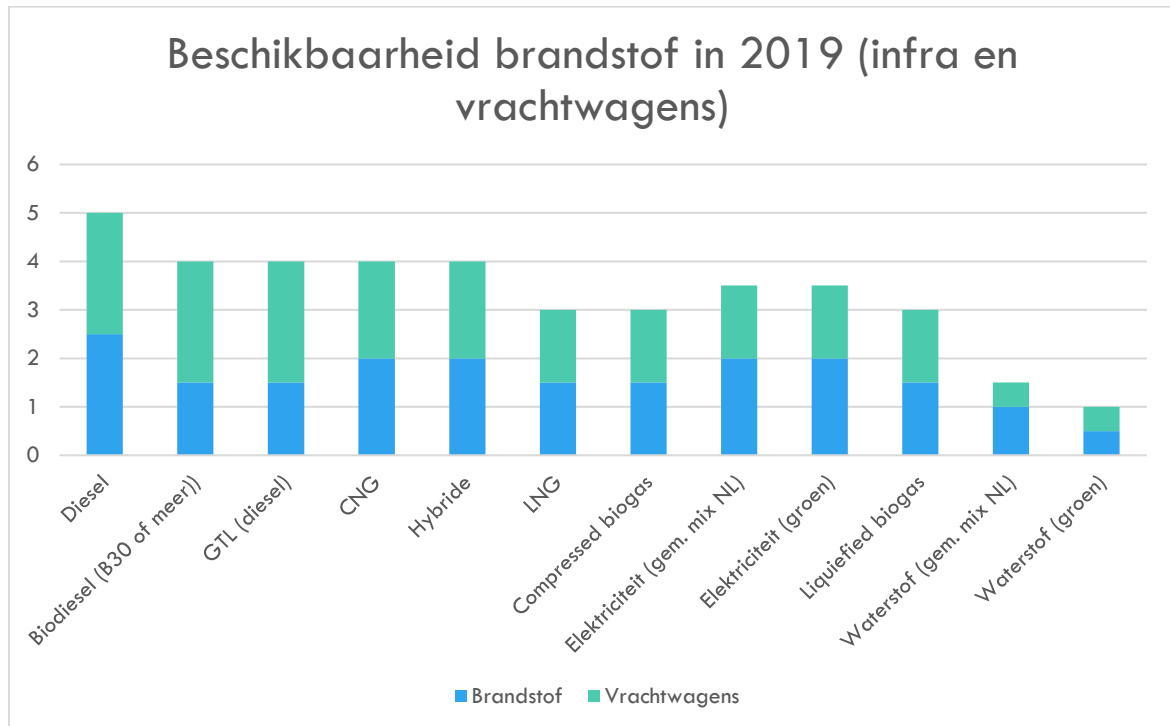
#### **Effecten Klimaatakkoord voor prijs brandstoffen**

- Prioriteit stimulerende prijsmaatregelen ligt bij elektrisch en waterstof
- Er wordt erkend dat er grenzen aan biobrandstoffen zijn. En er is een voorkeur voor geavanceerde biobrandstoffen en een concentratie op zwaarder transport (max.27 PJ)
- Stimulering zal plaatsvinden voor geavanceerde biobrandstoffen (niet uit landbouwgewassen)
- De energiebelasting op gas gaat omhoog en op elektriciteit omlaag



## 5. Welke brandstof is het beste beschikbaar?

In dit hoofdstuk kijken we naar de beschikbaarheid van de brandstof in de regio Amsterdam, en naar de beschikbaarheid van vrachtwagens die op deze brandstof kunnen rijden. Hiervoor zijn inschattingen gebruikt op basis van interviews. Het staafdiagram hieronder is dus een kwalitatieve inschatting op basis van expert opinion en de literatuur.



Figuur 6 - Inschatting van de beschikbaarheid van brandstof en vrachtwagens. Op basis van interviews en literatuur. Van 5 – goed beschikbaar tot 1 bijna niet beschikbaar.

### Diesel (referentie)

Diesel is de referentie en is bij elk tankstation te verkrijgen. Ook nog de komende decennia.

