

WAT IS DE CO₂-UITSTOOT EN DE ENERGIE-EFFICIENTIË VAN BATTERIJ EN BRANDSTOFCEL ELEKTRISCHE VOERTUIGEN?



© Merlin Meunice

brussel
herademt
.brussels 

September 2024

Het wegverkeer is één van de voornaamste bronnen van luchtvervuiling en broeikasgassen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. In 2021 was het wegverkeer verantwoordelijk voor 53% van de stikstofuitstoot (NO_x) en 21% van de uitstoot van fijn stof. Het transport is ook één van de grootste bronnen van broeikasgasuitstoot: in 2021 was het goed voor 23% van de totale uitstoot van koolstofdioxide (CO₂) in Brussel en die uitstoot is sinds 1990 zo goed als constant gebleven¹, terwijl veel andere sectoren dit wisten te verminderen².

Om een gezonde leefomgeving tot stand te brengen en de mobiliteit koolstofvrij te maken, voorziet het Gewestelijk mobiliteitsplan Good Move³ de 'modal shift' naar openbaar vervoer, fietsen en stappen. De 'Low Emission Mobility Roadmap'⁴ voorziet dan weer de elektrificatie van voertuigen met aandacht voor een energietransitiebeleid. Het doel is om hernieuwbare (groene) energie te gebruiken om batterij elektrische voertuigen (BEVs) op te laden. Dit kan in de praktijk worden verwezenlijkt met 'slim laden' om de congestie van het elektriciteitsnetwerk zoveel mogelijk te beperken, en om maximaal gebruik te maken van lokaal opgewekte hernieuwbare energie. Een ander belangrijk aspect van dit beleid is het hergebruiken of recyclen van EV-batterijen.

De Levenscyclusanalyse (LCA) is een instrument om de milieuprestaties en het verbruik van grondstoffen van een product gedurende de hele levenscyclus te evalueren. In een studie voor de uitstap uit verbrandingsmotoren in het Brussel Gewest (2020), wordt aan de hand van een LCA gekeken naar de milieu-effecten van verschillende technologieën voor personenwagens. Ook wordt een vergelijking tussen BEV's en brandstofcel elektrische voertuigen (Fuel Cell Electric Vehicles - FCEV's) besproken wat betreft hun effect op de klimaatverandering en de energie-efficiëntie. De belangrijkste conclusies van deze vergelijking worden in deze fact sheet gepresenteerd⁵.

De milieuprestaties van een BEV zijn afhankelijk van de gebruikte energiebron om elektriciteit te produceren. In Figuur 1 wordt een vergelijking getoond tussen de impact in gram CO₂ per gereden kilometer voor een personenwagen op diesel en een batterij elektrisch voertuig dat telkens met een andere elektriciteitsmix wordt geladen. Een BEV dat wordt aangedreven met hernieuwbare elektriciteit heeft een milieu-effect dat veel kleiner is dan een BEV aangedreven met elektriciteit op basis van aardgas of aardolie.

¹ In 2020 was er echter wel een sterke daling van -25% t.o.v. 2019 omwille van de COVID-19 pandemie.

