

Traffic & Transport

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

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

TNO-rapport**TNO 2021 R11987****Aanzet tot een analysekader betreffende de
ingroei en opschaling van elektrische bestel-
en vrachtvoertuigen in de Nederlandse vloot
tot 2040**

Datum	5 november 2021
Auteur(s)	Stephan van Zyl, Geoff Holmes, Maarten Verbeek
Exemplaarnummer	2021-STL-RAP-100342206
Aantal pagina's	90 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	1
Opdrachtgever	Planbureau voor de leefomgeving (PBL)
Projectnaam	Ingroei en opschaling bestel- en vrachtvoertuigen
Projectnummer	060.48200/01.13.01

Alle rechten voorbehouden.

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

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2021 TNO

Samenvatting

Achtergrond

In de jaarlijks gepubliceerde Klimaat- en Energieverkenning (KEV) rapporteert PBL over het gevoerde klimaat- en energiebeleid en de verwachte effecten daarvan in Nederland. Mobiliteit maakt onderdeel uit van deze rapportage. Een belangrijk aandachtspunt in deze ontwikkeling is het ingroeipotentieel van zero-emissie (ZE) aandrijvingen in de logistiek (bestel- en vrachtwagens). Anders dan voor personenauto's bestaat er momenteel geen wagenparkmodel waarmee zich de ingroei van ZE bestel- en vrachtwagens laat modelleren.

Tijdens het maken van de KEV 2021 heeft PBL aan TNO gevraagd om data en inzichten te leveren waarmee de ingroei van ZE bedrijfsvoertuigen kan worden ingeschat uitgaande van vastgestelde en voorgenomen beleidsmaatregelen. In dit project is een eerste aanzet tot een analysekader ontwikkeld betreffende de ingroei en opschaling van elektrische bestel- en vrachtvoertuigen in de Nederlandse vloot tot 2040. Om praktische redenen in de uitvoerbaarheid van dit project is ervoor gekozen de scope van zero-emissie aandrijvingen te beperken tot batterij-elektrische voertuigen (BEVs). Waterstof-elektrische (FCEVs) en plugin-hybride voertuigen (PHEVs) worden hier niet in behandeld.

De aanpak bevat drie stappen:

- **Ontwikkeling van een analysekader** voor het inschatten van het technische ingroeipotentieel van zero-emissie bedrijfsvoertuigen in de Nederlandse vloot.
- **Inventarisatie van geschikte data en inzichten** betreffende de ingroei van zero-emissie bedrijfsvoertuigen.
- **Toepassing van het ontwikkelde analysekader, specifiek voor de Nederlandse beleidscontext**, als onderdeel van de KEV 2021.

Analysekader

Het ontwikkelde analysekader gebruikt drie randvoorwaarden om de ingroei in te schatten: beschikbaarheid, toepasbaarheid en betaalbaarheid van BEV bestel- en vrachtwagens, nu en in de toekomst. De drie randvoorwaarden zijn voor een groot deel afhankelijk van de technologie- en marktontwikkeling van elektrische voertuigen in vergelijking met dieselveertuigen. Belangrijke aspecten waarmee rekening gehouden wordt zijn de energiedichtheid en kosten van batterijen, de ontwikkeling van brandstofprijzen, de beschikbaarheid van voertuigmodellen en de laadstrategie. Daarnaast spelen drie verschillende typen beleid een belangrijke rol: Europese CO₂-emissienormen, nationale (fiscale) stimuleringsmaatregelen en regionaal beleid met name in de vorm van ZE-zones.

In deze studie zijn de drie beleidstypen afzonderlijk van elkaar onderzocht. Het hier gepresenteerde analysekader richt zich primair op de effecten van nationale stimuleringsmaatregelen, zoals de Subsidieregeling Emissieloze Bedrijfsauto's (SEBA) en de introductie van een vrachtwagenheffing met bijbehorende terugsluismaatregelen. Er worden aannames gemaakt voor de ontwikkeling van de drie randvoorwaarden en hoe beleid hierop aangrijpt. Met deze uitgangspunten is het technisch ingroeipotentieel van BEV bedrijfsvoertuigen bepaald voor de jaren 2030, en de jaren daarna.

Belangrijke disclaimer

Het in dit project ontwikkelde analysekader is een eerste aanzet om de ingroei van ZEV bedrijfsvoertuigen in te schatten. De methodiek focust vooralsnog op het technisch potentieel, is (nog) niet gevalideerd met empirische data, heeft beperkingen in zijn opzet en toepassing en is afhankelijk van aannames met grote onzekerheden. De scope van wat in ons analysekader is opgenomen en de beperkingen en onzekerheden worden in dit rapport benoemd. Daarnaast wordt het effect van de in onze berekeningen gebruikte aannames gekwantificeerd met een gevoeligheidsanalyse.

Het in dit project ontwikkelde analysekader neemt de noodzaak van (de ontwikkeling) van een geschikt wagenparkmodel voor bepaling van de ingroei van ZE bedrijfsvoertuigen niet weg.

Technisch potentieel voor de ingroei van elektrische bestelvoertuigen in de KEV 2021

De beschikbaarheid van elektrische bestelvoertuigen in Europa was tot 2020 beperkt tot een aantal merken (meest prominent: Kangoo ZE, Streetscooter, Nissan e-NV200). Sinds 2020 zijn ook grotere bestelvoertuigen elektrisch beschikbaar (zoals de Renault Master ZE en de Volkswagen e-Crafter). Hierdoor neemt de keuze voor de eindgebruiker toe. De actieradius blijft alsnog beperkt tot 250-300 km volgens fabrieksopgave. De voertuigen zullen dan ook niet voor iedere toepassing geschikt zijn. De gemiddelde dagafstand van bestelvoertuigen is weliswaar in de meeste gevallen korter dan 250 km, maar zelfs voor voertuigen die gemiddeld minder dan 250 km rijden varieert de dagelijks gereden afstand in de regel sterk van dag tot dag.

Ook blijven elektrische bestelvoertuigen naar verwachting de komende jaren nog duurder in het gebruik dan dieselveertuigen. In de periode tot 2025 hebben elektrische bestelvoertuigen fiscale voordelen: er is een aanschafsubsidie (tot 10% van de aanschafwaarde) en de voertuigen zijn vrijgesteld van de motorrijtuigenbelasting. Samen kunnen deze maatregelen tot een kostenvoordeel leiden voor elektrische bestelauto's. Als gevolg van de toenemende betaalbaarheid en toepasbaarheid wordt het aandeel BEV bestelwagens in de nieuwverkopen geschat op 10-25% in de jaren 2020 tot 2025. Volgens het analysekader loopt dit aandeel in 2026 terug tot bijna 0%. Reden hiervoor is de afbouw van stimuleringsmaatregelen: Vanaf 2026 geldt er geen MRB-vrijstelling meer voor nul emissie auto's. Ook de subsidieregeling stopt in 2025 (of eerder als het budget van 185 miljoen Euro op is). Na 2026 stijgt het ingroeipotentieel naar verwachting verder als gevolg van afnemende voertuigkosten en verbeteringen in de actieradius. In 2030 is het ingroeipotentieel ca. 30% en in 2040 bijna 90%.

Technisch potentieel voor de ingroei van elektrische vrachtvoertuigen in de KEV 2021

In 2020 zijn er bij vrachtvoertuigen nog nauwelijks toepassingen waarin aan alle drie de randvoorwaarden (met betrekking tot beschikbaarheid, betaalbaarheid en inzetbaarheid) voor het gebruik van BEVs vrachtwagens wordt voldaan. De aanschafprijzen van elektrische vrachtvoertuigen zijn nog relatief hoog en er zijn weinig modellen om uit te kiezen. Ook moeten de ritten goed gepland worden vanwege de beperkte actieradius en de beperkte beschikbaarheid van laadinfrastructuur.

BEVs vrachtwagens worden momenteel dan ook vooral ingezet door partijen die ervaring willen opdoen en inzicht willen krijgen in opschalingsperspectieven.

De afgelopen jaren is er wel veel vooruitgang geboekt. Voertuigen hebben grotere accu's dan enkele jaren geleden (DAF CF-E van 170 naar 350 kWh). De volgende generatie BEVs is weer eens groter (Volvo's FH, FM en FMX Electric bieden accupakketten tot 540 kWh). Bedrijven hebben geleerd om de voertuigen goed in te plannen, waardoor de actieradius in de praktijk ook toeneemt. De productiekosten voor BEVs zijn nog steeds veel hoger dan voor een diesel truck, maar dit komt ook door de kleine schaal waarin ze momenteel worden geproduceerd. Grotere productieaantallen, dalende accukosten en een groeiend aanbod (= meer prijsconcurrentie) zullen naar verwachting de productiekosten laten dalen in de toekomst, al is onzeker hoe snel dit gaat gebeuren. Volgens dit onderzoek zullen BEVs in de tweede helft van dit decennium (tussen 2025 en 2030) met dieselveertuigen kunnen concurreren op TCO.

Rekening houdend met de positieve ontwikkelingen van de randvoorwaarden en de beleidscontext (zoals hierboven geschetst) kan de ingroei van elektrische vrachtvoertuigen snel gaan. In dit rapport worden de aandelen van BEVs in de nieuwverkopen van vrachtwagens geschat op tussen 10% en 30% in 2030. De ingroei is hoger voor lichte vrachtwagens (met gemiddeld kortere dagafstanden) en lager voor zware vrachtwagens (met gemiddeld hogere dagafstanden).

Europees, nationaal en regionaal beleid

Volgens de resultaten in dit onderzoek leiden nationale beleidsmaatregelen (vrachtwagenheffing en terugsluismaatregelen, MRB-vrijstelling voor BEVs) - in combinatie met de verwachte ontwikkelingen in kosten en actieradius van BEVs - tot verkoopaandelen en aantallen die groter zijn dan de aandelen en -aantallen BEVs die nodig zijn voor de 30-40 ZE zones. Dat betekent dat er vanuit voertuigzijde in principe geen harde technische of financiële bezwaren zijn aan de invoering van ZE-zones. Er zijn waarschijnlijk wel beperkingen m.b.t. de beschikbare netcapaciteit en de nodige laadinfrastructuur. Deze zijn echter (nog) niet onderdeel van het analysekader. Belangrijke aspecten om rekening mee te houden zijn lange doorlooptijden voor netverzwaring, en ruimtelijke beperkingen (vooral in steden).

De nationale beleidsmaatregelen - in combinatie met de verwachte ontwikkelingen in kosten en actieradius van BEVs - leiden tot hogere BEVs- verkoopaandelen dan nodig zijn voor het halen van de huidige Europese CO₂-normen voor bestel- en vrachtwagens in 2025 en 2030. Dit levert een indicatie dat het haalbaar is om die normen in het kader van *fit-for-55* stevig aan te scherpen.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Inleiding	7
1.1	Aanleiding	7
1.2	Doelstelling	7
1.3	Scope van het ontwikkelde analysekader en de toepassing specifiek voor de KEV 2021	8
1.4	Aanpak	9
1.5	Leeswijzer	11
2	Analysekader en methodiekontwikkeling	13
2.1	Inleiding	13
2.2	Beschrijving van het analysekader	13
2.3	Beperkingen en onzekerheden van het analysekader	17
2.4	Gevoeligheidsanalyse	21
3	Analyse van data met betrekking tot de beschikbaarheid - Historische marktontwikkeling van BEVs in Europa en Nederland	23
3.1	Inleiding	23
3.2	Lichte bedrijfsvoertuigen (LCVs)	23
3.3	Zware bedrijfsvoertuigen (HDVs)	32
3.4	Vraag naar batterijen en beschikbare productiecapaciteit voor elektrische voertuigen	36
3.5	Samenvatting van de historische marktontwikkelingen in Europa en Nederland ...	37
3.6	Beschikbaarheid van BEV bestel- en vrachtvoertuigen in de toekomst	38
4	Analyse van data met betrekking tot de toepasbaarheid - Huidige inzichten in het praktijkverbruik en de actieradius van BEVs	39
4.1	Inleiding	39
4.2	Praktijkverbruik	39
4.3	Actieradius	39
5	Analyse van data met betrekking tot de betaalbaarheid: Uitgangspunten voor de projectie van de productiekosten van elektrische bedrijfsvoertuigen	41
5.1	Inleiding	41
5.2	Projectie van de energiedichtheid van batterijen en de accucapaciteit	41
5.3	Projectie batterijkosten en productiekosten	44
5.4	Samenvatting uitgangspunten	49
6	Technisch potentieel voor de ingroei van elektrische bedrijfsvoertuigen in Nederland	50
6.1	Inleiding	50
6.2	Lichte bedrijfsvoertuigen (LCVs)	50
6.3	Zware bedrijfsvoertuigen (HDVs)	58
6.4	Samenvatting van de resultaten	69
7	Samenvattende vergelijking van de resultaten met de impact van Europees, nationaal en regionaal beleid	71
7.1	Inleiding	71

7.2	Europees beleid: CO ₂ -emissie eisen en mogelijke aanscherping ervan.....	71
7.3	Nationaal beleid: Subsidies, tarieven en fiscaliteit	73
7.4	Regionaal beleid: Impact van ZE zones op behoefte aan ZE voertuigen in Nederland	73
7.5	Synthese en vergelijking van Europees, nationaal en regionaal beleid	76
8	Conclusies.....	78
9	Bibliografie	80
10	Ondertekening	83

Bijlage(n)

A Beleidscontext in de KEV 2021

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In de jaarlijks gepubliceerde Klimaat- en Energieverkenning (KEV) rapporteert PBL over het gevoerde klimaat- en energiebeleid en de verwachte effecten daarvan in Nederland. Mobiliteit maakt onderdeel uit van deze rapportage. Vanwege de energietransitie in mobiliteit zal de energiebehoefte van de sector sterk veranderen in zowel hoeveelheid als type energiedragers.

Een belangrijk aandachtspunt in deze ontwikkeling is het ingroeipotentieel van zero-emissie (ZE) aandrijvingen in de logistiek (bestel- en vrachtauto's). Er bestaat momenteel geen officieel analysekader voor het maken van dergelijke ramingen. Terwijl de vraag heel actueel is in de KEV2021 is de behoefte aan een dergelijk analysekader breder en langduriger. Ook de volgende jaren zal er in de KEV behoefte zijn om nieuwe inzichten of aanpassingen in het beleid te kunnen verwerken tot inschattingen van het ingroeipotentieel van ZE aandrijvingen. Het verwachte ingroeipotentieel heeft naast de WLO ook invloed op het Nederlandse beleid rond infrastructuur (AFID richtlijn). Ook voor het doorrekenen van verkiezingsprogramma's is er een analysekader nodig.

PBL heeft TNO gevraagd om inzichten te leveren waarmee de groei van zero-emissie bedrijfsvoertuigen kan worden ingeschat uitgaande van vastgesteld en voorgenomen beleidsmaatregelen.

1.2 Doelstelling

Het primaire doel van dit project is een raming van het technische potentieel voor de groei van zero-emissie bedrijfsvoertuigen in de Nederlandse vloot op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid.

Er bestaat op dit moment geen officieel analysekader om een dergelijke raming te maken. Verder ontbreekt het aan een brede inventarisatie van geschikte data en inzichten van de Europese en Nederlandse vlootontwikkeling, ervaringen met elektrische aandrijflijnen in de praktijk en de impact van beleidsmaatregelen.

Dit project maakt een eerste stap in de ontwikkeling van een analysekader en de inventarisatie van relevante data en inzichten.

De subdoelen zijn driedig:

1. **Ontwikkeling van een analysekader** in het algemeen voor het inschatten van het technische ingroeipotentieel van zero-emissie bedrijfsvoertuigen in de Nederlandse vloot. Onderdelen van dit vraagstuk betreffen de beschikbaarheid, betaalbaarheid en toepasbaarheid van zero-emissie bedrijfsvoertuigen.
2. **Inventarisatie van geschikte data en inzichten** betreffende de groei van zero-emissie bedrijfsvoertuigen. Dit betreft bijvoorbeeld het verbruik en de actieradius, maar ook een analyse van trends rondom de technologie- en marktontwikkeling in Europa en Nederland specifiek.

3. **Toepassing van het ontwikkelde analysekader, specifiek voor het Nederlandse beleidscontext** als onderdeel van de KEV 2021.

Er worden inschattingen gemaakt van de ingroeisnelheid van zero-emissie bedrijfsvoertuigen in de periode van 2020 tot 2040, uitgaande van vastgesteld en voorgenomen beleid.

De inschattingen die in dit rapport gemaakt worden over de ingroeisnelheid van zero-emissie voertuigen in de toekomst is per definitie onzeker. Het analysekader is niet gevalideerd aan hand van praktijkdata. Verder kunnen de aannames sterk variëren van de praktijk. De resultaten zijn dus ook niet als verwachte waarheden te interpreteren, maar geven een eerste indruk van de bandbreedte van het ingroei (output) op basis van staand beleid (input).

1.3 **Scope van het ontwikkelde analysekader en de toepassing specifiek voor de KEV 2021**

Het analysekader richt zicht op zero-emissie bedrijfsvoertuigen. Personenauto's vallen hier niet onder.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen lichte bedrijfsvoertuigen (bestelwagens) en zware bedrijfsvoertuigen (vrachtwagens en trekker-oplegger). Volgens de CBS definitie vallen onder bedrijfsvoertuigen ook bussen en speciale voertuigen. Deze zijn niet meegenomen in de analyse.

De focus ligt op BEVs, maar het analysekader kan worden uitgebreid naar andere ZEVs.

In dit project is gekozen voor een focus op batterij-elektrische voertuigen (BEVs). Hoewel brandstofcel-elektrische (FCEV) en plug-in hybride-elektrische (PHEVs) voertuigen ook subcategorieën van zero-emissie voertuigen (ZEV) zijn, is hier in vergelijking met BEVs nog weinig praktijkervaring mee opgedaan. Het is te verwachten dat de inzet van ZEVs de komende jaren vooral in de stedelijke distributie toeneemt. De beperkte actieradius van BEVs is hier minder precair dan in het langeafstandsvervoer, waar waterstof (FCEVs of H₂-ICE¹) waarschijnlijk een belangrijkere rol zal kunnen spelen.

Ingroei BEV houdt rekening met rationele beslissingen van de eindgebruiker. Overige gedragsaspecten worden niet meegenomen.

In dit project wordt uitgegaan van drie randvoorwaarden die essentieel zijn in de aanschafkeuze van logistieke dienstverleners en ondernemers: beschikbaarheid, betaalbaarheid en betrouwbaarheid (toepasbaarheid). Volgens deze hypothese zal een gebruikersgroep een overstap maken naar BEVs als alle drie randvoorwaarden positief kwalificeren. Het berekende effect noemen we het 'technisch potentieel'. Deze kunnen afwijken van realistische effectschattingen.

Het analysekader moet worden beschouwd als een eerste aanzet om de ingroei van BEV bestel- en vrachtwagens in de toekomst in te schatten. We zijn ons bewust zijn van de beperkingen en onzekerheden van het analysekader en zien kansen om dit in de toekomst te adresseren en te verbeteren. Gedragsaspecten die rol kunnen spelen in het aanschafproces worden bijvoorbeeld maar beperkt meegenomen.

¹ Waterstof in de verbrandingsmotor

Dit betreft onder andere aspecten als merkloyaliteit, onbekendheid met technologie, onzekerheid over laadmogelijkheden, financieringsmogelijkheden en andere inschattingen van TCO-ontwikkelingen (of anders omgaan met onzekerheden daarin).

De focus ligt op aandelen BEVs in de nieuwverkopen, niet op verkeersprestaties.

De voorgestelde methodiek berekent een bandbreedte van het ingroeipotentieel in de vorm van prognoses voor de aantallen en aandelen BEVs in de nieuwverkopen in Nederland tussen 2020 en 2040. De hieraan gerelateerde vlootsamenstelling, de verkeersprestaties en de CO₂-uitstoot worden in dit project buiten beschouwing gelaten. Voor de vertaling van het aantal voertuigen naar de verkeersprestaties maakt PBL gebruik van het TREVA-model. De emissies worden bepaald met vastgestelde emissiefactoren van de emissieregistratie.

De effecten van Europees, nationaal en regionaal beleid worden apart behandeld. De uitkomsten worden achteraf met elkaar vergeleken.

Voor de effectbepaling van regionaal beleid (ZE-zones) wordt gebruik gemaakt van TNO's Urban Strategy tool in combinatie met LMS verkeersmodellen, publiek beschikbare data van de emissieregistratie en eerdere onderzoeken voor de gemeente Rotterdam en Amsterdam. Voor Europees beleid wordt gerefereerd naar studies van derden. Het in dit project ontwikkelde analysekader richt zich op de effecten van nationaal beleid (subsidies, tarieven en fiscaal beleid).

Het in dit project ontwikkelde analysekader neemt niet de noodzaak weg van (de ontwikkeling) van een geschikt wagenparkmodel voor bepaling van de ingroei van ZE bedrijfsvoertuigen.

Het voorgestelde analysekader is een eerste aanzet om de ingroei van ZEV bedrijfsvoertuigen te voorspellen. De methodiek is (nog) niet gevalideerd met empirische data, heeft beperkingen in zijn aanpak en toepassing en is afhankelijk van aannames met grote onzekerheden. De beperkingen en onzekerheden worden in dit rapport benoemd.

1.4 Aanpak

De aanpak van dit project volgt de hierboven genoemde drie subdoelen:

- Analysekader en methodiekontwikkeling;
- Data inventarisatie en data analyse;
- Toepassing van methodiek in KEV 2021.

Analysekader en methodiekontwikkeling

Om inzicht te krijgen in de mogelijke groei van het aantal BEVs in Nederland heeft TNO een analysekader ontwikkeld waarmee verschillende ontwikkelingen in de markt van BEVs en de effecten van beleid daarop kunnen worden verkend. Het analysekader berekent het technische potentieel van de aandelen elektrische bedrijfsvoertuigen in de nieuwverkopen tussen 2020 en 2040.

Het analysekader hanteert drie belangrijke randvoorwaarden die een rol spelen bij de aanschafkeuze voor BEVs.

In dit project verkent TNO de ontwikkeling van de drie randvoorwaarden en schetst op basis hiervan mogelijke ingroeipaden voor BEVs. Deze aanpak is niet gelijk te stellen met een gedragsmodel, waar een breder afweging gemaakt wordt voor de aanschafkeuze (merkloyaliteit, rijgemak, etc.). Het ontwikkelen van een dergelijk gedragsmodel was geen onderdeel van dit project.

De drie randvoorwaarden zijn:

- **De beschikbaarheid** van batterij-elektrische bedrijfsvoertuigen.
Onderzoeksvragen: Welke BEV-modellen zijn commercieel beschikbaar, vandaag en in de toekomst? Welke specificaties hebben de voertuigen?
- **De toepasbaarheid** van batterij-elektrische bedrijfsvoertuigen.
Onderzoeksvragen: Welk aandeel van de voertuigkilometers is vervangbaar/inzetbaar met een BEV, rekening houdend met de voertuigspecificaties?
- **De betaalbaarheid** van batterij-elektrische bedrijfsvoertuigen.
Onderzoeksvragen: Welk aandeel van de voertuigkilometers is vervangbaar/inzetbaar met een BEV, rekening houdend met de 'total cost of ownership'?

De drie randvoorwaarden en de afhankelijkheden onderling worden met elkaar in verbinding gebracht in een spreadsheet. Om een eenvoudig voorbeeld hiervan te geven: Met toenemende accugroote groeit de toepasbaarheid (een groter deel van de dagafstand kan elektrisch worden afgelegd) maar daalt de betaalbaarheid (de productiekosten gaan omhoog).

Data inventarisatie en data analyse

De data inventarisatie en data analyse richt zich op de drie kernelementen van het hierboven genoemde analysekader.