### Aardgas en biogas

CNG is op veel plekken te tanken in de regio Amsterdam. Ook is het mogelijk om LNG te tanken in de regio Amsterdam. Hiervoor zijn alleen een stuk minder tankstations.

CBG is ruim voldoende te tanken in de regio. Met als twee grootste leveranciers de pompstations van Pitpoint en Orangegas. Bij zowel Pitpoint als bij OrangeGas kan 100% groengas getankt worden. Er zijn nog een aantal kleinere stations om CBG te tanken, maar dit is (voor zover bekend) niet 100% groen.

LBG is nog onvoldoende beschikbaar in Nederland. Tijdens dit onderzoek zijn er geen leveranciers naar voren gekomen.

### Biodiesel

Biodiesel kun je nog niet op veel plekken tanken. Er worden wel al standaard biobrandstoffen bijgetankt in reguliere diesel (B7). Van de hogere mengingen worden B20 en B30 het meest gebruikt (20 en 30% bijmenging). Om biodiesel te kunnen gebruiken hebben veel bedrijven daarom een eigen 'IBC' tank. Voor Vattenfall zou een tank van 3.000 tot 5.000 liter waarschijnlijk voldoende zijn. Dit kost



eenmalig 5.000 euro. Of een huur van 85 euro per week. Eventueel zou je kunnen samenwerken met een klein tankstation. Om te kijken of hier een tank geplaatst kan worden/biodiesel gevuld kan worden. Grotere stations hebben vaak al contracten waar ze aan vast zitten.

Het is voor zover wij weten niet mogelijk om in de MRA 100% biobrandstoffen te tanken. Het is wel mogelijk om deze te laten leveren bij een tankstation of voor een eigen bedrijfstank.

In de vorm van Hydrotreated Vegetable Oils. Dit is op het moment de best beschikbare biodiesel die 100% bijgemengd kan worden. Aldus Goodfuels. Goodfuels maakt deze biodiesel van frituurolie en soms van andere afvalstromen. Voor deze 100% biodiesel is geen aanpassing van de vrachtwagen nodig. Een zogenaamde 'drop-in fuel'. Alle grote vrachtwagenmerken kunnen erop rijden. Voor HVO geldt ook dat een eigen bedrijfstank nodig is. Of samenwerking met een klein tankstation.

### **GTL**

Gas-to-Liquid kun je in een normale dieselmotor gebruiken. Je kunt GTL maar beperkt tanken. Eigen tankfaciliteiten zijn nodig om GTL te gebruiken. De verwachting is dat GTL voor een deel diesel zal vervangen. Omdat het een manier is om aardgas van afgelegen plekken te vervoeren.

### **Waterstof**

Er zijn nog nauwelijks zware waterstoftrucks te krijgen. Wel zijn er prototypes, maar de prijs van deze wagens zit nog zo ver boven de prijs van de gemiddelde vrachtwagen dat dit waarschijnlijk economisch niet uit kan. Waterstoftrucks zijn minder ver ontwikkeld dan elektrische trucks. Elektrische trucks zijn de prototype fase al voorbij en hebben al een 'proof of concept'.

Er zijn nog maar weinig plekken waar je waterstof kan tanken. Maar het is wel mogelijk om voldoende waterstof te tanken in de MRA.

Waterstof kan voldoende geproduceerd worden in de toekomst. De efficiëntie van waterstofcellen moet nog wel omhoog, voordat waterstof grootschalig toegepast zal worden. De prijs moet nog flink dalen, om het een aantrekkelijker alternatief te maken.

### **Elektrisch**

Op het moment zijn er vooral kleinere trucks beschikbaar. Grote vrachtwagenfabrikanten zetten nog niet hard in op elektrisch. Wel is de vraag sterk aan het groeien en komt er steeds meer beschikbaar. Bijvoorbeeld tot 8 ton netto laadvermogen. Te huren bij Breytner. De verwachting is dat binnen 1 jaar trucks met een netto laadvermogen van 12-14 ton kunnen rijden. Ook is er de verwachting dat voor eind 2020 gereden kan worden met vrachtwagens die tot 20-30 ton netto laadvermogen hebben. Breytner heeft als doel om al eind 2019 transport van 50 ton totaal laadvermogen mogelijk te maken voor bouwlogistiek. Zeker op de korte afstanden van de haven van Amsterdam naar Diemen zal elektrisch vervoer goed mogelijk zijn. Snel laden is al mogelijk en elektrische aansturing van een walking floor wordt gezien als iets makkelijk om op te lossen.