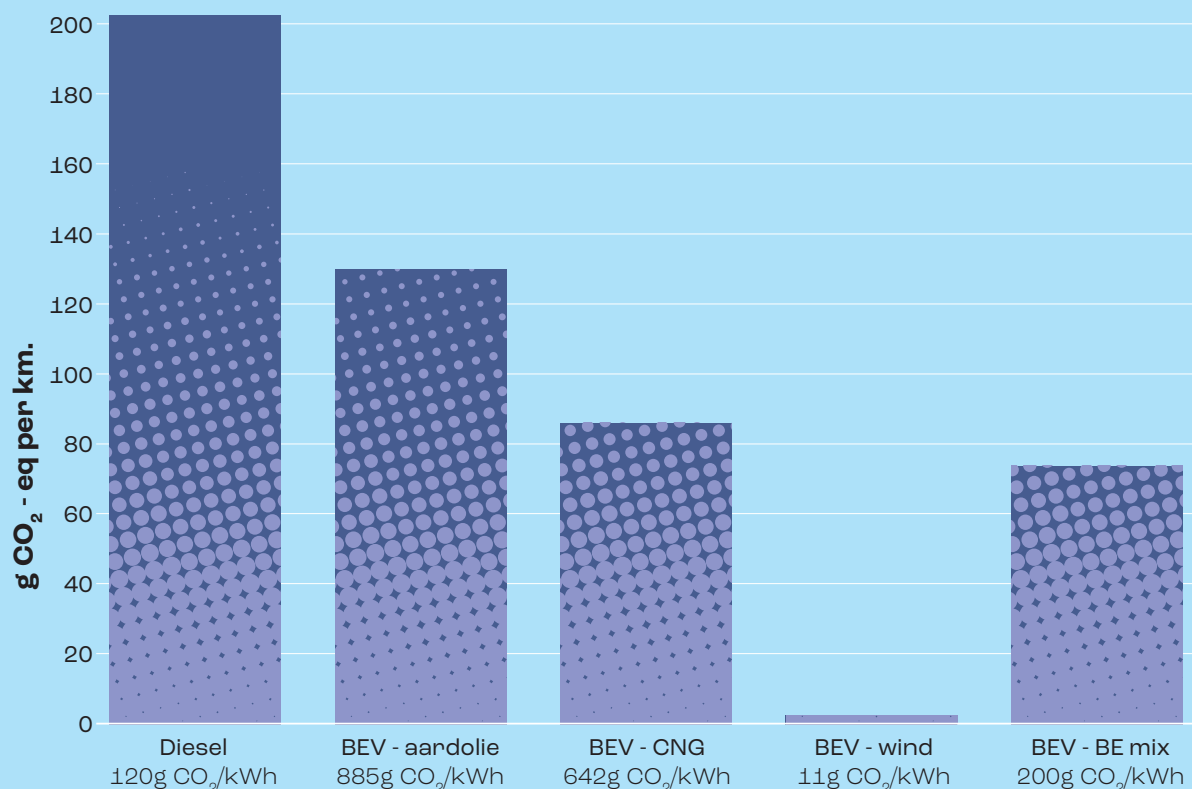
² <https://leefmilieu.brussels/burgers/onze-acties/gewestelijke-plannen-en-beleid/low-emission-mobilite-de-lucht-gezonder-maken-door-het-aantal-vervuilende-voertuigen-te-beperken>

³ <https://mobilite-mobiliteit.brussels/nl/good-move>

⁴ https://leefmilieu.brussels/sites/default/files/2022-09/BE_roadMap_NL_final_MD.pdf

⁵ https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/C1200_Volet_1_Partie_1_Technologie.pdf

Elektriciteitsproductie



Figuur 1: Emissies voor verschillende bronnen van elektriciteitsproductie met bijhorende CO₂-intensiteit (in g CO₂/kWh), de staafdiagrammen tonen de CO₂-uitstoot per gereden kilometer⁶

Afhankelijk van de oplaadtijd heeft de BEV een verschillende koolstofvoetafdruk. Het is dus mogelijk om de uitstoot te minimaliseren door de laadtijd te beheren. Als een voertuig bijvoorbeeld tijdens de piekuren wordt opgeladen, bevat de elektriciteitsmix relatief meer elektriciteit op basis van fossiele brandstoffen dan op andere tijdstippen als gevolg van de grote vraag en de grote schommelingen qua belasting op het elektriciteitsnet. Door de laadbeurten van BEVs te verschuiven naar perioden met een overschot aan hernieuwbare elektriciteit, kunnen elektrische voertuigen de grotere integratie van hernieuwbare energie ondersteunen (principe van 'slim laden').

Een andere alternatieve brandstof die wordt overwogen om personenwagens koolstofvrij te maken is waterstof.

Brandstofcel elektrische voertuigen (FCEV) gebruiken een brandstofcel waarin waterstof wordt omgezet in elektriciteit en waterdamp om het voertuig aan te drijven. Hiervoor doet het beroep op waterstof dat onder hoge druk wordt opgeslagen in tanks. We kunnen waterstofvoertuigen als "zero directe emissies" beschouwen, aangezien ze tijdens het gebruik (of Tank-to-Wheel, TTW-gedeelte) geen emissies veroorzaken aan de uitlaat (ander dan waterdamp). Wat het Well-to-Tank-gedeelte betreft, hangt de impact sterk af van hoe waterstof geproduceerd wordt. Zo wordt waterstof vandaag bijna uitsluitend aangemaakt op basis van fossiel aardgas ("grijze waterstof"). FCEVs hebben voorlopig een vergelijkbare klimaatimpact als de conventionele voertuigen, aangezien ongeveer 95% van de waterstofproductie in Europa gebeurt op basis van aardgas⁷.