- **De beschikbaarheid** wordt onderzocht op basis van de historische marktontwikkeling in Europa en Nederland en ambities en trends van verschillende fabrikanten.
Onderzoeksvragen: Laten zich duidelijke strategieverschillen herkennen tussen fabrikanten in de historische verkoopcijfers in Europa? Welke fabrikanten zetten in op BEVs? Wat is het ambitieniveau van verschillende OEMs in 2030/40 en wat betekent dit op de korte termijn, bijv. in het aantal nieuwe EV-modellen?
- **De toepasbaarheid** wordt onderzocht op basis de voertuigspecificaties en de gemiddelde inzet van bedrijfsvoertuigen in Nederland. Hierin spelen naast de laadstrategie ook de gemiddelde dagafstand en de inzet (stad vs. snelweg, belading) een belangrijke rol.
Onderzoeksvragen: Wat is bekend over het praktijkverbruik en de actieradius van huidige en toekomstige BEV-modellen? Wat kunnen we leren uit bestaande monitoringsprogramma's zoals DKT1?
- **De betaalbaarheid** wordt onderzocht op basis huidige productiekosten en een projectie hiervan in de toekomst. De prognoses zijn uitermate onzeker.
Onderzoeksvragen: Wat is bekend over het praktijkverbruik en de actieradius van huidige en toekomstige BEV-modellen? Wat kunnen we leren uit bestaande monitoringsprogramma's zoals DKT1?

Toepassing van het analysekader in de KEV 2021

Het analysekader is vervolgens toegepast in de KEV 2021 (PBL, 2021) om transitiepaden van BEVs te verkennen, gegeven de beleidsuitgangspunten en de inzichten over de technologieontwikkeling per medio 2021.

De ingroei van BEVs in Nederland hangt voor een groot deel af van wet- en regelgeving internationaal, nationaal en regionaal. Op nationaal niveau kan de verkoop van BEVs bijvoorbeeld worden gestimuleerd via de in het Klimaatakkoord aangekondigde subsidieregeling, de terugsluis van de opbrengsten van de vrachtautoheffing en de invoering van ZE-zones voor stadslogistiek in de centra van grote steden. Het inrichten van ZE-zones kan een forse impact hebben op de aanschaf van BEVs door vervoerders. Hiervoor is echter het aantal ZE zones in Nederland en de daadwerkelijke omvang van de zones relevant.

Bij het toepassen van het ontwikkelde analysekader in de KEV 2021 wordt hiermee rekening gehouden.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen:

- **Europees beleid:** met name CO₂ emissienormen voor bestel- en vrachtovertuigen.
Onderzoeksvragen: Bieden de CO₂ doelwaarden van 2025 en 2030 voldoende stimulans voor de verkoop van BEVs?
- **Nationaal beleid:** met name subsidieverlening, de vrachtwagenheffing en terugsluismaatregelen.
Onderzoeksvragen: Wat is de impact van fiscaal beleid op de ingroei van BEVs?
- **Regionaal beleid:** met name ZE-zones.
Onderzoeksvragen: Geven de ZE-zones in Nederland voldoende impuls voor de ingroei van BEVs? Zijn er voldoende aantallen ZE-zones en is de daadwerkelijke omvang voldoende groot)?

1.5 Leeswijzer

Dit rapport is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2 beschrijft het analysekader waarmee het ingroeipotentieel van elektrische aandrijvingen in de vloot tussen 2020 en 2040 is ingeschat. Het analysekader baseert zich op verwachtingen van de technische en economische ontwikkelingen van BEVs die invloed hebben op de beschikbaarheid, betaalbaarheid en toepasbaarheid van deze voertuigen.
- In hoofdstuk 3 wordt de beschikbaarheid van elektrische bedrijfsvoertuigen nader onderzocht aan hand van de historische marktontwikkeling, zowel in Europa als in Nederland. Onderdelen hiervan zijn:
 - Een analyse van de registraties en vlootontwikkeling van bedrijfsvoertuigen in Europa en Nederland;
 - Een analyse van de ambitieniveaus, strategieën en productieplannen van fabrikanten;
 - Een analyse van de beschikbare en aangekondigde voertuigmodellen op de Europese markt.

- Hoofdstuk 4 geeft inzicht in de praktische toepasbaarheid van elektrische bedrijfsvoertuigen. Bepalend hiervoor zijn naast het praktijkverbruik en de actieradius van de huidige BEV voertuigmodellen ook de logistieke inzet (belading en dagafstanden). Dit hoofdstuk behandelt alleen de voertuigrelevante parameters op basis van ervaringen in DKTI-projecten. De logistieke inzet wordt apart behandeld voor lichte en zware voertuigen in hoofdstukken 6.2 en 6.3.
- In hoofdstuk 5 volgt een analyse van de betaalbaarheid van elektrische bedrijfsvoertuigen. Hierbij wordt naast de huidige productiekosten ook een inschatting gemaakt van de productiekosten in de toekomst. De belangrijkste en meest onzekere aanname voor de productiekosten is de technologie- en kostenontwikkeling van batterijen.
- In hoofdstuk 6 wordt de ontwikkelde methodiek toegepast voor de KEV 2021. De resultaten worden apart behandeld voor lichte en zware bedrijfsvoertuigen.
- Hoofdstuk 7 vergelijkt de resultaten van het analysekader (nationaal beleid) met de verwachte impact van ZE-zones en Europees beleid. Voor de effecten van ZE-zones wordt gebruikt gemaakt van eerder ontwikkelde tools van TNO. Voor het Europese beleid wordt gebruikt gemaakt van beschikbare literatuur.
- Het rapport sluit af met een conclusie in hoofdstuk 8.

Annex A schetst de beleidscontext zoals die wordt meegenomen in de KEV 2021. Onderdelen hiervan zijn:

- Het bestaand Europees beleid (CO₂-normen bestel en vracht) – een aanscherping hiervan zoals voorgesteld in de Fit for 55 plannen van de Europese Commissie geldt voor deze studie nog niet als voorgenomen beleid;
- Het Nederlands beleid (subsidieregeling Emissieloze Bedrijfsauto's, vrachtwagenheffing en terugsluismaatregelen);
- Concrete regionale plannen voor de invoering van ZE zones.

2 Analysekader en methodiekontwikkeling

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van het analysekader en de methodiekontwikkeling (zie hoofdstuk 2.2). Het voorgestelde analysekader baseert zich met name op verwachte toekomstige ontwikkelingen in de beschikbaarheid, toepasbaarheid en betaalbaarheid van elektrische bestel- en vrachtvoertuigen. De aanpak zelf en ook de gebruikte uitgangspunten voor de projectie kennen een aantal beperkingen en onzekerheden die van invloed kunnen zijn op onze analyse. Deze worden geadresseerd in hoofdstuk 2.3. Sommige onzekerheden worden in dit project ook gekwantificeerd met gevoeligheidsanalyses (zie hoofdstuk 2.4).

2.2 Beschrijving van het analysekader

De ingroei van elektrische bedrijfsvoertuigen is afhankelijk van veel factoren en spelers, waaronder de eindgebruiker, de fabrikant en de overheid.

- Fabrikanten hebben directe invloed op de commerciële beschikbaarheid van BEVs op de Europese en Nederlandse markt.
- De overheid heeft de mogelijkheid om met beleidsmaatregelen, de ingroei van elektrische voertuigen te versnellen of te sturen op een minimale ingroei. Dergelijke beleidsmaatregelen kunnen regulerend (emissienormen, zero-emissiezones) of stimulerend zijn (subsidies en andere fiscale prikkels). In de praktijk worden beide soorten vaak naast elkaar ingezet.
- De eindgebruiker, over het algemeen een logistieke dienstverlener, vervangt jaarlijks een aantal (oudere) voertuigen, die aan het einde van hun bezitsduur zijn aanbelangt. In deze fase kan een eindgebruiker een keuze maken voor een conventionele of zero-emissie aandrijving van het voertuig. De keuze voor een BEV hangt wederom af van een aantal aspecten zoals onder andere de toepasbaarheid van het voertuig voor de beoogde logistieke inzet. Dit laatste is voornamelijk afhankelijk van de beschikbare actieradius en het beschikbare laadgewicht en -volume.

In het voorgestelde analysekader wordt aangenomen dat de eindgebruiker van bedrijfsvoertuigen de keuze voor BEVs af laat hangen van drie simpele randvoorwaarden: de beschikbaarheid, de betaalbaarheid en de toepasbaarheid van BEVs. Het analysekader baseert zich op de hypothese, dat een gebruikersgroep voor een BEV kiest indien alle drie randvoorwaarden positief kwalificeren. Stel er zijn voldoende BEV-modellen commercieel beschikbaar op de markt, dan zal de eindgebruiker de aankoopbeslissing voor BEVs ervan laten afhangen of het voertuig betaalbaar (kostencompetitief met diesel) en toepasbaar is (actieradius voldoet aan gemiddelde dagelijkse inzet). Indien deze twee randvoorwaarden positief kwalificeren is er een indicatie voor de aanschaf van een BEV. In het voorgestelde analysekader spelen de drie randvoorwaarden een leidende rol.

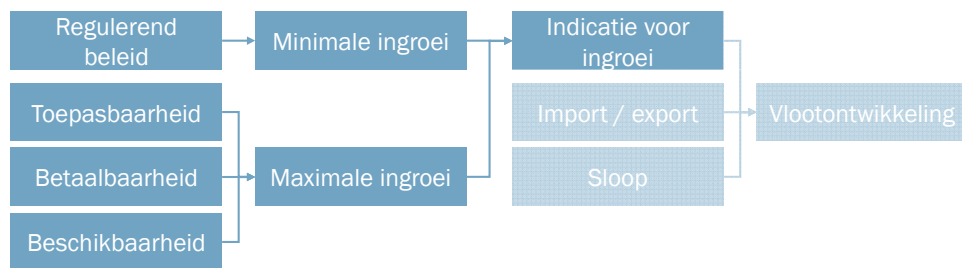
De volgende definities worden gehanteerd:

- de beschikbaarheid is de mate waarin elektrische voertuigen commercieel beschikbaar en verkrijgbaar zijn voor eindgebruikers.

De beschikbaarheid is in dit project niet cijfermatig vastgesteld, maar werd gekeken naar de historische marktontwikkeling en de ambities van OEMs.

- de betaalbaarheid is de totale gebruikskosten (TCO) van elektrische voertuigen in vergelijking met diesel voertuigen, en wordt uitgedrukt in €/km.
- de toepasbaarheid is de mate waarin elektrische voertuigen kunnen worden ingezet voor een bepaalde toepassing (lading en afstand). Als maat voor de toepasbaarheid wordt de verhouding van de actieradius van het voertuig tot het gemiddelde dagkilometrage gebruikt.

Het analysekader is schematisch weergegeven in onderstaande figuur. Op basis van de input (beleid en randvoorwaarden) wordt een output (indicatie voor ingroei) berekend.



Figuur 1: Schematische weergave van het analysekader.

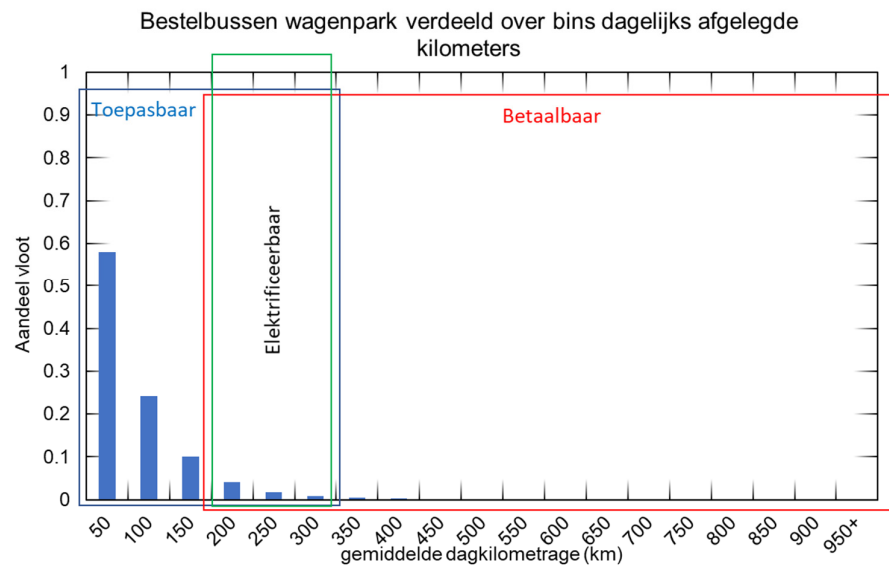
In de afweging of een BEV betaalbaar en toepasbaar is zit een dilemma. BEVs hebben een beperkte actieradius. Het is hierdoor lastiger om grote dagafstanden (en jaarkilometrages) af te leggen. De hoge jaarkilometrages zijn echter nodig om het voertuig (versneld) af te schrijven en de investering terug te verdienen. De randvoorwaarden betaalbaarheid en toepasbaarheid moeten dus overlappen.

Een schematische weergave hiervan wordt gepresenteerd in Figuur 2.

- Hoe lager de productiekosten zijn van het voertuig hoe groter wordt het venster van de 'betaalbaarheid'. De productiekosten hangen over het algemeen samen met de grootte van de accu. Kleinere accu's resulteren in een lagere aanschafprijs.
- Hoe groter de actieradius, hoe groter het venster van de 'toepasbaarheid'. De 'toepasbaarheid' wordt ook hier met name bepaald door de actieradius (en dus de accugrootte) en de laadstrategie. In tegenstelling tot personenauto's, die veel designvrijheden hebben om bijvoorbeeld een grote accu in het chassis te verwerken, hebben vrachtoertuigen scherpe eisen voor gewicht en dimensies, zie de Europese richtlijn 96/53/EC. Als gevolg daarvan is de accugrootte fysiek beperkt door de dimensies van het voertuig en de beschikbare ruimte voor de aandrijflijn. Hiervan mag wel (licht) worden afgeweken indien het voertuig met alternatieve brandstof rijdt, zie Directive (EU) 2015/719 (wijziging op 96/53/EC).

Om het overlappingsgebied te bepalen, zijn **eenvoudige rekenregels** gebruikt:

- Als een BEV even duur of goedkoper is als diesel ($\Delta TCO < 0$), dan kwalificeert de betaalbaarheid positief.
- Als de gemiddelde dagafstand van een BEV kleiner is als de maximale actieradius ($\text{dagkm} < \text{actieradius}$), dan kwalificeert de toepasbaarheid positief.



Figuur 2: Schematische weergave van het ingroeipotentieel van EVs.

2.2.1 Beschikbaarheid

De beschikbaarheid wordt in deze studie geëvalueerd op basis van bestaande en aangekondigde voertuigmodellen. Bovendien wordt een groeiprognose gemaakt van de Europese markt voor elektrische voertuigen op basis van historische trends en ambitieniveaus van verschillende OEMs.

De evaluatie van de beschikbaarheid is een kwalitatieve check en vooral relevant voor de kortere termijn. Het is moeilijk om de beschikbaarheid voor de Nederlandse markt cijfermatig te kwantificeren. In principe is het namelijk mogelijk, dat de Nederlandse markt (vraag) een groot deel van het Europese productieaantallen (aanbod) naar zich toe weet te trekken. Dit is al eerder gebeurd met plug-in elektrische personenauto's. Hiervoor zou de aanschafprijs wel substantieel lager moeten zijn dan in het buitenland, bijvoorbeeld als gevolg van nationale subsidies.

2.2.2 Toepasbaarheid

De ingroei van elektrische voertuigen in het wagenpark is onder andere afhankelijk van hun toepasbaarheid in de logistiek. Vracht- en bestelwagens worden voor uiteenlopende toepassingen gebruikt. Dit resulteert in een aantal verschillende gebruiksprofielen in termen van het jaarkilometrage, de inzet over verschillende wegtypes, de belading, etc. Voor elektrische voertuigen is de variatie in het verbruik en de actieradius een bepalende factor.

Om de gebruiksprofielen te analyseren en te bepalen of een elektrisch voertuig geschikt is, moet rekening worden gehouden met de oplaadmogelijkheden en -strategieën van elektrische voertuigen. Er zijn namelijk een aantal voertuigen die meer kilometers per dag rijden dan de gemiddelde actieradius van beschikbare elektrische voertuigen. Dit betekent dat voor deze voertuigen gedurende de dag een oplaadsessie nodig is, wat kan leiden tot een verandering in de logistieke operaties (en tot hogere kosten). In deze studie is per voertuigtype een analyse gemaakt van het gemiddelde aantal kilometers dat per werkdag wordt afgelegd.

Vervolgens is ervan uitgegaan dat alleen voertuigen met een dagkilometrage lager dan de actieradius van het voertuig, geëlektrificeerd kunnen worden. Bij de berekening van het technisch potentieel wordt in eerste instantie uitgegaan van een laadbeurt per dag (*enkel overnacht laden*). Dit is waarschijnlijk een conservatieve inschatting, omdat overdag (snel-)laden in de praktijk ook voorkomt, zo blijkt uit eerste ervaringen uit de DKTl. Bij overdag laden (*'opportunity charging'*) verdubbelt de dagelijkse actieradius van het voertuig waardoor de toepasbaarheid ook toeneemt. Bij de gevoeligheidsanalyse wordt hier aandacht aan besteed. In de praktijk resulteert het overdag laden ook niet per definitie in een factor 2 hogere actieradius. Dat hangt af van hoe vaak en hoe lang het voertuig aan de snellader hangt.

Het dagkilometrage is berekend door het jaarkilometrage door 260 ($=365-2*52$) te delen. Er wordt hierbij uitgegaan van een gemiddelde werkweek van 5 dagen. In de praktijk worden voertuigen ook regelmatig 6 of 7 dagen in de week ingezet. Door te rekenen met een 5-dagen-week in plaats van een 6 of 7-dagen-week liggen de gemiddelde dagkilometrages eerder te hoog dan te laag. Voor de toepasbaarheid van elektrische voertuigen wordt dus uitgegaan van een conservatieve inschatting, omdat het berekende dagkilometrage uitgaande van een 7-dagen-week korter zijn in vergelijking met een 5-dagen-week.

In de aanpak wordt geen rekening gehouden met de sterke variatie in het dagkilometrage. De berekende toepasbaarheid is hierdoor ruimer dan in de praktijk. In werkelijkheid zit er een aanzienlijke variatie in het dagkilometrage over het jaar. Voor inzetten met een hoog dagkilometrage zal de actieradius sneller een beperkende factor zijn.

2.2.3 *Betaalbaarheid*

In het analysekader wordt het kantelpunt berekend vanaf welke dagafstand en jaarkilometrage de TCO voor BEVs voordeliger is ten opzichte van diesel.

Elektrische voertuigen hebben op dit moment hogere aanschafprijzen maar lagere gebruiks-/energiekosten dan equivalente dieselveertuigen. Dat betekent dat de totale kosten van het voertuig dalen ten opzichte van de kosten van een equivalent dieselveertuig naarmate er meer kilometers mee worden gereden. Daarom geldt ook dat de totale kosten ten opzichte van een dieselveertuig lager zijn bij een langere levensduur van het voertuig. Indien de jaarkilometrages hoog zijn en bijladen (*'opportunity charging'*) tijdens de voertuiginzet niet wenselijk of niet mogelijk is, zal een grote accucapaciteit nodig zijn. Een grotere accu leidt tot hogere productiekosten, waardoor de totale voertuigkosten over de bezitsduur (TCO) hoger zijn dan bij een kleiner batterijpakket.

Disclaimer

De uitkomst van de TCO-berekening is sterk afhankelijk van de gekozen kaders en aannames. Van sommige aannames is nog geen goede data beschikbaar. Dit betreft onder andere de onderhouds- en reparatiekosten en de restwaarde van van BEVs, maar ook de levensduur. De ontwikkeling van energieprijzen is ook uiterst onzeker en heeft een grote invloed. Dit maakt de uitkomst van TCO-berekeningen met nieuwe aandrijfliijnen per definitie onzeker. Er is nog meer onderzoek nodig naar dit soort kostenaspecten en ook naar de praktische toepasbaarheid van BEVs over de levensduur van het voertuig.

De TCO-berekening van elektrische en diesel voertuigen zijn gebaseerd op de uitgangspunten van de RouteRadar 2020 Innovatiemonitor (TNO, 2021 a). Om de nieuwste inzichten te gebruiken zijn de aannames en uitgangspunten besproken en afgestemd met andere kennispartijen die TCO-berekeningen maken voor het ministerie Infrastructuur en Waterstaat. Dit betreft aannames over de huidige en de verwachte toekomstige voertuigkosten, brandstofkosten, onderhoudskosten, verzekeringskosten en belastingen. In de RouteRadar worden ook keuzes gemaakt voor referentievoertuigen, hun actieradius, laad-/vultijden en het laadvermogen.

Vanwege een conservatieve benadering gaan we uit van een afschrijving van de meerkosten over de 1^e eigenaar. De afschrijftermijn is 4 jaar voor nieuwe bestelvoertuigen en 6 jaar voor nieuwe vrachtoertuigen. De restwaarde na deze periode bedragen 30% voor bestelvoertuigen en 20% voor vrachtoertuigen. Overige parameter van de TCO-berekening worden behandeld in de hoofdstukken 6.2.3 en 6.3.3.

2.3 Beperkingen en onzekerheden van het analysekader

2.3.1 *Het analysekader houdt geen rekening met nationale subsidies in andere Europese lidstaten*

In de berekening wordt gekeken naar het aantal beschikbare BEV-modellen op de markt. Indien bekend wordt ook rekening gehouden met aangekondigde modellen in de nabije toekomst. Daarnaast worden de ambities van OEMs gebruikt als indicatie voor het aandeel van BEVs in de nieuwverkopen.

Een belangrijk aspect, dat geen of weinig aandacht krijgt in de modelaanpak, is het nationale stimuleringsbeleid in andere EU-landen. Bij een beperkt aanbod van BEVs (bijvoorbeeld omdat de productiecapaciteit niet groot genoeg is) en een sterke vraag vanuit verschillende Europese lidstaten kan het gebeuren dat Europese landen met elkaar concurreren om de afzet in eigen land. De praktijk leert (zie voorbeeld van de Mitsubishi Outlander PHEV), dat het land met de meest voordelige belasting of subsidiebeleid hierdoor een groot aandeel van het Europese marktaanbod naar zich toe kan trekken. Het hier beschreven analysekader houdt hier geen rekening mee. In het ergste geval zijn er dan niet genoeg voertuigen voor de Nederlandse markt, ofwel de leveringstijden zijn heel lang. Als het rendabeler is of als er in een ander land meer vraag is, dan kan het aanbod van elektrische voertuigen in Nederland lager zijn dan hier geschat.

2.3.2 *Gemiddelde daginzet kent grote variatie*

De toepasbaarheid van BEVs werd ingeschat op basis van een verdeling van de jaarkilometrages over het aantal werkdagen in een jaar. Hiervoor werd RDW-data van het geregistreerde wagenpark geanalyseerd. Het resultaat hiervan is een vast gemiddeld aantal gereden kilometers per dag (en per jaar) per voertuig. In werkelijkheid kunnen individuele voertuigen echter dagelijks anders worden ingezet. Een eigenaar kan ervoor kiezen om een voertuig niet te elektrificeren, zelfs als een groot deel van de ritten binnen de elektrische actieradius van het voertuig ligt. Hiermee is in de analyse geen rekening gehouden. Er wordt ervan uitgegaan dat als het daggemiddelde lager is dan de actieradius dat het voertuig dan ook kan worden geëlektrificeerd.

2.3.3 *Drie gewichtsklassen bestelvoertuigen*

In het begin van dit onderzoek – tijdens de ontwikkeling van het analysekader – is ervoor gekozen te rekenen met een middelgroot bestelvoertuig. In de praktijk zijn echter drie gewichtsklassen te onderscheiden (klein, middelgroot en groot). De hier gepresenteerde resultaten houdt hier nog geen rekening mee, maar in de aanpak kunnen andere gewichtsklassen eenvoudig worden toegevoegd, mits er goede data beschikbaar is over hun gebruik en de praktische inzetbaarheid.

Hogere gewichtsklassen elektrische bestelvoertuigen waren tot voor kort ook niet beschikbaar. Pas sinds 2020 worden ook elektrische modellen als de e-Ducato en e-Master geleverd. In de beginfase zou de beschikbaarheid van deze modellen dus nog gelimiteerd kunnen zijn.

