



# Fuel for the Future

Alternatieve brandstoffen voor wegtransport



do your thing



# Fuel for the Future

Alternatieve brandstoffen voor wegtransport

**Auteurs**

Luc Genot – Logistics in Wallonia  
Carine Nardello – Logistics in Wallonia  
Kris Neyens – VIL  
Mark Pecqueur – Thomas More Hogeschool

**Redactieraad**

Philip Boeykens – ING  
Filip De Clercq – Gilbert De Clercq  
Benny Smets – Ninatrans  
Luc & Pierre Van Mieghem – Van Mieghem Logistics

**Met dank aan**

Jean-Marie Becker – Intraco Consulting  
Cédric Capelle – Garsou-Angenot  
Jean François Defour – Voyages Léonard  
Bernard Piette – Logistics in Wallonia

**Eindredactie**

Philip Boeykens

**Lay-out**

Christel Widart - Orangegrafix

Datum van publicatie: juni 2021

## Voorwoord

De transport- en logistieke sector is voor België, als logistieke hub en toegangspoort tot West-Europa, essentieel voor de welvaartscreatie. Tegelijk is het een sector met een grote klimaatimpact, die zijn emissies fors moet reduceren om de klimaatdoelstellingen te halen. De EU maakt van duurzaam transport, en de bijhorende energietransitie, dan ook een speerpunt in zijn Green Deal.

Uit onze enquête blijkt dat meer dan 80% van de ondervraagden uit de sector bereid is te investeren in de groene transitie inzake wegtransport. De wil om te verduurzamen is er, omdat transporteurs er de economische en ecologische noodzaak van inzien.

Maar in welke technologie moeten bedrijven investeren? En wanneer? Het is niet altijd duidelijk welke aandrijfsystemen nu de juiste zijn voor bepaalde activiteiten en wat de echte klimaatimpact is van de duurzamere brandstoffen. Bovendien betalen transporteurs nog steeds een meerkost voor die nieuwe technologieën en zijn er momenteel nog operationele beperkingen, zoals een beperkte actieradius en tankinfrastructuur.

De transport- en logistieke sector, en bij uitbreiding elke onderneming dat goederen vervoert of laat vervoeren, heeft nood aan concrete wetenschappelijke informatie en aan een helder toekomstperspectief. Daarom heeft ING het initiatief genomen om deze studie te realiseren: als bank zijn we geëngageerd om onze klanten te ondersteunen in de duurzame transitie. Zo kunnen transportbedrijven en vlooteigenaars de juiste beslissingen maken om toekomstbestendig te blijven.

Veel leesplezier,



**Yves Goddefroy**

Business Desk Manager Antwerpen-Haven  
ING België

# Inhoudstafel

## Voorwoord

<b>Inleiding</b>	<b>6</b>
<b>I. Analyse alternatieve brandstoffen</b>	<b>7</b>
<b>1. Aardgas: CNG en LNG</b>	<b>8</b>
1.1. Samenstelling en werking verbrandingsmotor op CNG/LNG	8
1.2. Sterktes/zwaktes: levensduur, technische risico's, Total Cost of Ownership	11
1.3. Toekomstverwachtingen	14
1.4. Referenties	15
<b>2. HVO (biodiesel)</b>	<b>16</b>
2.1. Samenstelling en werking verbrandingsmotor op HVO	16
2.2. Sterktes/zwaktes: levensduur, technische risico's, Total Cost of Ownership	17
2.3. Toekomstverwachtingen	18
2.4. Referenties	19
<b>3. Batterij-elektrische aandrijving</b>	<b>20</b>
3.1. Samenstelling en werking van batterij-elektrische aandrijving	20
3.2. Sterktes/zwaktes: levensduur, technische risico's, Total Cost of Ownership	23
3.3. Toekomstverwachtingen	25
3.4. Referenties	27
<b>4. Waterstof</b>	<b>28</b>
4.1. Samenstelling en werking	28
4.2. Sterktes/zwaktes: levensduur, technische risico's, Total Cost of Ownership	32
4.3. Toekomstverwachtingen	35
4.4. Referenties	37
<b>Wat denkt de sector?</b>	<b>38</b>
<b>6. Vergelijking van de Ecoscores</b>	<b>39</b>
6.1. Formules	39
6.2. Parameters	40
6.3. Resultaat	41
6.4. Bespreking	41
6.5. Referenties	41
<b>Wat denkt de sector?</b>	<b>42</b>
<b>8. Tanknetwerken België en Europa</b>	<b>43</b>
8.1. CNG	43
8.2. LNG	43
8.3. HVO/biodiesel	45
8.4. Batterij-elektrisch	45
8.5. Waterstof	46
<b>9. Subsidies en fiscaliteit</b>	<b>47</b>
9.1. Vlaanderen	47
9.2. Wallonië	49
9.3. Nederland	51
9.4. Duitsland	52
<b>Wat denkt de sector?</b>	<b>53</b>
<b>II. Enquête</b>	<b>54</b>
1. Achtergrond van de studie	54
2. De behoefte aan een gecoördineerd optreden binnen een duidelijk en duurzaam kader	55
3. De belangstelling van de sector voor alternatieve aandrijvingen	56
4. Motivaties en belemmeringen voor investeringen	57
5. Beslissingsfactoren voor investeringen in alternatieve aandrijvingen	58
6. Complexe en organisatiespecifieke investeringen	59
7. De sleutelrol van de overheid	61
<b>Wat denkt de sector?</b>	<b>62</b>
<b>III. Vooruitblik</b>	<b>63</b>
1. Korte termijn: tot 2026	63
2. Middellange termijn: tot 2032	64
3. Lange termijn: vanaf 2032	64

## Inleiding

Meer dan ooit bevinden transport en logistiek zich op een kruispunt. Het is een broodnodige activiteit om de economie te laten draaien, maar ook een die steeds meer onder druk komt te staan. Beleidsmakers en burgers verwachten immers dat de sector een **duurzame transitie maakt richting emissievrij transport**.

Tegelijk verlangt diezelfde burger dat de logistieke dienstverleners aan de meest kritische eisen voldoen, in het bijzonder de online koper. Dat toonde de eerste lockdown in maart 2020, waarbij **het aantal online bestellingen explodeerde**. Aan het ander uiteinde van spectrum kozen sommige consumenten voor de korte keten, met alle logistieke gevolgen vandien.

Bovendien heeft de Europese Unie sterke ambities uitgesproken in het kader van de **“Green Deal”**: -55% CO2 in 2030 en koolstofneutraliteit in 2050. Ook het Europese relanceplan zet de CO2-voetafdruk centraal en richt zich op waterstof om onze klimaatproblemen op te lossen. Duitsland en Frankrijk hebben al aanzienlijke bedragen in deze technologie geïnvesteerd.

Intussen stellen veel transportbedrijven en/of vlooteigenaars zich vragen:

- Welke werkelijke alternatieven bestaan er voor diesel?
- Zijn deze technologieën beproefd, veilig en kunnen zij de competitiviteit van de bedrijven waarborgen?
- In welke technologie moet ik vandaag, morgen of binnen 5 à 10 jaar investeren?
- Bestaan er stimulansmaatregelen die een investering kunnen ondersteunen?

Om de transportsector te voorzien van wetenschappelijk onderbouwde antwoorden op deze vragen, heeft ING een beroep gedaan op de expertise van **VIL, Logistics in Wallonia en Thomas More Hogeschool**. De bevindingen van dit onderzoeksproject zijn gebundeld in deze studie, die de naam **‘Fuel for the Future’** kreeg.

Fuel for the Future analyseert alternatieve brandstoffen voor wegtransport (zowel vracht- als personenvervoer), namelijk **aardgas (CNG/LNG), biodiesel (HVO), waterstof en batterij-elektrisch**. Uniek aan dit rapport is de vergelijking van deze alternatieven met referentiebrandstof diesel op **economisch, ecologisch en operationeel vlak**.

Daarnaast bevat Fuel for the Future een helder overzicht van de **subsidies en fiscale prikkels** voor duurzame aandrijfsystemen en tracht de studie het **toekomstperspectief** van de bovengenoemde alternatieven te schetsen. Ten slotte krijgt de lezer inzicht in de visie van de sector zelf, aan de hand van de resultaten van een **ruime enquête** bij transportbedrijven en vlooteigenaars.



# I. Analyse alternatieve brandstoffen





# 1 | Aardgas: CNG en LNG

## 1.1. Samenstelling en werking verbrandingsmotor op CNG/LNG

Aardgas of biogas hebben beide methaan als belangrijkste bestanddeel. Voor gebruik in motoren bestaat er geen verschil tussen beide. Aardgas blijft een fossiele brandstof, terwijl biogas een 100% hernieuwbare brandstof is met netto nul emissie als het over koolstofdioxide gaat.

Het belangrijkste aandachtspunt bij het gebruik van methaan is het verlies ervan in de keten. **Methaan is als broeikasgas 25 keer sterker dan koolstofdioxide**, wat bij het minste lek voor een aanzienlijke klimaatimpact zal zorgen. Het verlies van methaan bevindt zich niet direct in de keten tussen verdeling en het voertuig, maar wel bij de winning en verwerking van het aardgas. [1]

### 1.1.1. Mogelijke toepassingsvormen

Er bestaan 2 mogelijkheden om aardgas te gebruiken: Compressed Natural Gas (CNG) en vloeibaar Liquefied Natural Gas (LNG).

CNG of aardgas onder een druk van 200 bar geeft een dichtheid van ongeveer 160kg/m<sup>3</sup> en is zo goed als bij alle personenwagens en bestelwagens de standaard.

In vrachtwagens wordt er veel meer gebruik gemaakt van LNG, waarbij het aardgas is gekoeld tot -162°C. **Het grote voordeel van LNG is de hoge dichtheid**. Praktisch betekent dit dat met hetzelfde opslagvolume de energie-inhoud bij LNG meer dan 2,5 maal hoger is dan bij CNG. **Het grote nadeel van LNG is de extreem lage temperatuur**. Als de temperatuur stijgt, zal onvermijdelijk de druk stijgen. De maximale druk in de tank is beperkt, waardoor bij een te sterke stijging van de druk een deel van het gas geëvacueerd moet worden.

Om dat te vermijden, moet het voertuig regelmatig gebruikt worden. Zo kan een deel van het gas verdampen in de tank, wat voor een daling van de druk en temperatuur zorgt. Dit fenomeen staat bekend als “boil-off”. Moderne voertuigen hebben een “boil-off” tijd van 5 dagen. Dat betekent dat de wagens 5 dagen kunnen stil staan voor er gas dient te worden geëvacueerd. Evacuatie is, gezien het hoge broeikas effect van methaan, absoluut te vermijden.

#### a. Geur

CNG heeft de typische geur die we direct associëren met gas. Deze geur komt niet van het methaan zelf, maar van de toegevoegde mercaptanen die speciaal zijn toegevoegd om een mogelijk lek snel te kunnen detecteren.

Het is niet mogelijk om aan LNG, waarbij het gas vloeibaar wordt bewaard, mercaptanen toe te voegen. Het zuivere methaan blijft dus geurloos. Een mogelijk lek aan het LNG-systeem zal zonder de gepaste sensoren dan ook onopgemerkt blijven voor de mens.

Eigenschap	CNG	LNG
Dichtheid (kg/m <sup>3</sup> )	155-164	420
Temperatuur (°C)	Omgeving	-162°C
Verbrandingswarmte (MJ/kg)	40,3 - 49,1	50

Tabel 1: eigenschappen CNG & LNG



## b. CNG-systeem

Bij CNG wordt het gas onder een druk van 200 bar opgeslagen in stalen cilinders, die in een frame gemonteerd worden aan het chassis van de vrachtwagen. (Figuur 1)  
Bij bestelwagens worden de tanks meestal onder het voertuig gemonteerd zodat het laadvolume kan worden behouden.

Het volume van de tanks varieert tussen 40 tot 300 liter per tank. De tanks zijn afzonderlijk voorzien van een elektromagnetische afsluitkraan en onderling verbonden via een netwerk van roestvrij stalen buizen die de tank verbinden met het brandstofsysteem en de gezamenlijke vulaansluiting.

Het tanken gebeurt via een pistool dat geconnecteerd wordt via een vulnippel en geblokkeerd wordt door het dichtknijpen van het vulpistool. Het tanken zelf gebeurt door het drukken op de knop op de tankzuil. Na het vullen wordt het pistool losgekoppeld door terug op het pistool te knijpen. Het gas dat zich tussen de vulnippel en het tankpistool bevindt wordt hierbij vrijgegeven en terug opgezogen door het vulsysteem, zodat er geen gas in de atmosfeer kan terecht komen.



Fig. 1 CNG-tank in frame op chassis

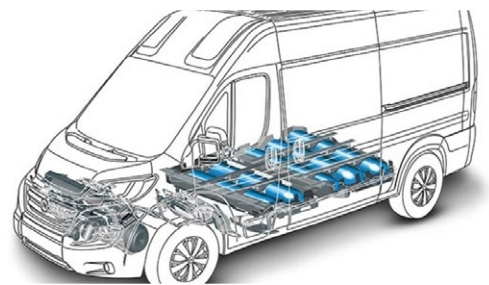


Fig. 2 CNG-cilinder onder het voertuig



Fig. 3 CNG-vulpistool

## c. LNG-systeem

De LNG tank bestaat uit een stalen tank die onder een druk van maximaal 16 bar het vloeibaar gas kan bewaren bij  $-162^{\circ}\text{C}$ . Rond de stalen tanks zit een stevige isolatie, afgesloten met een dunne plaat van roestvrij staal.



Fig. 4 LNG-tank op chassis



Fig. 5 LNG-vulpistool

Het **vullen van een een LNG-wagen** is een professionele aangelegenheid die de nodige kennis van de chauffeur vereist, die de juiste veiligheidsprocedure moet naleven. De chauffeur draagt isolerende handschoenen en een gezichtsmaker tijdens het tanken. Voor het aansluiten van het vulpistool zal de omgeving rond de tanknippel worden zuivergespoten met perslucht. Zo komen er geen onzuiverheden in de tank en blijft de nippel volledig droog. Dat is nodig om te voorkomen dat het vulpistool vastvriest aan de nippel op het moment van ontkoppeling.

### 1.1.2. Motortypes

Verbranding van aardgas in motoren kan op 2 verschillende principes:

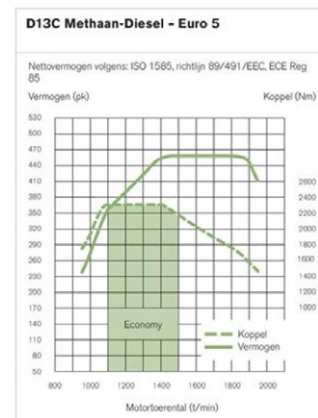
- compressie-ontsteking, beter bekend als het dieselpincipe
- vonkontsteking, beter gekend als de benzinemotor

#### a. Compressie-ontsteking

Bij dit principe wordt het gas samen met de lucht aangezogen tijdens de inlaatslag en vervolgens gecomprimeerd (figuur 6). De ontbranding wordt gestart door het inspuiten van een kleine hoeveelheid diesel, de zogenaamde **“pilot injectie”**. Deze technologie komt uit de wereld van de grote motoren en vooral uit de elektriciteitsopwekking in de scheepvaart. Bij grote motoren is het de enige mogelijkheid om de verbranding te starten over de volledige cilinder.



Fig. 6 Werkingsprincipe



Motor	
Max. vermogen bij 1400-1850 t/min	338 kW
Max. koppel bij 1100-1400 t/min	2300 Nm
Aantal cilinders	6
Inhoud	12.8 dm <sup>3</sup>
Economisch toerental	1100-1500 t/min
Motorvermogen (2300 t/min)	185 kW
Volvo Engine Brake (VEB+) (2300 t/min)	375 kW

Fig. 7 Karakteristiek van de motor

Het voordeel is vooral dat het volledige vermogen van de motor beschikbaar blijft door het inspuiten van meer diesel, als er geen gas beschikbaar is.

#### b. Vonkontsteking

Alle bestelwagens en alle Euro 6-bedrijfswagens werken op basis van vonkontsteking. Het principe is exact gelijk aan dat van een benzinemotor, waarbij een brandbaar mengsel van lucht en aardgas wordt gecomprimeerd en ontstoken door een vonk via een centraal geplaatste ontstekingskaars.

Het gedrag van de motor is gelijk aan dat van een dieserversie.

LNG-motoren hebben typisch een iets lager vermogen dan de huidige dieserversie, maar dat vormt geen belemmering op de inzetbaarheid.



Chauffeurs zullen wel het verschil in vermogen opmerken. Om 90km/uur te rijden op de snelweg met 44 ton is een vermogen nodig van ongeveer 110KW. Het iets lagere vermogen heeft een gunstig effect op het rendement van de motoren. LNG-motoren maken gebruik van een gasklep wat voor pompverliezen van de motor zorgt. Door de gasklep vol open te zetten verlagen de pompverliezen. Een zwaarder belaste motor zal zo een beter rendement leveren.

### 1.1.3. Emissies

#### a. Uitlaat

Wanneer we de CO<sub>2</sub> van diesel en aardgas voertuigen vergelijken is er geen significant verschil waar te nemen. Op het vlak van broeikasgasemissies is er met CNG & LNG in de logistieke wereld weinig tot geen winst te maken en zeker niet op het vlak van de voertuigen zelf. **De winst ligt in de significant lagere uitstoot van NOX.** [2], [3]

De totale keten van emissies is erg verschillend. Diesel ondergaat nog een raffinageproces vooraleer het bruikbaar is, terwijl methaan direct en zonder verdere processtappen gebruikt kan worden. Bij methaan komt nog de compressie tot CNG, of de liqueficatie in het geval van LNG, die de nodige energie en dus emissies genereren.

Aangezien de verschillen in CO<sub>2</sub> tussen diesel en aardgas uiterst gering zijn, is het kleinste verlies van methaan genoeg om tot een negatief resultaat te komen bij het gebruik van methaan.

#### b. Geluid

Op het vlak van geluid is er geen twijfel. Uit praktische metingen blijkt dat het geluid van een aardgasvoertuig volgens de Europese norm 70/157 3 tot 3,5 dB lager ligt dan een vergelijkbaar dieselveertuig. [4]

## 1.2. Sterktes/zwaktes: levensduur, technische risico's, Total Cost of Ownership

CNG & LNG zijn ondertussen al lang geen onbekenden meer in de logistieke wereld. De technologie is volledig ontwikkeld en betrouwbaar in gebruik.

De levensduur is te vergelijken met deze van de bestaande diesequivalenten.

**De onderhoudskosten liggen iets hoger**, aangezien gebruik wordt gemaakt van ontstekingskaarsen die regelmatig vervangen moeten worden. Hiertegenover staat dat uitlaatgasbehandeling eenvoudiger is en dus voor minder problemen zal zorgen dan bij diesel.

### 1.2.1. Total Cost of Ownership

De Total Cost of Ownership (TCO) wordt berekend op basis van een vergelijking van verschillende TCO-berekeningen van importeurs van voertuigen, samen met de resultaten uit het CREG-rapport van 2019. [5]

Figuur 8 geeft een TCO-berekening weer met de toegekende subsidie. Figuur 9 dezelfde berekening zonder subsidie.

---

Uit de analyse blijkt dat voor gebruik in België de toegekende subsidie noodzakelijk is om te komen tot een positief resultaat.