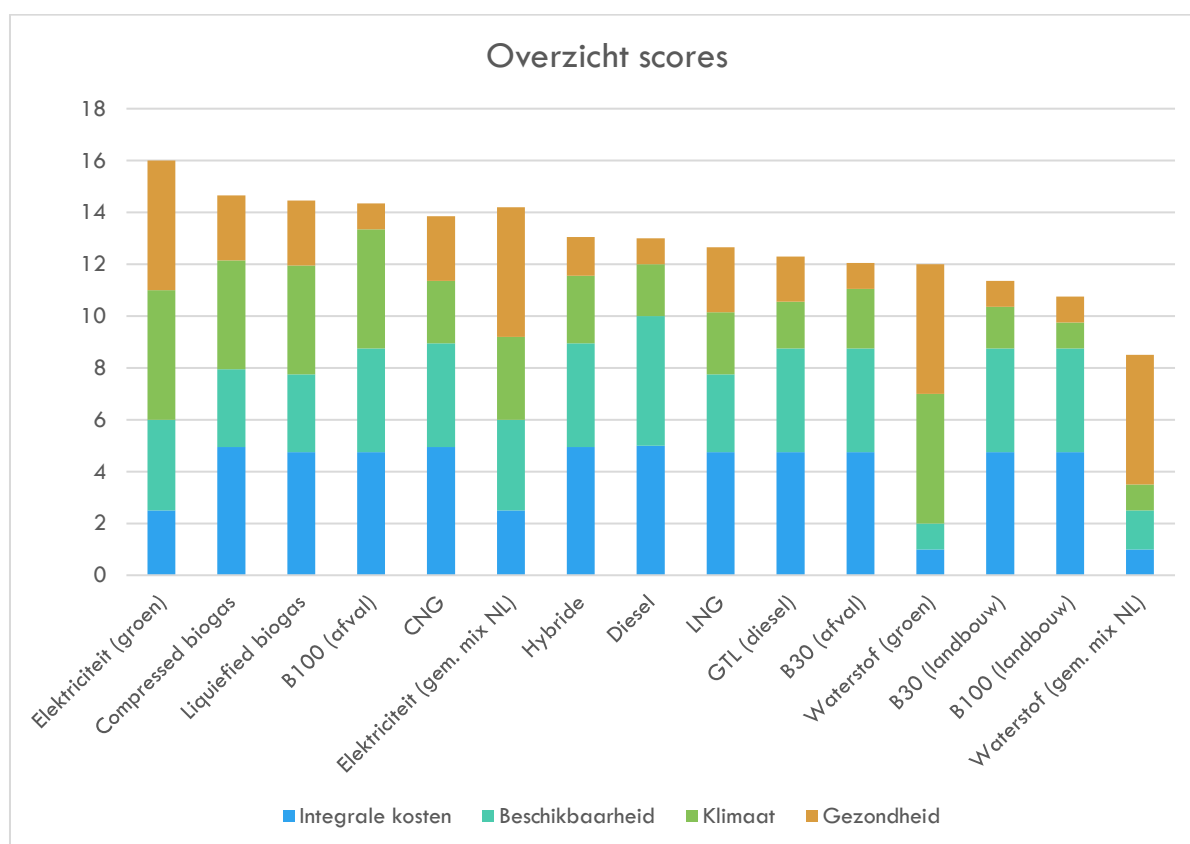
Hoe kleiner de vrachtwagen, hoe groter het aantal transportbewegingen is. Dit heeft invloed op de prijs en drukte op de weg. Onder andere Breytner, Pitpoint en OrangeGas kunnen advies op maat geven over de totale kostprijs en logistiek van elektrisch vervoer naar de centrale t.o.v. groengas, biodiesel of diesel.