⁶ <https://te-cdn.ams3.digitaloceanspaces.com/files/TE20-20draft20report20v04.pdf> and https://www.researchgate.net/publication/264894415_Environmental_impacts_of_hybrid_plug-in_hybrid_and_battery_electric_vehicles-what_can_we_learn_from_life_cycle_assessment

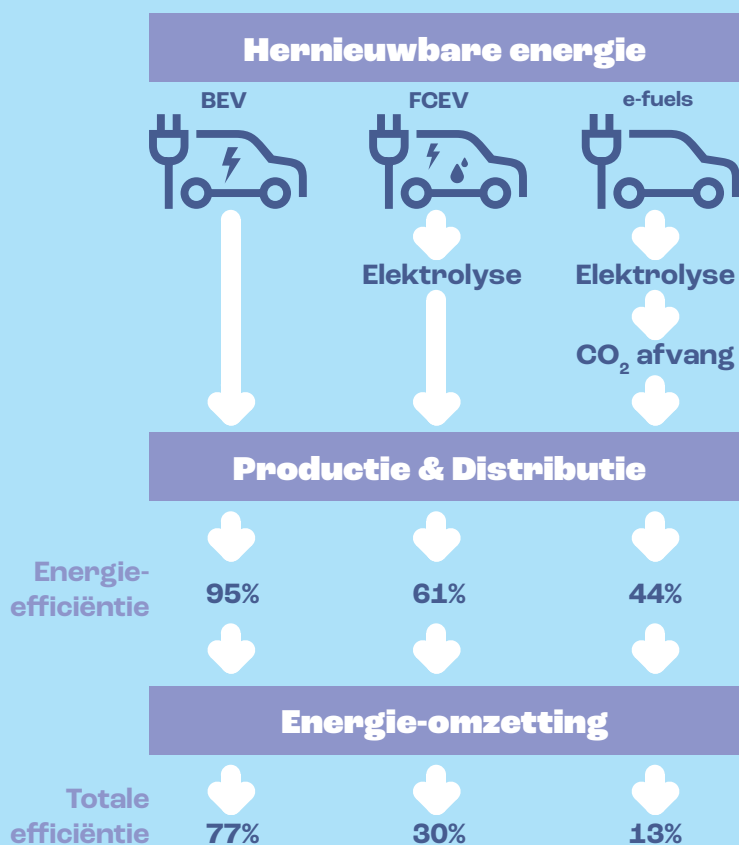
⁷ De rol van gasvormige energiedragers in een klimaatneutraal België (2020). FOD Economie, K/M/O., Middenstand en Energie.

Een duurzamere waterstofproductie is mogelijk indien gebruik gemaakt wordt van hernieuwbare energie om via elektrolyse water te splitsen in waterstof- en zuurstofgas ("groene waterstof"). Deze "groene" waterstof heeft dus geen CO₂-impact veroorzaakt tijdens de productie, al is elektrolyse een energie-intensief proces en is het eindproduct aanzienlijk duurder dan "grijze" waterstof. Een bijkomende optie bij conventionele waterstofproductie is het afvangen van vrijgekomen CO₂ en het opslaan ervan, bijvoorbeeld ondergronds. Voor deze "blauwe" waterstof doet men dus beroep op CO₂-afvang.

Brandstofcel elektrische voertuigen hebben theoretisch gezien een aantal voordelen ten opzichte van batterij elektrische voertuigen. Ten eerste heeft waterstof als energiedrager, wanneer het onder zeer grote druk gecomprimeerd wordt, een hogere energiedichtheid dan de huidige generatie batterijen. Op systeemniveau komt dit echter maar gedeeltelijk tot uiting omdat een waterstoftank veel ruimte in beslag neemt en dit voertuig ook nog steeds een batterij nodig heeft. Zo kunnen personenwagens met die technologie momenteel 'slechts' zo'n 6 kg waterstof meenemen, al laat dit wel toe om zo'n 500-600 km ver te kunnen rijden. Dat is meer dan wat men met bepaalde batterij elektrische modellen (400-450 km) kan afleggen met één laadbeurt, al blijft het verschil bescheiden omwille van een lagere Tank-to-Wheel efficiëntie van de brandstofcel (zo'n 40% t.o.v. 70% voor BEVs). Ten tweede is de tanksnelheid vergelijkbaar met die van personenwagens op benzine of diesel, wat de operationele impact bij vervanging van bestaande benzine- en dieselveertuigen beperkt.