TCO DIESEL/GAS			
Brandstof	Eenheid	Diesel	LNG
<b>Type bedrijf</b>		GO	GO
<b>Afschrijving</b>			
Investering	€	90.000	120.000
Investering voor subsidie (Vlaanderen)	€	90.000	120.000
Subsidie	€	0	-19.200
Restwaarde	€	20.000	15.000
Jaren van afschrijving	jaar	5	5
Jaarlijkse kilometers	km	100.000	100.000
<b>Totaal afschrijving</b>	<b>€</b>	<b>€ 70.000</b>	<b>€ 85.800</b>
<b>Reparatie</b>			
Reparatie- en onderhoudskosten per maand	€/maand	380	440
<b>Totale reparatie- + onderhoudskosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 22.800</b>	<b>€ 26.400</b>
<b>Verzekering</b>			
Omnium	€/jaar	1800	2400
<b>Brandstof</b>			
Dieserverbruik	l/100 km	25,97	
Diesel brutoprijs	€/l	1,15	
Terugvordering van belastingen	€/l	-0,248	0,000
Diesel nettoprijs	€/l	0,902	0,000
<b>Totaal brandstofkosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 117.177</b>	<b>€ -</b>
AdBlue consumptie (% van dieserverbruik)	%	6,0%	
Adblue prijs	€/l	0,300	
<b>Totaal AdBlue kosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 2.337</b>	<b>€ -</b>
CNG / LNG-verbruik	kg/100 km		24,98
CNG / LNG-prijs	€/Kg		0,750
<b>Totale CNG / LNG-kosten</b>	<b>€</b>	<b>€ -</b>	<b>€ 93.675</b>
<b>Totaal brandstofkosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 119.514</b>	<b>€ 93.675</b>
<b>Totaal kosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 221.314</b>	<b>€ 217.875</b>
<b>Totaal kosten per km</b>	<b>€/km</b>	<b>0,443</b>	<b>0,436</b>
<b>CO2-uitstoot</b>	<b>ton</b>	<b>344,10</b>	<b>343,48</b>

Fig. 8 TCO met subsidie



TCO DIESEL/GAS			
Brandstof	Eenheid	Diesel	LNG
<b>Type bedrijf</b>		GO	GO
<b>Afschrijving</b>			
Investering	€	90.000	120.000
Investering voor subsidie (Vlaanderen)	€	90.000	120.000
Subsidie (-/-)	€	0	0
Restwaarde	€	20.000	15.000
Jaren van afschrijving	jaar	5	5
Jaarlijkse kilometers	km	100.000	100.000
<b>Totaal afschrijving</b>	<b>€</b>	<b>€ 70.000</b>	<b>€ 105.000</b>
<b>Reparatie</b>			
Reparatie- en onderhoudskosten per maand	€/maand	380	440
<b>Totale reparatie- + onderhoudskosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 22.800</b>	<b>€ 26.400</b>
<b>Verzekering</b>			
Omnium	€/jaar	1800	2400
<b>Brandstof</b>			
Dieselvebruik	l/100 km	25,97	
Diesel brutoprijs	€/l	1,15	
Terugvordering van belastingen (-/-)	€/l	-0,248	0,000
Diesel nettoprijs	€/l	0,902	0,000
<b>Totaal brandstofkosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 117.177</b>	<b>€ -</b>
AdBlue consumptie (% van dieselvebruik)	%	6,0%	
Adblue prijs	€/l	0,300	
<b>Totaal AdBlue kosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 2.337</b>	<b>€ -</b>
CNG / LNG-verbruik	kg/100 km		24,98
CNG / LNG-prijs	€/Kg		0,750
<b>Totale CNG / LNG-kosten</b>	<b>€</b>	<b>€ -</b>	<b>€ 93.675</b>
<b>Totaal brandstofkosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 119.514</b>	<b>€ 93.675</b>
<b>Totaal kosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 221.314</b>	<b>€ 237.075</b>
<b>Totaal kosten per km</b>	<b>€/km</b>	<b>0,443</b>	<b>0,474</b>
<b>CO2-uitstoot</b>	<b>ton</b>	<b>344,10</b>	<b>343,48</b>

Fig. 9 TCO zonder subsidie

Transport beperkt zich echter niet enkel tot de Belgische situatie. In Duitsland genieten CNG- & LNG-wagens van een vrijstelling op de zogenaamde Maut, de wegentol die afhankelijk is van de emissieklasse van het voertuig. Voor transporteurs die veel in Duitsland rijden blijft LNG nog steeds een interessante optie.

## 1.3. Toekomstverwachtingen

### 1.3.1. Waardeverloop

De restwaarde van LNG-wagens wordt algemeen lager ingeschat dan die van een dieserversie. De markt voor tweedehands vrachtwagens ligt vaak buiten West-Europa in streken waar het gebruik van LNG zo goed als onbestaande is.

### 1.3.2. Kansen

Het netwerk aan LNG-tankstations is nog in ontwikkeling. Bijna alle constructeurs hebben CNG- & LNG-alternatieven beschikbaar. Door de zware investeringen van beide kanten zal er aan de aanbodzijde alles aan gedaan worden om deze markt zo lang mogelijk in stand te houden. De komende jaren zal er dus voldoende aanbod zijn, zowel qua voertuigen als tankmogelijkheden.

### 1.3.3. Bio-methaan

Methaan is het basisbestanddeel van aardgas en het resultaat van een anaeroob vergistingsproces van biomassa of afvalstromen zoals mest uit verschillende takken van de landbouw. De productie van bio-methaan is een goed gekend proces dat al vaak wordt toegepast, vooral om WKK-systemen aan te drijven.

**Dit bio-methaan kan, met de nodige zuivering, perfect gebruikt worden als alternatief voor het bestaande aardgas.**

Figuur 10 geeft het potentieel van bio-methaan weer. De meest interessante bron van bio-methaan is mestverwerking, met een potentieel van 15 miljard m<sup>3</sup> per jaar. De grootste bron is tevens de moeilijkste. Het gebruik van gewassen die via vergisting worden omgezet tot bio-methaan concurreert met het landbouwareaal dat beter gebruikt kan worden voor voedselproductie.

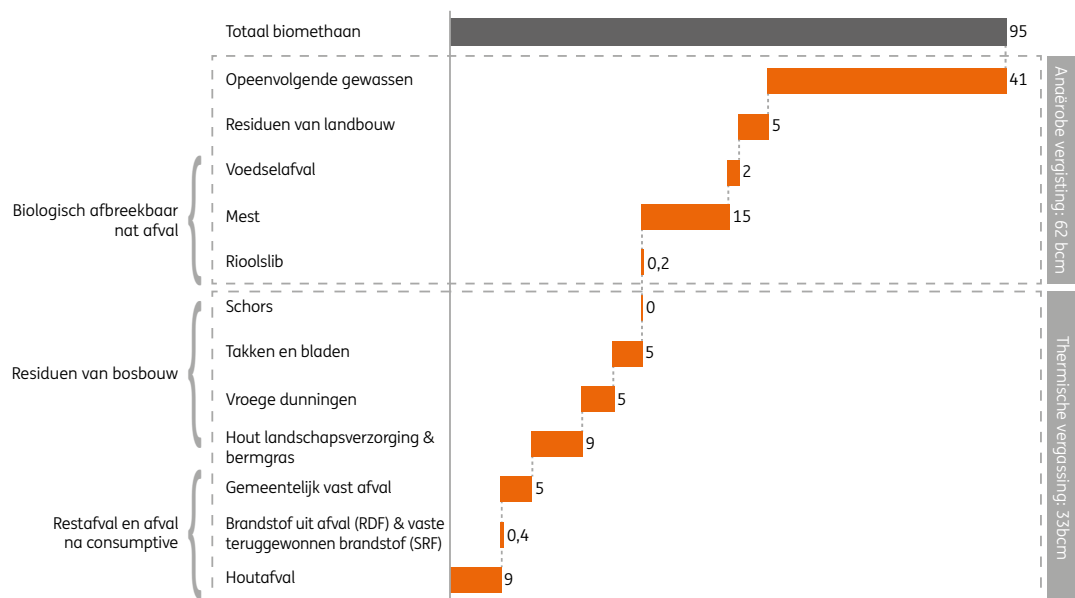


Fig. 10 Bronnen & potentieel van biomethaan tegen 2050 [8]



### 1.3.4. Bedreigingen

#### a. Emissies

De Europese Green Deal zal de druk naar emissieloze oplossingen sterk doen toenemen. Klanten zijn op zoek naar aanbieders van emissievrije transportmogelijkheden en constructeurs willen zo snel mogelijk emissieloze oplossingen aanbieden op de markt. Als de overheid de druk opvoert, zou het aanbod aan LNG-voertuigen wel eens snel kunnen dalen ten voordele van volledig emissievrije oplossingen.

#### b. Methaanverlies

Ten tweede is er het “boil-off” verlies van LNG-wagens bij stilstand en het verlies van methaan in de aanvoerketen. Zoals gezegd is methaan al broeikasgas 25 keer sterker dan CO<sub>2</sub>. Ieder verlies van methaan in de keten is dus een reële bedreiging voor het imago van de gehele sector.

Momenteel wordt het “boil-off”-gas niet nuttig gebruikt. Dat maakt de sector kwetsbaar. Als men zou kunnen aantonen dat het gebruik van LNG meer broeikasgassen uitstoot dan diesel, kan de regelgever met enkele pennentrekken de gehele markt stilleggen. [7]

### 1.4. Referenties

[1] “Methane emissions from oil and gas platforms in the North Sea” Stuart N. Riddick; Department of Civil and Environmental Engineering, Princeton University, Princeton, 08544, USA

[2] “Greenhouse gas emissions from heavy-duty natural gas, hybrid, and conventional diesel on-road trucks during freight transport” David C. Quirosa, \*, Jeremy Smitha, Arvind Thiruvengadamb, Tao Huaia, Shaohua Hua; a:California Air Resources Board, 1001 Street, Sacramento, CA 95814, USA

b: Mechanical and Aerospace Department, West Virginia University, 395 Evansdale Drive, Morgantown, WV 26506, USA

[3] “In-use NO<sub>x</sub> emissions from diesel and liquefied natural gas refuse trucks equipped with SCR and TWC respectively” Chandan Misra, Chris Ruehl, John Francis Collins, Don Chernich, and Jorn Herner; Environ. Sci. Technol., DOI: 10.1021/acs.est.6b03218

[4] “Nieuwe energiezuinige en milieuvriendelijke technologieën voor bussen en vrachtwagens” R. Craps, D. De Keukeleere en G. Lenaers: VITO (1998)

[5] “Studie over de concurrentiepositie van aardgas gebruikt als CNG (compressed natural gas) en LNG (liquefied natural gas) brandstof voor verschillende voertuigtypes” CREG

[6] <https://ecoscore.be/nl/info/ecoscore/euro6>

[7] <https://www.transportenvironment.org/press/road-tests-show-gas-trucks-5-times-worse-air-pollution>

[8] European Biogas Association Annual report 2019

## 2 | HVO (biodiesel)

### 2.1. Samenstelling en werking verbrandingsmotor op HVO

HVO of Hydrogenated Vegetable Oil is een zogenaamde “drop-in fuel”, waardoor er geen aanpassingen nodig zijn aan bestaande motoren.

#### 2.1.1. Productie van HVO

HVO kent twee belangrijke productielijnen:

- productie uit **natuurlijke** oliën zoals koolzaadolie en vooral palmolie, momenteel de meest gebruikte vorm.
- productie uit **niet-voedselgerelateerde grondstoffen**, zoals afvaloliën en algen. Deze productie moet op termijn de belangrijkste worden.

Wat de oorsprong ook is, de eigenschappen van HVO zijn steeds vastgelegd volgens de EN14214-norm. Als de HVO voldoet aan deze norm, dan is die bruikbaar in vele standaardmotoren. [1] [2]

#### 2.1.2. Producteigenschappen

De eigenschappen van HVO zijn sterk te vergelijken de EN 590 standaard dieselbrandstof (figuur 11). Toch zijn er enkele verschillen. Zo zorgt de lagere verbrandingswaarde per liter voor een **gering meerverbruik** van HVO ten opzichte van diesel van een 3 tot 6%.

Een **belangrijk voordeel** van HVO is het ontbreken van aromatische structuren. Aromaten zijn moleculen die een ringvormige structuur vertonen in hun molecule. Die kunnen bij onvolledige verbranding zorgen voor kankerverwekkende poly-aromatische koolwaterstofverbindingen.

	HVO	EN 590 (zomerdiesel)
Dichtheid op 15 °C (kg/m <sup>3</sup> )	775 ... 785	≈ 835
Viscositeit op 40 °C (mm <sup>2</sup> /s)	2,5 ... 3,5	≈ 3,5
Cetaangetal	≈ 80 ... 90	≈ 53
Destillatiebereik (°C)	≈ 180 ... 320	≈ 180 ... 360
Troebelingspunt (°C)	-5 ... -25	≈ -5
Verhittingswaarde, lager (MJ/kg)	≈ 44,0	≈ 42,7
Verhittingswaarde, lager (MJ/l)	≈ 34,4	≈ 35,7
Totaal aromaten (wt-%)	0	≈ 30
Polyamoraten (wt-%)	0	≈ 4
Zuurstofinhoud (wt-%)	0	0
Zwavelinhoud (mg/kg)	< 10	< 10
Smeervermogen HFRR op 60 °C (µm)	< 460 *	< 460 *
Stabiliteit bij opslag	Goed	Goed

\* Met smeermiddeladditieven

Fig. 11 Eigenschappen HVO [3]



## 2.2. Sterktes/zwaktes: levensduur, technische risico's, Total Cost of Ownership

### Reductie CO<sub>2</sub>-uitstoot

De **belangrijkste troef** van HVO is het potentieel om de CO<sub>2</sub>-uitstoot significant te reduceren, en in beperkte mate de uitstoot van andere polluenten. Op voorwaarde dat de motoren geschikt zijn voor het gebruik van HVO kan dat bovendien zonder aanpassingen aan het voertuig. [4] [5]

Het potentieel van HVO beperkt zich dus voor een belangrijk deel tot de **beschikbaarheid van grondstoffen**. HVO gebruikt als grondstof nog veel te vaak gewassen en landbouwareaal dat eigenlijk voor voedsel gebruikt zou moeten worden.

HVO blijft een brandstof gebruikt in bestaande dieselmotoren. De emissie van schadelijke polluenten zoals NO<sub>x</sub> is dus zo goed als gelijk aan die van een dieselmotor.

### 2.2.1. TCO

TCO DIESEL/HVO			
Brandstof	Eenheid	Diesel	HVO
<b>Afschrijving</b>			
Investing	€	90.000	90.000
Subsidie	€	0	0
Restwaarde	€	20.000	20.000
Jaren van afschrijving	jaar	5	5
Aantal kilometers per jaar	km	100.000	100.000
<b>Totaal afschrijving</b>	<b>€</b>	<b>€ 70.000</b>	<b>€ 70.000</b>
<b>Herstel &amp; onderhoud</b>			
Herstel- & onderhoudskosten per maand	€/maand	380	380
<b>Totaal herstel- en onderhoudskosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 22.800</b>	<b>€ 22.800</b>
<b>Brandstof</b>			
Diesel/HVO consumptie	l/100 km	25,97	27,27
Diesel/HVO brutoprijs	€/l	1,15	1,90
Recuperatie van belastingen	€/l	-0,248	-0,248
Diesel/HVO nettoprijs	€/l	0,902	1,654
<b>Totaal brandstofkosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 117.177</b>	<b>€ 225.524</b>
AdBlue consumptie (% van dieselconsumptie)	%	6,0%	6,0%
Adblue prijs	€/l	0,300	0,300
<b>Totaal AdBlue kosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 2.337</b>	<b>€ 2.454</b>
<b>Totaal fuel kosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 119.514</b>	<b>€ 227.978</b>
<b>Totaal kosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 212.314</b>	<b>€ 320.778</b>
<b>Totaal kosten per km</b>	<b>€/km</b>	<b>0,425</b>	<b>0,642</b>
<b>CO<sub>2</sub>-emissie</b>	<b>ton</b>	<b>344,10</b>	<b>86,03</b>

Fig. 12 TCO-berekening HVO



## 2.3. Toekomstverwachtingen

### 2.3.1. Waardeverloop

Het waardeverloop van een HVO-voertuig is **gelijk aan dat van een dieserversie**. Het gaat immers over dezelfde voertuigen zonder enige aanpassingen. De nieuwe eigenaar heeft dus de vrije keuze tussen diesel of HVO gebruiken.

### 2.3.2. Kansen

HVO heeft één grote troef. Het is bruikbaar in vele van de huidige dieselveertuigen **zonder enige aanpassingen**. Dat betekent dat transporteurs geen nieuwe voertuigen moeten aankopen. Het bestaande wagenpark kan direct worden ingezet voor een significante daling van de uitstoot van broeikasgassen.

### 2.3.3. Bedreigingen

HVO draagt direct bij aan een lagere CO<sub>2</sub>-emissie, door gebruik te maken van brandstoffen die niet aan aardolie gerelateerd zijn. De efficiëntie van HVO in de strijd tegen CO<sub>2</sub>-uitstoot is dus in sterke mate afhankelijk van het aanplanten van nieuwe vegetatie.

Om tot een duurzaam gebruik van HVO te komen, moet de brandstof geproduceerd worden uit afvalstromen, gerecycleerde industriële oliën en 100% hernieuwbare bronnen, bijvoorbeeld algen.

De beperkte beschikbaarheid van verantwoorde grondstoffen voor HVO vormt ook de belangrijkste beperking op het gebruik ervan.

## 2.4. Referenties

[1] Fuel information: Diesel & XTL Mercedes Benz Technical Sales Support, 15/04/2020

[2] "Potential of Used Cooking Oil as Feedstock for Hydroprocessing into Hydrogenation Derived Renewable Diesel: A Review" Josiah Pelemo, Freddie L. Inambao, and Emmanuel Idoko Onuh; Green Energy Solutions Research Group, Discipline of Mechanical Engineering, University of KwaZulu-Natal, Durban 4041, South Africa.

[3] "Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) as a Renewable Diesel Fuel, Trade-off between NO<sub>x</sub>, Particulate Emission, and Fuel Consumption of a Heavy Duty Engine" Hannu Aatola, Martti Larmi, Teemu Sarjovaara; Helsinki University of Technology

[4] "Impact of HVO blends on modern diesel passenger cars emissions during real world operation" Ricardo Suarez-Bertoaa, Marina Kousoulidoua, Michael Clairottea, Barouch Giechaskiela, Jukka Nuottimäkib, Teemu Sarjovaarab, Laura Lonzaa; European Commission Joint Research Centre, Ispra, Directorate for Energy, Transport and Climate, Sustainable Transport Unit, 21027 Ispra, VA, Italy & Neste Corp., Finland

[5] "Evaluation of a Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) and Effects on Emissions of a Passenger Car Diesel Engine", Athanasios Dimitriadis 1, Ioannis Natsios 2, Athanasios Dimaratos 2, Dimitrios Katsaounis 2, Zisis Samaras 2, Stella Bezergianni 1 and Kalle Lehto<sup>3</sup>; 1 Center for Research and Technology Hellas, Chemical Process & Energy Resources Institute, Thessaloniki, Greece, 2 Laboratory of Applied Thermodynamics, Department of Mechanical Engineering, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece, 3 Neste Corporation, Espoo, Finland



## 3 | Batterij-elektrische aandrijving

### 3.1. Samenstelling en werking van batterij-elektrische aandrijving

#### 3.1.1. Welke batterijen?

Batterijen zijn niet nieuw in de mobiliteitswereld. Voor de verbrandingsmotor in omloop kwam, waren de eerste wagens elektrisch. Ze zijn echter snel verdwenen om de dooideenvoudige reden dat de energie-inhoud zowel per volume als gewicht van de batterij veel te laag was ten opzichte van benzine en diesel.