## 6. Conclusie

Onderstaande diagram geeft een globaal overzicht van de totale score van rijden op verschillende brandstoffen op basis van dit onderzoek. Het gaat om een totale score voor de vier aspecten waarnaar in dit onderzoek gekeken is: klimaat, gezondheid, prijs en beschikbaarheid.

Het diagram vereist wel wat context. Want (rijden op) sommige brandstoffen is op het moment nog te duur of de brandstoffen zijn onvoldoende beschikbaar. Denk bijvoorbeeld aan waterstof. Daarnaast is het afhankelijk van welke waarden je geeft aan de verschillende aspecten (klimaat, gezondheid, prijs en beschikbaarheid). Daarbij geldt dat hoe hoger de score, des te beter de brandstof. Dat geldt voor zowel het totaal, als voor de verschillende onderdelen.



Afbeelding 1 - Opgetelde scores voor kosten, beschikbaarheid, klimaat en gezondheid. Hoe hoger de score hoe gunstiger rijden op deze brandstof voor deze vier criteria is.

Vanuit een klimaat-, gezondheid- en beschikbaarheidsoogpunt is onze aanbeveling om te kiezen voor:

### 1. Elektrisch rijden.

Elektrisch rijden op groene stroom is het beste voor klimaat en gezondheid. Maar ook rijden op de huidige energiemix biedt minder CO<sub>2</sub>-belasting en dezelfde lokale gezondheidswinst ten opzichte van diesel. Wel zijn op het moment minder grote trucks beschikbaar, maar de verwachting is dat in 2022 grotere trucks op de markt aangeboden worden. Ook kan elektrisch transport uitbesteed worden. Volgens onze respondenten zal dit maximaal anderhalf keer zo duur zijn, maar waarschijnlijk minder.

Subsidieregelingen en belastingen zullen steeds meer elektrisch rijden stimuleren t.o.v. fossiele alternatieven.

De tweede mogelijke optie is:

## **2. Rijden op 100% Compressed Biogas**

Rijden op 100% CBG kan al. Het levert zowel een klimaatwinst op als een gezondheidswinst ten opzichte van diesel. De beschikbaarheid is goed. En benodigde infrastructurele aanpassingen (denk aan een opslagtank op locatie) zijn minimaal. De integrale prijs is naar verwachting vergelijkbaar met rijden op diesel.

Eventueel zou, vooral geredeneerd vanuit klimaat oogpunt, gekozen kunnen worden voor:

## **3. Rijden op biodiesel B100 (afval)**

Rijden op 100% biodiesel uit afval is mogelijk binnen de MRA. De klimaatimpact is erg afhankelijk van de soort biodiesel/productiemethode. Rijden op 100% HVO kan tot 90% CO2 emissies besparen, maar is niet echt schoner (gezondheid) dan fossiele diesel. Dit is het grootste nadeel. De kosten zijn vergelijkbaar met fossiele diesel en de beschikbaarheid is goed.

## **4. Rijden op groene waterstof**

Rijden op groene waterstof is ook een duurzame optie. Waterstof heeft altijd lokale gezondheidsvoordelen. Rijden op groene waterstof scoort net als 100% groene elektriciteit ook het beste op klimaat. De beschikbaarheid van waterstoftrucks en groene waterstof is op het moment nog heel beperkt. Daarom ligt deze optie minder voor de hand.