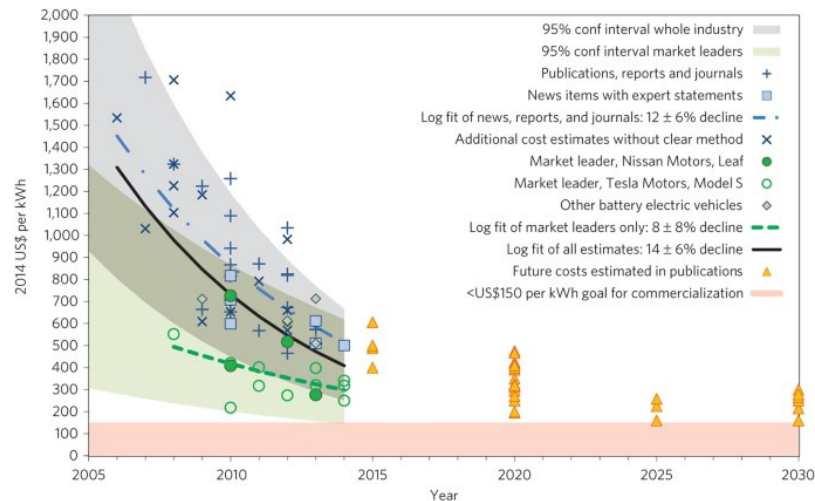
2.3.4 *Grote onzekerheden over de prijsontwikkeling van batterijen en BEVs*

De betaalbaarheid van elektrische voertuigen wordt geraamd op basis van een berekening van de totale eigendomskosten (TCO), inclusief een schatting van (de ontwikkeling van):

- de productiekosten;
- de brandstof- en elektriciteitsprijzen;
- de verzekeringskosten, onderhoud- en reparatiekosten en
- de belasting (MRB, BPM, BZM, kilometerheffing).

Deze aannames over de toekomstige ontwikkelingen in batterijtechnologie en de verwachte productiekosten van BEVs zijn per definitie onzeker en voorzien van een grote bandbreedte. Als gevolg van de nieuwheid van de technologie zijn er voor sommige parameter nog geen goede data beschikbaar (bijv. onderhoud- en reparatiekosten, maar ook de levensduur van BEVs). Bij onze aanpak gaan we voor zover mogelijk uit van conservatieve schattingen. De daadwerkelijke ontwikkelingen kunnen in de praktijk echter afwijken. Dit wil zeggen, dat de ingroei van BEVs veel sneller of juist langzamer kan plaatsvinden.

Om een voorbeeld hiervan te geven zie onderstaande voorspelling van de batterijkosten in personenauto's uit 2015 (Nykvist, 2015). Toen dacht men, dat de batterijkosten in 2020 tussen 200 en 500 \$/kWh zouden liggen. Inmiddels liggen de kosten hiervan rond 125 \$/kWh (Bloomberg, 2020) en volgen een steeds verder dalende trend. De ontwikkeling in batterijkosten maakt duidelijk dat het ook voor 'insiders' en 'deskundigen' moeilijk blijkt om de ontwikkeling 10 jaar vooruit te voorspellen.



Figuur 3: Batterijkostenschatting voor de jaren 2020, 2025 en 2030 (Nykqvist, 2015).

2.3.5 Gedrag en aanschafkeuze

Het analysekader gaat uit van rationeel gedrag van een eindgebruiker op basis van drie kritieke randvoorwaarden. Er ligt geen gedragsonderzoek aan ten grondslag.

Ondernemers en vlooteigenaren kunnen echter een aanschafbeslissing nemen op basis van meerdere redenen:

- loyaliteit en voorkeur voor een bepaald merk;
- lopende service-contracten;
- acceptatie en/of afkeer van nieuwe technologie
- risicomijdend gedrag;
- onvoldoende kapitaal voor hogere aanschaf;
- etc.

De huidige bedrijfsvoering met bestel- en vrachtverkeer laat zien, dat ondernemers vaak een homogene vloot dieselloortuigen bezitten of leasen (vaak van 1 leverancier). De ontwikkeling van lease personenauto's is geen goede vergelijking. Zelfs als ondernemer wel alleen naar betaalbaarheid en inzetbaarheid zouden kijken bij hun aanschafbeslissing, dan nog kan het zo zijn dat ze een andere inschatting maken van beiden.

2.3.6 Beschikbaarheid van laadinfrastructuur

Met de groeiende inzet van elektrische (bedrijfs-)voertuigen, groeit ook de behoefte aan geschikte laadinfrastructuur. Zo dienen er voldoende laadpunten te zijn op geschikte locaties en met voldoende vermogen.

Het aantal laadpunten zal moeten meegroeien met het aantal elektrische (bedrijfs-)voertuigen. Het realiseren van het bovengrondse deel van de laadinfrastructuur zal voor bestel- en vrachtauto's de komende jaren waarschijnlijk geen probleem zijn. Voor dergelijke bedrijfsvoertuigen geldt dat ze bij voorkeur laden op momenten dat ze stil moeten staan.

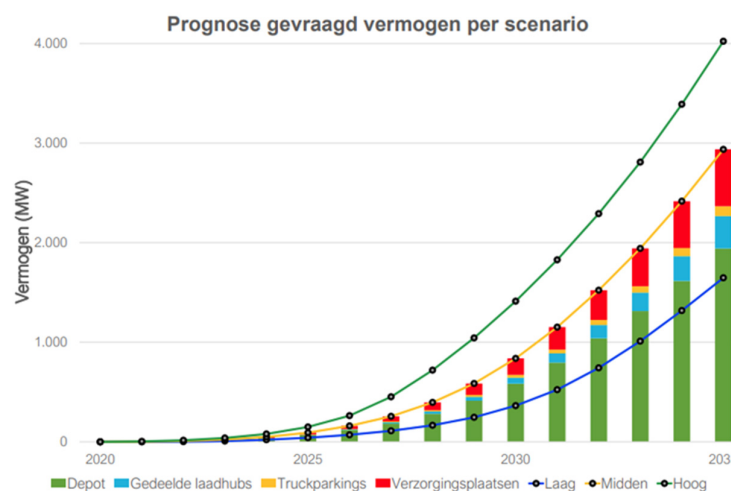
Dat kan zijn:

- gedurende de nacht op het depot, waar de vermogens per laadpunten relatief beperkt kunnen zijn vanwege de lange laadduur, maar vanwege de grote dichtheid aan laadpunten het opgetelde vermogen alsnog hoog zal zijn;
- op de werklocatie (bijvoorbeeld om te laden / lossen of op een bouwplaats) waar de laadpuntendichtheid laag zal zijn, maar het benodigde vermogen juist hoog en de fysieke ruimte in veel gevallen beperkt;
- vanwege de rij- en rusttijdenwet voornamelijk op verzorgingsplaatsen, waar zowel de dichtheid als de benodigde vermogens relatief hoog zullen zijn.

Op deze locaties zal in de meeste gevallen wel ruimte beschikbaar zijn voor laadinfrastructuur. Op verzorgingslocaties zou ruimte nog een uitdaging kunnen vormen, maar bestelauto's zullen gebruik maken van dezelfde infrastructuur als personenauto's. Een deel van de bestelauto's zal laden overdag tussen de ochtend- en avondspits, wanneer de laadinfrastructuur juist minder wordt gebruikt door personenauto's.

Ondergronds zijn de uitdagingen echter aanzienlijk. Door het groeiende aantal elektrische voertuigen en het feit dat er ook een groei is bij de grote, zware voertuigen die veel vermogen vragen tijdens het laden, zal meer worden gevraagd van het elektriciteitsnetwerk. Bovendien zal ook de behoefte aan elektriciteit in andere sectoren toenemen.

Laadinfrastructuur voor bedrijfsvoertuigen (juiste locaties en vermogens) is momenteel nog maar nauwelijks gerealiseerd. Bovendien geldt er voor bijvoorbeeld bedrijventerreinen (Elaad, 2020 a) en verzorgingsplaatsen (TNO, 2019 c) dat er in veel gevallen dat er onvoldoende netcapaciteit beschikbaar zal zijn. Het realiseren van meer netcapaciteit zal in veel gevallen een kostbare en tijdrovende aangelegenheid zijn. Als gevolg hiervan zou onvoldoende geschikte laadinfrastructuur een remmende werking kunnen hebben op de verkoop of inzet van elektrische bedrijfsvoertuigen.



Figuur 4: Prognose gevraagd vermogen aan laadinfra (Elaad, 2020 b).

2.3.7 *Tekort aan kritische materialen en milieuschade 'upstream'*

De accu's van batterij-elektrische voertuigen worden gemaakt van lithium-ion batterijen. De meest prominente grondstoffen die hiervoor nodig zijn, naast lithium, zijn nikkel, kobalt en aluminium. Andere grondstoffen die ook nodig kunnen zijn in kleine hoeveelheden zijn mangaan, koper of grafiet. Deze grondstoffen worden wereldwijd gedelft: Lithium primair in Australië en Chili, kobalt grotendeels in Congo, nikkel voor 30% in Indonesië en aluminium voor een grootdeel in China (European Commission, 2020 a) (U.S. Geological Survey, 2020).

Twijfels over voldoende aanbod kritische materialen in de toekomst

De grote vraag naar batterij-elektrische voertuigen wereldwijd vergt grote hoeveelheden grondstoffen. In hun onderzoek naar de rol van kritische materialen in de energietransitie komt het IEA tot de conclusie, dat er een schrijnend mismatch is tussen 's werelds klimaatambities en de beschikbaarheid van kritische materialen die hiervoor nodig is (IEA, 2021 a).

Voor zowel lithium en kobalt zijn er twijfels of het aanbod wel snel genoeg kan groeien (zonder verslechtering van de hierboven genoemde omstandigheden). Zo wijst het Benchmark Mineral Intelligence (Benchmark Minerals, 2020) op een mogelijk tekort aan lithium vanaf het jaar 2028. Hetzelfde geldt ook voor kobalt (JRC, 2018). Als gevolg hiervan zouden de kosten van batterijen niet verder gaan dalen (zoals aangenomen in de uitgangspunten in hoofdstuk 5), maar juist gaan toenemen.

Milieuschade 'upstream'

Over de extractie van kobalt in Congo is verder bekend dat de delving plaatsvindt onder slechte sociale, ethische en milieuomstandigheden (Kelly, Dai, & Wang, 2019). De winning van lithium, aan de andere kant, is behoorlijk water-intensief (Drabik & Rizos, 2018.): 1900 ton water om 1 ton lithium te winnen. Deze hoge vraag naar de (lokale) watervoorziening heeft een negatief effect op de boeren in de regio, die water van elders moeten importeren. NGO's zoals het Brusselse Transport and Environment maken zich zorgen over de omstandigheden en roepen op tot betere handhaving van *supply chain certification schemes* (T&E, 2019).

2.3.8 *Chiptekorten*

Het herstel van de economie dat volgde op de economische recessie naar aanleiding van het Corona-virus heeft geleid tot een niet eerder verschenen wereldwijd tekort aan chips. In de auto-industrie heeft dit geleid tot ingrijpende productiebeperkingen. Onder andere Toyota, in verkoopcijfers het grootste merk ter wereld, moest in september 2021 de productie met 40 procent terugschroeven. Volgens de automaker is de productiedip alleen tijdelijk en kan snel weer worden ingelopen. Mochten dit soort chiptekorten in de toekomst vaker voorkomen, dan is niet uitgesloten dat de beschikbaarheid van (elektrische) voertuigen minder snel op gang komt. In de uitgangspunten van het analysekader is hier geen rekening mee gehouden.

2.4 **Gevoeligheidsanalyse**

Het technisch potentieel is geraamd aan de hand van verwachte uitgangspunten voor de beschikbaarheid, toepasbaarheid en betaalbaarheid.

Verder is een gevoeligheidsanalyse doorgevoerd om inzicht te geven in het effect als deze uitgangspunten veranderen.

In deze analyse worden de volgende uitgangspunten gevarieerd:

- **De laadstrategie:** Overnacht en overdag laden in plaats van alleen overnacht. Hierdoor neemt de dagelijkse toepasbaarheid toe.
- **De afschrijftermijn** werd verlengd, van 4 jaar naar 8 jaar (voor bestelvoertuigen) en van 6 jaar naar 10 jaar (voor vrachtvoertuigen). Hierdoor neemt de betaalbaarheid van EVs toe.
- **De batterijtechnologie:**
 - *Energiedichtheid* van elektrische voertuigen neemt niet toe. De actieradius blijft hierdoor onveranderd. Ten opzichte van het centrale scenario neemt de toepasbaarheid af.
 - De *batterijprijs* daalt minder hard, met 25% in plaats van 50% in de periode tussen 2020 en 2030. Ten opzichte van het centrale scenario neemt de betaalbaarheid af.

3 Analyse van data met betrekking tot de beschikbaarheid - Historische marktontwikkeling van BEVs in Europa en Nederland

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de historische marktontwikkeling van BEVs in Europa en Nederland geanalyseerd, enerzijds om de huidige beschikbaarheid van BEVs beter te duiden en anderzijds om een indruk te krijgen van mogelijke toekomstige ontwikkelingen. Dit hoofdstuk onderzoekt de vlootontwikkeling van lichte en zware bedrijfsvoertuigen, de ambitieniveaus en aangekondigde BEV-modellen van fabrikanten en de verwachte vraagontwikkeling naar batterijen in Europa.

3.2 Lichte bedrijfsvoertuigen (LCVs)

3.2.1 Registraties en vlootontwikkeling, Europees

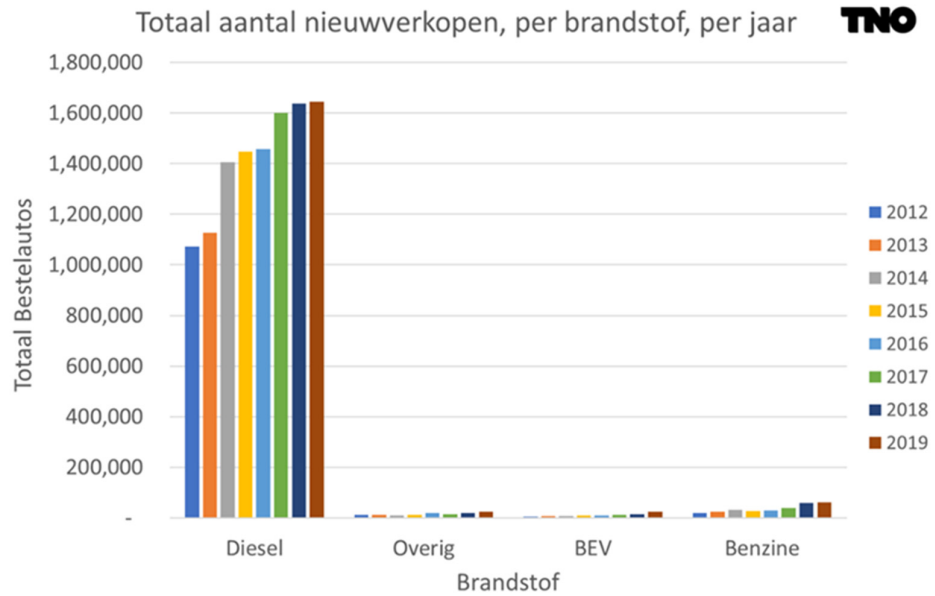
Het gebruik van LCVs is populair in Europa. Zo is het aantal nieuwe registraties LCVs in Europa de afgelopen jaren flink gestegen, met bijna 7% per jaar (van 1,1 miljoen in 2012 naar 1,75 miljoen in 2019), zie onderstaand tabel.

Tabel 1: Aantal nieuwe registraties lichte bedrijfsvoertuigen (LCVs) in Europa (EEA, 2020).

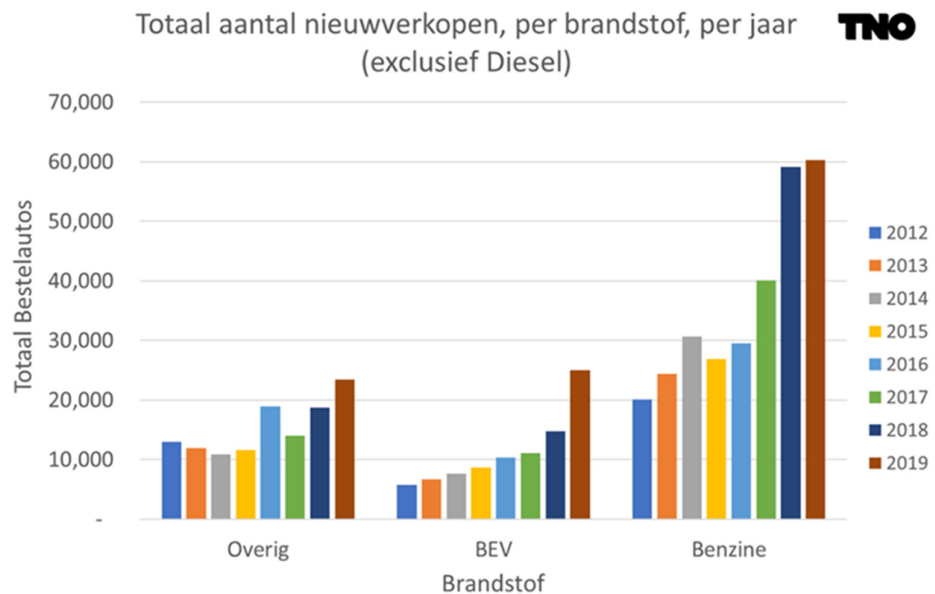
Jaar	Aantal nieuwe registraties lichte bedrijfsvoertuigen in Europa
2012	1.112.536
2013	1.169.188
2014	1.453.601
2015	1.493.687
2016	1.515.780
2017	1.665.756
2018	1.729.755
2019	1.753.378

Uitsplitsing naar brandstoftype

Het merendeel van de verkochte bestelvoertuigen rijdt op diesel: ca. 95%. In tegenstelling tot personenauto's groeit het aantal verkochte dieselveertuigen ook nog steeds, maar wel minder hard sinds 2017 (zie Figuur 5). De verkoop van benzinevoertuigen is de afgelopen jaren sterk toegenomen (van 40.000 naar 60.000 tussen 2017 en 2019) evenals elektrische voertuigen (van 11.000 naar 25.000 tussen 2017 en 2019), zie Figuur 6. Ook LPG-voertuigen vinden nog steeds een stijgende afzet in de markt. Het aantal gasvoertuigen (NG, NG-biomethaan) in de nieuwverkopen neemt langzaam af.



Figuur 5: Aantal nieuwe registraties lichte bedrijfsvoertuigen (LCVs) in Europa, uitgesplitst naar brandstof (EEA, 2020).



Figuur 6: Aantal nieuwe registraties lichte bedrijfsvoertuigen (LCVs) in Europa, uitgesplitst naar brandstof (exclusief diesel) (EEA, 2020).

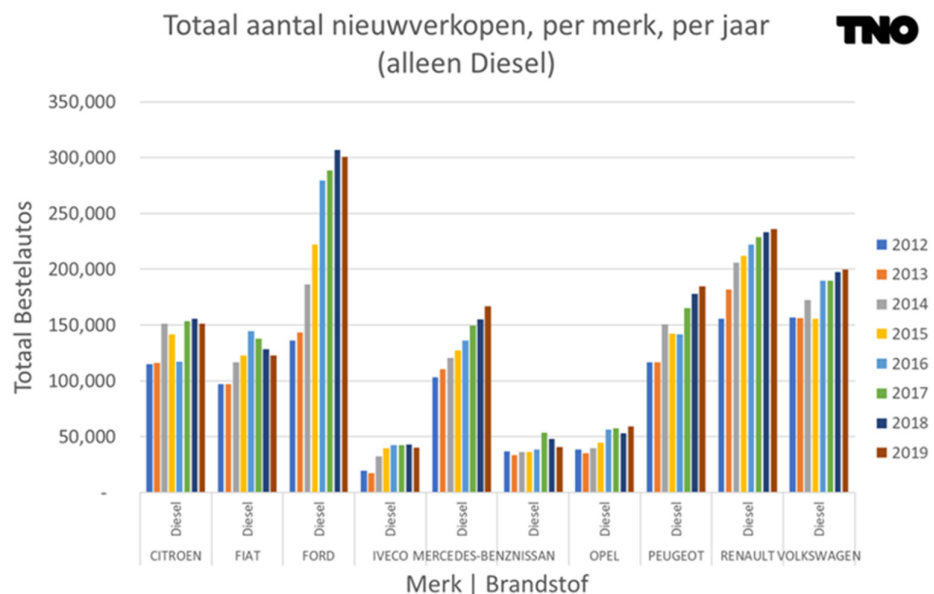
In 2020 steeg het aantal nieuwe registraties van elektrische bestelauto's nog eens met bijna 40% ten opzichte van het 2019 (IEA, 2021 b). De registraties van elektrische personenauto's verdubbelden zelfs. Niet alleen in Europa steeg het aantal registraties van elektrische bestelauto's. In 2020 zijn er wereldwijd ongeveer 435.000 elektrische bestelauto's geregistreerd. Ongeveer een derde hiervan bevindt zich in Europa. Het aantal nieuwe registraties groeit wereldwijd en werd historisch vooral gedreven door China.

Maar de afgelopen twee jaren heeft Europa een flinke inhaalslag gemaakt waardoor het aantal nieuwe registraties in Europa in 2020 nog maar slechts 5% lager was dan in China. Het overgrote deel van de elektrische LCV-registraties zijn BEVs. In zowel China als in Europa vertegenwoordigen PHEV's een klein aandeel in de nieuwe registraties (in Europa ca. 2%) (IEA, 2021 b).

Uitsplitsing naar fabrikant

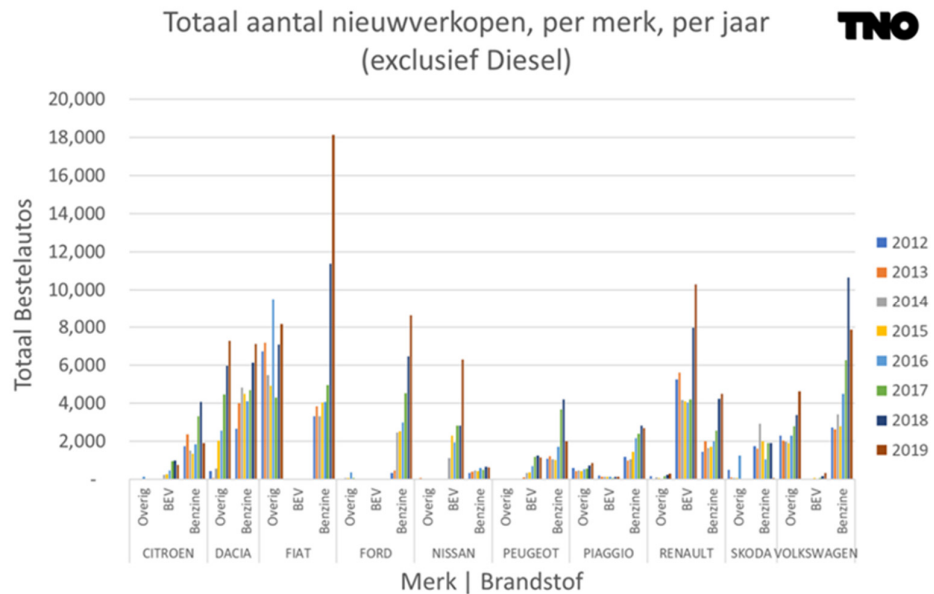
Op basis van bovenstaande figuur zou men zich af kunnen vragen welke strategie fabrikanten volgen om te voldoen aan de CO₂ normen. Met het beoogde aandeel nulmissievoertuigen in de verkoop kunnen de eisen namelijk 'eenvoudig' gehaald worden zonder kostenverhogende efficiency-maatregelen toe te passen op conventionele voertuigen. Of deze redenering klopt zal sterk afhangen van de reeds ingeslagen strategie van de fabrikant. Om dit te onderzoeken zijn de verkoopcijfers in Europa uitgesplitst naar merk en brandstoftype (zie Figuur 7 tot Figuur 10).

Het aantal nieuwe bestelautoregistraties in Europa en de mate van elektrificatie tonen duidelijke verschillen tussen fabrikanten. Onderstaande figuur laat het aantal dieselregistraties zien voor de top-10 merken in Europa (deze representeren ongeveer 90% van de totale markt). Bij de meeste fabrikanten is er een stijging (bij Ford zelfs een forse stijging) te zien van het aantal verkochte dieselbestelauto's. Bij Citroën en Nissan blijft dit aantal redelijk stabiel.



Figuur 7: Aantal nieuwe registraties lichte bedrijfsvoertuigen (LCVs) op diesel gedifferentieerd naar de top-10 merken in Europa (EEA, 2020).