De huidige **Li-ion technologie** betekent een keerpunt in de energiedichtheid van batterijen. Door de opkomst van de smartphones is er een wereldwijde vraag gekomen naar performantere batterijen, waarvoor consumenten gerust bereid zijn veel meer te betalen. Die miljardenindustrie heeft de trigger gegeven aan de batterijwereld om grotere toepassingen te onderzoeken, zoals voertuigen.

Er bestaan verschillende technologieën voor de bouw van batterijen gebaseerd op verschillende materialen. Figuur 13 geeft een overzicht van de mogelijke technologieën.

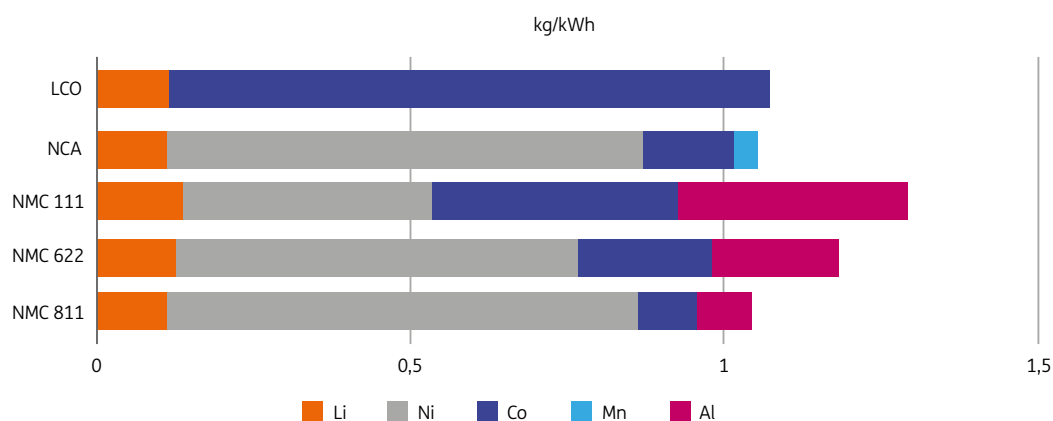


Fig. 13 soorten Li-ion batterijen [1]

De huidige batterijen bevatten voornamelijk **lithium en kobalt als actieve metalen**. Kobalt is één van de zeldzame materialen die een beperking vormen op de ruime uitrol van batterijtechnologie in de toekomst. De evolutie naar kobaltloze batterijen is intussen ingezet.

#### 3.1.2. Hoe werken batterijen?

Batterijen werken door het uitwisselen van elektronen. Als basis bestaat de batterij uit een positieve pool en een negatieve pool, gescheiden door een soort isolator (separator) die de elektronen dwingt de uitwendige weg te nemen. Er zit aan de positieve pool  $\text{LiCoO}_2$  en aan de negatieve pool vrije Li-ionen die ingebed zijn in een koolstoflaag (figuur 14).

Om de stroom te geleiden is er aan de positieve pool een aluminiumplaat aangebracht en aan de negatieve pool een koperen plaat. De elektronen verplaatsen zich van de negatieve pool naar de positieve door de aangebrachte belasting en de Li-ionen kunnen door de separator dezelfde verplaatsing maken om uiteindelijk aan de positieve pool  $\text{LiCoO}_2$  te vormen. Wanneer er spanning wordt aangelegd aan de batterij zal het proces zich omkeren en de batterij terug worden geladen.

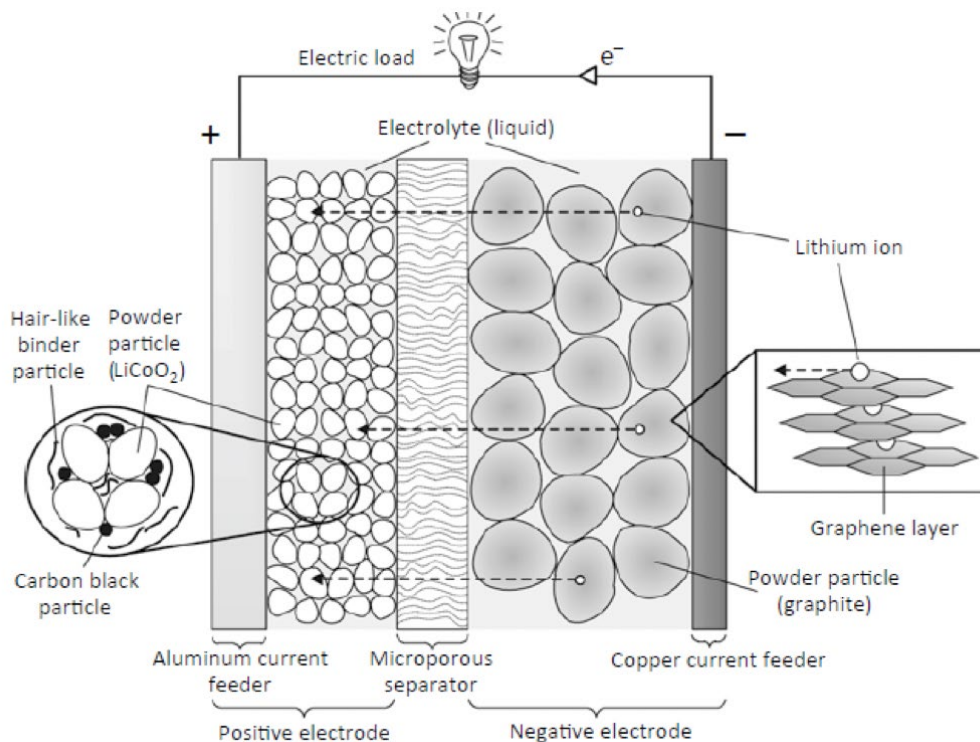


Fig. 14 Werking Li-ion batterij [2]

Laden en ontladen zorgt voor degradatie van de batterij, wat betekent dat de hoeveelheid energie die de batterij opslaat na verloop van tijd daalt. De belangrijkste reden hiervoor is het stilaan uit elkaar vallen van de  $\text{LiCoO}_2$  structuur aan de positieve pool (figuur 15).

Het aantal maal dat de batterij kan worden ontladen en geladen noemt men het aantal laadcycli. Hoe hoger het aantal laadcycli hoe langer de levensduur van de batterij. In mobiele toepassingen gaat men ervan uit dat als de **capaciteit van de batterij gedaald is tot 80%, de batterij einde leven is**. Dat betekent niet dat batterijen niet meer bruikbaar zijn, enkel dat de autonomie van het voertuig te sterk is gedaald om aanvaardbaar te zijn.

Vaak worden de batterijen na hun leven in voertuigen gebruikt in stationaire toepassingen tot de capaciteit zo ver gedaald is dat ze ook daar niet meer bruikbaar zijn. Het aantal cycli is sterk afhankelijk van het gebruik van de batterij en dan vooral het aantal pieken dat deze heeft te verwerken in zowel de laad als de ontladingscyclus. Voor de huidige batterijen ligt het **aantal cycli tussen de 500 en 2.500**.

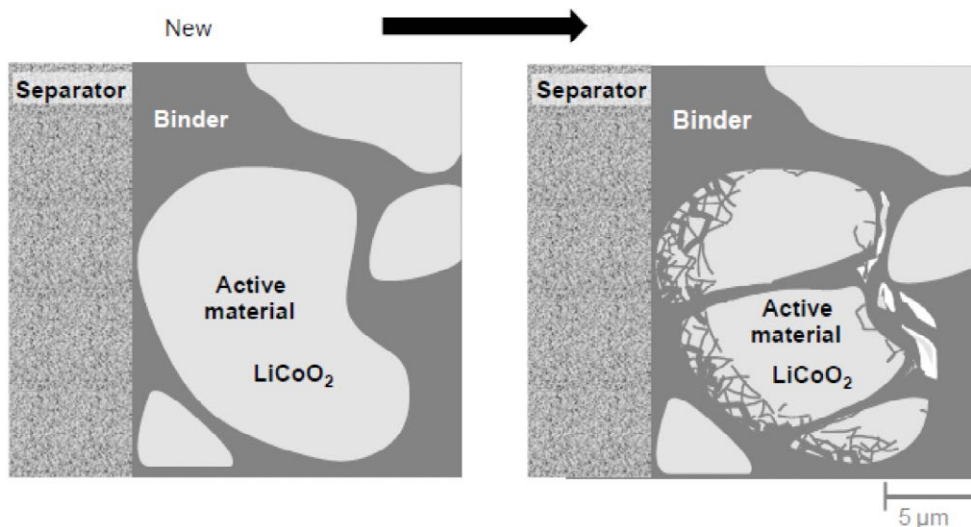


Fig. 15 Degradatie van de batterij [3]

### 3.1.3. Types

De weg naar batterijen zonder kobalt is ingezet. Figuur 16 geeft een overzicht met de verschillende technologieën die beschikbaar zijn samen met de eigenschappen van deze technologie.

Celtype	Type/Producent	$E^\circ$ [V]	Grav. energie dichtheid [Wh/kg]	Vol. energie dichtheid [Wh/l]
C/LiCoO <sub>2</sub>	Cilindrisch; VL 34570 - SAFT	3,7	160	380
C/LiCoO <sub>2</sub>	Prismatisch; MP 144350 - SAFT	3,75	143	344
C/LiCoO <sub>2</sub>	Prismatisch; MP 174565 - SAFT	3,75	175	423
C/LiCoO <sub>2</sub> - based	Cilindrisch; ICR18650 - 26F - Samsung	3,7	209	581
C/LiCoO <sub>2</sub> - based	Prismatisch; ICP103450 - Samsung	3,7	185	415
C/LiFePO <sub>4</sub>	Cilindrisch; VL 45E - Fe - SAFT (High energy)	3,3	156	292
C/LiFePO <sub>4</sub>	Cilindrisch; VL 10 V - Fe - SAFT (High power)	3,3	55	122
C/LiFePO <sub>4</sub>	Cilindrisch; IFR 18650 - 11P - Samsung	3,2	82	213
C/LiFePO <sub>4</sub>	Cilindrisch; ANR 26650 - A123 Systems	3,3	109	239
Li/S <sub>8</sub> *	Prismatisch; - Sion Power Corp.	2,15	350	320
Li/S <sub>8</sub> *	n/a - Oxis Energy Ltd.	-	300	-
Li/O <sub>2</sub> *	n/a; hoofdbestanddeel - Polyplus	-	> 700	-

Fig. 16 Overzicht van de verschillende batterijtechnologieën [2]



Per cel levert de batterij een spanning van 2,15 tot 3,75 volt. Die spanning is echter veel te laag om een voertuig aan te drijven. Zeker bedrijfsvoertuigen verwachten een veel hogere spanning: tussen de 400 en 4.000 volt. Hiervoor dienen verschillende cellen gekoppeld te worden, waarbij **de prestaties van het geheel afhankelijk zijn van de prestaties van het zwakste element**.

Om de prestaties van de gehele batterij te garanderen is een systeem nodig dat iedere cel kan monitoren en bijsturen waar nodig. Het batterijmanagementsysteem zorgt ervoor dat de zwakste cel extra geladen wordt door energie van de sterkste cellen over te hevelen.

### 3.1.3. De markt

#### a. Bestelwagens

De markt voor elektrische bestelwagens is al **behoorlijk volwassen**. Op dit moment zijn er 22 modellen beschikbaar met een autonomie tussen de 100 en 275 km. Zowat alle gekende constructeurs bieden wel een aantal varianten aan. Ook de nieuwe spelers komen aanzetten. Nu is Maxus als eerste Chinese constructeur reeds beschikbaar en er zullen er nog verschillende volgen. Egear.be geeft een goed overzicht van wat er op de markt te koop is en wat te verwachten is.

#### b. Vrachtwagens

Momenteel zijn er 6 vrachtwagenmodellen beschikbaar (egear.be), zowel in distributie-uitvoering als trekker. De batterijcapaciteiten variëren tussen 170 en 350 kWh. De autonomie is sterk afhankelijk van de lading en het traject en varieert tussen de 150 en 300 km.

## 3.2. Sterktes/zwaktes: levensduur, technische risico's, Total Cost of Ownership

### 3.2.1. Sterktes

Batterijen hebben een aantal voordelen die je enkel terug kan vinden bij elektrisch rijden of waterstofmobiliteit.

- **Eventuele CO<sub>2</sub>-emissies** beperken zich tot emissies bij de elektriciteitsproductie (well to tank). Er zijn geen directe emissies bij het gebruik (tank to wheel), behalve de deeltjes die vrijkomen bij het gebruik van de banden
- een extreem **laag geluidsniveau** bij lage snelheden (zie Ecoscores)
- de mogelijkheid om **remenergie te recupereren**. In stadsdistributie, waar stop en go de regel is, wordt een groot deel van de remenergie opgeslagen in de batterijen om gebruikt te worden bij het volgende vertrek.

### 3.2.2. Zwaktes

Batterijen kennen twee belangrijke aandachtspunten die ieder afzonderlijk een invloed hebben op de inzetbaarheid.

#### a. Gewicht

Het gemiddelde energieverbruik van een vrachtwagen (26 ton) ligt op een 100kwh/100km en voor de combinatie trekker-trailer (40ton) op 138 kWh/100km. [4]

De beste batterijen hebben op dit moment een energie-inhoud van 243wh/kg. In de toekomst verwacht men dat de beste technologie 500 wh/kg bereikt.

Dat betekent dat een vrachtwagen van 26 ton met een autonomie van 100km een celgewicht van 411 kg nodig heeft, met een totaal batterijgewicht van 600kg. De beste technologie die binnen enkele jaren beschikbaar is, zal het gewicht wellicht kunnen halveren tot een 300 kg voor een batterij van 100 kwh.

Een trekker met een totaalgewicht van 40 ton zal voor diezelfde autonomie van 100 km een batterij nodig hebben van 850 kg met een potentieel van 425 kg op termijn. [5]

#### b. Kostprijs

De meest moderne Li-ion technologie kost momenteel 160€/kwh, met een potentieel van 100€/kwh. De kostprijs voor een autonomie van 100km van een vrachtwagen (26 ton) 16K€ met een potentieel van 10K€. Voor een trekker spreken we dan over 22K€ met een potentieel van 13,8K€. [5]

#### 3.2.3. TCO

Een berekening van de TCO voor een elektrisch voertuig hangt in sterke mate af van de **prijs van de elektriciteit**. De marge op de elektriciteitsprijs is enorm: van 5 cent tot 60 cent per kwh.

Figuur 17 geeft een overzicht van de TCO voor de twee uiterste situaties: 5 en 60 cent/kwh.



TCO DIESEL/ELEKTRISCH				
Brandstof	Eenheid	Diesel	Elektrisch (5cent)	Elektrisch (60cent)
<b>Afschrijving</b>				
Investering	€	90.000	250.000	250.000
Subsidie (-/-)	€	0	0	0
Restwaarde	€	20.000	45.000	45.000
Jaren van afschrijving	jaar	5	5	5
Aantal kilometers per jaar	km	100.000	100.000	100.000
<b>Totaal afschrijving</b>	<b>€</b>	<b>€ 70.000</b>	<b>€ 205.000</b>	<b>€ 205.000</b>
<b>Herstel &amp; onderhoud</b>				
Herstel- & onderhoudskosten per maand	€/maand	380	812	812
<b>Totaal herstel- &amp; onderhoudskosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 22.800</b>	<b>€ 48.720</b>	<b>€ 48.720</b>
<b>Brandstof</b>				
Dieselvebruik	l/100 km	25,97		
Diesel brutoprijs	€/l	1,15		
Terugvordering van belastingen (-/-)	€/l	-0,248	0,000	0,000
Diesel nettoprijs	€/l	0,902	0,000	0,000
<b>Totaal brandstofkosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 117.177</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>
AdBlue consumptie (% van dieselvebruik)	%	6,0%		
Adblue prijs	€/l	0,300		
<b>Totaal AdBlue kosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 2.337</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>
Waterstofverbruik	kg/100 km		175,00	175,00
Waterstof prijs	€/kg		0,05	0,60
<b>Totaal waterstofkosten</b>	<b>€</b>	<b>€ -</b>	<b>€ 43.750</b>	<b>€ 525.000</b>
<b>Totaal brandstofkosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 119.514</b>	<b>€ 43.750</b>	<b>€ 525.000</b>
<b>Totaal kosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 212.314</b>	<b>€ 297.470</b>	<b>€ 778.720</b>
<b>Totaal kosten per km</b>	<b>€/km</b>	<b>0,425</b>	<b>0,595</b>	<b>1,557</b>
<b>CO2-emissies</b>	<b>ton</b>	<b>344,10</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Fig. 17 TCO-berekening voor 5 en 60cent/kwh

### 3.3. Toekomstverwachtingen

#### 3.3.1. Waardeverloop

##### a. Bestelwagens

Voor elektrische bestelwagens is de markt vertrokken. De technologie is vergelijkbaar met die van elektrische personenwagens en is dus relatief gekend. De vraag naar elektrisch bestelwagens zal blijven stijgen het komende decennium. Er zal dus ongetwijfeld een tweedehandsmarkt voor ontstaan.

De levensduur van de batterijen is tot op heden nog de enige grote onbekende. De modernste batterijen kunnen normaal zeker ongeveer 2.000 tot 3.000 worden herladen. Met een autonomie van 200 km per lading moeten de batterijen zeker 400.000 km halen. [6] [7]





De waarde van de tweedehandsmarkt is nog een onbekende. Er zijn echter geen redenen aan te nemen dat de waardedaling van elektrische bestelwagens hoger zal liggen dan van vergelijkbare dieselvans.

#### b. Vrachtwagens

Op enkele uitzonderingen na zijn er nu geen elektrische vrachtwagens aanwezig op de huidige markt. Vrachtwagens kennen vaak een tweede leven buiten de Europese unie. Wat de evoluties in die markten zal zijn met betrekking tot elektrische mobiliteit is niet in te schatten, waardoor het zo goed als onmogelijk is om de waarde van een tweedehands voertuig in te schatten.

#### 3.3.2. Kansen

De weg naar emissievrij transport is ingezet en een weg terug bestaat niet. De snelheid waarmee elektrisch transport zijn intrede zal doen in de logistieke wereld zal afhangen van

- **het wettelijke kader**, dat bijvoorbeeld verplichtingen kan opleggen om in bepaalde zones enkel nog emissieloze logistiek toe te laten;
- **de operationele inzetbaarheid**, die afhankelijk is van de toekomstige ontwikkeling van batterijtechnologie (zeker voor categorie C-voertuigen).

Dat elektrisch een belangrijk deel van de toekomstige oplossing zal zijn is zeker. De vraag is enkel wanneer het de beste tijd is om te investeren. Het is te vroeg hier een éénduidig antwoord op te geven.

### 3.3.3. Bedreigingen

Batterijen zijn zwaar en moeten worden geladen. Voor elke 100 km autonomie zal een batterij nodig zijn van een 850 kg. Zelfs als de technologie het gewicht kan halveren, blijft de batterij **een zware last** om te dragen.