## Verwijzingen

- CBS. (2018, mei). *Aandeel hernieuwbare energie naar 6.6 procent*. Opgehaald van Centraal Bureau voor de Statistiek: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/22/aandeel-hernieuwbare-energie-naar-6-6-procent>
- CBS. (2018). *Kooldioxide*. Opgehaald van Centraal Bureau voor de Statistiek: <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatschappij/verkeer-en-vervoer/transport-en-mobiliteit/energie-milieu/milieuaspecten-van-verkeer-en-vervoer/categorie-milieuaspecten/kooldioxide>
- CBS. (2019, maart 1). *Vooraf meer groene stroom uit zon*. Opgehaald van Centraal Bureau voor de Statistiek: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2019/09/vooral-meer-groene-stroom-uit-zon>
- CE Delft & TNO. (2014). *Factsheets brandstoffen voor het wegverkeer. Kenmerken en perspectief*.
- CE Delft. (2019). *Verduurzaming warmteproductie Diemen*. Delft: CE Delft.
- CE Delft, ECN & TNO. (2014). *Verzamelde kennisnotities t.v.b. een duurzame brandstoffenmix. Bijlage A: Brandstofroutes en karakteristieken*.
- Ecofys, IIASA, E4TECH. (2015). *The land use change impact of biofuels consumed in the EU: quantification of area and greenhouse gas impacts*. Utrecht: Ecofys.
- Gezondheidsraad. (2018). *Gezondheidswinst door schonere lucht*. Den Haag: Gezondheidsraad.
- GGD Amsterdam. (2019, januari 11). *Luchtkwaliteit*. Opgehaald van GGD Amsterdam: <https://www.ggd.amsterdam.nl/gezond-wonen/luchtkwaliteit/>
- Koppejan, J., & de Bree, F. (2018). *Kennisdocument Houtstook in Nederland*. Enschede.
- Natuur en Milieu. (2017, februari 9). *Wat is schone brandstof?* Opgehaald van Natuur en Milieu: <https://www.natuurenmilieu.nl/wp-content/uploads/2017/02/NM-Inkoop-Vrachtwagens-stedelijk-en-regionaal.pdf>
- PBL. (2012). *Inzet biobrandstoffen verkeer leidt mondiaal mogelijk tot toename broeikasgasemissies*. Opgehaald van Planbureau voor de leefomgeving: <https://themasites.pbl.nl/balansvandeleeftomgeving/jaargang-2012/klimaat-lucht-en-energie/indirecte-effecten-biobrandstoffen>
- PBL. (2018). *Structurende rationale voor inzet van duurzame biomassa*. Planbureau voor de Leefomgeving.
- Provincie Noord-Holland. (2018). *Deelstudie opwekking van hernieuwbare energie: routeplanner energietransitie 2020-2050*. Haarlem: Provincie Noord-Holland.
- RIVM. (2013). *Dossier Fijn Stof: effecten*. Bilthoven: RIVM.
- TNO. (2015). *Energie- en milieu-aspecten van elektrische personenvervoertuigen*. Delft: TNO.
- Transport & Environment. (2016). *Globium: the basis for biofuel policy post-2020*. Brussel: Transport & Environment.



# Bijlage: Selectie leveranciers/transportbedrijven

## Brandstoffen

### PitPoint

Pitpoint levert:

- CNG, waarvan 35% CBG is
- elektriciteit (laadpalen)
- waterstof
- LNG (geen LBG)

Pitpoint kan ook advies geven over verschillende brandstofopties en adviseren over het wagenpark.

### OrangeGas

Orange gas levert:

- 100% CBG
- Liquified biogas
- elektriciteit

### Goodfuels

Levert:

- HVO (een tweede generatie biodiesel). Dit is een synthetische diesel gemaakt van plantaardige oliën of afvalstromen (op het moment frituurvet). Geschikt als directe vervanger van fossiele diesel. Ze leveren verschillende 'blends'. [Van 20% tot 100%](#).

Product naam	CO2-emissie (kg/l)	CO2-reductie (WtW)	CO2-reductie (TtW)
Blauwe Diesel 20 (EN590)	2,653	17,86%	20,00%
Blauwe Diesel 50 (EN590)	1,788	44,66%	50,00%
Blauwe Diesel 100 (EN15940)	0,345	89,31%	100,00%
Conventioneel (Fossiel)	3,23	0,00%	0,00%

- Met het gebruik van deze biodiesel vindt er geen bacterie- of vlokvorming plaats. Ook zijn er geen aanpassingen aan voertuigen nodig.

## Elektrische vrachtwagens

- Emiss
- VDL/DAF
- Tesla

## Transportbedrijven die elektrisch transport aanbieden

- Breytner
- De Rooy Transport
- Peter Appel Transport
- Simon Loos
- Tinie Manders Transport
- Boonstra