Als er gekeken wordt naar andere brandstoffen dan diesel (zie onderstaande figuur), ziet men dat bijna alle fabrikanten meer benzinevoertuigen zijn gaan verkopen. Onder andere de fabrikanten Citroën, Nissan, Peugeot en Renault verkopen daarnaast ook steeds meer elektrische bestelauto's (Renault is marktleider). Dacia zet nog steeds fors in op LPG. Fiat, Ford, Piaggio, Skoda en Volkswagen verkochten in 2019 nog nauwelijks elektrische bestelvoertuigen.



Figuur 8: Aantal nieuwe registraties lichte bedrijfsvoertuigen (LCVs), alle brandstoffen ex. diesel gedifferentieerd naar de top-10 merken in Europa (EEA, 2020).

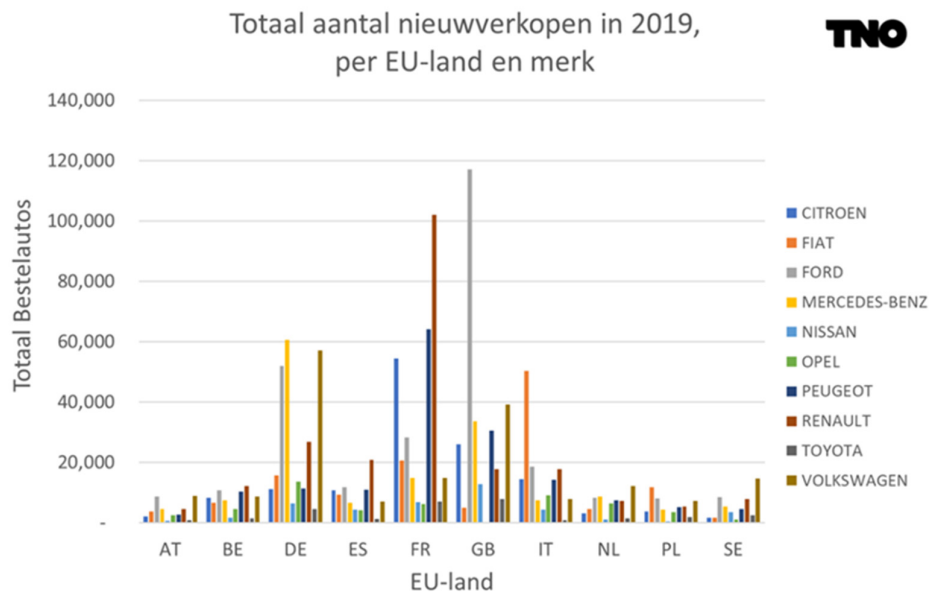
Uitsplitsing naar landen

In de data is een duidelijke voorkeur van landen van landen te herkennen met betrekking tot de verkochte merken (zie Figuur 9).

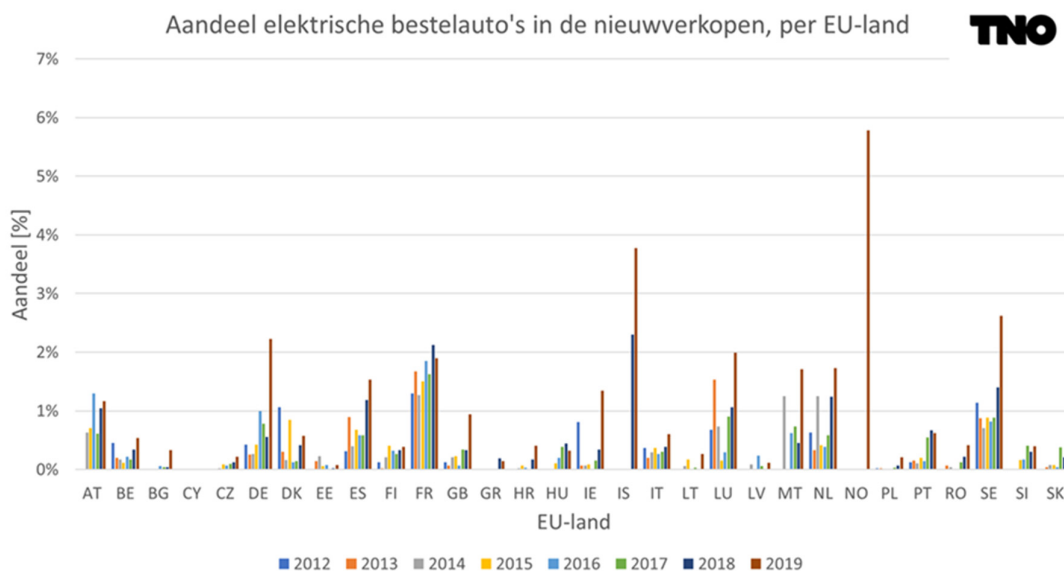
- in Duitsland worden Ford, Mercedes-Benz en Volkswagen busjes goed verkocht.
- in Frankrijk doen Citroen, Peugeot en Renault het goed.
- in VK is Ford marktleider;
- Italianen kiezen vaker voor Fiat;
- in Nederland heeft men geen duidelijke voorkeur voor merken. Volkswagen scoort het hoogst. Ford, Mercedes-Benz, Opel, Peugeot en Renault scoren allen vergelijkbaar goed.

De populariteit van elektrische voertuigen varieert ook per land (zie Figuur 10):

- Landen met een hoog aandeel EVs in het nieuwverkoop zijn onder andere Noorwegen, IJsland, Sweden, Duitsland en Luxemborg.
- Landen met een laag aandeel EVs in het nieuwverkoop zijn onder andere Cyprus, Estland, Letland, Griekenland en Polen.



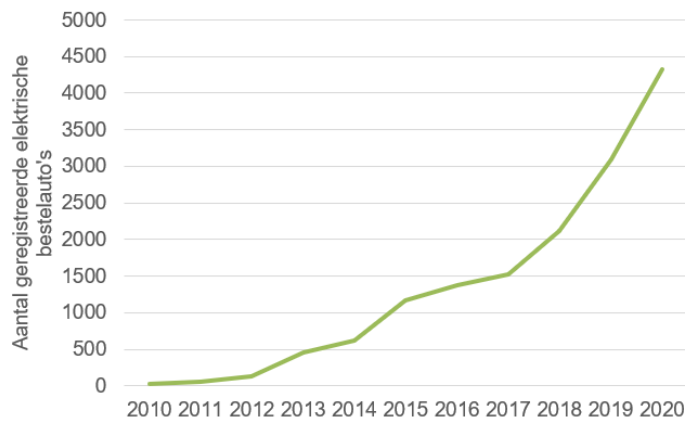
Figuur 9: Aantal nieuwe registraties lichte bedrijfsvoertuigen (LCVs), gedifferentieerd naar merk en land in Europa (EEA, 2020).



Figuur 10: Aantal nieuwe registraties lichte bedrijfsvoertuigen (LCVs), alle brandstoffen ex. dieselveertuigen gedifferentieerd naar de top-10 merken in Europa (EEA, 2020).

3.2.2 Registraties en vlootontwikkeling, nationaal

In 2020 waren er bijna 940.000 bestelvoertuigen in Nederland geregistreerd. Momenteel rijdt het overgrote deel van de bestelauto's op diesel (bijna 94%). Het aantal geregistreerde elektrische bestelauto's is nog altijd laag, maar groeit gestaag. In 2020 maakten ze ongeveer 0,5% uit van het bestelautowagenpark.

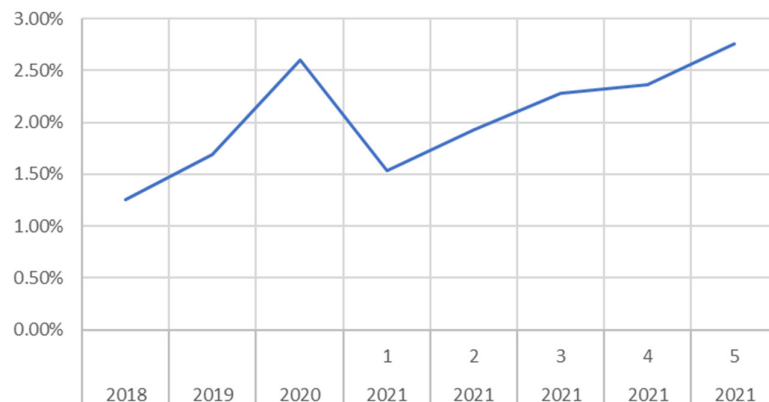


Figuur 11: Aantal geregistreerde elektrische bestelauto's in Nederland [bron: RDW].

De Subsidieregeling Emissieloze Bedrijfsauto's (SEBA) loopt van 15 maart 2021 tot en met 31 december 2025. Om te verkennen of de subsidieregeling al heeft geleid tot een (sprongachtige) toename in aanschaf van elektrische bestelauto's zijn de recente ontwikkelingen in de nieuwverkopen onderzocht (zie Figuur 11). Hierbij is het aandeel elektrische voertuigregistraties van de afgelopen 5 maanden (2021) vergeleken met het aandeel uit de vorige drie jaren (2018-2020).

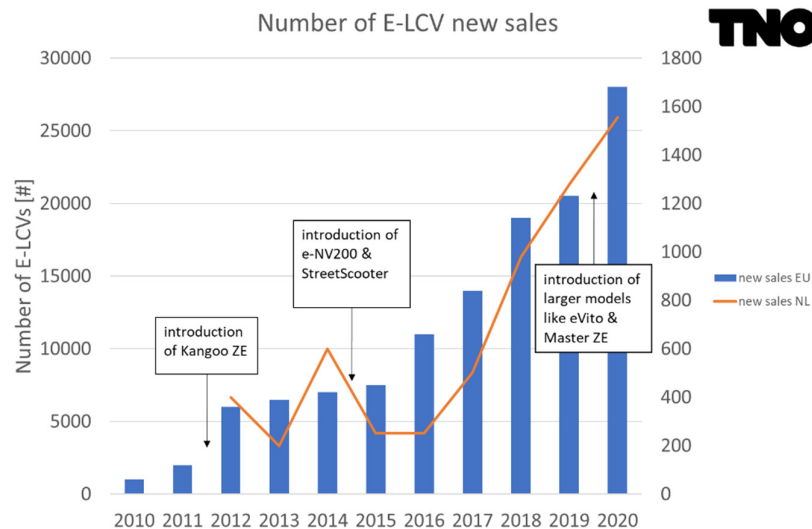
Het is te zien dat het gemiddelde aandeel BEVs in de nieuwverkopen over de eerste 5 maanden van 2021 lager is dan over heel 2020. Een duidelijke extra toename als gevolg van de subsidie is (nog) niet te zien in de cijfers voor maart en april. Het lijkt echter te vroeg om conclusies te trekken over de impact van de subsidieregeling. Een gedetailleerder onderzoek zou begin 2022 herhaald moeten worden om het complete kalenderjaar te analyseren. De meeste voertuigen worden immers aan het eind van het jaar aangeschaft. Als de trend van 2021, stijgend aandeel, na mei doorzet tot december 2021 kan het gemiddelde aandeel BEVs in de nieuwverkopen alsnog hoger zijn als in 2020.

Aandeel elektrische bestelauto's in de nieuwverkopen



Figuur 12: Aandeel elektrische bestelauto's in de nieuwverkopen (RDW, 2021) – de jaren 2018, 2019 en 2020 zijn weergegeven als jaargemiddelde. Voor 2021 is het aandeel weergegeven per maand tot en met mei.

Vergelijkt men de ontwikkeling in de nieuwverkopen in Nederland met de rest van Europa (zie onderstaande figuur) dan is duidelijk dat Nederland redelijk in pas loopt met Europa. Gemiddeld worden ca. 5% van de Europese verkopen van nieuwe EVs in Nederland geregistreerd. Tussen 2015 en 2018 liepen de nieuwverkopen in Nederland achter op deze trend, maar over een langere periode - van 8 jaar - komen de trends redelijk overeen. Nederland zit met deze hoge aantallen in de top 10 landen in Europa van de meeste nieuwe registraties (andere landen zijn onder andere Noorwegen, Frankrijk, Duitsland, Sweden en Spanje), zie eerder hoofdstuk.

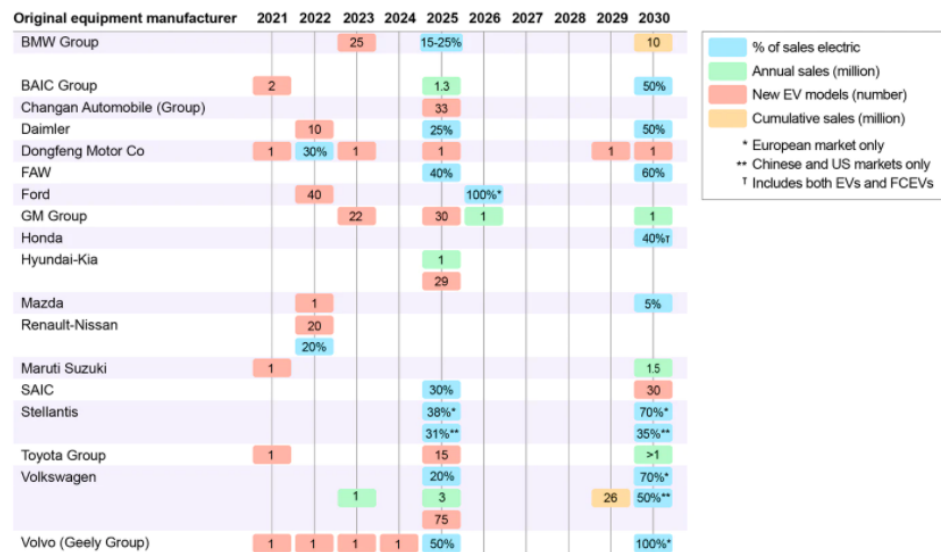


Figuur 13: Aantal nieuwverkopen elektrische bestelvoertuigen - Vergelijking EU-NL (EAFO, 2021) (RDW, 2021).

3.2.3 Ambitieniveaus van fabrikanten

Een overzicht van de ambities van verschillende OEMs wordt weergegeven in onderstaande figuur (IEA, 2021 b). 18 van de 20 OEMs hebben de ambitie om het aanbod van elektrische modellen en/of de verkoop van elektrische voertuigen te verhogen in het lichte segment (personen- en bestelauto's). Vaak wordt gesproken over een sales-aandeel van 50% in 2030. Volkswagen heeft recent haar ambitie voor elektrische voertuigen in 2030 verdubbeld van 35% naar 70% (Reuters, 2021).

Het is moeilijk om hieruit duidelijke conclusies te trekken voor bestelauto's, omdat de ambities gelden voor het hele lichte segment. Met de huidige marktvoorsprong van elektrische personenauto's is te verwachten dat de meeste verkochte nulemissievoertuigen ook in 2030 personenauto's zullen zijn. Maar er zitten ook veel synergiën tussen de segmenten M1 en N1. MPV's (zoals de Renault Kangoo, Peugeot Partner en Citroën Berlingo) zijn beschikbaar als personen- en bedrijfsauto. In sommige gevallen wordt ook gebruik gemaakt van dezelfde chassis en productielijn (Partner en Berlingo). Elektrificatie van het ene segment maakt dezelfde stap mogelijk in het andere segment en opschaling leidt voor beide tot kostenreductie.



Figuur 14: OEM aankondigingen met betrekking tot aandelen in de verkopen of het modellenaanbod van nulmissievoertuigen in het lichte segment (IEA, 2021 b).

3.2.4 Beschikbare en aangekondigde BEV voertuigmodellen

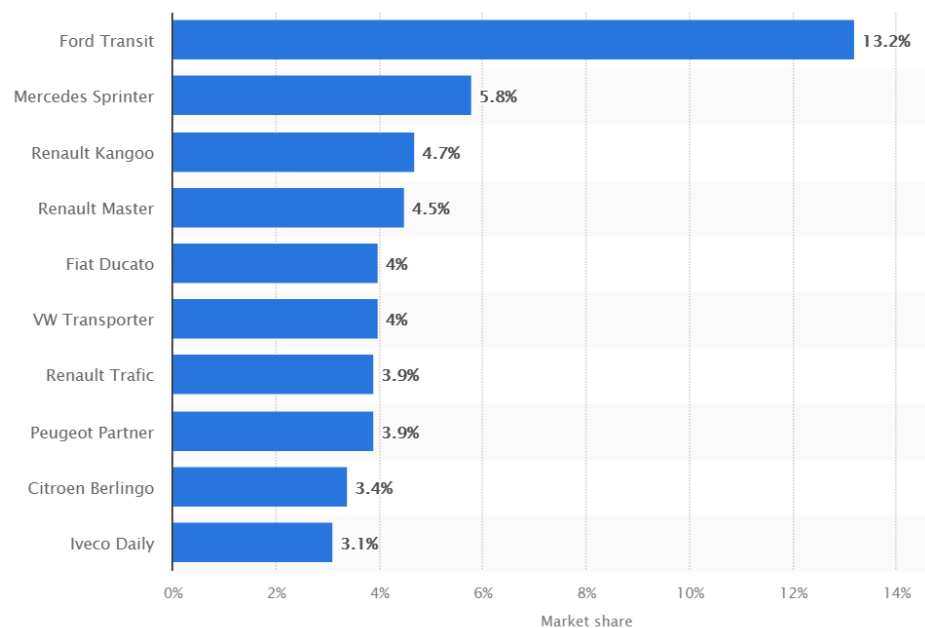
In 2020 waren er 36 modellen elektrische bestelauto's beschikbaar op de Nederlandse markt, zie Tabel 2. Telt men de bestelauto's mee, waarvoor alleen een scooter-rijbewijs volstaat, dan is dit aan de honderd stuks. Hiertoe behoren de voertuigmodellen die bijvoorbeeld door PicNic in de stadsdistributie worden ingezet en kleine gemeentelijke veegwagens.

Het aanbod elektrische bestelwagens is de afgelopen jaren flink gegroeid (vergelijkbaar met elektrische personenauto's). Er werden al lang nieuwe en grotere modellen aangekondigd. Inmiddels zijn deze ook echt beschikbaar op de markt en maken ze deel uit van de Nederlandse vloot.

Het aanbod zal de volgende jaren naar verwachting verder toenemen, al is onzeker hoe snel. Een belangrijke observatie is dat vanaf 2020 de top-10 best verkochte modellen uit 2019 nu ook elektrisch verkrijgbaar zijn – vaak configureerbaar met verschillende batterijpakketten (typisch tussen 40 en 80 kWh). De top-10 best verkochte modellen zijn samen goed voor ca. 50% van de markt (statista, 2021), zie Figuur 15.

Tabel 2: Aantal beschikbare modellen lichte elektrische bedrijfsvoertuigen (TNO, 2021 a).

Merk	Model	Segment	kWh opties	
Citroën	E-jumpy	Middel	50	75
Citroën	E-jumper		37	70
Citroën	E-berlingo	Klein	20,5	
Fiat	Ducato electric		47	79
Ford	Transit EV		67	
Ford	Transit custom PHEV		13,6	
Iveco	Daily electric		60	80
MAN	eTGE		37,3	
Mercedes Benz	eVito	Middel	41,4	
Mercedes Benz	eSprinter	Groot	55	
Mercedes Benz	EQV		90	
Mercedes Benz	eCitan		33	
Nissan	E-NV200		40	
Opel	Vivaro combi	Middel	50	75
Opel	Combo life/cargo		50	
Opel	Movano		37	70
Peugeot	e-expert	Middel	50	75
Peugeot	Partner tepee electric	Klein	22,5	
Peugeot	Boxer		37	70
Renault	kangoo ZE	Klein	44	
Renault	kangoo maxi ZE	Klein	31	
Renault	Ezflex		60	
Renault	Master ZE	Groot	33	
Streetscooter	Work		20	
Streetscooter	WorkL		40	
Toyota	Proace electric	Middel	50	75
Toyota	Proace City		50	75
VW	e crafter	Groot	36	
VW	e-caddy		37,3	
VW	e-transporter		37,7	74,6
VW	ID.BUZZ		60	100
VW	e-load up		32,3	
BYD	T3		50	
Maxus	E-deliver 3		35	53
Maxus	E-deliver-9		52	73
Maxus	EV80		56	



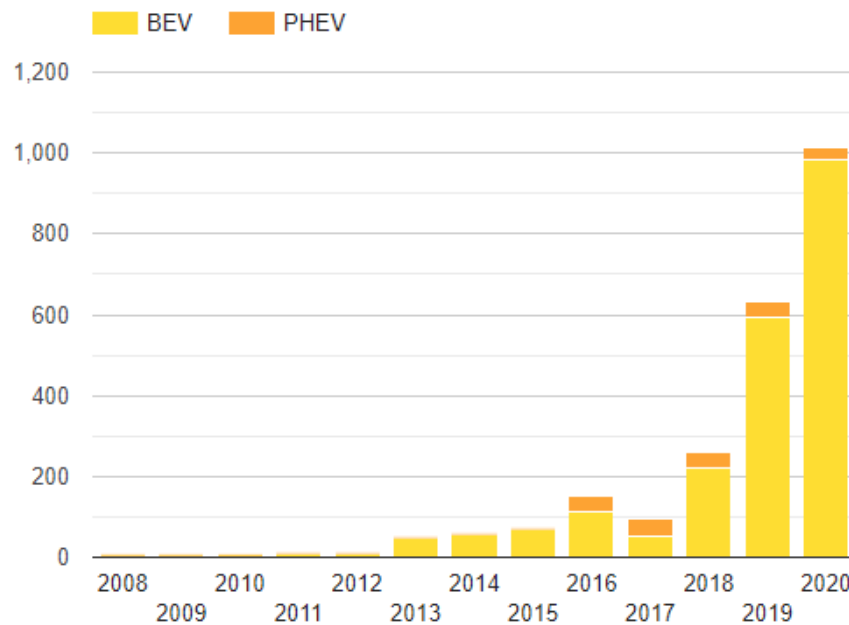
Figuur 15: Meest verkochte modellen (conventionele) lichte bedrijfsvoertuigen (LCVs) 2019 in de EU-27 (statista, 2021).

3.3 Zware bedrijfsvoertuigen (HDVs)

3.3.1 Registraties en vlootontwikkeling, Europees

Het aantal nieuwe registraties van zware bedrijfsvoertuigen in Europa is de afgelopen jaren flink gestegen, met bijna 5% per jaar (ICCT, 2021 a). Het aandeel diesel trucks in de nieuwverkopen daalt sinds vorig jaar, 96.5% in maart 2021 ten opzichte van 97.9% in april 2020 (ACEA, sd). Het aantal BEVs en PHEVs registraties stijgt naar 984 (2021) ten opzichte van 745 (2020). Samen vormen BEVs en PHEVs een marktaandeel van ca. 0,4%.

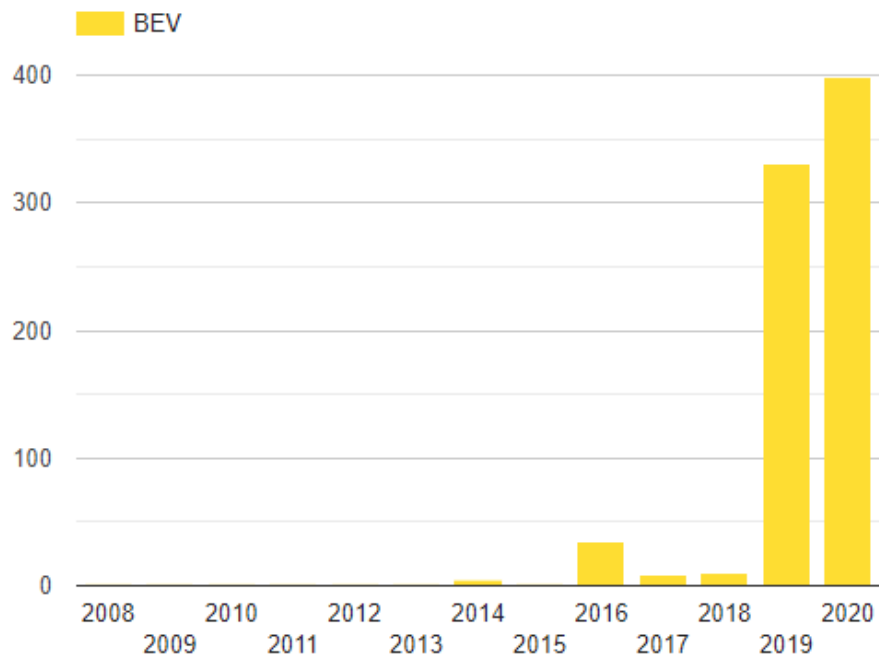
Wereldwijd zijn er ca. 30.000 elektrische trucks geregistreerd. Het jaarlijkse aantal nieuwe registraties ligt rond 7.500 trucks, het merendeel hiervan (90%) in China. Het aantal elektrische zware bedrijfsvoertuigen (HDVs) in de Europese vloot is nog erg klein: in 2020 waren dit ongeveer 1.000 BEV- en PHEV-trucks, het overgrote deel hiervan was batterij-elektrisch, zie Figuur 16.