Zware batterijen zijn moeilijk te laden omdat ze **een groter laadvermogen nodig hebben**. Een batterij van 350 kwh laden in een rusttijd van 45 minuten betekent dat een aansluiting van 500 KW nodig is. Tot op heden is deze infrastructuur niet beschikbaar, waardoor snel laden nu onmogelijk is. De uitrol van een netwerk van snelladers is cruciaal.

De huidige batterijen bevatten zeldzame materialen zoals **kobalt en lithium**. Er zijn al mogelijkheden om kobalt te vervangen door andere materialen. Voor lithium is er nog geen directe vervanger beschikbaar. De ontwikkeling van batterijen zonder zeldzame materialen is volop aan de gang. Tot er batterijen zijn zonder zeldzame materialen is de prijsevolutie van batterijen op de langere termijn niet te voorspellen.

### 3.4. Referenties

- [1] Fu et al., Lithium-Ion Battery Supply Chain Considerations: Analysis of Potential Bottlenecks in Critical Metals (DOI: 10.1016/j.joule.2017.08.019)
- [2] Lithium-Ion Batteries: Basics and Applications. ISBN 978-3-662-53069-6
- [3] Leuthner S, Kern R, Fetzer J, Klausner M (2011) Influence of automotive requirements on test methods for lithium-ion batteries. Battery testing for electric mobility, Berlin, Germany
- [4] The potential of electric trucks – An international commodity-level analysis: Heikki Liimatainen, Oscar van Vlietb, David Aplynb  
Transport Research Centre Verne, Tampere University of Technology, Finland  
Climate Policy Research Group, Department of Environmental Systems Science, ETH Zürich, Switzerland
- [5] Performance Metrics Required of Next-Generation Batteries to Make a Practical Electric Semi Truck: ACS energy letter, <http://pubs.acs.org/journal/aelccp>
- [6] A review on the key issues of the lithium ion battery degradation among the whole life cycle; Xuebing Han, Languang Lu, Yuejiu Zheng, Xuning Feng, Zhe Li, Jianqiu Li, Minggao Ouyang; School of Vehicle and Mobility, State Key Laboratory of Automotive Safety and Energy, Tsinghua University, Beijing, 100084, PR China; College of Mechanical Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai, 200093, PR China
- [7] Charging infrastructure for electric vehicles in city logistics; Matthijs Otten, Eric Tol; TNO

## 4 | Waterstof

### 4.1. Samenstelling en werking

#### 4.1.1. Wat is waterstof?

Waterstof is het kleinste en tevens het meest voorkomende element op aarde, alleen komt het nooit voor in **vrije vorm**:

- Waterstof kent hoofdzakelijk drie vormen. De overgrote hoeveelheid waterstof wordt nog steeds geproduceerd uit aardgas en is dus geen oplossing voor het klimaatprobleem.
- Een tweede vorm is restwaterstof uit verschillende chemische processen. Bij chloorverbruik wordt er bijvoorbeeld veel waterstof uitgestoten. Zo wordt er in België ongeveer 4.000 kg waterstof per uur in de lucht geblazen. Deze waterstof kan gebruikt worden om in een eerste fase te voorzien in semi-hernieuwbare waterstof.
- De waterstof die wel het grote verschil zal maken is **hernieuwbare waterstof**. Die wordt gemaakt uit elektriciteit op basis van **elektrolyse**. Die waterstof kan gebruikt worden in de industrie, bijvoorbeeld voor de productie van ammoniak en bij staalverwerking, en in de energiesector, waar het beschouwd wordt als één van de belangrijkste energiedragers op langere termijn.

Waterstof is dus geen brandstof, het is een opslagmedium van energie, meestal elektrische energie.

#### 4.1.2. Hoe werkt het?

Hernieuwbare waterstof start met hernieuwbare energie. De prijs van hernieuwbare waterstof is dus in sterke mate afhankelijk van de prijs van hernieuwbare elektriciteit.

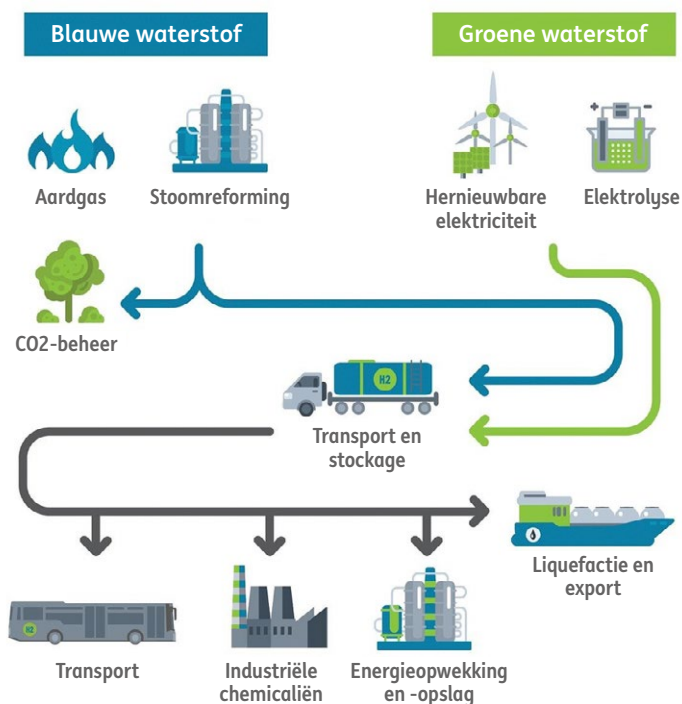


Fig. 18 De weg van groene waterstof [<https://blog.ballard.com/green-hydrogen-sources>]

Die prijs zal dalen naargelang het aanbod van hernieuwbare energie stijgt doorheen de jaren.

De productie kan ter plaatse gebeuren of worden getransporteerd naar de verschillende verbruikers. Het transport kan gebeuren via pijplijnen, onder druk of in vloeibare vorm.

Tanken gebeurt in tankstations die het best te vergelijken zijn met het tanken van CNG. Waterstof wordt getankt op 350 bar of 700 bar, afhankelijk van de gebruikte technologie. In de toekomst zal ook vloeibare waterstof worden aangeboden aan  $-253^{\circ}\text{C}$ , wat het tanken vergelijkbaar maakt met LNG.

#### 4.1.3. Dichtheid

De dichtheid van waterstof is laag. Onder atmosferische omstandigheden zit er slechts 90 gr waterstof in één kubieke meter. Onder een druk van 350 bar bedraagt de dichtheid ongeveer  $21\text{ kg/m}^3$  en bij 700 bar ongeveer  $42\text{ kg/m}^3$ . Vloeibaar heeft waterstof de hoogst mogelijke dichtheid, namelijk  $71\text{ kg/m}^3$ .

#### 4.1.4. Energie-inhoud

Waterstof heeft de hoogste energie-inhoud per kg van alle brandstoffen.

Waterstof	Benzine	Diesel	CNG & LNG
120 - 140MJ/kg	42 MJ/kg	43 MJ/kg	40 - 50 MJ/kg

Fig. 19 Energie-inhoud per brandstof

**Waterstof heeft per kg tot meer dan 3 maal de energie-inhoud van benzine en diesel.** Het verschil energie-inhoud voor waterstof is afhankelijk van de toepassing. In brandstofcellen kan ook gebruik worden gemaakt van de condensatie-energie. Bij gebruik in motoren is dit niet mogelijk en daalt de energie-inhoud van 140 naar 120 MJ/kg.

#### 4.1.5. Technologie

##### a. Brandstofcel

Een brandstofcel is het best te vergelijken met een batterij die je, in de plaats van op te laden, moet voorzien van waterstof. Het debiet aan waterstof zal de stroom bepalen die de cel zal leveren.

De spanning van 1 cel is afhankelijk van de belasting en varieert tussen 0,7 en 1,1 volt. Net zoals bij batterijen is het noodzakelijk de cellen samen te bouwen tot 1 systeem dat in staat is het benodigde vermogen te leveren.

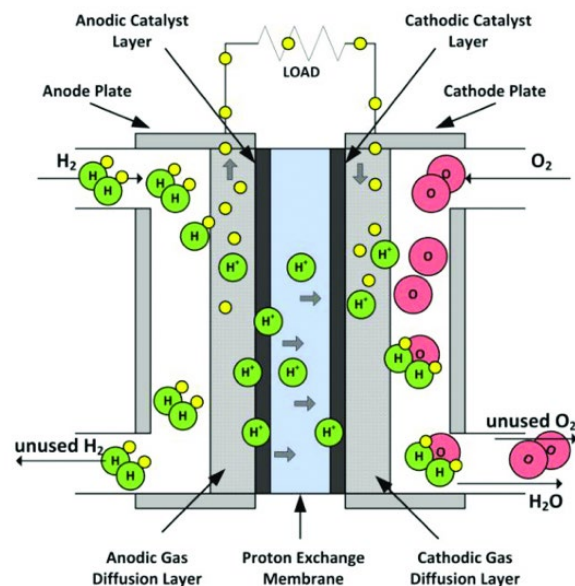


Fig. 20 Principe brandstofcel [1]



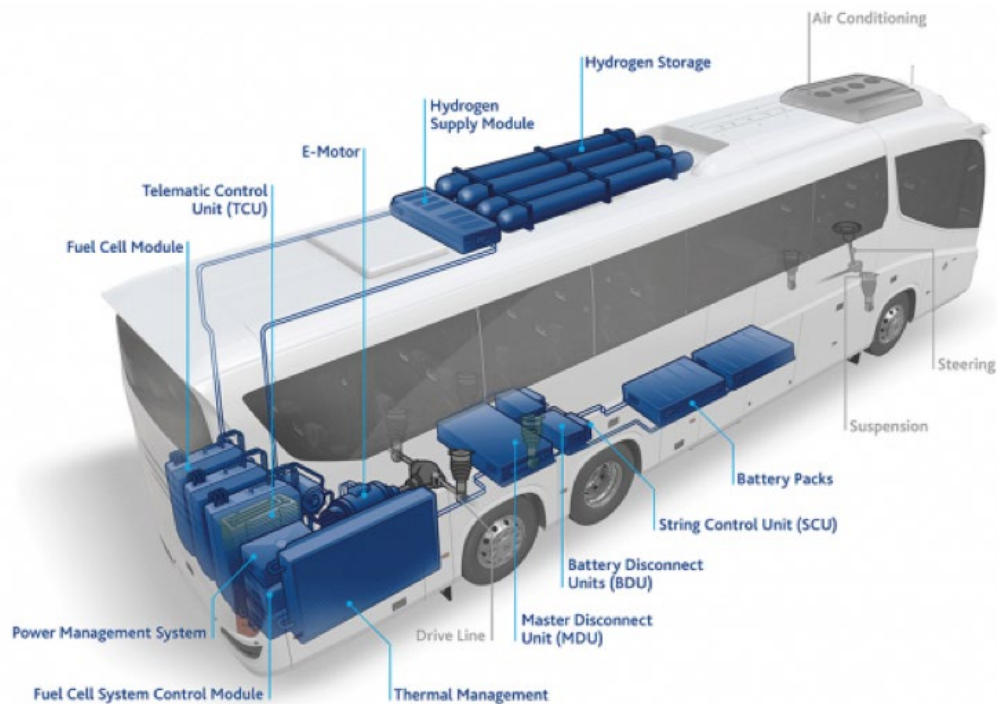


Fig. 21 Compleet brandstofcelsysteem [2]

Figuur 21 geeft het volledige systeem weer voor een reisbus. Naast de brandstofcel maakt het systeem gebruik van een batterij die als buffer wordt gebruikt. De brandstofcel heeft als taak de laadtoestand van de batterij op niveau te houden, zodat de elektromotoren van het voertuig steeds over het benodigde vermogen kunnen beschikken. **De drijflijn van een brandstofcelvoertuig is dus identiek aan deze van een elektrisch voertuig.** De grote batterij is hier vervangen door het brandstofcelsysteem en een kleine bufferbatterij of een supercondensator.

Het brandstofcelsysteem bestaat uit de cel zelf, samen met

- een waterstoffoersysteem, dat een overschot aan waterstof toebedeelt aan iedere cel
- een luchtsysteem, dat zorgt voor een gecontroleerde hoeveelheid lucht aan iedere cel. Het debiet aan toegevoerde lucht bepaald de stroom door de cel en zo het geleverde vermogen van de cel.



Fig. 22 Keyou waterstofmotor [3]

Het totale systeem heeft een hoger rendement dan motoren nu. Het verbruik in kilogram is ongeveer 1/4 van het dieserverbruik in liter nu.

### b. Verbrandingsmotor

Verbrandingsmotoren kunnen perfect op waterstof lopen. Het Duitse Keyou ontwikkelt waterstofmotoren met een rendement dat gelijk is aan dat van de huidige dieselmotoren. Dat betekent dat het verbruik van een waterstofmotor in kilogram ongeveer gelijk is aan het dieserverbruik in liter gedeeld door 3,3.

Het voordeel van de verbrandingsmotor is dat de volledige drijflijn zoals we deze nu kennen kan worden behouden.

Bij de verbranding van waterstof komt, op voorwaarde dat de lucht-brandstofverhouding ( $\lambda$  waarde, figuur 23) boven 2 blijft, enkel water vrij zonder enige andere vorm van emissie. Dit betekent dat er net zoals bij dieselmotoren steeds moet worden gewerkt met minimaal tweemaal de benodigde hoeveelheid lucht. De motor werkt zoals een aardgasmotor met zowel vuldruk als een gasklep voor de regeling van het motorkoppel.

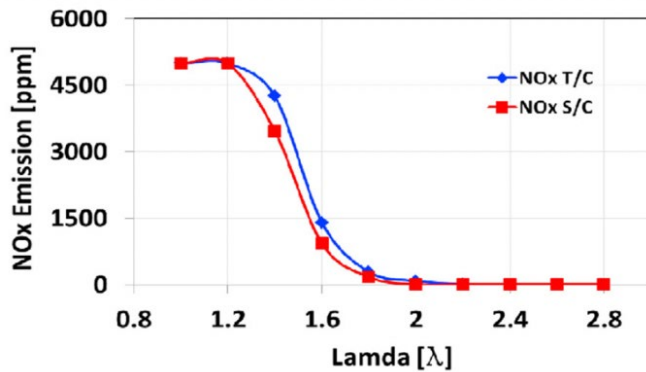


Fig. 23 NOx emissie in functie van de lucht-brandstofverhouding [4]

Naast de klassieke verbrandingsmotor komt ook de zogenaamde **vrije zuigermotor** (figuur 24) op de markt. Deze motoren hebben geen smeersysteem noch nokkenassen, wat het rendement van dit type motoren sterk verbetert in vergelijking met de gekende motoren. Deze motoren hebben ook geen krukas en drijven niet direct het voertuig aan. Ze leveren direct elektriciteit die kan worden geleverd aan de elektrische drijflijn van het voertuig.

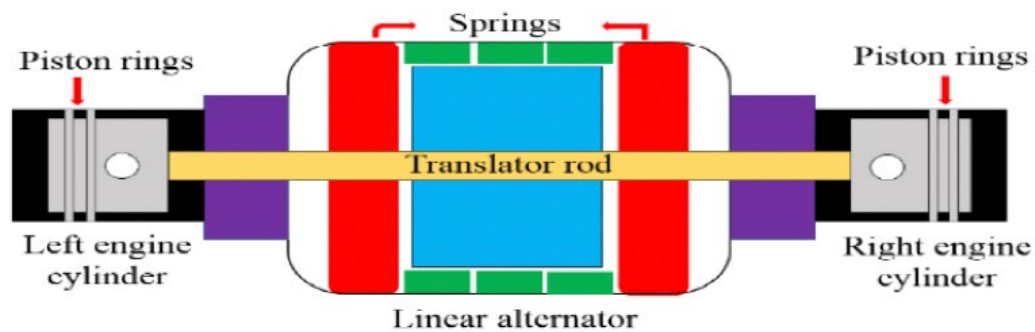


Fig. 24 Vrije zuigermotor [5]

#### 4.1.6. De markt

##### a. Bestelwagens

Renault

In Europa is Renault de bekendste aanbieder van waterstofbestelwagens, met zowel een Kangoo als Master uitvoering. Het betreft hier voertuigen die voorzien zijn van een beperkte batterij en een brandstofcel die het niveau van de batterij op peil kan houden tijdens het gebruik. De combinatie van de batterij en de brandstofcel zorgt zo voor een autonomie van 350 km.

## b. Vrachtwagens

### Mercedes

Mercedes ziet voor de korte afstanden elektrisch als de beste optie. Voor de middellange afstanden werkt Mercedes aan waterstof onder druk en voor de lange afstand werd in december 2020 een samenwerkingsakkoord afgesloten voor de uitbouw van vloeibare waterstof.

Onder druk is een autonomie haalbaar van 500 tot 700 km daar waar bij gebruik van vloeibare waterstof een autonomie mogelijk is zoals we deze nu kennen bij dieselvesie. Dit heeft als belangrijk voordeel dat de modus operandi zoals we deze nu kennen perfect gehandhaafd kan worden bij het gebruik van vloeibare waterstof.

### Hyundai

De Hyundai XCIENT werd vorig jaar geïntroduceerd op de Zwitserse markt. De Hyundai heeft een brandstofcel van 190 KW en een elektromotor van 350KW die in combinatie met de bufferbatterij en de brandstofcel wordt aangestuurd.

### Hyzon

De Hyzon wordt vanaf dit jaar gebouwd in Nederland. Deze 50 ton combinatie heeft een 370KW brandstofcel aan boord met een autonomie van 600 km.

### Scania

Niet iedereen heeft dezelfde visie. Scania heeft recent aangekondigd te stoppen met de huidige ontwikkelingen rond waterstof en zet volop in elektrische mobiliteit. Voor de korte afstand met batterijen en voor de langere afstanden werkt Scania ook aan toepassingen met pantograaf.

## 4.2. Sterktes/zwaktes: levensduur, technische risico's, Total Cost of Ownership

### 4.2.1. Sterktes

De **grote sterkte van waterstof** is de combinatie van een klimaatneutrale logistiek in combinatie met een ongewijzigde modus operandi. Waterstof kan getankt worden op een gelijkaardige manier als CNG en LNG nu.

Brandstofcellen gebruiken nog in beperkte mate platina, maar waterstof kan perfect in verbrandingsmotoren gebruikt worden zonder beroep te moeten doen op zeldzame materialen.

De markt voor hernieuwbare energie stijgt, waardoor de prijzen dalen. Wanneer de prijs voor elektriciteit laag is, kan er dus goedkope waterstof worden geproduceerd, die later gebruikt kan worden. Waterstof koppelt het energieaanbod dus los van het gebruik, wat de gebruiker meer flexibiliteit geeft.

### 4.2.2. Zwaktes

Waterstof komt niet vrij voor in de natuur en moet dus steeds geproduceerd worden, op basis van hernieuwbare elektriciteit om klimaatneutraal te zijn. De waterstof zal vervolgens worden opgeslagen, getransporteerd om uiteindelijk terug te worden omgezet in elektriciteit. **Het rendement van waterstof is dus opmerkelijk lager dan dat van een batterij-elektrisch voertuig.** Concreet is de totale energiebehoefte voor hetzelfde transport met waterstof meer dan het dubbele. Waterstof zal dus meer investeringen vragen dan hernieuwbare elektriciteit.

Waterstof is het lichtste gas dat er bestaat. De opslag gebeurt onder druk of in vloeibare vorm. De opslagdrukken zijn hoog. 350 of 700 bar en in vloeibare vorm is de temperatuur laag (-253°C). De **opslag van waterstof** is dus steeds een bijzonder aandachtspunt bij iedere toepassing.