Die tanksnelheid is echter relatief aangezien de nodige infrastructuur nog niet op grootschaal beschikbaar is. Bovendien is het niet evident om in een stedelijke context geschikte locaties te vinden voor deze tankinfrastructuur omwille van de veiligheidsvoorschriften omtrent waterstofopslag. Daartegenover staat dat de efficiëntie bij de opwekking van waterstof voor voertuigen 2,6 maal lager ligt dan wanneer elektriciteit gebruikt wordt voor het laden van BEVs.

Waterstof kan eveneens worden toegepast om zogenaamde synthetische brandstoffen ("e-fuels") te ontwikkelen. Hierbij worden met behulp van ingewikkelde chemische processen waterstofatomen gebonden aan koolstofatomen. In het beste geval wordt het waterstof hier via hernieuwbare energie gewonnen uit de elektrolyse van water, terwijl de koolstofatomen worden afgevangen van industriële activiteiten (CO₂-afvang). Door de aanzienlijke inefficiënties in de tussenstappen om van waterstof tot een e-fuel te komen in de Well-to-Tank fase, alsook de verbranding ervan in een (zeer) inefficiënt verbrandingsproces, zal de vergelijking tussen het rechtstreeks aanwenden van hernieuwbare energie in een BEV en het gebruik ervan om via ingewikkelde en dure processen tot waterstof of een synthetische brandstof te komen, al snel in het voordeel van het batterij elektrisch voertuig spelen. Zo zal de rechtstreekse toepassing van de energie in een BEV twee - tot viermaal meer energie-efficiënt zijn tegenover het gebruik van waterstof of synthetische brandstoffen. Dit zien we grafisch voorgesteld in Figuur 2. Het effect van deze inefficiëntie is dat er twee - tot viermaal meer windturbines en/of zonnepanelen zouden moeten gebouwd worden.



Figuur 2: Vergelijking tussen verschillende voertuigtechnologieën startende van hernieuwbare elektriciteit, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen directe toepassing ervan in een batterij elektrisch voertuig (BEV), de toepassing ervan voor elektrolyse van water tot waterstof in een brandstofcel elektrisch voertuig (FCEV) en de toepassing ervan voor de productie van synthetische brandstoffen (e-fuels): gebaseerd op Earl, T (2018).

Figuur 3 laat zien hoeveel extra hernieuwbare elektriciteit nodig zal zijn om het Europese personenwagenpark in 2050 van BEV's, FCEV's en e-fuels te voorzien. De vergelijking in percentage met de elektriciteitsopwekking in de EU in 2015 (3.234 TWh) is ook aangegeven⁸.

BEVs hebben een aanzienlijk hogere energie-efficiëntie dan FCEV's of e-fuels bij personenwagens. De verwachting is dat in de toekomst de impact van de productie van onderdelen van elektrische voertuigen kan worden verbeterd. Samen met een groeiend aandeel hernieuwbare elektriciteit kan het effect van een BEV-persoonswagen op de klimaatverandering verder worden verlaagd.

Waterstof wordt momenteel reeds in beperkte mate toegepast in bussen, heftrucks, vuilniswagens, vaartuigen en personenwagens. Trucks voor lange-afstandstransport zitten in de ontwikkelingsfase. De voornaamste reden hiervoor is dat lichtere vervoersmiddelen zoals personenwagens eenvoudiger te elektrificeren zijn (BEVs) en we daarom duurzaam geproduceerd waterstof best bewaren voor die sectoren waar dat (nog) niet mogelijk is of waar BEVs moeilijker in te zetten zijn, met name langeafstands (zwaar) transport, lucht- en zeevaart, alsook industrie.



Figuur 3: Aandeel extra hernieuwbare elektriciteit per duurzame mobiliteitstechnologie

⁸ Earl, T. (2016). Roadmap to decarbonising European cars. Transport & Environment.

Meer informatie over de verschillende vervoersmogelijkheden en laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen in het Brussels Gewest, vindt u hier:

- <https://leefmilieu.brussels/burgers/onze-acties/gewestelijke-plannen-en-beleid/low-emission-mobility-de-lucht-gezonder-maken-door-het-aantal-vervuilende-voertuigen-te-beperken?highlight=roadmap>
- <https://electrify.brussels/nl>



brussel
herademt
.brussels 