Figuur 16: Aantal geregistreerde BEV en PHEV zware bedrijfsvoertuigen in Europa (EAFO, 2021).

Het aantal nieuwe registraties van elektrische trucks neemt sinds 2019 wel flink toe in Europa (zie onderstaande figuur).² Dit heeft deels te maken met de introductie van nieuwe voertuigmodellen en grotere productieseries en deels met een sterkere vraag naar dit soort voertuigen. Tot 2019 werden commercieel verkrijgbare elektrische trucks uitsluitend gemaakt door bedrijven, die (onder andere) bestaande (conventionele) bedrijfswagens/ vrachtauto's ombouwden naar elektrisch. Door kleine seriegroottes (ombouwen geschiedt volledig handmatig en is behoorlijk arbeidsintensief) en extra kosten voor (impliciete) aankoop en verwijdering van conventionele componenten (waarvoor maar een deel van de prijs bij doorverkoop kan worden verrekend), waren deze trucks gemiddeld een factor 2,5 à driemaal zo duur als de conventionele varianten. Zonder aanzienlijke subsidies waren deze voertuigen niet tegen vergelijkbare prijzen aan te schaffen als conventionele trucks te maken. Hoewel deze (ombouw-)bedrijven erg relevant zijn voor het opdoen van ervaring met nieuwe technologieën, zullen deze bedrijven waarschijnlijk minder geschikt zijn om bij de opschaling van bedrijfswagens een significante rol te spelen. Vanaf 2020 zijn er ook elektrische vrachtvoertuigen op de markt gekomen, die door de grotere/bekende truckfabrikanten worden gemaakt.

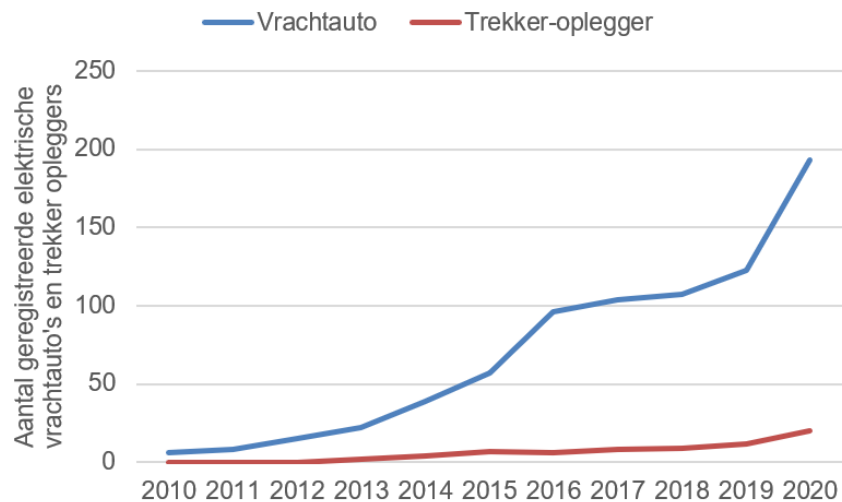
² Het valt op dat de nieuwe registraties in Figuur 17 niet exact optellen tot het aantal geregistreerde BEVs en PHEVs in Figuur 16, met name in de periode voor 2017. Dit is mogelijk een fout in de EAFO database.



Figuur 17: Aantal nieuwe registraties zware bedrijfsvoertuigen (HDVs) in Europa, batterij-elektrisch en plug-in-elektrisch (EAFO, 2021).

3.3.2 Registraties en vlootontwikkeling, nationaal

In Nederland staan er 144.000 vrachtwagens geregistreerd, waarvan 63.000 bakwagens en 81.000 trekkers voor opleggers. Het aantal elektrische vrachtauto's en trekker is nog minimaal, maar groeiende. In 2020 bestond respectievelijk 0.3% (bakwagens) en 0.02% (trekker-oplegger) van de voertuigvloot uit elektrische voertuigen. Samen waren dit ca. 200 stuks.



Figuur 18: Vlootontwikkeling van elektrische voertuigen [bron: CBS³].

³ <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/71407ned/table?ts=1635169871485>

3.3.3 Ambitieniveaus van fabrikanten

De Europese OEMs (met uitzondering van Iveco) hebben samen een 'joint statement' getekend waarin ze zich committeren aan 'zero-emission' road freight transport in 2040 (ACEA, 2020). Samen zijn deze fabrikanten goed voor meer dan 75% van de Europese markt voor zware bedrijfsvoertuigen. Scania en Volvo spreken zelfs van de ambitie dat 50% van de verkopen in 2030 ZE voertuigen zijn (Scania, 2021 a).

3.3.4 Beschikbare en aangekondigde BEV voertuigmodellen

Vanaf 2020 zijn er elektrische vrachtoertuigen op de markt gekomen, die door de grotere/bekende truckfabrikanten worden gemaakt (zie tabel hieronder). Het gaat vooralsnog om kleine(re) series, die veelal vanuit de productielijn van conventionele trucks als zogenaamde glider (truck zonder motor) handmatig elektrisch worden afgebouwd. De producenten van elektrische vrachtwagens zijn anno 2021 nog bezig om een technologische inhaalslag te maken, zoals deze eerder bij de elektrische personenwagens en elektrische bussen heeft plaatsgevonden. Er worden daarom nog relatief grote stappen gemaakt op het gebied van beschikbare accupaciteit.

Tabel 3: Aantal beschikbare modellen zware elektrische bedrijfsvoertuigen (TNO, 2021 a).

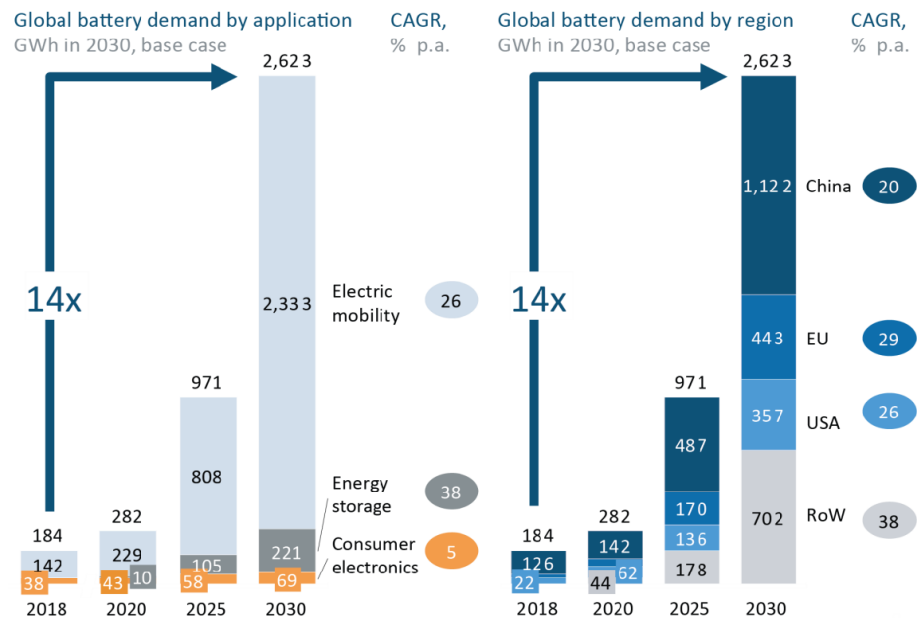
Merk	Type	Maximaal gewicht	Batterij-capaciteit	Range fabrieksopgave
		[ton]	[kWh]	[km]
Mitsubishi	eCanter	7,5	83	120
Volvo	FL Electric	16	100	100-300
Volvo	FE Electric	27	200	130-200
DAF	LF Electric	19	222	220
DAF	CF Electric	37	350	200
Mercedes-Benz	eAcros	18	240	200
Daimler (VS)	Freightliner eM2 106	12	370	370
Daimler (VS)	Freightliner eCascadia	40	550	400
Renault	D Z.E.	16	200	300
Renault	D WIDE Z.E.	26	200	200
Tesla (VS)	Semi	36	n.b	480-800
BYD	T7	11	175	200
BYD	T9	36	350	200
MAN	CitE	15	n.b	100
MAN	eTGM	26	n.b	n.b

Het accupakket van de modellen varieert tussen 170 en 350 kWh. De DAF CF-Electric heeft recent een upgrade van het accupakket gekregen. Hierdoor is de capaciteit verdubbeld tot 350 kWh. Volgens fabrieksopgave resulteert dit in een actieradius van maximaal 200 kilometer. Als er ook rekening gehouden wordt met praktijkomstandigheden en een geadviseerd max. depth-of-decharge (DoD) van 90% (lager verkort de levensduur van de batterijen), dan is dit minder. Hier wordt verder op ingegaan in het hoofdstuk 4.

Kleine elektrische vrachtwagens (<10t) zijn nog nauwelijks beschikbaar:
De Mitsubishi eCanter is het enige commercieel verkrijgbare (serie)product.

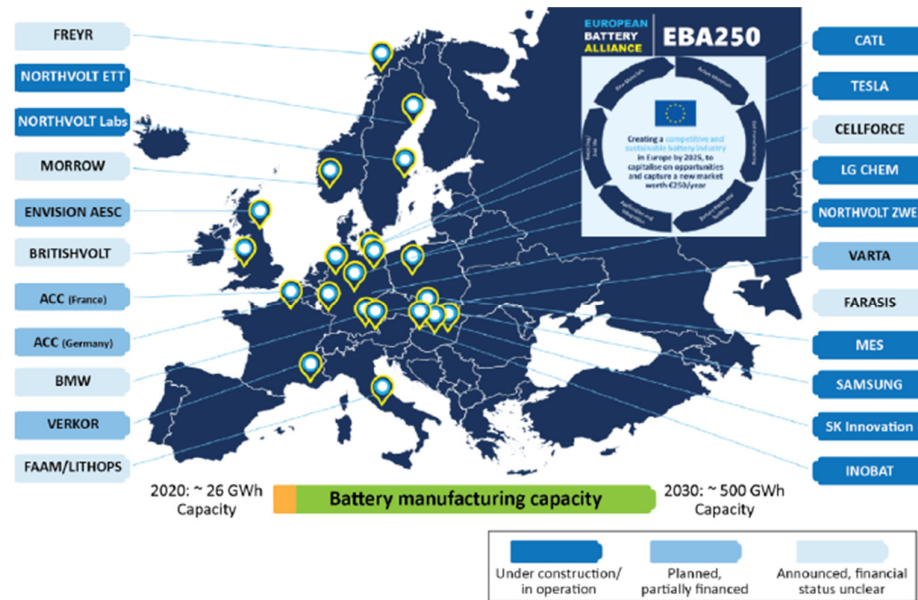
3.4 Vraag naar batterijen en beschikbare productiecapaciteit voor elektrische voertuigen

Het wordt voorspeld dat de wereldwijde vraag naar Li-Ion batterijen de komende 10 jaar met een factor 10 zal gaan groeien (European Commission, 2020 b). De grootste afzetmarkt voor de batterijen is de mobiliteitssector, ca. 90%. China zal waarschijnlijk de grootste afnemer zijn, met ca. 40% van het marktaandeel in 2030. Maar ook in Europa groeit de markt snel, met een factor 13, van 34 GWh in 2020 naar 443 GWh in 2030.



Figuur 19: Huidige en verwachte vraag naar batterijen, naar toepassing en naar regio (European Commission, 2020 b).

Om de groeiende vraag naar batterijen aan te kunnen moet de productiecapaciteit gaan toenemen. In Europa bouwen grote bedrijven als Tesla, BMW en Northvolt hiervoor nieuwe fabrieken. Bij elkaar opgeteld groeit de productiecapaciteit hierdoor van 26 GWh in 2020 naar ca. 500 GWh in 2030 (European Commission, 2020 b). Vraag en aanbod is daarmee in balans.



Figuur 20: Huidige en verwachte productiecapaciteit in Europa (European Commission, 2020 b).

3.5 Samenvatting van de historische marktontwikkelingen in Europa en Nederland

Het aantal nieuwe registraties van bedrijfsvoertuigen stijgt de afgelopen jaren met ca. 5% (zware bedrijfsvoertuigen) en 7% (lichte bedrijfsvoertuigen). Voor beide categorieën zijn dieselveertuigen bij verre het meest verkochte voertuigtype, maar het aandeel BEVs in de nieuwverkopen groeit snel, vooral bij bestelvoertuigen. Het aantal nieuwe bestelautoregistraties in Europa en de mate van elektrificatie tonen duidelijke verschillen tussen fabrikanten en landen.

Onder andere de fabrikanten Citroen, Nissan, Peugeot en Renault verkopen steeds meer elektrische bestelauto's. In 2019 behoorden Noorwegen, IJsland, Sweden, Duitsland en Luxemburg tot de top-5 landen met een hoog aandeel BEVs in het nieuwverkoop. Nederland hoort samen met onder andere Frankrijk tot de top-10. In 2019 was het aandeel BEVs in de nieuwverkopen in Europa ca. 2%, evenveel als in Nederland. Parallel aan het stijgend aandeel BEVs in de nieuwverkopen ontstaat er een groeiend aanbod aan BEV-modellen. In 2012 was de Renault Kangoo ZE nog een der weinigen BEV-modellen op de markt. Intussen is dit aanbod uitgegroeid tot ca. 36 BEV-modellen. Renault was anno 2019 marktleider in de verkoop van BEV bestelauto's.

Het aantal elektrische vrachtwagens in Nederland is in 2020 nog beperkt tot ca. 200 stuks, maar groeiende. Ook in Europa neemt het marktaandeel van BEVs en PHEVs toe ten opzichte van diesel, hoewel dit aandeel nog klein is: ca. 0,4%.

Over het algemeen kan worden geconcludeerd, dat de BEV-markt voor bedrijfsvoertuigen volop in ontwikkeling is. OEMs verkondigen ambitieuze doelen voor zero-emissie aandrijvingen en investeren in nieuwe productiecapaciteiten voor batterijen ('Gigafactories') en nieuwe voertuigmodellen.

De introductie van nieuwe modellen is ook terug te zien in het stijgend aandeel BEVs in de nieuwverkopen, zowel in Europa als in Nederland.

3.6 Beschikbaarheid van BEV bestel- en vrachtvoertuigen in de toekomst

Er kon in dit project geen conclusie getrokken worden over of de beschikbaarheid van BEV bestel- en vrachtvoertuigen in de toekomst een limiterende factor vormt voor de ingroei van BEVs in Nederland. Puur beoordeeld vanuit de OEM ambities en de verwachte aanbodontwikkeling van BEV-modellen lijkt de beschikbaarheid van BEV-bestel en vrachtvoertuigen in de toekomst niet een limiterende factor te zijn.

De toekomstige vraag en aanbod naar batterijen is in balans met elkaar. De markt groeit naar verwachting van 34 GWh in 2020 naar 443 GWh in 2030. De productiecapaciteit in Europa groeit naar verwachting van 26 GWh in 2020 naar 500 GWh in 2030. In de beginjaren zal de markt dus waarschijnlijk nog afhankelijk zijn van buitenlandse import van batterijen.

In dit project is niet onderzocht of OEMs de productiecapaciteit voldoende snel kunnen opschalen. Vooral in de beginfase (2020-2025) is het aannemelijk dat het aanbod achterblijft op de vraag.

Als basis voor de doorrekening van het technische ingroeipotentieel werd de aanname gehanteerd, dat de beschikbaarheid van BEV bestel- en vrachtvoertuigen in de toekomst geen limiterende factor vormt voor de ingroei van BEVs in Nederland.

4 Analyse van data met betrekking tot de toepasbaarheid - Huidige inzichten in het praktijkverbruik en de actieradius van BEVs

4.1 Inleiding

Het gebruik van elektrische voertuigen in de logistiek is nog vrij beperkt. Er wordt ook nog niet veel gemeten en gemonitord. Een aantal bronnen biedt wel inzicht in het energiegebruik en de voertuiginzet:

- Travelcard – inzicht in praktijkenergiegebruik van elektrische bestelauto's;
- DKT – inzicht in praktijkenergiegebruik en actieradius van BEVs.

4.2 Praktijkverbruik

Onderstaande tabel geeft een overzicht van het gemiddelde verbruik van verschillende EV modellen in de praktijk. Daarnaast zijn een aantal elektrische DAF CF door TNO gemonitord in DKT, maar zijn hier geen 'kale' verbruikscijfers van publiek beschikbaar (ex. koeling, E-PTO, hulpsystemen). Verder is de data niet publiek beschikbaar op hoog detailniveau: bijvoorbeeld meetgegevens van het verbruik op verschillende wegtypen (stad vs. regionaal vs. snelweg).

Tabel 4: Gemiddelde praktijk-energiegebruik van elektrische bestel en lichte vrachtauto's.

Model	Voertuig	Accu	Gemiddelde praktijk-energiegebruik	Bron
		[kWh]	[kWh/100 km]	
Renault Kangoo ZE	Bestel (klein)	31	24	(TNO, 2020 a)
Nissan E-NV200	Bestel (middel)	40	23	(TNO, 2020 a)
eDucato	Bestel (groot)	62	35-40	(TNO, 2021 e)
Emoss 12t	12t bakwagen (klein)	200	80-85	(TNO, 2021 e)

4.3 Actieradius

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de in projecten gemonitorde actieradius. In de praktijkproeven wordt duidelijk, dat er een groot verschil zit tussen de gemiddelde en het maximale dagafstand.

Dit verschil kan gedeeltelijk verklaard worden door de weersomstandigheden (koude winterdagen), de opbouw van het voertuig (E-PTO, koeling, etc.) en de inzet van het voertuig (stedelijk/regionaal/snelweg). Het seizoensimpact schilt in het ergste geval 50%. Dit betekent de actieradius is in de winter voor de helft zo groot als in de zomer.

In hoeverre vervoerders bereid zijn om hun operatie aan te passen aan de huidige beperkte actieradius van EVs is onduidelijk. Op dit moment worden elektrische bestel- en vrachtauto's nog niet grootschalig ingezet.

In de DKTi praktijkproeven ontstaat wel het beeld, dat de voertuigen ingeplant worden op kortere distributieritten als vergelijkbare dieselveertuigen. De gemiddelde dagafstand van de voertuigen is hierdoor in de praktijk momenteel ongeveer 50% lager dan voor dieselveertuigen.

Een mogelijkheid om de inzet (de dagafstand) te vergroten is het gebruik van snelladers. Vervoerders laden in de praktijk vooral 's-nachts en op depot. In een DKTi van Albert Heijn wordt ook gebruik gemaakt van tussentijds snelladen met een vermogen van 300 kW. Hierdoor kan de dagafstand in sommige gevallen ruim verdubbeld worden. Ook de gemonitorde bestelvoertuigen maken af en toe gebruik van snellaadpunten langs de snelweg.

Tabel 5: Actieradius van verschillende EV-modellen. (TNO, 2020 a) (TNO, 2021 e).

Model	Voertuig	Accu	Actieradius (gemiddeld/max)	Bron
		[kWh]	[km]	
Renault Kangoo ZE	Bestel (klein)	31	NEDC: 220 km	(TNO, 2020 a)
Nissan E-NV200	Bestel (middel)	40	NEDC: 200 km	(TNO, 2020 a)
eDucato	Bestel (groot)	62	Gemiddeld: 107 km 75% van de ritten: 70-140 km Maximaal: 246 km	(TNO, 2021 e)
Emoss 12t	Vracht (klein)	200	Gemiddeld: 137 km 75% van de ritten: 110-170 km Max: 246 km	(TNO, 2021 e)
DAF CF	Vracht (middel)	170	Gemiddeld: 85 km 75% van de ritten: 60-110 km Max: 130 km Met snellader (300 kW): 250-300 km/dag	(TNO, 2020 b)

5 Analyse van data met betrekking tot de betaalbaarheid: Uitgangspunten voor de projectie van de productiekosten van elektrische bedrijfsvoertuigen

5.1 Inleiding

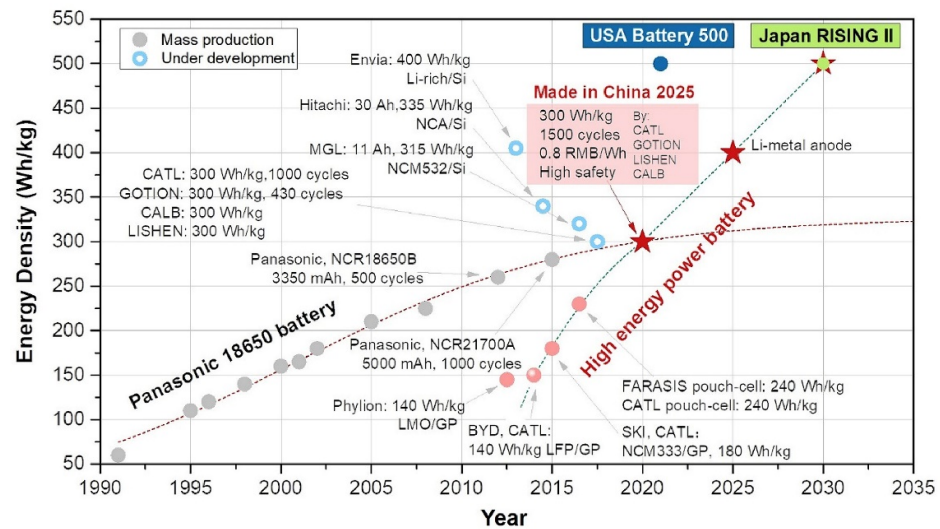
Dit hoofdstuk beschrijft de uitgangspunten, die zijn gebruikt om een inschatting te maken van de toekomstige productiekosten van elektrische voertuigen. Elektrische voertuigen worden nog niet lang ingezet in het zware wegtransport. Gezien de vroege marktintroductiefase zijn de kosten van de voertuigen nog erg hoog. Een drijvende factor van de kosten zijn de batterijkosten en het productieproces. Met een schaalvergroting en lagere batterijkosten kunnen de productiekosten van elektrische voertuigen dalen. Dit hoofdstuk onderzoekt wat reële verwachtingen zijn betreffende de batterijtechnologie en batterijkosten in de toekomst en hoe dit zich vertaalt in lagere voertuigkosten.

Disclaimer

De aannames die gemaakt worden over de toekomstige ontwikkelingen in batterijtechnologie en de verwachte productiekosten van EVs zijn per definitie onzeker en voorzien van grote bandbreedtes. Bij onze aanpak gaan we voor zover mogelijk uit van conservatieve schattingen.

5.2 Projectie van de energiedichtheid van batterijen en de accucapaciteit

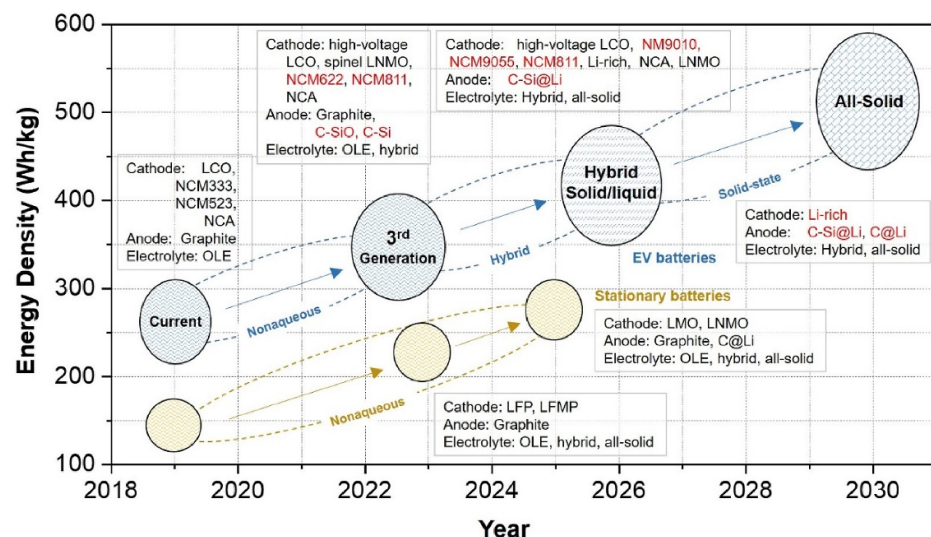
De energiedichtheid van batterijen is de afgelopen jaren sterk toegenomen. Dit is met name te danken aan de komst van de Li-Ion batterij. In tegenstelling tot eerdere batterijchemie, met name nikkel-cadmium, kunnen lithium-ion batterijen dagelijks met hoog vermogen en in elke laadtoestand worden ontladen en opgeladen. Sinds de eerste commercialisering van Li-ion-batterijen in 1991 (door Panasonic) is de energiedichtheid ca. met een factor 5 verbeterd, van ongeveer 50 naar 250 Wh/kg op celniveau. Er zijn mijlpalen gedefinieerd voor een verdere verdubbeling van de energiedichtheid tot 2030. Deze komen overeen met de mijlpalen van de Europese Commissie, zie verder onderen Tabel 6.