#### 4.2.3. TCO

Concrete prijzen van waterstofvrachtwagens zijn niet bekend en mogelijke leveranciers konden geen prijs meedelen. De TCO-berekening zal worden uitgevoerd op basis van gekende deel Prijzen, zoals de prijs van een tank (€7.500/10kg) en de basisprijs van brandstofcellen (€1.000 tot €1.300/kw).

##### a. Brandstofcel

De drijflijn is elektrisch, met een brandstofcel van 150KW en 40 kg waterstof opslag. Zo komen we tot een systeemprijs van €180.000. De prijs van de batterij wordt geschat op €50.000. Een brandstofceltrekker zal dus een €380.000 kosten. Een elektrische truck kost €250.000 voor zover die in serie geproduceerd kan worden. [6]

##### b. Verbrandingsmotor

De prijs van de motor is duurder dan de dieserversie. Uit ervaring schatten we de meerkost voor de motor op €60.000. Naast de aanpassingen aan de motor dienen er ook tanks in rekening te worden gebracht. Bij een gelijke opslag van 40 kg waterstof en een basisprijs van een dieserversie van €90.000 bedraagt de prijs van een waterstoftrekker met verbrandingsmotor €180.000.

De huidige waterstofprijs aan de pomp bedraagt €9/kg. Door het grotere aanbod van hernieuwbare energie zal de prijs van waterstof sterk dalen tot 4€/kg. In de berekening worden beide prijzen meegenomen.

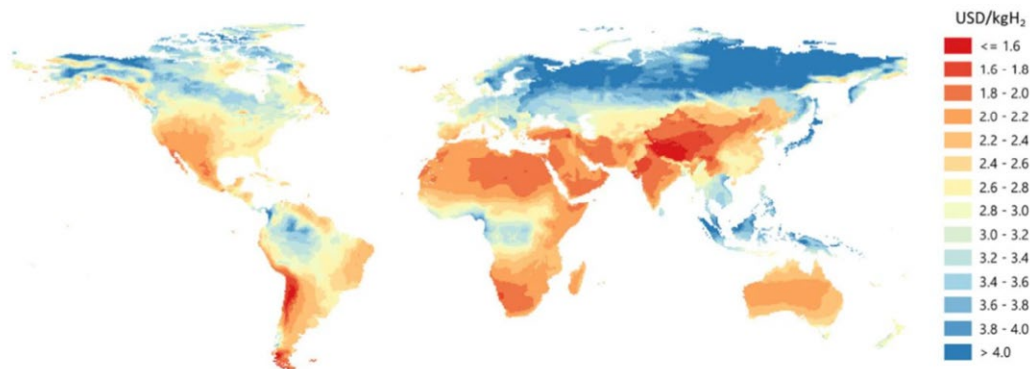


Fig. 25 Evolutie waterstofprijs [7]



TCO DIESEL/WATERSTOF						
Brandstof	Eenheid	Diesel	Waterstof (FC)		Waterstof (ICE)	
<b>Afschrijving</b>						
Investing	€	90.000	380.000	380.000	180.000	180.000
Subsidie	€	0	0	0	0	0
Restwaarde	€	20.000	45.000	45.000	20.000	20.000
Jaren van afschrijving	jaar	5	5	5	5	5
Jaarlijkse kilometers	km	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
<b>Totaal afschrijving</b>	<b>€</b>	<b>€ 70.000</b>	<b>€ 335.000</b>	<b>€ 335.000</b>	<b>€ 160.000</b>	<b>€ 160.000</b>
<b>Herstel &amp; onderhoud</b>						
Herstel- & onderhoudskosten per maand	€/maand	380	450	450	400	400
<b>Totaal herstel- &amp; onderhoudskosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 22.800</b>	<b>€ 27.000</b>	<b>€ 27.000</b>	<b>€ 24.000</b>	<b>€ 24.000</b>
<b>Brandstof</b>						
Dieselvebruik	l/100 km	25,97				
Diesel brutoprijs	€/l	1,15				
Terugvordering van belastingen	€/l	-0,248	0,000	0,000	0,000	0,000
Diesel nettoprijs	€/l	0,902	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Totaal brandstofkosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 117.177</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>
AdBlue consumptie (% van dieselvebruik)	%	6,0%				
Adblue prijs	€/l	0,300				
<b>Totaal AdBlue kosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 2.337</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>	<b>€ -</b>
Waterstofverbruik	kg/100 km		7,00	7,00	8,00	8,00
Waterstof prijs	€/kg		9,00	4,00	9,00	4,00
<b>Totaal waterstofkosten</b>	<b>€</b>	<b>€ -</b>	<b>€ 315.000</b>	<b>€ 140.000</b>	<b>€ 360.000</b>	<b>€ 160.000</b>
<b>Totaal brandstofkosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 119.514</b>	<b>€ 315.000</b>	<b>€ 140.000</b>	<b>€ 360.000</b>	<b>€ 160.000</b>
<b>Totaal kosten</b>	<b>€</b>	<b>€ 212.314</b>	<b>€ 677.000</b>	<b>€ 502.000</b>	<b>€ 544.000</b>	<b>€ 344.000</b>
<b>Totaal kosten per km</b>	<b>€/km</b>	<b>0,425</b>	<b>1,354</b>	<b>1,004</b>	<b>1,088</b>	<b>0,688</b>
<b>CO2-emissies</b>	<b>ton</b>	<b>344,10</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Fig. 26 TCO diesel - waterstof

## 4.3. Toekomstverwachtingen

### 4.3.1. Waardeverloop

De markt voor waterstofvoertuigen in de logistieke wereld zit in de beginfase. De kostprijs van de voertuigen zal over de jaren nog een sterke daling kennen. Eens de markt is gegroeid tot een stabiele markt, zal de prijs dalen tot deze van de materiaal- en productiekost met een marge van 30%.



### 4.3.2. Kansen

#### a. Lang, zwaar transport

Logistiek zonder impact op de modus operandi: dat is wat waterstof te bieden heeft. Op basis van de huidige evoluties en beschikbare kennis is waterstof het meest geschikt voor alles wat zwaar is, lange afstanden moet kunnen overbruggen of wat snel moet gaan. Nu waterstof ook deel uitmaakt van de Green Deal, zullen de investeringen in tankinfrastructuur alleen maar worden opgedreven.

#### b. Luchtvaart

Voor de luchtvaart is de enige duurzame oplossing hernieuwbare waterstof, aangezien waterstof een veel hogere energie-inhoud heeft dan kerosine en gebruikt kan worden op veel grote hoogten. Daardoor zullen luchthavens hubs worden van vloeibare waterstof. Zodra deze markt start, zal vloeibare waterstof ook een doorbraak kennen in de logistieke wereld. Vrachtwagens zullen in deze hubs hun vloeibare waterstof kunnen ophalen en zo hun autonomie en huidige modus operandi (diesel) kunnen behouden.

#### c. Goedkope groene elektriciteit

Iedere dag stijgt het aanbod van hernieuwbare energie. Steeds meer zullen er momenten komen waarop de prijs van hernieuwbare elektriciteit te laag is om te verkopen op de markt. Wanneer de prijs van elektriciteit daalt onder €20/MWh is het interessanter waterstof te produceren dan elektriciteit te verkopen. Dat zal het aanbod van waterstof op de wereldmarkt alleen maar versterken.

### 4.3.3. Bedreigingen

#### a. Grote investeringen nodig

Waterstof is minder efficiënt dan batterijen. Er zullen meer investeringen nodig zijn om de waterstofeconomie op gang te trekken dan voor elektrische mobiliteit. Waterstof zal dus in een aanvangsfase alleen ingang vinden in een aantal specifieke markten waar de voordelen van waterstof heel uitgesproken tot hun recht komen.

#### b. Laag rendement

De investeringen in waterstof die nu worden gemaakt zullen slechts een laag rendement kennen tot de markt versnelt. Dat vraagt visie en doorzettingsvermogen van de pioniers die moeten zoeken naar een specifieke afzetmarkt waar waterstof een geschikte oplossing kan bieden.

#### 4.4. Referenties

- [1] "Adaptive control of membrane conductivity of PEM fuel cell" Alin C., Fărcașa, Petru Dobrab; Technical University of Cluj-Napoca, st. Memorandumului no.28, Cluj-Napoca 400114, Romania
- [2] "Fuel cell application in the automotive industry and future perspective"  
A.G. Olabi, Tabbi Wilberforce, Mohammad Ali Abdelkareem; Dept. of Sustainable and Renewable Energy Engineering University of Sharjah, P.O. Box 27272, Sharjah, United Arab Emirates; Mechanical Engineering and Design, Aston University, School of Engineering and Applied Science, Aston Triangle, Birmingham, B4 7ET, UK; Center for Advanced Materials Research, University of Sharjah, PO Box 27272, Sharjah, United Arab Emirates; Chemical Engineering Department, Minia University, Elminia, Egypt
- [3] "Engine Adaptation from Diesel to H2 HP-EGR Lean Combustion Concept" MTZ worldwide 05|2020
- [4] "Effect of supercharger system on power enhancement of hydrogen-fueled spark ignition engine under low-load condition"  
Ducduy Nguyen, Young Choi, Cheolwoong Park, Yongrae Kim, Jeongwoo Lee; Department of Environment & Energy Mechanical Engineering, University of Science Technology, 217 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34113, Republic of Korea; Department of Engine Research, Korea Institute of Machinery and Materials, 156, Gajeongbuk-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34103, Republic of Korea; Division of Mechanical System Engineering, Jeonbuk National University, 567 Baekje-daero, Jeonju-si, Jeollabuk-do 54896, Republic of Korea
- [5] "Measured and Modeled Performance of a Spring Dominant Free Piston Engine Generator" Ramanjaneya Mehar Baba Bade; West Virginia University
- [6] Charging infrastructure for electric vehicles in city logistics; Matthijs Otten, Eric Tol; TNO
- [7] <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>
- [8] <https://ecoscore.be/nl/info/ecoscore/euro6>



## Wat denkt de sector?

### Hebben transport bedrijven voldoende objectieve en wetenschappelijke informatie ter beschikking?

“Het is voor de sector niet gemakkelijk te weten welke informatie juist is, soms omdat ook de experts het nog niet weten. Voor vervoer tot 26 ton en binnen een straal van 200 tot 500 km zijn elektrische voertuigen de beste optie, en voor langere afstanden en zwaardere gewichten zijn waterstofvoertuigen de aangewezen weg.

Maar Scania heeft roet in het eten gegooid, gesteund door Elon Musk, die gelooft dat waterstofvoertuigen niet de toekomst zijn. Zijn argument is dat brandstofcellen drie keer zoveel hernieuwbare elektriciteit verbruiken als een batterij-elektrische vrachtwagen, als je distributie, productie en conversie meetelt. Anderzijds hebben Daimler Truck (Mercedes, Freightliner, Fuso,...) en Volvo Group (Volvo trucks, Renault Trucks, Mack,...) besloten hun krachten te bundelen binnen CellCentric om zware elektrische bedrijfsvoertuigen op waterstof te realiseren.

Er komt veel informatie van alle kanten. Ik vind dat de overheid neutrale en objectieve studies moet publiceren, waarin rekening wordt gehouden met de aan te leggen infrastructuur, de kosten en de belastingen. De markt geeft al informatie. Er is dringend behoefte aan plannings, indicaties van de totale exploitatiekosten en de prestaties. De federaties en organisaties moeten een gemeenschappelijk platform creëren om de informatie bij te werken en te controleren.”



**Jean-Marie Becker**  
Intraco Consulting

### Waarmee houdt u rekening bij het opstellen van uw business case?

“Er zijn verschillende aspecten die zijn: bevoorrading, belastingen en financiële stimuli.

Het is altijd financieel interessant om een eigen bevoorradingssysteem te hebben, maar het is gemakkelijker om een investering terug te verdienen als bedrijf met een grote vloot dan als kmo. Bovendien bevinden wij ons in een periode van onzekerheid over de toekomst. Welke brandstof zal opkomen: waterstof, elektrisch of LNG?

Wij bouwen momenteel een nieuwe site en hebben overwogen te investeren in een eigen bevoorradingssysteem. De conclusie was om dat nu niet te doen, omdat we niet weten welke brandstof we over 5 jaar zullen gebruiken.

Ten tweede moeten wij anticiperen op de ontwikkeling van de belastingen die zouden kunnen stijgen volgens het principe “de vervuiler betaalt”. In het verleden hebben we altijd voertuigen gekocht met de hoogste Euronorm, omdat we wisten dat de kilometerheffing, bijvoorbeeld in Zwitserland, zou veranderen naar gelang van de uitstoot.

Financiële stimuli zijn een interessante manier om de bal aan het rollen te brengen. Dit kunnen subsidies zijn, maar ook verlagingen van de accijnzen. Als we vandaag groen vervoer willen stimuleren, zouden we morgen de accijnzen op biodiesel (HVO) kunnen verlagen. Ik vind het jammer dat de politieke wil ontbreekt, maar het zou natuurlijk problematisch zijn voor de overheidsbegroting als deze bron van inkomsten zou verdwijnen.”



**Cédric Capelle**  
Garsou-Angenot

## 6 | Vergelijking van de Ecoscores

De Ecoscore van VITO is een evaluatietool die gebruikers toelaat een ecologische vergelijking te maken van de beschikbare voertuigen op de markt. In dit kader maken we gebruik van de formules opgesteld voor de Euro 6-norm.

De Ecoscore geeft een eindresultaat tussen 0 en 100 op basis van verschillende parameters, waarbij een hoger cijfer een betere score betekent. Voertuigen met een hogere Ecoscore leveren dus betere klimaat- en milieuprestaties dan voertuigen met een lagere score. De beste personenwagens hebben vandaag een score rond de 85. De scores van bedrijfsvoertuigen zullen lager liggen.

De berekeningsmethode is opgezet voor personenwagens en bestelwagens, maar niet voor vrachtwagens. [1] Om toch een vergelijking te kunnen maken van de verschillende technologieën wordt de basis van de berekening van de Ecoscore behouden en de parameters aangepast voor vrachtwagens.

### 6.1. Formules

#### Diesel

$$\text{Ecoscore} = 100 \cdot \exp[-0.00357 \cdot (0,36 \cdot \text{CO}_2 + 23,17 \cdot \text{HC} + 101,88 \cdot 0,5 + 0,011 \cdot \text{CO} + 1407,75 \cdot \text{PM} + 5,19 \cdot \text{FC} + 0,333 \cdot \text{dB(A)} - 12,39)]$$

#### HVO

Voor de berekening van de Ecoscore van HVO wordt dezelfde formule gebruikt als voor diesel, waarbij op de waarde van de CO<sub>2</sub>-uitstoot een reductie wordt voorzien.

$$\text{Ecoscore} = 100 \cdot \exp[-0.00357 \cdot (0,36 \cdot \text{CO}_2 + 23,17 \cdot \text{HC} + 101,88 \cdot 0,5 + 0,011 \cdot \text{CO} + 1407,75 \cdot \text{PM} + 5,19 \cdot \text{FC} + 0,333 \cdot \text{dB(A)} - 12,39)]$$

#### LNG

$$\text{Ecoscore} = 100 \cdot \exp[-0.00357 \cdot (0,36 \cdot \text{CO}_2 + 23,17 \cdot \text{HC} + 101,88 \cdot \text{NO}_x + 0,011 \cdot \text{CO} + 1407,75 \cdot \text{PM} + 3,67 \cdot \text{FC} + 0,333 \cdot \text{dB(A)} - 11,76)]$$

#### Batterij-elektrisch

In deze Ecoscore-formule wordt er geen rekening gehouden met de uitstoot van de productie van de elektriciteit, wat een vertekend en onvolledig beeld geeft.

$$\text{Ecoscore} = 100 \cdot \exp[-0.00357 \cdot (2,17 \cdot \text{FC} + 0,333 \cdot \text{dB(A)} - 13,33)]$$

#### Waterstof

Voor waterstof bestaat er geen specifieke formule. De formule voor elektrische voertuigen wordt gebruikt, waarbij de parameter voor verbruik werd aangepast op basis van de energie-inhoud van waterstof.

$$\text{Ecoscore} = 100 \cdot \exp[-0.00357 \cdot (72,33 \cdot \text{FC} + 0,333 \cdot \text{dB(A)} - 13,33)]$$

## 6.2. Parameters

CO <sub>2</sub>	<p>De CO<sub>2</sub>-emissies (gecombineerd), uitgedrukt in g/km.</p> <p>Deze wordt berekent op basis van het brandstofverbruik. Voor HVO wordt een reductie van 80% op de CO<sub>2</sub> uitstoot ten opzichte van diesel in rekening gebracht.</p>
HC	<p>De emissies van koolwaterstoffen, uitgedrukt in g/km.</p> <p>Diesel: het verschil tussen de NO<sub>x</sub>- en de HC+NO<sub>x</sub>-emissies, beiden uitgedrukt in g/km. In deze berekening gaan we uit van een geleverde arbeid per 100 km van 120kW, dus met 2,8 mg/kWh betekent dit een uitstoot van 0,0034 g/km.</p> <p>Aardgas (Euro 6): 115 mg/kWh, wat neerkomt op 0,138 mg/km.</p>
NO <sub>x</sub>	<p>De emissies van stikstofoxides, uitgedrukt in g/km.</p> <p>Diesel (Euro 6): 240 mg/kWh, wat bij 120 kWh/100 km komt op 0,288 g/km. In de Ecoscore wordt rekening gehouden met een vaste waarde voor de NO<sub>x</sub> waarde. [2]</p> <p>Aardgas: 180 mg/kWh, dus 0,216 g/km.</p>
CO	<p>De emissies van koolstofoxides, uitgedrukt in g/km.</p> <p>Diesel (Euro 6) met 8 mg/kWh: 0,0096 g/km.</p> <p>Aardgas (Euro 6) met 240 mg/kWh: 0,288 gr/km</p>
PM	<p>De emissies van fijn stof, uitgedrukt in g/km.</p> <p>Diesel (Euro 6) met 5,5 mg/kWh: 0,0066 g/km.</p> <p>Aardgas: emissie gelijk aan diesel.</p>
FC	<p>Voor diesel: het brandstofverbruik (gecombineerd) in l/100km</p> <p>Voor aardgas: het brandstofverbruik (gecombineerd) in kg/100km</p> <p>Voor EV: het elektriciteitsverbruik (gecombineerd), in kWh/100km</p> <p>Voor waterstof: het verbruik in kg/100km</p>
dB(A)	<p>Het geluidsniveau (rijdend), uitgedrukt in dB(A). Hier gebruiken we 78 dB voor alle technologieën.</p> <p>Uit Duits onderzoek bij bussen blijkt dat bij 50 km/u er geen verschil is in geluid tussen de verschillende technologieën, met 78 dB als resultaat. Dat komt doordat bij die snelheid het geluid van de banden het geluid van de motoren overstemt. Een elektrisch voertuig zal bij een lagere snelheid wel minder geluid maken. [3]</p>

### 6.3. Resultaat

Tabel 2 geeft de resultaten van de Ecoscore.