Figuur 21: Historische ontwikkeling van de Li-Ion batterij en mogelijk toekomstige ontwikkeling (Yaxiang, 2019).

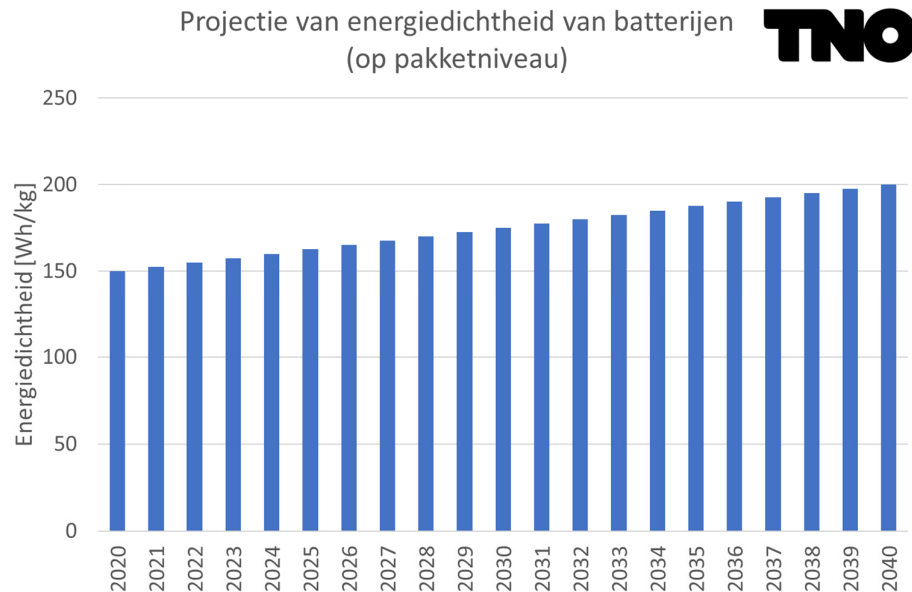
Een dergelijke verdubbeling van de energiedichtheid zal echter, naar verwachting, niet mogelijk zijn zonder een overstap naar een vast elektrolyt. Zogenaamde solid-state batterijen zijn in potentie snel oplaadbaar, veilig, licht en hebben een lange levensduur (TNO, 2021 b). Echter is de technologie nog ontwikkeling. Quantumscape, een bedrijf dat met Volkswagen samenwerkt, plant de commercialisering van hun solid-state batterij in het jaar 2024. Onderstaande figuur (Yaxiang, 2019) toont een ontwikkeling die zeker nog tot 2030 zal duren.

Op pakketniveau is de energiedichtheid van batterijen een stuk lager dan op celniveau. De batterij van een Tesla Model S, met 85 kWh accu, weegt 540 kg (Wikipedia, 2021). De energiedichtheid is dus ca. 160 Wh/kg (ofwel 65% van de energiedichtheid op celniveau).



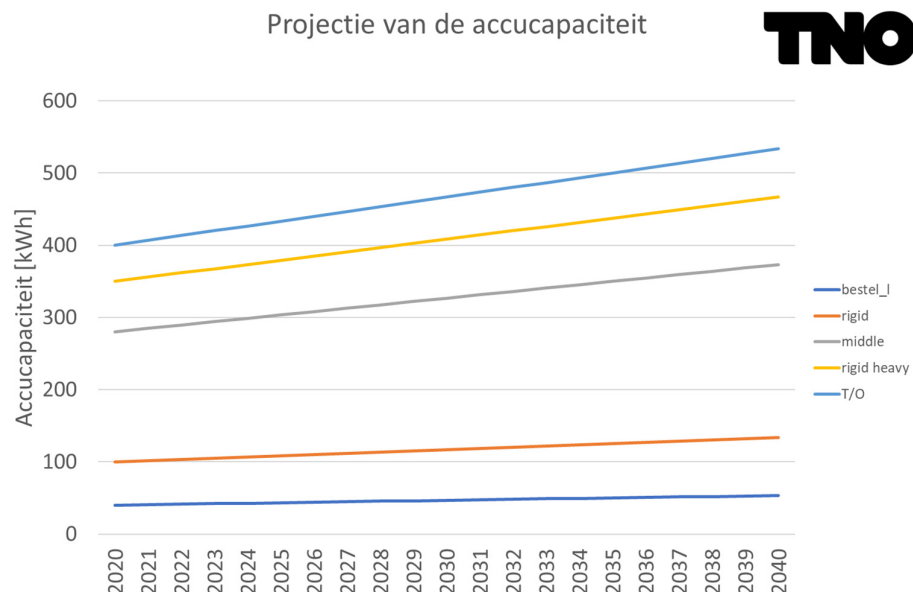
Figuur 22: Innovatiestappen voor het verdubbelen van de energiedichtheid (Yaxiang, 2019).

In onze berekening gaan we voorlopig uit van een continue verbetering van de energiedichtheid van batterijen, van 150 Wh/kg in 2020 naar 200 Wh/kg in 2040 (zie onderstaande figuur). Dit is een vrij conservatieve schatting, die geen rekening houdt met de ontwikkeling en commercialisering van solid-state batterijen. Hierin wordt ook geen rekening gehouden met een betere verpakking van de batterijcellen.



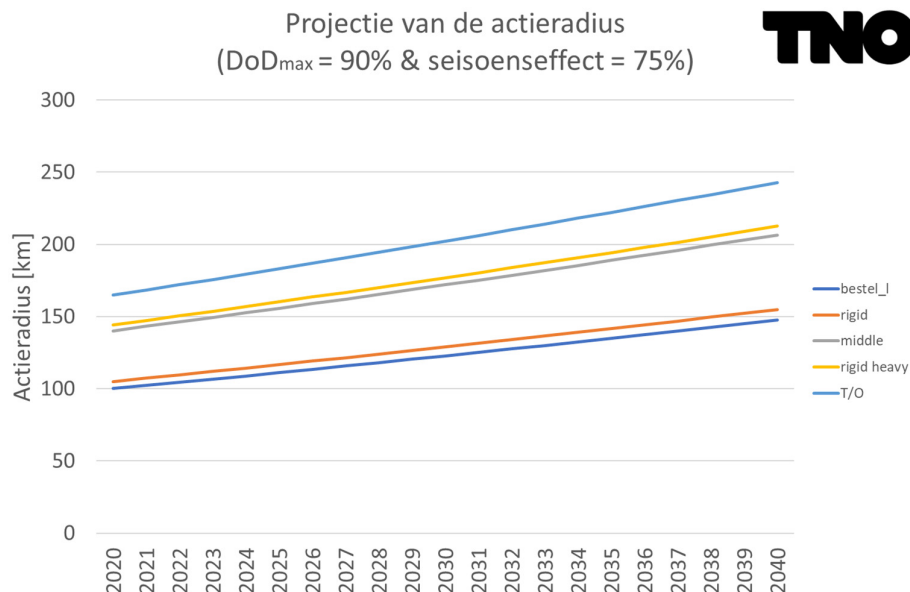
Figuur 23: Projectie van de energiedichtheid van batterijen (op pakketniveau).

Het wordt aangenomen, dat de verbeterde batterijspecificaties zich vertalen in meer accucapaciteit (impliciete aanname: fabrikant dimensioneert het voertuig op de beschikbare ruimte en niet de accucapaciteit). De resulterende accucapaciteit van verschillende voertuigen wordt weergegeven in Figuur 25.



Figuur 24: Projectie van de accucapaciteit.

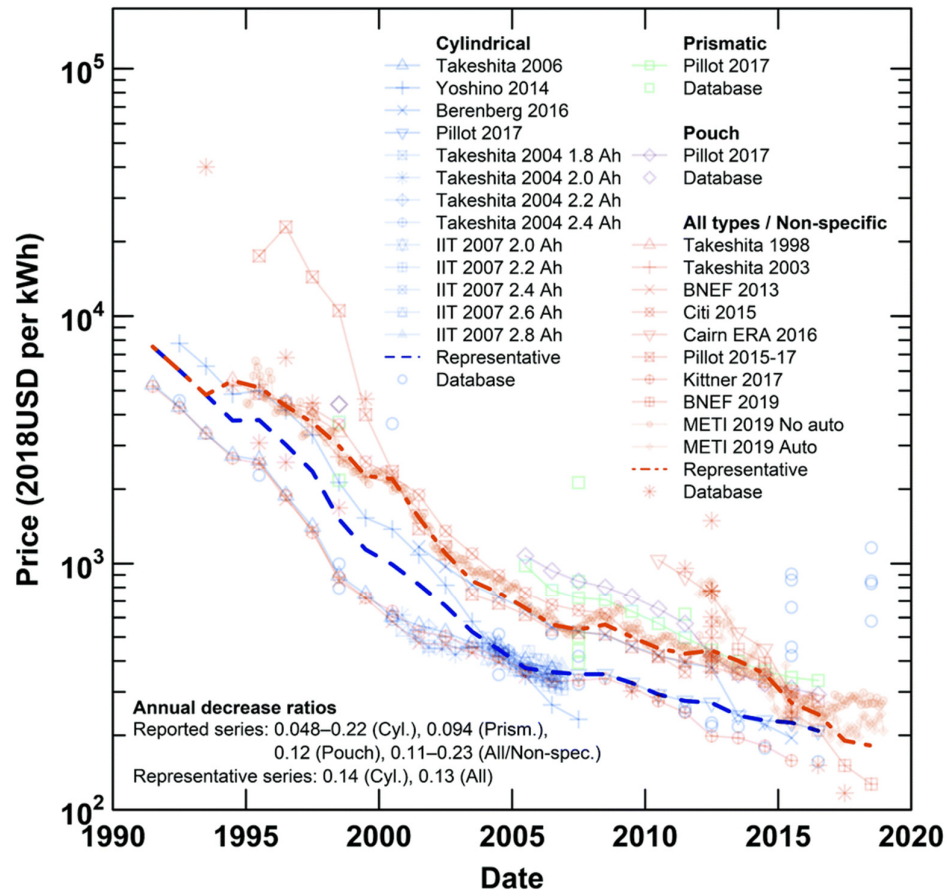
De actieradius in de dagelijkse praktijk wordt berekend op basis van de maximale depth-of-decharge ($\text{DOD}_{\max} = 90\%$) en het verwachte seizoenseffect (50% minder capaciteit in de winter; over het hele jaar gemiddeld 75% van de maximale capaciteit). De actieradius is in de praktijk hierdoor een factor 0,675 lager.



Figuur 25: Projectie van de actieradius.

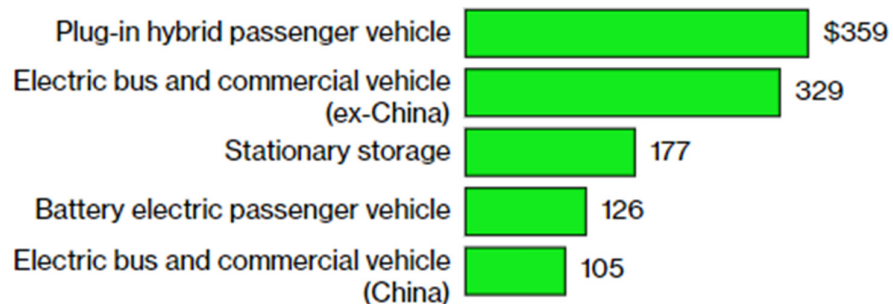
5.3 Projectie batterijkosten en productiekosten

De batterijprijzen van Li-Ion batterijen zijn de afgelopen dertig jaar sterk gedaald, de afgelopen 30 jaar met ca. 98% volgens (Ziegler, 2021), zie onderstaande figuur.



Figuur 26: Gemiddelde Li-Ion batterijprijs (batterijpakket), over alle sectoren (Ziegler, 2021).

De huidige batterijprijzen liggen rond 100-400 \$/kWh. Afhankelijk van de sector en de productieschaal kan de prijs op batterijpakket-niveau nog sterk variëren, zie onderstaande figuur (Bloomberg, 2020). Terwijl een batterijpakket van een personenauto ongeveer 126 \$/kWh kost zijn de kosten hiervan bijna drie keer hoger voor commerciële voertuigen zoals het zware wegtransport.

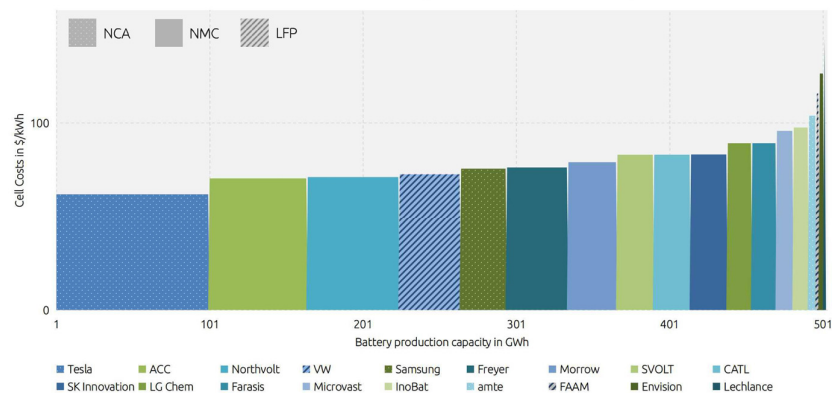


Figuur 27: Batterijpakketprijs in 2020 per sector (Bloomberg, 2020).

Het kostenverschil tussen batterijen en verschillende toepassingen heeft vooral te maken met de schaal van de productie.

De samenhang tussen productiecapaciteit en de kosten op celniveau zijn onderzocht door het Argonne National Laboratory en de universiteit van Münster. Met het “BacPac” tool (Argonne National Laboratory, 2021) en het “CellEst” tool (Wentker, 2019) laten zich de celniveau kosten berekenen voor verschillende kathode-chemie en productiecapaciteit. De aangekondigde productiecapaciteiten in Europa, zie hoofdstuk 3, geven de volgende inzicht in de celniveaукosten, zie onderstaande figuur (Simolka, 2021). Deze figuur toont de geschatte celniveaукosten per productie faciliteit. Met een jaarlijkse productiecapaciteit van 100 GWh zijn de celniveau kosten van Tesla het laagst, ongeveer 60 \$/kWh. De batterijkosten van InoBat, met een productieschaal van één ordegrrootte kleiner, zijn ongeveer 100 \$/kWh, dus bijna een factor 2 duurder.

Estimated *Cell-Level* Costs for Projected Plant Capacities in Europe



All cathodes vs graphite anode

Matthias Simolka
July 2021

„BatPac 4.0“ by Paul A. Nelson, Shabbir Ahmed, Kevin G. Gallagher and Dennis W. Dees
„CellEst“ by Marc Wentker, Matthew Greenwood and Jens Leker

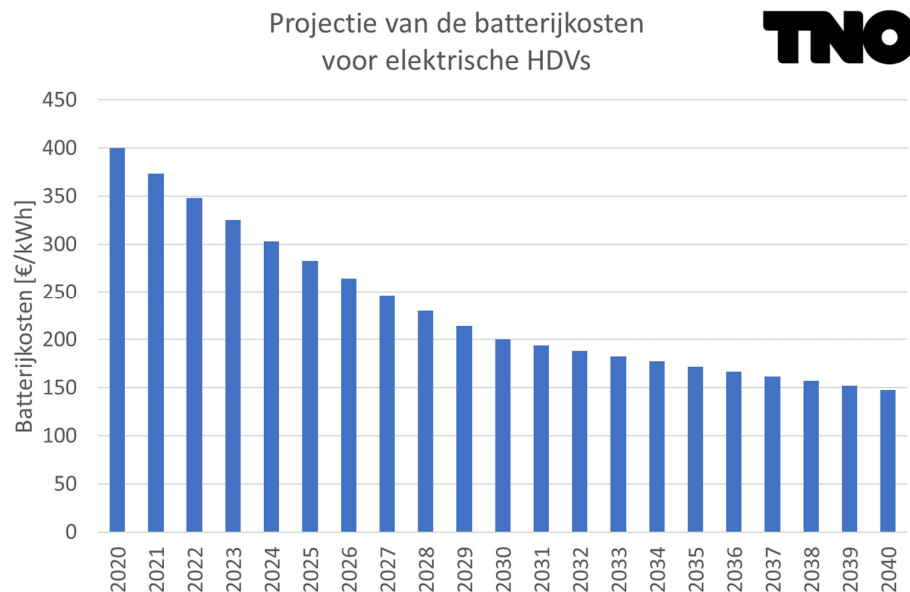
Figuur 28: Impact van productieschaal op de batterijkosten, op celniveau (Simolka, 2021).

Met het uitgangspunt dat de mondiale productieschaal van batterijen het komende decennia zal toenemen met een factor 10 à 20 is te verwachten dat de kosten met een factor 2 verder kunnen dalen. Dit is ook de ambitie van de Europese Commissie in hun strategische onderzoeksagenda voor batterijtechnologie (European Commission, 2020 b): de huidige kostprijs op celniveau moet gaan dalen van 140 €/kWh naar 75 €/kWh (zie Tabel 6). Op pakketniveau resulteert dit in een reductie van 400 €/kWh naar 150 €/kWh; grofweg een halvering.

Tabel 6: Mijlpalen voor het elektrische zwaar wegtransport (European Commission, 2020 b).

Road transport: medium and heavy duty BEV*					
Typical Battery Size: 150-600 kWh (today), up to 1000 kWh (in the future)					
KPI	Operating conditions	System/Pack/ Cell level	Unit	2020	2030
PERFORMANCE					
Cell/pack weight ratio		Pack	%	70	80
Cell/pack volume ratio		Pack	%	60	75
Operating lifetime expectation	Minimum guaranteed lifetime (equivalent 80% DOD)	Pack	km	~750,000 (~Vehicle lifetime)	
Gravimetric Power density**	180s, SoC 100%-10%, 25°C	Cell	W/kg	750	1,000
Gravimetric Energy density	C/3 charge and discharge, 25°C, charging with CC and CV step	Cell	Wh/kg	~250	~450
Volumetric energy density	C/3 charge and discharge, 25°C, charging with CC and CV step	Cell	Wh/L	~500	1,000
Volumetric power density**	180s, SoC 100%-10%, 25°C	Cell	W/L	1,500	2,200
Cycle life	80% DOD, 25°C	Cell	cycles	3,000	6,000
Hazard level		Cell	-	<=4	<=4
COST					
Cost		Pack	€/kWh	~400	~150
Cost		Cell	€/kWh	~140	~75
MARKET					
Market size	Source: Avicenne Energy, 2019, IEA Global EV Outlook 2020		GWh/year	~20	~200

Voor de berekening van de productiekosten van een elektrisch voertuig is gerekend met een halvering van de batterijkosten tussen 2020 en 2030, zie onderstaande figuur. Na 2030 zal de kostenreductie naar verwachting iets afvlakken.



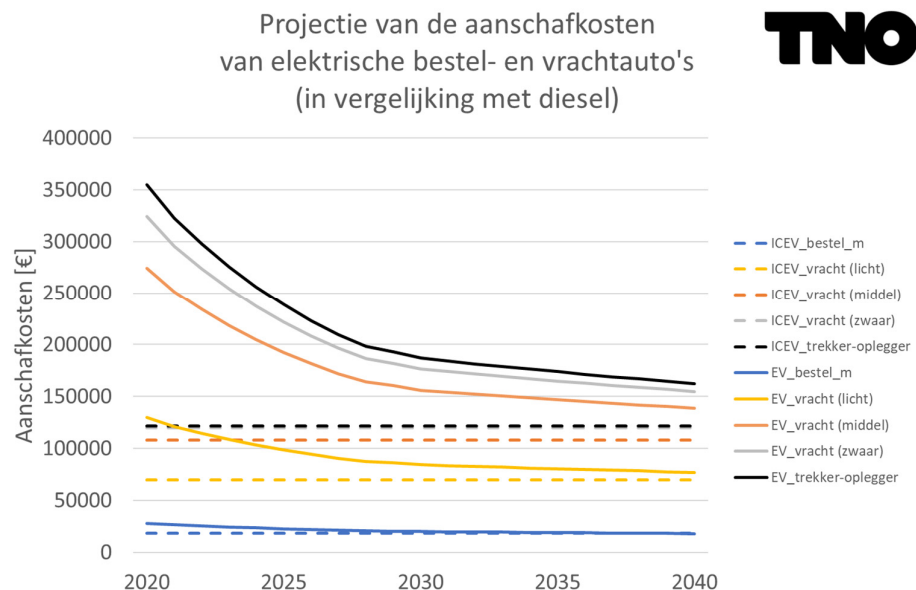
Figuur 29: Projectie van de batterijkosten van elektrische voertuig in het zwaar wegtransport.

De verwachte productiekosten in 2030 en 2040 zullen als gevolg van dalende batterijkosten lager liggen dan in 2020. Naast de dalende materiaalkosten is ook een daling in de productiekosten te verwachten. In de huidige marktfase worden nog veel vrachtauto's omgebouwd of in kleine series geproduceerd. De in deze fase nog vaak manueel te verrichten werkzaamheden zijn duur. Bovendien zijn de voertuigen nog grotendeels geconcipteerd op basis van een vergelijkbaar dieselveertuig.

Met een grotere schaal verloopt de productie grotendeels geautomatiseerd. Met een *dedicated* design kan bovendien efficiënt gebruikt worden van de beschikbare ruimte, waardoor de accugroote op termijn ook kan groeien. Voor de berekening van de productiekosten houden we rekening met een leercurve in de productie tussen 2020 en 2030. Het aantal manuren in de productie zal in deze periode fors afnemen waardoor de voertuigkosten in 2030 voornamelijk bepaald worden door de materiaalkosten.

Voor de productiekosten van conventionele bestel- en vrachtwagens is aangenomen, dat deze onveranderd blijven ten opzichte van 2020. Dit is niet heel waarschijnlijk, omdat voertuigen met verbrandingsmotor als gevolg van de CO₂-emissienormen juist meer technologie zullen moeten toepassen om het verbruik (en de uitstoot) te verlagen. Voorbeelden hiervan zijn de terugwinning van warmteverliezen van de motor (waste heat recovery) en efficiëntere aandrijvingen. Ook lage rolweerstandbanden, gewichtsreducties en een verbeterde aerodynamica dragen hieraan bij. Deze kunnen echter zowel voor diesel en elektrische voertuigen worden toegepast.

In een eerdere studie van TNO is voor verschillende types vrachtwagens onderzocht tot welke meerkosten de toepassing van dit soort technische efficiencymaatregelen leidt (TNO, 2018 a). Hierin blijkt dat bij conventionele vrachtvoertuigen een CO₂-reductie van 28-33% mogelijk is. De productiekosten van de voertuigen stijgen hierdoor met 5.000 tot 10.000 euro, afhankelijk van de gewichtsklasse. Dit is alsnog een beperkte kostentoeename in vergelijking met de totale productiekosten van ICEV en BEV voertuigen.



Figuur 30: Projectie van de productiekosten van elektrische bestel- en vrachtauto's (ex BTW).

Voor het kostenniveau van 2020 is een vergelijking gemaakt met beschikbare commerciële producten op de markt, met name een elektrische Ducato en een elektrische DAF CF-E. De volgende referentievoertuigen dienen als basis, zie onderstaande tabel.