Emis/km	Diesel	CNG	HVO	EV	Waterstof
CO2	670,08	508,75	134,02	-	-
HC	0,0034	0,138	2	-	-
NOX	0,288	0,216	0,288	-	-
CO	0,0096	0,288	0,0096	-	-
PM	0,0066	0,0066	0,0066	-	-
FC	25	18,5	25	120	4
dB(A)	78	78	78	78	78
<b>Ecoscore</b>	<b>20,43</b>	<b>34,30</b>	<b>34,49</b>	<b>37,73</b>	<b>34,03</b>

Tabel 2 Resultaat Ecoscore

### 6.4. Conclusie

Uit de Ecoscore is één duidelijke conclusie te trekken: zelfs de meest moderne Euro 6-dieselveertuigen hebben een duidelijk lagere Ecoscore dan alle andere alternatieven.

Batterij-elektrische mobiliteit geeft duidelijk de hoogste score. Tussen HVO en CNG/LNG is geen duidelijk onderscheid te maken.

Het valt op dat de Ecoscore voor waterstof laag is, zelfs lager dan aardgas. Hoe komt dat? Ten eerste door het lagere energetisch rendement dan batterij-elektrisch. Daarnaast is de huidige waterstof nog verre van hernieuwbaar. Als we uitgaan van 100% hernieuwbare elektriciteit om, zal de Ecoscore van waterstof vergelijkbaar zijn met die van elektrische voertuigen.

### 6.5. Referenties

[1] <https://ecoscore.be/nl/info/ecoscore/euro6>

[2] <https://ecoscore.be/nl/info/ecoscore/nox>

[3] Modelling noise reductions using electric buses in urban traffic. A case study from Stuttgart, Germany; Felix Laiba, Andreas Braun, Wolfgang Ridc; Consulting Engineers Dr. Droscher, Lustnauer Str. 11, Tuebingen 72074, Germany; University of Duisburg-Essen, Universitaetsstr. 5, Essen 45141, Germany; University of Stuttgart, Keplerstr. 11, Stuttgart 70174, Germany; University of Applied Sciences Erfurt, Schlueterstr. 1, Erfurt 99089, Germany



## Wat denkt de sector?

### Wat moeten overheden doen om de transitie naar emissievrij transport te versnellen?

“Europa moet met een plan van aanpak komen zodat transporteurs de nieuwe voertuigen effectief kunnen gebruiken. Ze moet de uniforme regels bepalen die gelden voor alle lidstaten, ook voor steden. Momenteel maken die elk hun eigen regels, waardoor het moeilijk is voor de sector om die allemaal na te leven.

Verder is het belangrijk dat overheden pas beginnen met de uitstoot van broeikasgassen te bestraffen, door middel van belastingen of andere maatregelen, als alternatieve technologieën zoals batterij-elektrisch en waterstof matuur genoeg zijn om op grote schaal aan aanvaardbare prijzen uit te rollen. Mijn vrees is dat beleidsmakers die stap te snel gaan willen zetten, waardoor bijkomende taken op diesel eigenlijk neerkomen op pure belastingverhoging in plaats van een stimulans naar alternatieve brandstoffen.”



**Benny Smets**  
Ninatrans

### Vraagt de markt naar duurzaam transport? Hoe steunen uw klanten uw inspanningen?

“Het is zeer uiteenlopend en hangt grotendeels af van de activiteiten van onze klanten. Er is bijvoorbeeld een sterke vraag naar en ambitie voor duurzaamheid bij onze B2C-klanten. Hun vraag naar duurzaamheid komt vaak rechtstreeks van de eindklanten. Momenteel gaat het vaak om grote organisaties met een welomschreven emissiereductieplan.

Wij denken echter dat deze vraag in de komende jaren zal blijven toenemen.

Ondanks het feit dat de mogelijke prijsstijging in verband met deze duurzamere vervoersoplossingen soms een belemmering kan vormen, stellen wij vast dat onze klanten zich constructief opstellen om deel te nemen aan open discussies over dit onderwerp.

Naar onze mening ligt de oplossing in samenwerking. Elke belanghebbende moet delen in de extra kosten die met deze oplossingen gepaard gaan. Alleen zo kunnen we die levensvatbaar maken.”



**Pierre Van Mieghem**  
Van Mieghem Logistics

## 8 | Tanknetwerken België en Europa

### 8.1. CNG

Voor CNG-voertuigen bestaat een aanzienlijk netwerk van 3.948 tankstations, met een goede spreiding over de belangrijkste transportroutes in Europa. CNG-voertuigen hebben een beperkte autonomie van ongeveer 400 km. Dat maakt hen uitermate geschikt voor **regionaal gebruik**, waarbij het veel belangrijker is te beschikken over tankstations in de buurt van de basis van het voertuig dan over een Europees netwerk van tankstations.



Fig. 27 CNG-stations in Europa (<https://www.ngva.eu/stations-map/>)

### 8.2. LNG

De mogelijkheden om LNG te tanken zijn beperkt. Europa telt slechts 369 LNG-tankstations. De autonomie van een LNG-vrachtwagen ligt tussen de 1.000 en 1.500 km, wat voldoende is voor normaal gebruik. Bij internationaal transport binnen Europa betekent dit wel dat er tijdens de werkweek minimaal één keer getankt dient te worden.

Figuur 28 geeft de verdeling van de LNG tankstations weer per land. De tankstations zijn, zoals te zien op figuur 29, verdeeld over de grote transportroutes door Europa. Wanneer bij het inplannen van de rit rekening wordt gehouden met één tankbeurt per week vormt het beschikbare netwerk geen belemmering op het gebruik van LNG.



Fig. 28 LNG-stations in Europa (<https://www.ngva.eu/stations-map/>)

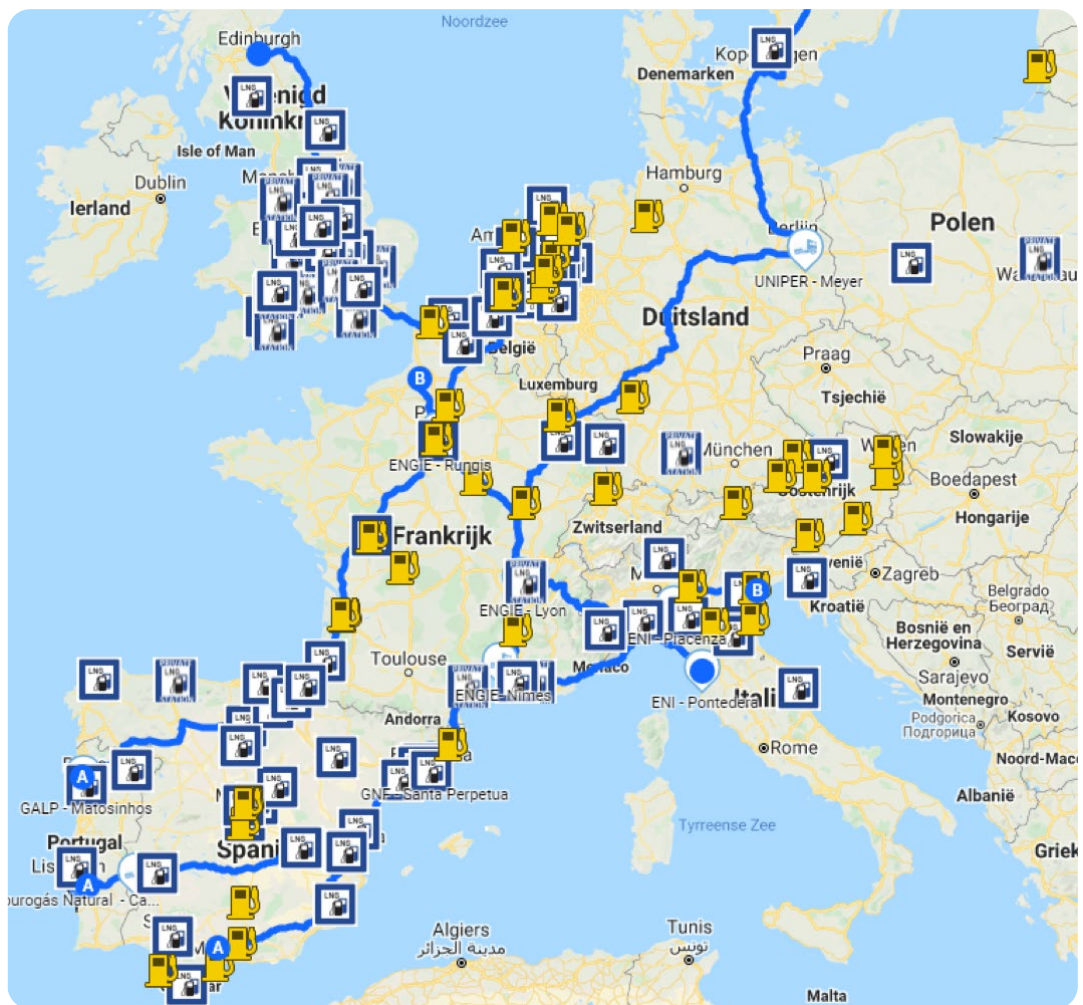


Fig. 29 Verdeling LNG-stations (<https://lngbc.eu/>)

### 8.3. HVO/biodiesel

Vrachtwagens tanken momenteel on site. Er is nog geen kaart beschikbaar voor HVO/biodiesels, waardoor er wordt verondersteld dat dit netwerk zich nog niet heeft ontwikkeld. Wel kan biodiesel al getankt worden bij onder andere Maes en Q8. Daarnaast kunnen vrachtwagens er ook voor kiezen om onderweg gewone diesel te tanken.

**Dat maakt biodiesel uitermate interessant als transitiebrandstof, om de uitstoot reeds gevoelig te verlichten, zonder de hoge investeringskosten voor tankinfrastructuur.**

Het HVO-netwerk zal zich in de toekomst verder ontwikkelen. De huidige tankinfrastructuur kan hiervoor behouden worden. Ieder land heeft hier kleinschalige initiatieven voor, maar er wordt snel een grote doorbraak verwacht: zodra de accijnzen op benzine en diesel de prijzen doen stijgen en het aanmaakproces van biodiesels goedkoper wordt, zal de economische hefboom in het voordeel van biodiesel vallen. Tankstations zullen dan één voor één, land per land overschakelen van klassieke naar biodiesel.

### 8.4. Batterij-elektrisch

Het voordeel van elektrisch rijden is dat laden in principe kan op ieder stopcontact. De laadsnelheid is dan beperkt tot 3,5 kWh. Laadpalen thuis hebben, afhankelijk van de beschikbare aansluiting, een vermogen tot 22 kW. Met een verbruik van bestelwagens van 35 kWh/100km en een batterij van 75 kWh betekent dat de batterij met een laadpaal van 11 kW na 8 uur volledig opgeladen zal zijn. Bestelwagens kunnen ook gebruik maken van de snelle laadpalen die reeds beschikbaar zijn.

Bij vrachtwagens liggen de kaarten helemaal anders. Zelfs wanneer er op het bedrijf kan worden geladen (8 uur) spreken we over laadvermogens van 40 kW en meer. Op dit moment is het enkel voordelig om vrachtwagens on site op te laden, en in te zetten op kortere afstanden waar geen tussentijdse laadbeurt voor nodig is. Zo kan de vrachtwagen opladen wanneer deze stil staat on site.

Snel laden onderweg of aan de loskade is nog onbestaande. De versnelling moet hier nog worden ingezet.



Fig. 30 Elektrische laadpalen in Europa (voor personenvervoertuigen)  
(<https://nl.charagemap.com/map>)



## 8.5. Waterstof

Zowel tankinfrastructuur voor zwaar vervoer (350 bar) als personenwagens (700 bar) is in volle ontwikkeling. Heavy-duty vrachtwagens werken momenteel enkel op 350 bar. Hiermee kunnen ze zo'n 300 à 400 kilometer afleggen. Momenteel zijn er nog niet veel pompen aan 350 bar, omdat er nog niet veel vraag naar is. Dit is echter geen grote aanpassing aan de bestaande infrastructuur van waterstoftanks.

Het tanknetwerk breidt zich uit vanuit het **Ruhrgebied**. Duitsland is historisch gezien altijd koploper geweest in waterstofontwikkeling. Niet toevallig komt deze uitbreiding overeen met de 'blauwe banaan' van economische en industriële hoogontwikkelde gebieden. Op **West-Europees niveau** is er een grote ontwikkeling bezig om tankinfrastructuur aan te leggen, waar relatief korte afstanden afgelegd moeten worden tussen laad- en losplaatsen. We zien dit nog niet in de Zuid-Europese landen (waar CNG/LNG dan weer rijker aanwezig is).

De grote kentering ligt socio-economisch. Als de vraag naar tankinfrastructuur stijgt, zal het aanbod stijgen. Anderzijds, als de infrastructuur aangroeit, zal ook de vraag naar vrachtwagens op waterstof stijgen.

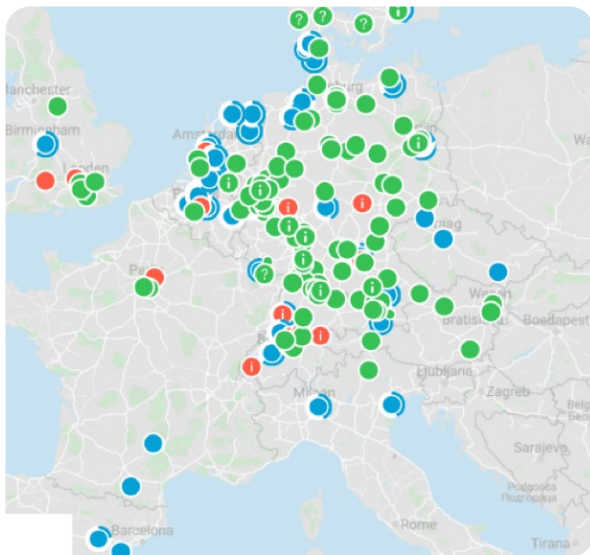


Fig. 31 Waterstoftankstations 2020: groen = actief, blauw = in opbouw, rood = niet actief  
H2.LIVE - Hydrogen Stations in Germany & Europe (<https://h2.live/en>)

---

Vanaf het moment dat vrachtwagens ook op 700 bar kunnen tanken (wat een relatief dure ontwikkeling is), zal hun actieradius ongeveer verdubbelen.

Hierdoor kunnen ze ook aansluiten op het gehele tanknetwerk van waterstoftankstations. Een 700-bar tank kan namelijk ook tanken aan 350 bar, het werkt enkel trager. Met 700 bar zijn vrachtwagens op een kwartier volgetankt zijn en kunnen ze een actieradius van 700-800 kilometer aan, wat voor langere afstanden een aanvaardbare actieradius is. Deze kentering wordt ook gesteund door de Europese Green Deal.

## 9 | Subsidies en fiscaliteit

### 9.1. Vlaanderen

#### 9.1.1. Subsidie voor ecologisch en veilig transport (EVT) | Vlaanderen.be

De primaire voorwaarden bij de subsidie ecologisch en veilig transport (EVT):

- het gaat om een motorvoertuig
- met een maximaal toegestaan totaalgewicht (MTT) van meer dan 3,5ton
- voor het transport van goederen over de openbare weg.

Dit zijn in principe alle motorvoertuigen die vallen onder de kilometerheffing en dus een actieve OBU in het voertuig hebben.

De regeling bestaat uit een lijst met maatregelen voor ecologisch en veilig transport dat een bedrijf (dus ook “niet-transportondernemingen” met vrachtwagens) kan nemen. Een bedrijf kan een aanvraag indienen om éénmalig tot €5.000 per voertuig als rechtstreekse subsidie te krijgen. Deze maatregel was initieel voorzien voor 3 jaar (2017 tot 2019), maar werd laattijdig gepubliceerd waardoor deze ook in 2020 bleef doorlopen.

**De Vlaamse overheid overweegt deze maatregel te verlengen**, maar er stellen zich enkele problemen:

- Een aantal maatregelen zijn ondertussen wettelijke verplichtingen geworden en kunnen dus niet meer gesteund worden. Dat betekent dat de lijst moet worden aangepast.
- Jaarlijks kan 1 aanvraag worden ingediend. De lijst moet dus worden aangepast vooraleer de maatregel wordt gepubliceerd om te vermijden dat bedrijven een aanvraag indienen die verworpen wordt op techniciteit, terwijl die wel in aanmerking zou komen. Een bedrijf kan immers geen tweede keer indienen. Normaliter kunnen aanvragen ingediend worden vanaf februari, maar dat zal dit jaar later zijn.
- De context is enigszins gewijzigd: van budgetoverschot bij ontwerp van de maatregel naar budgettekorten nu.
- Daarnaast merkt men ook op dat bij aanvang van de maatregel het allemaal nieuw ingeschreven voertuigen betrof maar dat veel van die voertuigen nu in “2nd lease” gaan of op de tweedehandsmarkt terecht komen... dit stelt problemen omdat dit vaak moeilijk te controleren is en dat een voertuig slecht éénmalig kan worden gesubsidieerd.

Begin mei 2021 staat de steunaanvraag voor 2021 nog niet open, maar dat moet later in het jaar gebeuren. De exacte steunpercentages en gesteunde maatregelen ervan zijn nog niet bekend.

#### 9.1.2. Ecologiepremie+ | Agentschap Innoveren en Ondernemen (vlaio.be)

Deze premie is een financiële tegemoetkoming aan ondernemingen die ecologie-investeringen realiseren in het Vlaamse Gewest. Bedrijven die hun productieproces milieuvriendelijk en energiezuinig organiseren worden hierbij ondersteund en een gedeelte van de investeringskosten wordt gefinancierd door de Vlaamse overheid via VLAIO.

Bij de ecologiepremie+ worden **momenteel enkel vrachtwagens op aardgas en waterstof met brandstofcel gesteund**, en binnenkort ook elektrische vrachtwagens en autobussen en -cars. Tankinfrastructuur wordt hierbij ook gesteund. Elke technologie kan in principe in aanmerking komen, zolang het geen standaardtechnologie is en niet wettelijk verplicht is.

### Voor transport betreft het:

Ombouw van transportmiddelen naar systemen met een brandstofcelsysteem op waterstof voor de aandrijving van het transportmiddel inclusief offroad

Ombouwset naar aardgasmotoren voor binnenvaartschepen

Ombouwset naar aardgasmotoren voor vrachtwagens

Tankinfrastructuur voor LNG (Liquefied Natural Gas)

Tankinfrastructuur voor LNG (Liquefied Natural Gas) en voor CNG (Compressed Natural Gas) via toelevering van LNG

Tankinfrastructuur voor waterstof (met een maximum investeringskost van 2 miljoen euro per tankstation)

Transportmiddel met als aandrijving een brandstofcelsysteem op waterstof

Voertuig lichte vracht (max 3,5 ton) met CNG (Compressed Natural Gas) als brandstof

Vrachtwagen dual fuel met als brandstof meer dan 90% LNG (Liquefied Natural Gas) en minder dan 10% diesel

Vrachtwagen met CNG (Compressed Natural Gas) als brandstof

Vrachtwagen met LNG (Liquefied Natural Gas) als brandstof

Walstroomvoorziening (landzijde) voor zeeschepen, met een vermogen groter dan 1 MVA (1 megavoltampère)

Investeringsen voor vervoer via een spoorweg als vervanging voor wegvervoer

Investeringsen voor vervoer via een waterweg als vervanging voor wegvervoer

Fig. 32: Limitatieve lijst van technologieën

Technologienr.	Naam techniek		
201057	<b>Tankinfrastructuur voor waterstof (met een maximum investeringskost van 2 miljoen euro per tankstation)</b>		
<b>Uitleg</b>			
Tankinfrastructuur bestemd voor het afleveren van duurzame waterstof als brandstof voor transportmiddelen. Duurzame waterstof omvat on site geproduceerde waterstof door middel van elektrolyse van groene stroom of waterstof als restproduct van de industrie. Het maximaal in te brengen investeringsbedrag bedraagt 2 miljoen euro per tankstation.			
<b>Meerkost</b>			
90%			
<b>Ecologiegetal</b>	<b>Ecoklasse</b>	<b>Kmo%</b>	<b>Go%</b>
6	B	30	15
<b>Netto subsidie kmo</b>		<b>Netto subsidie go</b>	
27		13,5	
<b>Essentiële componenten</b>			
Afleverzuil			
Compressor(en)			
Opslagtank(s)			
Productiesysteem duurzame waterstof (elektrolyse-eenheid) in geval van on site productie van waterstof			

Fig. 33: Technologiefiche

## 9.2. Wallonië

### 9.2.1. Investeringspremie voor energiebesparende vrachtwagenuitrusting

Deze premie is bestemd voor ondernemingen die investeren in apparatuur om het energieverbruik of de geluidsemissies van een voertuig te verminderen, ongeacht of het nu om eigen transport of transport voor derden betreft.

- Uitrusting voor voertuigen van > 3,5 ton
- Bedrag van de premie:
  - beperkt tot 5.000 euro per voertuig (vrachtwagen, trekker, aanhangwagen of oplegger)
  - beperkt tot 15.000 euro per onderneming

Er kan slechts één aanvraag per onderneming worden ingediend, die betrekking kan hebben op meerdere voertuigen. Om in aanmerking te komen, moeten de facturen in een bepaalde periode zijn uitgereikt.

De toegelaten uitrusting per voertuig, het maximum toegelaten bedrag per uitrusting en het bedrag van de premie zijn vermeld in de onderstaande tabel. Van bijzonder belang is de CNG/LNG-uitrusting.

Uitrusting	Maximale investeringskost	Tussenkost regio Wallonië (% van de uitrusting)
Elektrisch schuifzeil	4 500,00 €	30%
Automatische versnellingsbak	2 600,00 €	30%
Vloercoating	1 700,00 €	30%
Deflector achterzijde	1 000,00 €	30%
Deflector dak	1 700,00 €	30%
Dolly voor ecocombis	20 000,00 €	30%
Uitrusting CNG/LNG	40 000,00 €	30%
Side skirts aanhangwagen	3 500,00 €	30%
Side skirts trekker	2 000,00 €	30%
LED-koplampen	1 000,00 €	30%
Banden brandstofefficiëntieklasse A of B	500,00 €	30%
Automatisch bandendruksysteem	1 300,00 €	30%
Intelligent navigatie – en rijondersteuningssysteem	3 000,00 €	30%
Asbelasting reductiesysteem	700,00 €	30%
Rijondersteuningssysteem voor economisch en ecologisch rijden	1 700,00 €	30%
Geluidsarme elektrische transpallet	1 600,00 €	30%
Ecologische koeleenheid	10 000,00 €	30%

Fig. 34: Subsidielijst technologieën

Deze regeling, die op jaarbasis wordt toegepast, wordt momenteel vernieuwd. Bovenstaande informatie wordt louter ter informatie verstrekt. Zodra de premie weer beschikbaar is, moeten de desbetreffende facturen tussen 01/08/2020 en 31/07/2021 worden uitgeschreven. Pas dan kan de investeringspremie worden aangevraagd (zie <https://www.wallonie.be/fr/demarches/demander-une-prime-linvestissement-pour-les-equipements-de-camions>).



### 9.2.2. Stimulans voor de aanschaf van een CNG/LNG-voertuig of aanpassing van een bestaand voertuig

Deze investeringspremie is gericht op ondernemingen die een nieuw CNG/LNG-voertuig wensen aan te schaffen of een bestaand voertuig wensen om te bouwen, ongeacht of het nu om eigen transport of transport voor derden betreft (bepaalde sectoren zijn wel uitgesloten). De subsidiabele basis voor elke investering bestaat uit meerkosten (Figuur 35).

- voertuigen > 3,5 ton
- maximale aankoopprijs nieuw voertuig
  - 100.000 euro voor CNG
  - 120.000 euro voor LNG
- Beperkt tot 30 vrachtwagens per onderneming

Hoe hoog is de steun?	Toegelaten investering = extra kosten	Bruto tarieven		Netto tarieven	
		KMO	GO	PME	GE
Na-uitrusting CNG/LNG	100%	30%	15%	30%	15%
Aankoop van een nieuw CNG-voertuig tot €100.000	30%	50%	40%	15%	12%
Aankoop van een nieuw LNG-voertuig tot €120.000	40%	50%	40%	20%	16%

Fig. 35: Subsidielijst trekkers CNG/LNG

Voorbeeld voor een LNG-voertuig:

- Kmo: €24.000 per LNG-vrachtwagen
- GO: maximum €19.200

Voorlopig is de regeling beschikbaar tot 31 december 2021. Het is niet uitgesloten dat de maatregel verlengd zal worden.

### 9.3. Nederland

In Nederland worden subsidies voor het stimuleren van vergroening in de transportsector via de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) uitgezet. Hier is ook een [Subsidiewijzer](#) te vinden.

Maatregelen	
EIA – Energie InvesteringsAftrek	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO2-reductie, energiezuinige technieken en duurzame energie</li> <li><a href="#">Energielijst</a>: lijst met technieken die in aanmerking komen</li> <li>Voor duidelijk omschreven investeringen (specifiek) en voor maatwerkinvesteringen (generiek)</li> <li>Tot 45,5% belastingaftrek</li> <li>Budget: €149 miljoen (2021)</li> </ul>
MIA – Milieu InvesteringsAftrek Vamil – Willekeurige Afschrijving milieu-investeringen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Milieuvriendelijke investeringen</li> <li><a href="#">Milieulijst</a>: lijst met technieken die in aanmerking komen</li> <li>MIA: tot 36% belastingaftrek</li> <li>Vamil: tot 75% van investeringskost afschrijven</li> <li>Budget MIA: €114 miljoen (2021)</li> <li>Budget Vamil: €25 miljoen (2021)</li> </ul> <p>Voorbeelden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plug-in hybride bakwagenchassis, trekker of bus: 27% MIA, 75% Vamil</li> <li>- Waterstofbus: 36% MIA, 75% Vamil</li> <li>- Elektrische of waterstofvrachtwagen: 36% MIA, 75% Vamil</li> <li>- LNG-bakwagenchassis of trekker: 13,5% MIA</li> </ul>
DKTI – Demonstratie klimaat-technologieën en -innovaties in transport	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stimuleren productontwikkeling in transportsector</li> <li>Gericht op R&amp;D</li> </ul>
LNG Subsidiëringsregeling	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geldig van 1 januari 2020 tot 31 december 2021</li> <li>18,7 eurocent/kg</li> <li>Rechtstreeks afgehouden aan de pomp</li> </ul>
Richtlijn Hernieuwbare Energie (RED II)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verplichting tot reductie broeikasgassen voor transport</li> <li>“Energie voor Transport”-systeem</li> </ul> <p>HBE: Hernieuwbare Brandstofeenheden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>HBE: leveringen van groene energie aan transportsector</li> <li>Aanmelden in Register Energie voor Vervoer</li> <li>1 HBE = 1 gigajoule</li> <li>Bedrijven kunnen HBE zelf creëren, aankopen en verhandelen</li> <li>HBE kunnen niet internationaal verhandeld worden</li> <li>HVO valt onder deze regeling</li> </ul>

Fig. 34: Subsidielijst technologieën

## 9.4. Duitsland

### 9.4.1. Maut-vrijstelling

In Duitsland geldt een rechtstreekse korting op de Maut-belasting, waarbij CNG- en LNG-voertuigen geheel vrijgesteld zijn van MAUT. Deze vrijstelling wordt door Europa gecontesteerd, maar is wel behouden tot eind 2023. Nederlandse transporteurs die ook nog eens van een voordeel van 18,7 eurocent/kg op LNG genieten (tot eind 2021) zijn hierbij dus stevig in het voordeel.

### 9.4.2. Het aanrekenen van emissies in de transport en bouwsector

De Duitse regering heeft beslist een prijs te klevens op de uitstoot van broeikasgassen in de transport- en bouwsector vanaf 2021. Hiermee wil men deze sectoren hun klimaatdoelstellingen sneller doen bereiken. Bij aanvang zal men een vaste prijs hanteren, die elke jaar toeneemt, om vanaf 2026 over te gaan tot het veilen van toegelaten emissiequota. Dit zal zijn invloed hebben op de prijzen van benzine en diesel met verscheidene eurocenten per liter vanaf 1 januari 2021.

#### Wie en wat zal worden aangerekend?

- Transport- en verwarmingsbrandstoffen zoals petroleum, diesel, stookolie, natuurlijke gassen en kolen
- Verwarmingsemissies in de bouwsector en energie- en industriefaciliteiten die niet reeds onder het EU-ETS-systeem (EU Emission Trading) vallen
- Transportemissies, luchttransport uitgezonderd
- Niet-brandstofgerelateerde emissies zijn uitgesloten (bv. methaan in de landbouw)
- Als de deelnemers niet zelf de emissie veroorzaken, maar bedrijven die de brandstoffen in circulatie brengen of de leveranciers van brandstoffen (upstream benadering)
- Volgens de Duitse overheid zullen zo ongeveer 4.000 bedrijven rechtstreeks deelnemen
- Om dubbele last te vermijden door zowel het nationale als het EU-ETS-systeem, zullen leveringen aan ETS-faciliteiten een uitzondering bekomen en worden gecompenseerd als dat tot administratieve overlast leidt.

#### Kostprijs

- Een vaste prijs in 2021: 25 euro per toelating (ton CO<sub>2</sub>-equivalenten<sup>1</sup>). In de praktijk betekent dat een verhoging van 7 cent per liter voor benzine, en 8 cent per liter voor diesel.
- 2022: 30 euro, 2023: 35 euro, 2024: 45 euro, 2025: 55 euro
- Veilingen in 2026 met een prijsrange van 55-65 euro
- Vanaf 2027: de marktprijs, met een optie voor prijsranges (te bepalen in 2025)

<sup>1</sup> CO<sub>2</sub> equivalent (CO<sub>2</sub>-eq) is een metrische maat die wordt gebruikt om verschillende broeikasgassen te vergelijken zoals methaan (CH<sub>4</sub>) of lachgas (N<sub>2</sub>O) op basis van hun aardopwarmingsvermogen (Global Warming Potential – GWP). De aantallen van andere broeikasgassen worden omgezet in het equivalent koolstofdioxide.

## Wat denkt de sector?

### Beïnvloeden de huidige overheidsstimuli effectief de investering of keuze van het voertuig?

“Volgens mij kunnen die stimuli het kanteffect creëren dat een globale uitrol mogelijk maakt. Ik zie bijvoorbeeld bij waterstof momenteel een kip-eisituatie: iedereen wacht op elkaar om de volgende stap te zetten. Overheidssteun kan dan voor zowel constructeurs als transporteurs een leefbaar verhaal maken, door bijvoorbeeld volop te investeren in infrastructuur.

Daarnaast moeten steunmaatregelen ook gemakkelijk in gebruik zijn, wat in het geval van LNG niet zo is. Het duurt bijvoorbeeld lang vooraleer de subsidie in zijn totaliteit wordt gestort. Grote organisaties kunnen die meerkost misschien gemakkelijker dragen, maar voor kmo's is die niet te onderschatten.”



Filip De Clercq  
Gilbert De Clercq

“Voor het personenvervoer zijn er gewoon geen overheidsstimuli. Bij openbare aanbestedingen is de prijs de belangrijkste factor, er wordt niet echt rekening gehouden met milieucriteria.

De TEC vergroent de lijnen die zij zelf uitbaat, maar onderaannemers zijn niet gebaat bij het gebruik van elektrische voertuigen, aangezien zij niet beter vergoed worden.. Om competitief te zijn, is het dan ook niet verwonderlijk dat sommigen in oude, milieuvriendelijke bussen rijden.”

Jean-François Defour  
Voyages Léonard





## 1 | Achtergrond van de studie

Deze enquête peilt naar de kennis en ervaring van de spelers in de transport- en logistieke sector met betrekking tot alternatieve aandrijvingen. Deze informatie maakt het mogelijk een beter inzicht te krijgen in de actuele kennis van de actoren op het gebied van vervoer en logistiek, hun investeringsdynamiek en de voorwaarden voor de verbetering daarvan.

Colko heeft een online-enquête georganiseerd via het Mesydel-platform. In totaal hebben 167 mensen deelgenomen aan deze enquête, die tussen januari en maart 2021 is gehouden via twee opeenvolgende bevragingen. De onderzochte alternatieve aandrijvingen waren CNG, LNG, biobrandstoffen, synthetische brandstoffen, groene waterstof, elektriciteit en hybride toepassingen.

De resultaten van deze enquête geven stof tot nadenken, zowel voor de economische actoren als voor beleidsmakers.



## 2 | Een belangrijke vaststelling: de behoefte aan een gecoördineerd optreden binnen een duidelijk en duurzaam kader

De belangrijkste conclusie van deze enquête is dat de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen door veel spelers in de sector als een prioriteit wordt beschouwd en dat 80% van hen bereid is hun activiteiten koolstofarm te maken, zoals blijkt uit de onderstaande grafiek.

Bent u klaar om bij te dragen aan de vermindering van de broeikasgasemissies met 55% tegen 2030 ten opzichte van 1990?

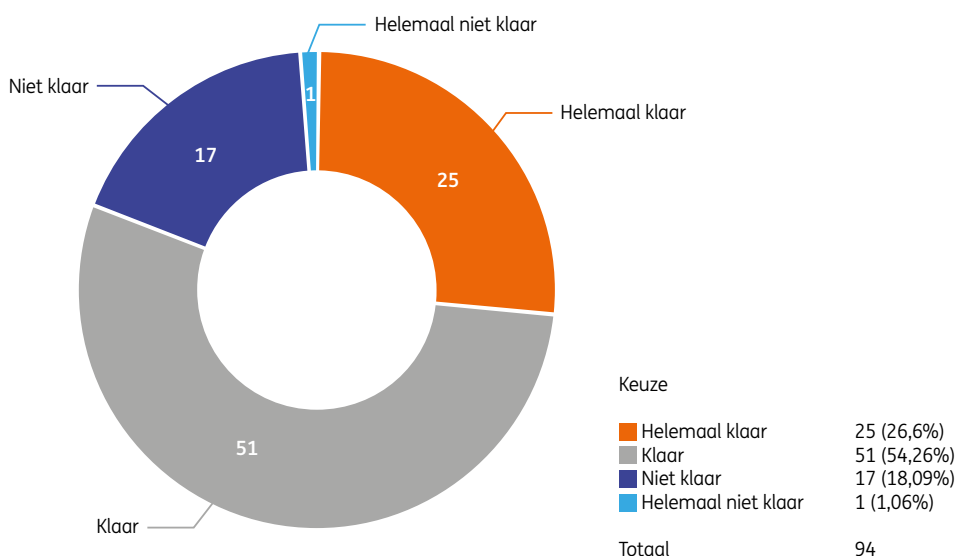


Fig. 36: vergroening een prioriteit?

Dit proces moet echter worden gezien als een gedeelde verantwoordelijkheid. De actoren op het gebied van transport en logistiek kunnen niet alleen het heft in handen nemen en roepen op tot gezamenlijke actie, met enerzijds hun klanten en leveranciers, maar anderzijds ook met de overheid die de hefboomen kan aansturen.

De ambities waarmaken op het gebied van de dalende klimaatimpact (die in overeenstemming zijn met de Europese doelstellingen) kan alleen het resultaat zijn van een gecoördineerd optreden binnen een duidelijk en duurzaam kader.

In dit verband lijken de ontwikkeling van een gemeenschappelijke visie en overheidsinvesteringen in infrastructuur twee van de belangrijkste punten te zijn.

### 3 | De belangstelling van de sector voor alternatieve aandrijvingen

Eén op de drie respondenten geeft aan voertuigen met alternatieve aandrijving ter beschikking te hebben in hun wagenpark. De meerderheid geeft aan over voldoende informatie te beschikken om in dit soort voertuigen te investeren. Zoals de grafiek hieronder echter aangeeft is deze kennis niet hetzelfde voor de verschillende alternatieve aandrijvingen en hebben slechts een beperkt aantal bedrijven aangegeven van alle alternatieven over voldoende kennis te beschikken.

Heeft u voertuigen met alternatieve motoren in uw wagenpark? (meerdere antwoorden mogelijk)

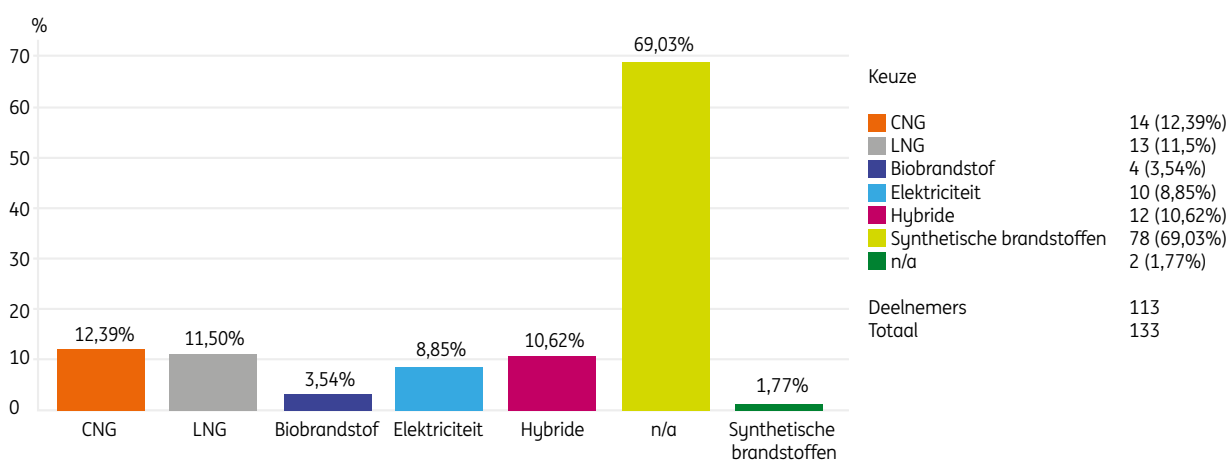


Fig. 37: wagenpark

Welke van de volgende alternatieve motoren kent u voldoende om in te investeren? (meerdere antwoorden mogelijk)

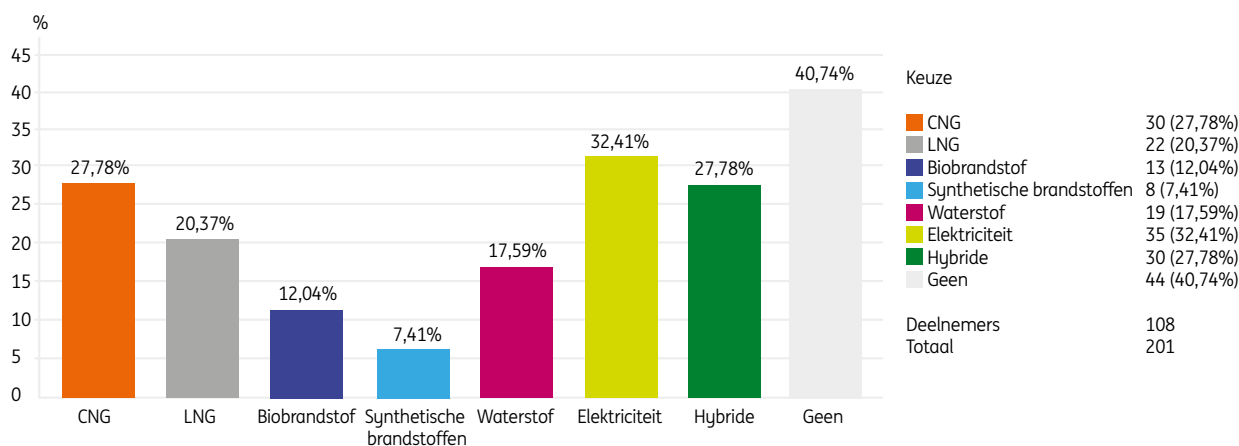


Fig. 38: kennis alternatieve aandrijvingen

Daarom ook geven veel ondervraagden aan informatie te willen krijgen over de technologieën, de toepassingen ervan, het beleid en de langetermijnkosten van de investeringen.