Voor meer informatie over de keuze en de specificaties van de voertuigen wordt verwezen naar (TNO, 2021 a). Voor zowel de grote bakwagen als de trekker-oplegger wordt uitgegaan een DAF CF (Electric), met het verschil dat bij de trekker-oplegger uit wordt gegaan van een groter accupakket in de basis. Deze voertuigcategorie legt over het algemeen grotere afstanden af, waarvoor ook meer accucapaciteit benodigd zal zijn. Aangekondigde modellen zoals de Volvo FH Electric houden hier reeds rekening mee en zijn configureerbaar met accupakketten tussen 180 en 540 kWh.

Tabel 7: Referentievoertuigen gebruikt in de TCO berekening (TNO, 2021 a).

	Diesel	Elektrisch
Middelgroot bestelauto (<3,5 ton)	Opel Vivaro	Opel E-Vivaro
Lichte bakwagen (7,5 ton)	Mitsubishi Canter	Mitsubishi eCanter (80 kWh)
Middelgrote bakwagen (19 ton)	DAF LF 280	DAF LF Electric (280 kWh)
Grote bakwagen (40 ton)	DAF CF 440 FT	DAF CF Electric (37 ton, 350 kWh)
Trekker-oplegger (40 ton)	DAF CF 440 FT	DAF CF Electric (37 ton, 400 kWh)

5.4 Samenvatting uitgangspunten

De ontwikkeling van de productiekosten en de actieradius van BEVs in de toekomst is sterk afhankelijk van de technologieontwikkeling en de productieschaal van batterijen.

Wereldwijd werken universiteiten en industrie aan nieuwe en betere batterijtechnologieën die de kosten van BEVs moeten laten dalen en de toepasbaarheid (meer actieradius en robuust tegen hogere aantal laadcycli) moeten verbeteren. Dit heeft het afgelopen decennium tot snel dalende batterijkosten en een stijgende energiedichtheid van lithium-ion cellen geleid. Een kansrijke technologie die momenteel ontwikkeld wordt door de industrie zijn solid-state batterijen (met een vast elektrolyt). Hierdoor zouden de batterijkosten in potentie verder moeten kunnen dalen en de energiedichtheid verder moeten kunnen stijgen tot een factor 2. De strategische onderzoeksagenda van Europa voor batterijtechnologie streeft dezelfde doelen na voor het jaar 2030. De in dit project gemaakte projectie voor batterijkosten baseert zich hierop.

Als gevolg van de dalende batterijkosten dalen ook de productiekosten van BEVs. De daling is groter voor zware voertuigen omdat deze een groter accu hebben, de batterijkosten wegen hier zwaarder mee ten opzichte van lichtere voertuigen. Er wordt ook rekening gehouden met een efficiëntere productieproces van BEVs (als gevolg van een hogere productieschaal en een *dedicated* productieplatform). Het wordt verwacht dat de toenemende concurrentie onder OEMs ook de kostendaling zal bevorderen. Als gevolg hiervan dalen de aanschafkosten van BEVs tussen 2020 en 2030, in lijn met de batterijkosten, grofweg met de helft.

6 Technisch potentieel voor de ingroei van elektrische bedrijfsvoertuigen in Nederland

6.1 Inleiding

In de vorige hoofdstukken werd beschreven welke aanpak en welke uitgangspunten en randvoorwaarden gebruikt worden om het technische ingroeipotentieel van elektrische voertuigen in te schatten. Dit hoofdstuk schetst ontwikkelingen in de geïdentificeerde randvoorwaarden voor de ingroei en het technisch potentieel voor de ingroei van lichte elektrische bedrijfsvoertuigen in 6.2 en zware elektrische bedrijfsvoertuigen in 6.3 over de periode 2020 tot 2040.

6.2 Lichte bedrijfsvoertuigen (LCVs)

6.2.1 *Randvoorwaarde beschikbaarheid*

De afgelopen 8 jaar is het aantal nieuwe registraties van elektrische bestelvoertuigen in Europa snel gegroeid van ca. 6.000 tot 25.000 voertuigen (zie hoofdstuk 3.2), ofwel 2% van de nieuwverkopen. Als de groei het komend decennia deze trend blijft volgen (20% meer ten opzichte van het voorjaar) zullen er in 2030 ca. 215.000 elektrische bestelauto's worden verkocht in Europa. Dit is ongeveer gelijk aan 12% van de nieuwverkopen. Dit getal wordt in het analysekader niet direct gebruikt, maar geeft wel een indicatie voor de mogelijke opschaling in Europa en Nederland.

Veel fabrikanten hebben de ambitie uitgesproken dat in 2030 50% of meer van hun nieuwverkopen in lichte voertuigen elektrisch zullen zijn. Dat betreft personen- en bestelauto's samen. Er zijn geen specifieke ambities bekend voor lichte bedrijfsvoertuigen, maar op grond van de genoemde ambities voor lichte voertuigen moet voor het segment lichte bedrijfsvoertuigen een aandeel in de nieuwverkopen in 2030 van ruim meer dan 10-12% haalbaar worden geacht.

6.2.2 *Randvoorwaarde toepasbaarheid*

De actieradius van elektrische voertuigen is lager dan het diesequivalent. Bovendien duurt het laden van de batterij aanzienlijk langer dan het tanken van diesel. Elektrische voertuigen zullen dus eerder toepasbaar zijn in toepassingen met korte dagafstanden in combinatie met 's nachts laden. Om de toepasbaarheid te kwantificeren is de verwachte ontwikkeling van de actieradius (zie hoofdstuk 4.3) vergeleken met het gemiddelde dagkilometrage van bestelwagens.

De jaarkilometrages van Nederlandse bestelvoertuigen zijn berekend op basis van RDW-data van alle voertuigregistraties in Nederland (stand 2021). Het gemiddelde dagkilometrage van een voertuig is berekend door het jaarkilometrage door 260 dagen te delen (5 werkdagen per week)⁴. De verdeling van jaarkilometrages wordt voor bestelwagens weergegeven in Figuur 31, gegroepeerd in data-bins van 50 km.

⁴ Men zou het dagkilometrage ook kunnen berekenen op basis van een 6- of 7-dagen werkweek. Hier is bewust voor een 5-dagen werkweek gekozen, omdat het dagkilometrage dan hoger uitvallen. De inzet is dus minder makkelijk met BEVs te halen. Dit is dus een conservatieve aanname.

De volgende observaties worden gemaakt:

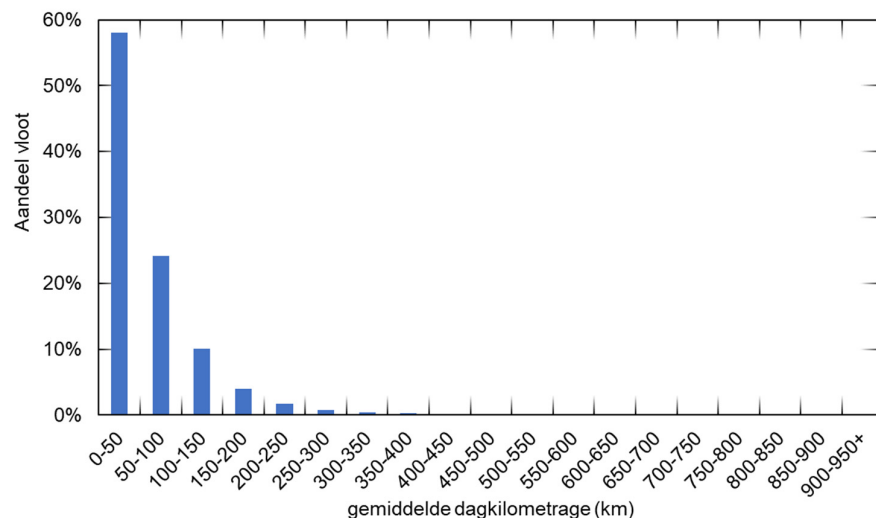
- 85% tot 90% van de bestelwagens rijden gemiddeld minder dan 100 kilometer per dag. Ca. 95% van de bestelwagens rijden gemiddeld minder dan 250 kilometer per dag.
- Het gemiddelde jaarkilometrage van bestelwagens is ongeveer 18.000 kilometer (ofwel 70 kilometer per dag). Lichtere voertuigen rijden gemiddeld wel minder dan zware en nieuwe voertuigen rijden meer dan oude.

In deze analyse wordt ervan uitgegaan dat deze kilometerverdeling door het jaar en over het leven van de voertuigen constant is. In werkelijkheid zit er een aanzienlijke variatie in het (dag)kilometrage per voertuig over het jaar en in de dagkilometrages van nieuwere en oudere voertuigen.

Zo zullen er bestelvoertuigen zijn die één of meerdere werkdagen per week niet of weinig worden gebruikt en daarom op andere dagen juist meer kilometers rijden per dag dan het daggemiddelde over een jaar. In dat geval zal er meer batterijcapaciteit aanwezig moet zijn dan wanneer het jaarkilometrage wél gelijkmatig is verdeeld over het aantal werkdagen per jaar, ofwel als er elke dag ongeveer evenveel kilometers mee worden gereden.

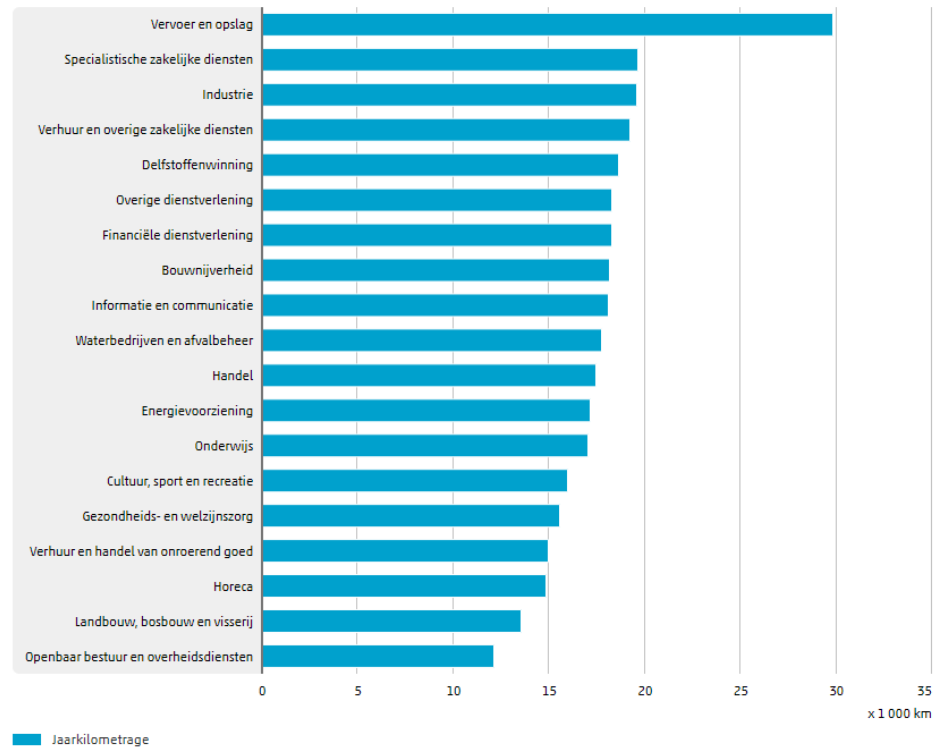
De benodigde flexibiliteit in termen van actieradius verschilt per bedrijf en is onder andere afhankelijk van de vlootgrootte en de bedrijfssector. Zo hebben bedrijven met een grotere vloot meer ruimte om voertuigen met een bepaalde accugrootte (en actieradius) in te zetten op een 'passende' rit. Daarnaast komen in bepaalde sectoren vaker dezelfde ritten voor dan in andere sectoren en / of zijn ritten beter in te plannen. Zo rijden pakketbesteldiensten vaak dagelijks vergelijkbare ritten terwijl voertuigen in de bouw afhankelijk zijn van de locatie van de bouwplaats die bij elke opdracht wisselt.

Verdeling van de gemiddelde dagkilometrage van bestelauto's



Figuur 31: Verdeling van het gemiddelde dagkilometrage van bestelauto's (RDW, 2021).

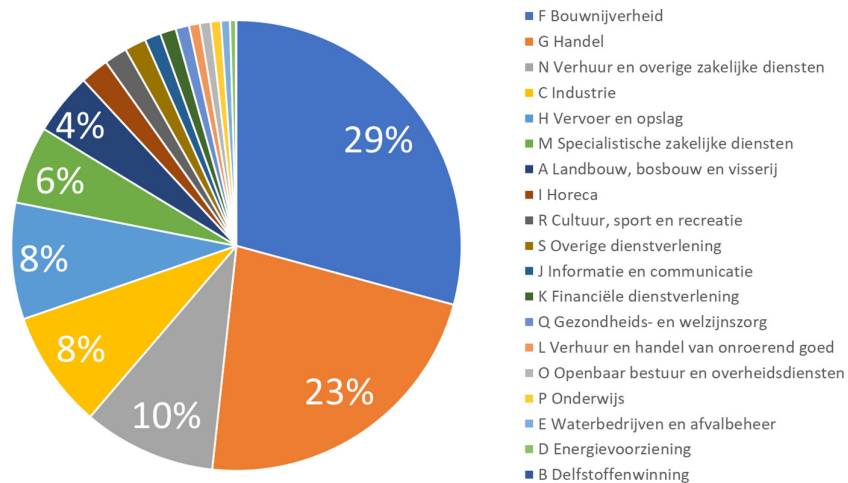
De inzet van voertuigen varieert sterk afhankelijk van de toepassing. Figuur 32 geeft een overzicht van het gemiddelde jaarkilometrage van bestelauto's, gedifferentieerd naar branche (CBS, 2021). Voertuigen in de branche openbaar bestuur leggen veel minder kilometers af per jaar dan bijvoorbeeld in vervoer en opslag. In de branche openbaar bestuur zullen elektrische bestelvoertuigen dus waarschijnlijk ook eerder toepasbaar zijn mits de dagelijkse inzet niet sterk varieert.



Figuur 32: Gemiddelde jaarkilometrage van bestelauto's in 2019 per branche (CBS, 2021).

Van de hierboven genoemde sectoren telt de bouw de meeste bestelauto's, gevolgd door de groot- en detailhandel. Hier worden ook de meeste kilometers in de vloot afgelegd, samen meer dan 50% van het bestelverkeer (zie Figuur 33).

Aandeel voertuigkilometers, per branche **TNO**



Figuur 33: Aandeel voertuigkilometers per branche (CBS, 2021).

6.2.3 Randvoorwaarde betaalbaarheid

De TCO van een middelgrote bestelwagen is berekend voor zowel een diesel voertuig als een elektrisch voertuig, en voor 2020 en de jaren daarna. Voor de berekening in 2030 en 2040 worden de uitgangspunten uit hoofdstuk 5 gebruikt m.b.t. de ontwikkeling van batterij- en voertuigkosten.

Ontwikkelingen in TCO (vanuit eindgebruikersperspectief) worden bepaald door enerzijds ontwikkelingen in voertuigkosten en energiekosten en anderzijds ontwikkelingen in subsidies en fiscale behandeling van voertuigen en energiedragers. Hiervoor zijn de volgende aannames en uitgangspunten gebruikt (zie Tabel 9).

Deze baseren grotendeels op de RouteRadar (TNO, 2021 c).

- Het wordt aangenomen, dat de onderhoudskosten verschillend zijn voor diesels en BEVs. Dieselveertuigen betalen ca. 200 € per jaar en BEVs 60 € per jaar. Dit zou een lage inschattingen kunnen zijn. Volgens onderzoek van CE Delft (CE Delft, 2020) zou dit eerder 1.000 en 500 € per jaar moeten zijn. Hier wordt uitgegaan van 5-6 €/100km aan onderhoudskosten voor diesel en 2-4 €/km voor BEVs. De onderhoudskosten worden hierbij aan het verbruik gekoppeld: Voor diesel ontstaat ongeveer 1€ onderhoud voor iedere getankte liter.
- Verzekeringskosten zijn 778 € per jaar en zijn gelijk verondersteld voor diesels en BEVs. Dit zou ook hoger kunnen liggen voor BEVs. Normaal schaal de verzekeringskosten met de aanschafwaarde
- Het elektriciteitsprijs is gebaseerd op een laadmix van personenauto's: 50% thuisladen, 24% laden op het werk, 10% openbaar laden en 5% laden op de snelweg. Deze cijfers komen van PBL.

Tabel 8: Aannames en uitgangspunten voor het berekenen van de TCO van vrachtoertuigen.

Afschrijving	
Rentevoet	2.25%
Afschrijftermijn voor vrachtwagen	4 jaar
Restwaarde na 4 jaar	30% van de nieuwwaarde

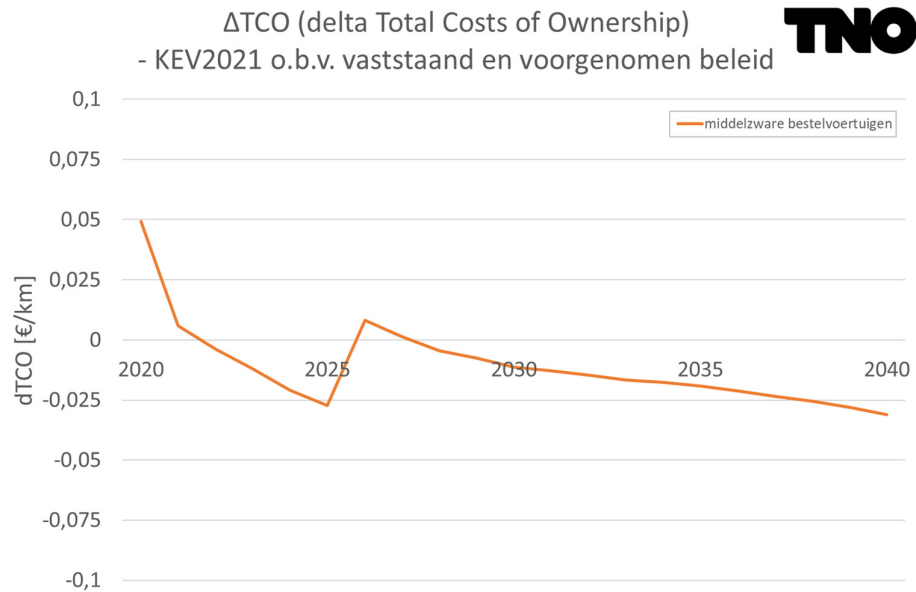
Gemiddeld jaarkilometrage (over de eerste 4 jaar)	
Middelgrote bestelwagen	24.000 km/jaar

Energieprijzen					
	2020	2025	2030	2035	2040
Elektriciteitsprijs [€/kWh pp 2020]	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Pompprijs diesel [€/l pp 2020]	1,24	1,36	1,53	1,56	1,59

Twee beleidsvarianten zijn doorerekend, a) KEV 2021 op basis van vastgesteld beleid en b) KEV 2021 op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid. In het geval van bestelvoertuigen zijn beide varianten identiek. Voor meer informatie over het beleidscontext en geldende belastingen, subsidies en tarieven in de KEV 2021, zie bijlage A.

Figuur 34 toont het verschil in TCO (Δ TCO) tussen een middelgrote bestelauto op diesel en één met elektrische aandrijving bij een gemiddeld jaarkilometrage van 24.000 km. Dit is puur ter illustratie van de TCO bij een typisch gemiddelde inzet. In het analysekader wordt de TCO voor verschillende jaarkilometrages berekend.

Hieruit volgt dat de TCO van een gemiddelde elektrische bestelauto in 2020 (nog) hoger is dan van een dieselveertuig. Over een afschrijvingstermijn van 4 jaar is een elektrische bestelauto 5 eurocent duurder per kilometer. De hogere aanschafkosten ten opzichte van een dieselveertuig worden dus niet volledig gecompenseerd door de lagere energie- en onderhoudskosten. Als gevolg van de verhoging in MRB (voor dieselveertuigen) en SEBA daalt de Δ TCO van elektrische bestelauto's ten opzichte van diesels sterk in 2021. In de jaren 2022 tot 2025 is er zelfs een kostenvoordeel ten opzichte van dieselveertuigen. In het jaar 2026 verandert de Δ TCO ten nadele van elektrische bestelauto's vanwege de afschaffing van de MRB-vrijstelling voor elektrische voertuigen en het aflopen van SEBA. De productiekosten zijn dan nog onvoldoende gedaald om elektrische bestelauto's zonder fiscale stimulering of subsidies concurrerend te maken. Na 2026 daalt de TCO van elektrische bestelauto's geleidelijk ten opzichte van dieselveertuigen voornamelijk als gevolg van afnemende batterijprijzen en hogere productieaantallen. Rond 2027 wordt weer een break-even punt bereikt.

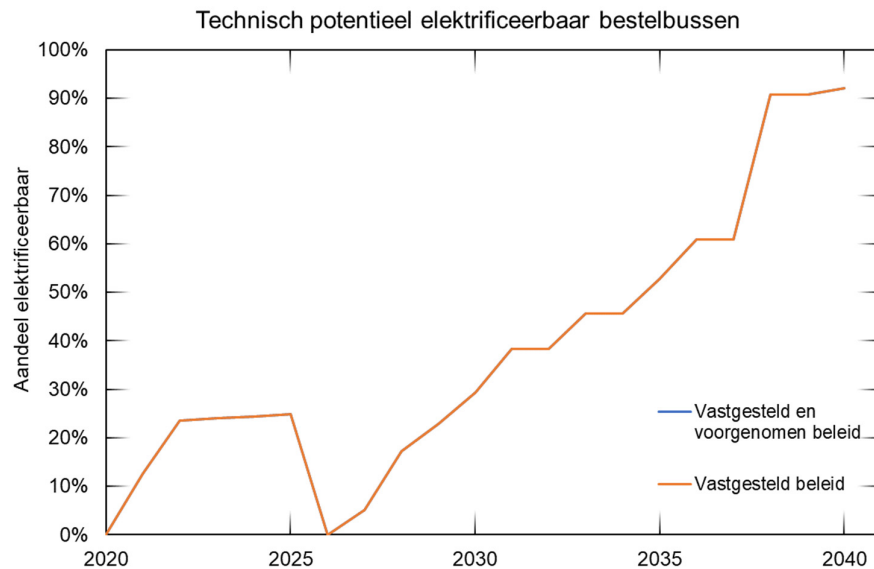


Figuur 34: Verschil in TCO tussen een elektrisch en een diesel bestelvoertuig in de periode 2020 tot 2040.

6.2.4 *Technisch ingroeipotentieel van elektrische bestelauto's in Nederland*

Uitgaande van de berekende toepasbaarheid en betaalbaarheid hierboven wordt het technisch ingroeipotentieel van elektrische bestelauto's in Nederland berekend. Dit betekent dat voor elk voertuig in de vloot wordt nagegaan of het betaalbaar en toepasbaar is op basis van het dagelijkse kilometrage van het voertuig. Hierin zit een impliciete aanname: De aanname is dat de verdeling van dagkms voor de nieuwverkopen gelijk is aan die voor de hele vloot. Deze aanname is niet geheel terecht. Uit CBS-statistieken blijkt immers dat nieuwe voertuigen hogere jaarkilometrages hebben. Hier zal in een volgende doorrekeningen nog eens beter naar gekeken moeten worden.

Figuur 35 toont het ingroeipotentieel in de periode 2020 tot 2040 voor twee beleidsvarianten, a) KEV op basis van vastgesteld beleid en b) KEV op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid. In dit geval is er geen verschil tussen a) en b) omdat voor bestelvoertuigen beide varianten identiek zijn.



Figuur 35: Technisch ingroepotentieel van elektrische bestelvoertuigen in Nederland.