## 4 | Motivaties en belemmeringen voor investeringen

Als wij de beweegredenen van de actoren nader analyseren, komen vijf elementen, vaak gecombineerd, duidelijk naar voren:

- De wens om een **ecologisch verantwoorde aanpak** te hanteren
- De wens om te zorgen voor een **economisch rendement** van de verrichte investering, hetzij door betere prestaties, hetzij door fiscale stimulansen
- De noodzaak om te zorgen voor **organisatorisch en operationeel gemak**, met inbegrip van de behoefte aan voldoende brandstofbevoorradingspunten, maar ook de verspreiding van praktijken tussen soortgelijke organisaties
- De noodzaak om te voldoen aan bepaalde **voorschriften** rond bijvoorbeeld lage emissiezones
- De noodzaak om het **merkimago** van de onderneming te verbeteren door zich in te zetten voor een ecologisch verantwoorde aanpak.

De enquête geeft aan dat een milieubewuste aanpak slechts effectief is als die gepaard gaat met voldoende economische rentabiliteit. Dat wordt bevestigd door de drie belangrijkste obstakels die door de spelers naar voren zijn gebracht:

- De **kosten**, of het nu gaat om de aanschaf van het voertuig, de rentabiliteit van de investering of de opleiding
- Het beperkte aantal **laad- en tankstations**
- De overeenstemming tussen de gebruikte technologie en de **organisatorische behoeften** van het bedrijf

Dat laatste punt verdient bijzondere aandacht, aangezien de deelnemers aan de enquête wijzen op de noodzaak om verstoringen van bedrijfsoperaties die van invloed zouden zijn op de rentabiliteit, zoveel mogelijk te beperken.

Dat is des te belangrijker in een sector waar de marges al zeer laag zijn en waar klanten relatief weinig bereid lijken om een hogere prijs te betalen voor een groenere aanpak. De deelnemers ervaren onzekerheid rond de rol van de overheid en zelfs een gebrek aan vooruitzichten op dat vlak, met name op fiscaal gebied. Dat belet de respondenten een algemene financiële analyse uit te voeren.

Welke van deze beweegredenen is voor uw organisatie het belangrijkste?

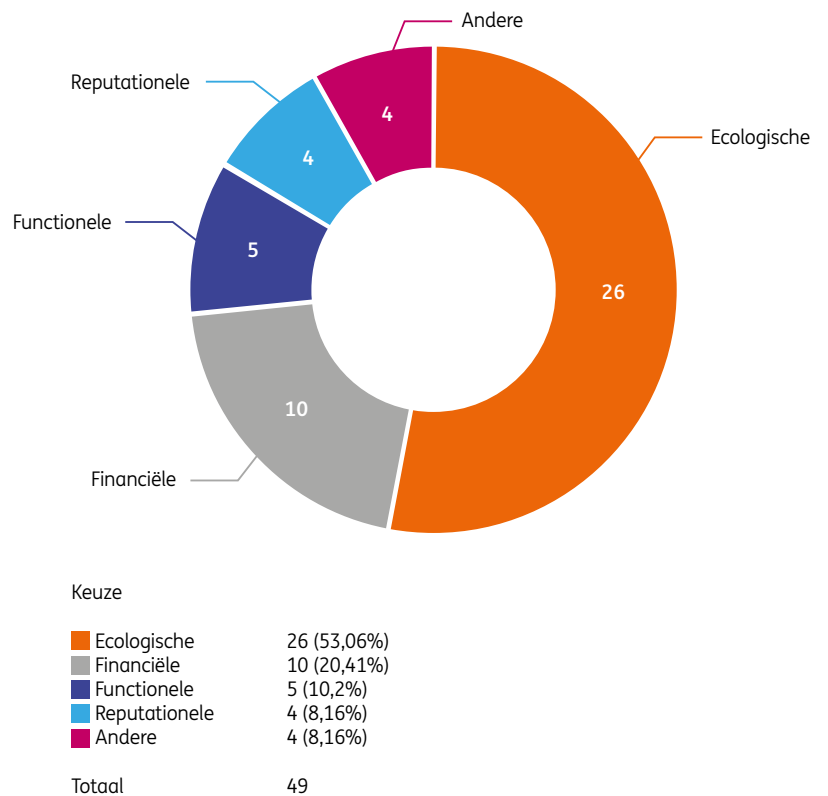


Fig. 39: motivatie vergroening

## 5 | Beslissingsfactoren voor investeringen in alternatieve aandrijvingen

De beslissingsfactoren voor investeringen in alternatieve aandrijfsystemen kunnen als volgt worden samengevat:

- Kosten en TCO: de prijs en de mogelijke belastingaftrek zijn de twee belangrijkste elementen voor de meeste respondenten. De respondenten zijn van mening dat de extra kosten bij alternatieve aandrijvingen door de overheid kunnen worden gedekt.
- De praktische bruikbaarheid van deze voertuigen: de grootste zorg is hier de autonomie van de voertuigen, maar ook hun betrouwbaarheid en veiligheid. Sociaal-economische aspecten: in dit verband worden het ontplooiën van sociaal verantwoordelijke activiteiten, beoordelingen op beoordelingsplatforms en het verkrijgen van milieucertificaten (zoals bijvoorbeeld Lean & Green) als de belangrijkste aspecten genoemd.
- Politieke aspecten: het optreden van de overheid wordt gezien als een potentiële stimulant, met name via openbare aanbestedingen. Op een ander niveau (en zoals reeds vermeld) wordt de tussenkomst van de overheid bij de dekking van de extra kosten belangrijk geacht.
- Milieuaspecten: vermindering van broeikasgassen en fijne stofdeeltjes wordt als het belangrijkste aspect genoemd, gevolgd door de vermindering van lawaai.



## 6 | Complexe en organisatiespecifieke investeringen

De enquête geeft aan dat de ondervraagde actoren zich ervan bewust zijn dat ze in de toekomst niet één type aandrijving, maar van mix van technologieën zullen gebruiken. De gekozen technologie zal afgestemd moeten worden op het gebruik.

Het is duidelijk dat de keuze van de technologieën multifactorieel zal zijn. De keuze zal bepaald worden door een gedetailleerde benadering van de behoeften van de onderneming en haar activiteit.

Drie factoren zullen de investeringskeuze sturen:

- de categorie van het voertuig
- zijn actieradius
- de timing van de investering

Zo zou elektriciteit zijn weg in de eerste plaats kunnen vinden voor het vervoer van goederen en personen in stedelijke gebieden met een korte actieradius en veel tussenstops, terwijl waterstof op lange termijn de voorkeur zou genieten voor zwaar vervoer met veel tussenstops of voor het afleggen van lange afstanden.

---

Voordat dit punt wordt bereikt, wordt LNG door veel deelnemers gezien als een tussenstap.

Ten slotte roepen ook biobrandstoffen en synthetische brandstoffen vragen op, met name omdat zij gedeeltelijk op basis van palmolie worden geproduceerd, wat als minder ecologisch verantwoorde aanpak wordt beschouwd.



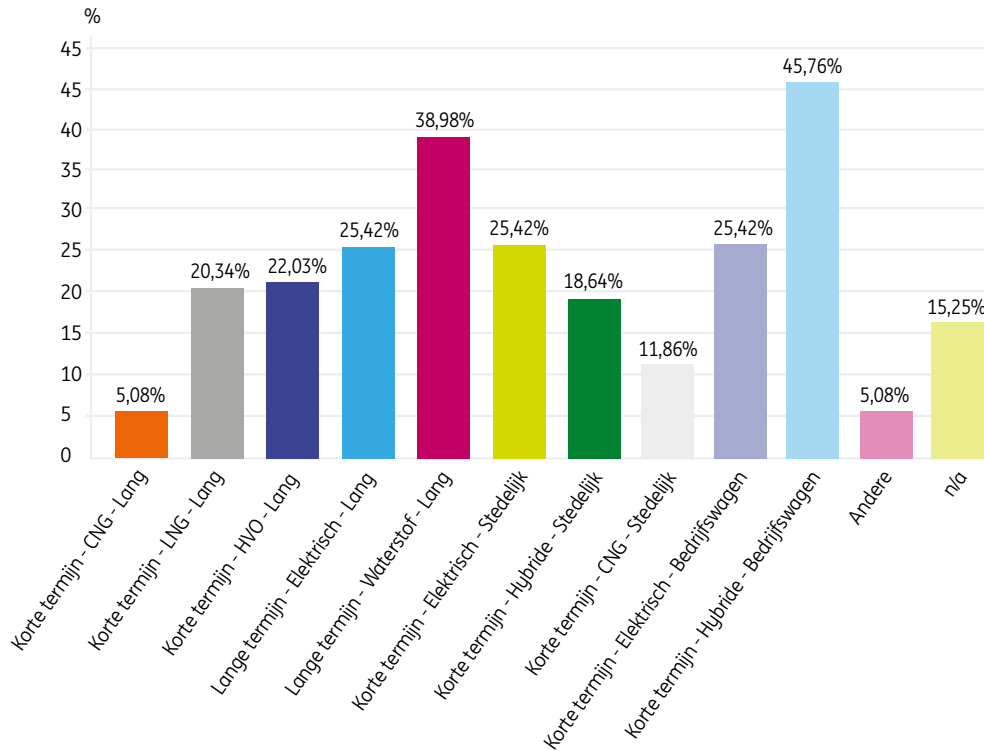
Het merendeel van de deelnemers geeft aan voor eind 2024 te willen investeren in deze nieuwe aandrijfsystemen.



Welke van de volgende voorstellen lijken u relevant in verband met

- de categorie van het voertuig
- de actieradius
- het tijdsbestek van de investering (korte of lange termijn)?

(meerdere antwoorden mogelijk)



Keuze

Korte termijn - CNG - Lang	3 (5,08%)
Korte termijn - LNG - Lang	12 (20,34%)
Korte termijn - HVO - Lang	13 (22,03%)
Lange termijn - Elektrisch - Lang	15 (25,42%)
Lange termijn - Waterstof - Lang	23 (38,98%)
Korte termijn - Elektrisch - Stedelijk	15 (25,42%)
Korte termijn - Hybride - Stedelijk	11 (18,64%)
Korte termijn - CNG - Stedelijk	7 (11,86%)
Korte termijn - Elektrisch - Bedrijfswagen	15 (25,42%)
Korte termijn - Hybride - Bedrijfswagen	27 (45,76%)
Andere	3 (5,08%)
n/a	9 (15,25%)

Deelnemers 59  
Totaal 153

Fig. 40: investeringsintentie

## 7 | De sleutelrol van de overheid

Ten slotte hebben de deelnemers van de enquête, zoals reeds vermeld, gewezen op het belang van het optreden van de overheid bij de invoering van alternatieve aandrijvingen. De autoriteiten beschikken namelijk over hefboomen die, indien zij zorgvuldig en in overleg met de sector worden geactiveerd, een zeer aanzienlijke impact kunnen hebben. De voornaamste conclusies luiden als volgt:

- De dwingende noodzaak om een langetermijnvisie te ontwikkelen in samenhang met de besluiten die op Europees, federaal en regionaal niveau worden genomen, met name op het gebied van belastingen.
- De invoering van een specifiek belastingstelsel dat de vergroening van de transportvloot ondersteunt.
- De toekenning van financiële stimulansen waarmee de actoren extra kosten kunnen compenseren.
- De financiering van onderzoeksprojecten inzake alternatieve aandrijving.
- De toevoeging van specifieke clausules in overheidscontracten.
- De invoering van bepalingen die het mogelijk maken de extra kosten te laten dragen door alle spelers in de waardeketen en niet alleen door de transport- en logistieke sector.
- Investeringsinfrastructuur.
- De wens tot mentaliteitsverandering bij de overheid in de richting van meer flexibiliteit en wendbaarheid.
- Een grotere aantrekkelijkheid van de transport- en logistieke sector als bron van werkgelegenheid.

## Wat denkt de sector?

### Waarom investeert u nu al in alternatieve technologieën?

“In de eerste plaats is het belangrijk dat we de CO2-impact van onze sector kunnen verminderen.

Dan is er het concurrentievoordeel. Wij zien een groeiende vraag van klanten naar meer duurzame oplossingen. Daarom is het belangrijk aan deze vraag te kunnen voldoen door duurzame alternatieven aan te bieden.

Ten slotte is het niet wanneer er verkeersbeperkingen of -verboden zijn dat we moeten gaan nadenken over alternatieven. We moeten nu testen om een goede kennis en een rendement op lange termijn te hebben. Wij beschikken momenteel nog niet over voldoende kennis van de nieuwe technologieën wat betreft hun betrouwbaarheid, hun reële kosten en CO2-emissies. Het is daarom belangrijk deze kennis te verwerven om niet te snel een technologie te kiezen die misschien niet de beste oplossing is.”



**Pierre Van Mieghem**  
Van Mieghem Logistics

“Door de zware investeringslast zullen we voorlopig geen economisch voordeel uit investeringen in alternatieve brandstoffen halen. Daarnaast gaan nieuwe technologieën steeds gepaard met kinderziektes waarmee onze medewerkers en klanten geconfronteerd worden.

Het is vanzelfsprekend de bedoeling als transportbedrijf om economisch te kunnen overleven, maar daarnaast hebben we als bedrijf een maatschappelijke verantwoordelijkheid. Onze voornaamste drijfveer is om een steentje bij te dragen aan de globale daling van de CO2-uitstoot en anderen te stimuleren dit voorbeeld te volgen.”

**Benny Smets**  
Ninatrans



### Verwacht u meer of specifieke steun vanuit de markt om uw duurzame inspanningen te belonen?

“Niet elke verlader is bereid om meer te betalen voor duurzaam transport. Tijdens de pandemie is die bereidheid zelfs verder afgenomen.

Het belangrijkste voor mij is dat er naar het grotere plaatje gekeken wordt. Wegtransport is een onderdeel van de volledige supply chain, met andere woorden slechts één aspect om naar een duurzamere economie te evolueren. Als men de gehele keten als één project ziet, dan moeten duurzamere, duurdere voertuigen en alternatieve modi zeker mogelijk zijn.”



**Filip De Clercq**  
Gilbert De Clercq



### III. Vooruitblik

#### 1 | Korte termijn (tot 2026)

Onmiddellijk beschikbare oplossingen in functie van Total Cost of Ownership (TCO) en business case: CNG/LNG of HVO

Probleem met deze technologieën: zeer beperkte duurzaamheidsimpact of ethisch betwistbaar in geval HVO

Keuze voor alternatieven case per case (corridors, inzettingsgebied...)

Extra financiële ondersteuning door directe subsidie of verlaging heffingen kan de beslissing naar een alternatieve technologie ondersteunen, maar wordt vooral gezien als een extra. De TCO-oefening staat bij voorkeur op zichzelf al sterk, onder andere vanwege het onzekere wettelijke kader (en de financiële steun)

Early adaptors van echt vernieuwende technologieën doen dit vanuit een pionierende rol en vanuit ethisch ondernemerschap

Afbouw subsidiemaatregelen voor traditionele initiatieven ingezet (Vlaanderen CNG/LNG) of beperkt in tijd (2021: Nederland, 2022: Wallonië, 2023: Duitsland)

Sterke push voor uitbouw alternatieve brandstofnetwerken (waterstof)

EU zet in op onderzoek voor zowel BEV (Battery Electric Vehicles) als voor FCEV (Fuel Cell Electric Vehicles). BEV's krijgen de voorkeur voor lichter en korter transport, FCEV's voor zwaarder en lang transport. Fuel for the Future bevestigt deze keuze.

Verschillende constructeurs (OEM's) profileren zich op verschillende manieren wat betreft de publieke technologiekeuze voor emissievrij zwaar transport. Enerzijds zijn er OEM's die de EU-lijn onderschrijven, anderzijds zijn er OEM's die op BEV inzetten. Deze OEM's houden toch de voeling met beide technologieën, hetzij via de groep waartoe ze behoren, hetzij door hun betrokkenheid in consortia.

## 2 | Middellange termijn (tot 2032)

Uitbouw alternatieve brandstofnetwerken

Verdere ontwikkeling batterijtechnologie

Effectieve standaardisering laad- en tanksystemen

Technologiekeuze in functie van toepassings- en inzettingsgebied van de voertuigen en de modus operandi energievoorziening en onderhoud – nog steeds business case per business case

Er komt een effectieve kostprijs verbonden aan het uitstoten van broeikasgassen die steeds duurder wordt. De eerste stappen worden in Duitsland gezet, maar een vorm van Europese koolstoftaks is niet langer ondenkbaar. Eind april 21 bevestigde de Europese Commissie de intentie ook voor de bouw- en transportsector een emissierechtensysteem te willen opzetten.

Zal de EU subsidiering van wegtransport opnieuw stimuleren om een effectieve transitie naar emissievrij transport te realiseren? Ook de vele onderaannemers en kmo's moeten mee.

## 3 | Lange termijn (vanaf 2032)

Uit de markt “prijzen” van traditionele fossiele brandstoffen

Hoe matuur zal de batterij-elektrische technologie zijn voor langere afstanden?

Zal de verdere en grootschalige toepassing van autonome voertuigen elektrificatiegraad en modus operandi beïnvloeden?

Wat zal het hefboomeffect zijn van de energietransitie naar vloeibare waterstof in de luchtvaart op het wegtransport?

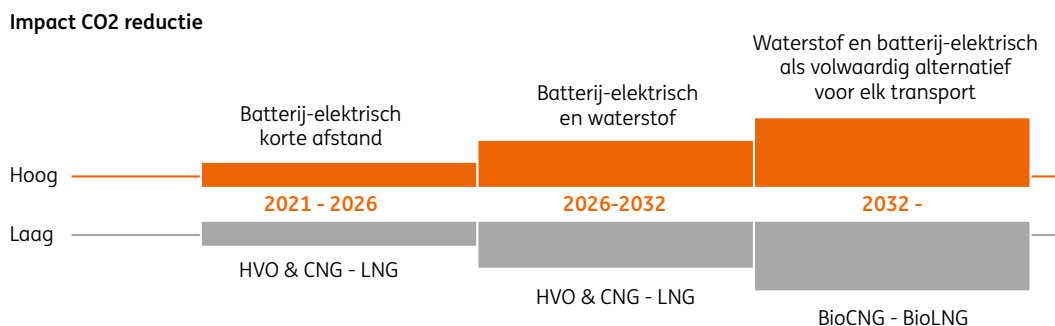


Fig. 41: Tijdlijn alternatieve technologieën