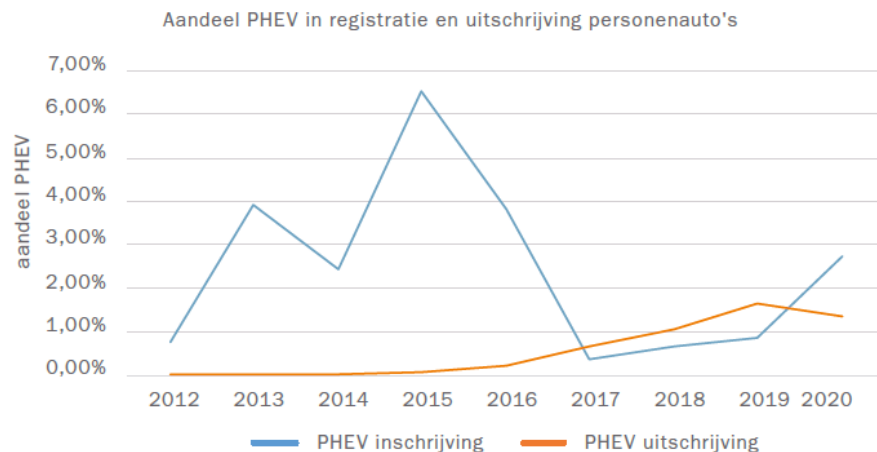
Uit deze grafiek kan een aantal conclusies worden getrokken:

1. Het effect van de bestelbussubsidie is sterk zichtbaar in de periode 2021 tot 2025.
2. De aflopende MRB-vrijstellingsregeling voor BEVs is niet zichtbaar, omdat dit in dezelfde periode valt als de subsidieregeling. De effecten van de bestelbussubsidie overschaduwden de effecten van de MRB-vrijstelling.
3. Het subsidiebudget van 185 M€ wordt volledig benut. Dit is onder andere het gevolg van de aanname dat het subsidiebudget over de jaren verdeeld wordt. Het subsidiebudget is jaarlijks gelimiteerd tot 40,75 miljoen euro (in 2021 zelfs tot 22 miljoen euro). Per voertuig berekenen we een subsidiebedrag van ca. 2300 € in 2021. Dit bedrag loopt af na verloop van tijd door afnemende productiekosten.
4. In 2026 valt de berekende BEV-ingroei terug tot het pre-subsidie aandeel. De verkopen stijgen daarna langzaam tot het niveau van 2025 in 2030 (ca. 30%). Of de berekende dip in 2026 in de praktijk ook zo sterk zal optreden hangt van meer factoren af dan alleen de impact van de aflopende subsidie op TCO. Maar sterke reacties in de markt op veranderende subsidies of belastingen zijn niet ondenkbaar, zie het voorbeeld van de plug-in hybrides in onderstaand kader.
5. In de periode 2030 - 2040 groeit het aandeel van 30% naar ca. 90%. De percentage in 2030 ligt hoger dan de eerder genoemde 10-12% onder de randvoorwaarde beschikbaarheid (6.2.1), maar lager dan de beoogde *sunset date* voor verbrandingsmotoren volgens het *Fit-4-55* pakket.

Subsidieregeling plug-in hybrides (PHEV) voor personenauto's

De registratie en uitschrijving van plug-in hybrides (PHEV) is een goed voorbeeld van de grote invloed van specifieke regelingen in de autobelastingen op de samenstelling van het wagenpark. Ten tijde van de gunstige regeling nam het aantal registraties van plug-in personenauto's sterk toe, om na beëindiging van de regeling sterk te dalen. Deze trend in de inschrijvingen en uitschrijvingen van PHEVs is te zien in Figuur 36 hieronder.

Dit is natuurlijk geen wenselijk effect. Voor de stimulering van robuuste groei moet de vlootdynamiek nauwlettend gemonitord en mogelijk bijgesteld kunnen worden (bijv. door aanpassing van belastingen en subsidies).



Figuur 36: Aandelen PHEV in registratie en uitschrijving personenauto's – TNO bewerking van RDW-mutatiebestanden (TNO, 2021 d).

6.2.5 Gevoeligheidsanalyse

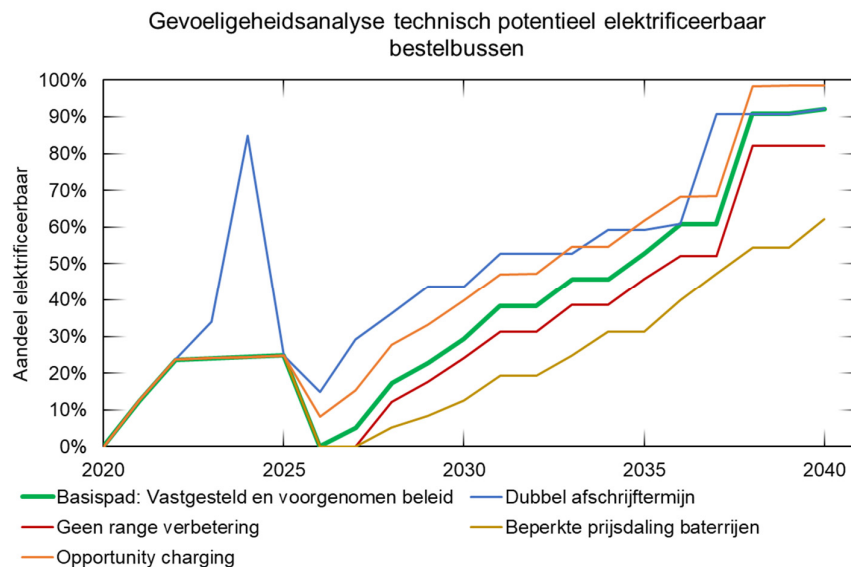
De hierboven beschreven resultaten zijn afhankelijk van een groot aantal aannames en uitgangspunten. Om inzicht te krijgen in de gevoeligheid van de uitkomst op een aantal cruciale parameters, is een gevoeligheidsanalyse gemaakt.

In deze analyse zijn de volgende aannames gevarieerd:

- De laadstrategie veranderd van overnacht tot overnacht en overdag laden. Hierdoor neemt de dagelijkse toepasbaarheid toe. De aanname wordt gemaakt, dat hierdoor de dagelijkse actieradius van BEVs grofweg verdubbeld. Of dit daadwerkelijk mogelijk is hangt af van de logistieke toepassing en of er voldoende tijd in de planning is om dit uit te voeren.
- De afschrijftermijn wordt verlengd van 4 jaar naar 8 jaar. Hierdoor neemt de betaalbaarheid toe. De TCO voor BEVs wordt (relatief tot diesel) lager.
- De energiedichtheid van batterijen voor elektrische voertuigen neemt niet toe. De actieradius blijft hierdoor onveranderd in plaats van dat deze in de tijd toeneemt.
- De batterijprijs daalt minder hard in de periode tussen 2020 en 2030, met 25% in plaats van 50%.

Op basis hiervan varieert de ingroei als volgt (zie Figuur 37):

- Het ingroeipotentieel neemt nauwelijks toe als gevolg van overdag laden, ca. 10%. Dit lijkt gering in verhouding tot de toename van de actieradius, maar dit is gerelateerd aan de verdeling van de dagafstanden: 85% tot 90% van de bestelauto's gemiddeld minder rijdt dan 100 kilometer per dag. Een verdubbeling van de actieradius heeft hier dus weinig effect op.
- Een langere afschrijftermijn heeft vooral effect op het korte-termijn ingroeipotentieel. Volgens het analysekader leidt dit tot een significante toename in de aanschaf van BEVs (ca. 20% additioneel). Op lange termijn (rond 2035) is er nauwelijks verschil met andere scenario's omdat BEVs in de meeste gevallen dan ook met korte afschrijftermijn concurrerend is met diesel voertuigen.
- Bij gelijkblijvende energiedichtheid (en actieradius) is het technisch ingroeipotentieel voor BEVs ca. 5-10% lager (ten opzichte van het centrale scenario).
- Een beperkte daling van de batterijprijs resulteert in een lager ingroeipotentieel van ca. 15-20% (ten opzichte van het centrale scenario).



Figuur 37: Gevoelighedsanalyse technisch potentieel elektrificeerbaar bestelbussen.

6.3 Zware bedrijfsvoertuigen (HDVs)

6.3.1 Randvoorwaarde beschikbaarheid

De aanbodontwikkeling van elektrische vrachtauto's is reeds besproken in hoofdstuk 3. Omdat elektrische vrachtauto's nog maar kort op de markt zijn is een groeiprognoze moeilijk te maken op basis van de historische data.

In dit geval wordt uitgegaan van de visie van enkele OEMs, bijvoorbeeld:

- DAF's visie voor 2025 (transportenmilieu, 2019): DAF beoogt een kleine productieserie van 1500 elektrische trucks per jaar in 2025. "We gaan ervan uit dat dit voornamelijk trucks van het type LF zijn, bedoeld dus voor stadsdistributie en relatief korte afstanden."

- Volvo Trucks visie voor 2030 (transportenmilieu, 2019): Volvo Trucks heeft de ambitie om in 2030 de helft van hun verkoop elektrisch te maken (volvotrucks, 2021). De nieuwe modellen FH, FM en FMX moeten hier onder andere aan gaan bijdragen.
- Scania visie voor 2025 en 2030 (Scania, 2021 b): Scania wil in 2025 10% en 2030 50% van hun verkoop realiseren met batterij-elektrisch trucks.

DAF, Volvo en Scania zijn grote OEMs in Europa. Onder de aanname dat de zes grote OEMs in Europa vergelijkbare ambities nastreven komt dit overeen (totale aantal registraties is ongeveer 300.000 per jaar) met 30.000 elektrische vrachtwagens in 2025 en 150.000 in 2030.

Uit gesprekken met enkele OEMs volgt ook dat de huidige productiecapaciteit voor elektrische vrachtvoertuigen nog niet vol benut wordt. De levertijd voor elektrische trucks is in sommige gevallen nu zelfs korter dan voor dieselloortuigen.

Toekomstige ontwikkelingen, waar men nu aan werkt, zijn onder andere:

- Grotere accupakketten en ontwerp dat beter geplaatst kan worden in het chassis: Diesel en E-trucks komen dan van hetzelfde lopende band.
- Sneller laden: AC 22 kW is onvoldoende voor de toekomst. AC 43 kW is een wat lastige standaard en bijna net zo duur als DC-laden. De toekomst is volgens velen DC-laden met 250 kW en meer. Zo wordt er momenteel al geëxperimenteerd met vermogens van rond 1 MW.

6.3.2 *Randvoorwaarde toepasbaarheid*

Evenals voor bestelwagens zijn de jaarkilometrages van Nederlandse vrachtwagens berekend op basis van RDW-data van alle voertuigregistraties in Nederland (stand 2021). Hieruit kan per voertuigen het gemiddelde dagkilometrage worden berekend door het jaarkilometrage door 260 dagen te delen (5 werkdagen per week)⁵. De verdeling van jaarkilometrages wordt voor alle categorieën vrachtwagens weergegeven in Figuur 38, gegroepeerd in data-bins van 50 km.

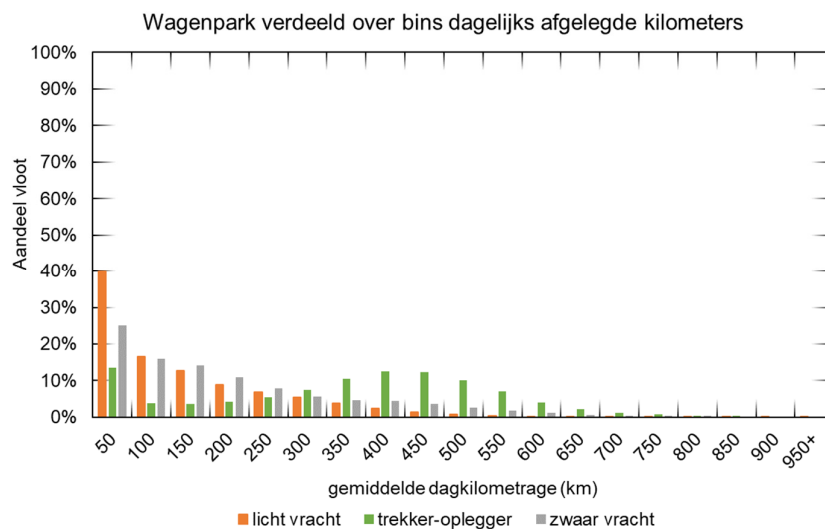
De volgende observaties worden gemaakt:

- Het verschil tussen verschillende typen vrachtwagens is aanzienlijk. Een Nederlandse vrachtwagen rijdt gemiddeld bijna 55.000 kilometer per jaar. Voor trekker-opleggers is dat ruim 70.000 kilometer per jaar. Voor kleine bakwagens is dat ca. 34.000. Per werkdag is dat respectievelijk een variatie tussen 130 en 270 kilometer per dag.
- Voor bakwagens loopt de verdeling van kilometers op richting korte afstanden. Er zijn relatief veel bakwagens in de vloot met een laag jaar- en dagkilometrage. Van alle bakwagens rijden 70% gemiddeld 110 kilometer of minder per werkdag.
- Slechts 20% van de trekker-opleggers rijdt minder dan 100 kilometer per dag en 15% rijden meer dan 500 kms per dag. Een aanzienlijk deel van deze voertuigen rijdt gemiddeld 350 tot 500 kilometer per werkdag, ongeveer 40%. Voor bakwagens is dit veel minder.

⁵ Men zou het dagkilometrage ook kunnen berekenen op basis van een 6- of 7-dagen werkweek. Hier is bewust voor een 5-dagen werkweek gekozen, omdat het dagkilometrage dan hoger uitvallen. De inzet is dus minder makkelijk met BEVs te halen. Dit is dus een conservatieve aanname.

In deze analyse wordt ervan uitgegaan dat de kilometerverdeling door het jaar en over het leven van de voertuigen constant is. In werkelijkheid zit er een aanzienlijke variatie in het (dag)kilometrage per voertuig over het jaar en in de dagkilometrages van nieuwere en oudere voertuigen.

Met de elektrificatie van het wagenpark en de beperkingen in de actieradius van elektrische voertuigen wordt verwacht dat een meer gespecialiseerd gebruik van deze voertuigen nodig zal zijn. Dit betekent dat het kan zijn dat elektrische voertuigen zullen worden gebruikt om kortere routes te rijden. Dit zal met name de komende jaren relevant zijn. Met toenemende actieradius zal dit wellicht minder spelen. Sommige eigenaren van een klein wagenpark of eigenaren van een enkel voertuig hebben wellicht beperkte flexibiliteit bij het inzetten van hun voertuigen, wat de ingroei van elektrische voertuigen kan beperken.



Figuur 38: Verdeling van het jaargemiddelde dagkilometrage van lichte, middelzware en zware bakwagens en trekker-opleggers (RDW, 2021)

6.3.3 Randvoorwaarde betaalbaarheid

De TCO van de vier verschillende categorieën vrachtwagens is berekend voor zowel dieselveertuigen als elektrische varianten, en voor 2020 en de jaren daarna. Voor de berekening in 2030 en 2040 worden de uitgangspunten uit hoofdstuk 5 gebruikt met betrekking tot de ontwikkeling van batterij- en voertuigkosten.

Ontwikkelingen in TCO (vanuit eindgebruikersperspectief) worden bepaald door enerzijds ontwikkelingen in voertuigkosten en energiekosten en anderzijds ontwikkelingen in subsidies en fiscale behandeling van voertuigen en energiedragers. Hiervoor zijn de volgende aannames en uitgangspunten gebruikt (zie Tabel 9).

Deze baseren grotendeels op de RouteRadar (TNO, 2021 c).

- Onderhoudskosten variëren van 3500 tot 7000 €/jaar (oplopend naar gewicht) en zijn gelijk verondersteld voor diesels en BEVs.
- Verzekeringskosten zijn gebaseerd op de aanschafkosten van het voertuig en bedragen ca. 2200-2500 €/jaar (voor diesel) en 2900-4400 €/jaar (voor BEVs).

- Voor vrachtwagens is dezelfde elektriciteitsprijs gebruikt als voor bestelvoertuigen: 21 eurocent/kWh. Dit is waarschijnlijk een overschatting. Voor vrachtwagens ligt de elektriciteitsprijs normaal een stuk lager. Grote ondernemers hebben over het algemeen hun eigen laadvoorziening op eigen terrein of bij het distributiecentrum. Als grootgebruiker van elektriciteit hebben bedrijven vaak een laag energietarief, in de orde van 0,05-0,06 €/kWh. Hier komen nog energiebelastingen en kosten voor de netaansluiting bij. Ook het gebruik van een snellader (300 kW of meer) is duur en leidt tot hogere afschrijfkosten, vooral als de bezetting laag is.

Tabel 9: Aannames en uitgangspunten voor het berekenen van de TCO van vrachtvoertuigen.

Afschrijving	
Rentevoet	2.25%
Afschrijftermijn voor vrachtwagen	6 jaar
Restwaarde na 6 jaar	20% van de nieuwwaarde

Gemiddeld jaarkilometrage (over de eerste 6 jaar)	
Lichte bakwagen	27.000 km/jaar
Middelzware bakwagen	50.000 km/jaar
Zware bakwagen	64.000 km/jaar
Trekker-oplegger	87.000 km/jaar

Energieprijzen					
	2020	2025	2030	2035	2040
Elektriciteitsprijs [€/kWh pp 2020]	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Pompprijs diesel [€/l pp 2020]	1,24	1,36	1,53	1,56	1,59

Twee beleidsvarianten zijn doorgerekend, a) KEV 2021 op basis van vastgesteld beleid en b) KEV 2021 op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid.

- Onder het vastgesteld beleid vallen de Europese CO₂ emissienormen (-15% in 2025 en -30% in 2030) en een MRB vrijstelling voor BEVs tot en met 2025.
- Onder het voorgenomen beleid valt de introductie van een vrachtwagenheffing en terugsluismaatregelen vanaf 2026.

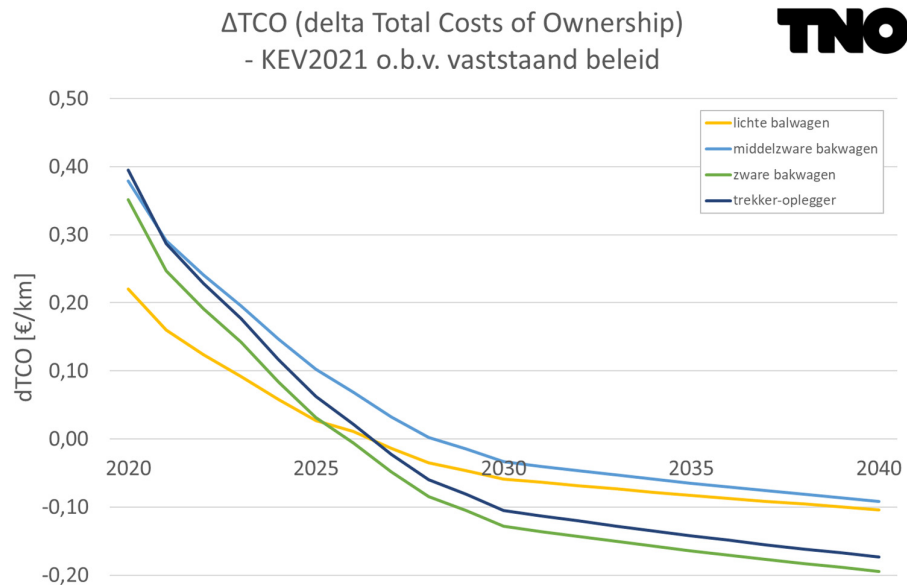
Voor meer informatie over het beleidscontext en geldende belastingen, subsidies en tarieven in de KEV 2021, zie Bijlage A.

Het verschil in TCO (Δ TCO) tussen diesel en BEV staat weergegeven voor beide beleidsvarianten in de volgende figuren, vaststaand beleid in Figuur 39 en vaststaand en voorgenomen beleid in Figuur 40). Dit is puur ter illustratie van de TCO bij een typisch gemiddelde inzet. In het analysekader wordt de TCO voor verschillende jaarkilometrages berekend.

In 2020 zijn BEVs doorgaans duurder dan dieselloertuigen. De resultaten in Figuur 39 laten zien, dat op basis van vaststaand beleid de TCO voor een elektrische vrachtwagen naar verwachting pas tussen 2025 en 2030 vergelijkbaar is met die van een dieselvechtwagen.

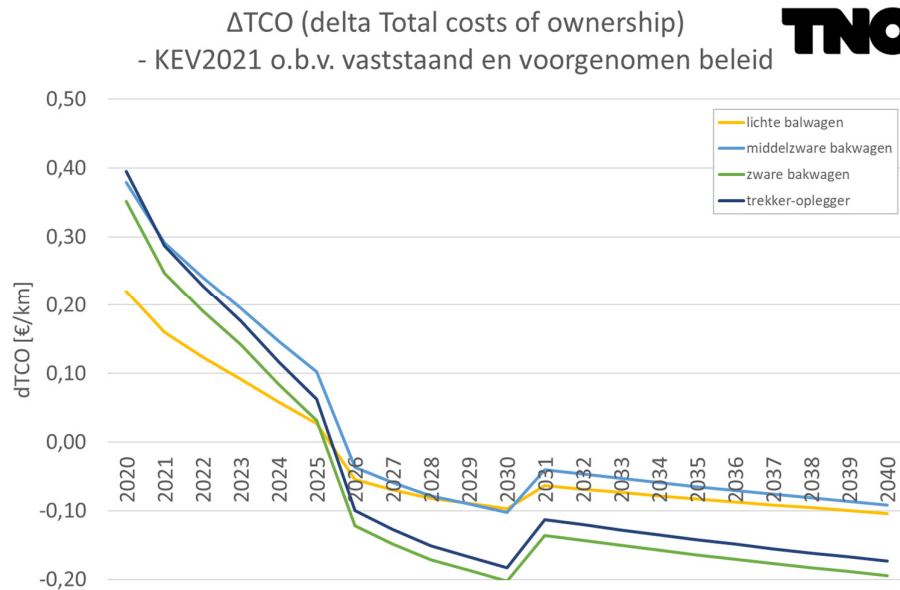
In 2026 vervalt de vrijstelling van MRB voor BEVs, maar dit heeft beperkt invloed op de TCO. Vrachtwagens betalen tussen 320 en 508 €/jaar aan MRB, afhankelijk van de gewichtsklasse. Op een jaarkilometrage van 50.000 km is dit ongeveer 1 eurocent/km.

Zware BEV bakwagens en trekker-opleggers zullen naar verwachting eerder kosten-neutraal zijn ten opzichte van diesel Lichte en middelzware voertuigen hebben



Figuur 39: Verschil in TCO (ΔTCO) tussen diesel en BEV in de jaren 2020 tot 2040 onder vaststaand beleid in de KEV2021. Hieronder vallen Europese CO₂ normen en een MRB vrijstelling voor BEVs tot en met 2025.

Die introductie van de vrachtwagenheffing in 2026 verandert weinig aan de TCO-verschillen tussen dieselveertuigen en elektrische. Hierbij is vooralsnog uitgegaan van een gelijk tarief voor diesel en elektrische voertuigen. De terugsluismaatregelen kunnen wel een fors effect hebben. De momenteel als voorgenomen beleid benoemde subsidie van 40% van de meerkosten voor aanschaf van elektrische voertuigen (in het kader van terugsluismaatregelen, zie bijlage A.3.4) maakt de TCO van een elektrische vrachtwagen een stuk lager. Hierdoor wordt een stevige stimulans gegeven voor de aanschaf. De beleidsvoornemens met betrekking tot de terugsluis bevatten geen extra stimulerend beleid in de gebruiksfase van de voertuigen.



Figuur 40: Verschil in TCO (Δ TCO) tussen diesel en BEV in de jaren 2020 tot 2040 onder vaststaand en voorgenomen beleid in de KEV2021. Hieronder vallen Europese CO₂ normen, een MRB vrijstelling voor BEVs tot en met 2025, de introductie van een vrachtwagenheffing en terugsluismaatregelen vanaf 2026. In het kader van de terugsluismaatregelen wordt gerekend met een subsidie van 40% voor de meerwaarde van de aanschafkosten van BEVs ten opzichte van dieselveertuigen.

6.3.4 Technisch ingroeipotentieel van elektrische vrachtauto's in Nederland

Het technisch ingroeipotentieel van elektrische vrachtauto's bij lichte, middelzware en zware bakwagens en trekker-opleggers worden weergegeven in Figuur 41, Figuur 42, Figuur 43 en Figuur 44. De ingroei is verschillend per voertuigcategorie en wordt hieronder nader toegelicht. Deze variatie is het gevolg van verschillen in de verdeling van het aantal dagelijks afgelegde kilometers en de TCO per voertuigtype. Met lichte vrachtwagens worden bijvoorbeeld relatief meer korte ritten gereden. Dat is ongunstig is voor de TCO, waardoor de groei achterblijft ten opzichte van andere voertuigtypen.

Voor het scenario met vastgesteld beleid kunnen de resultaten als volgt worden samengevat:

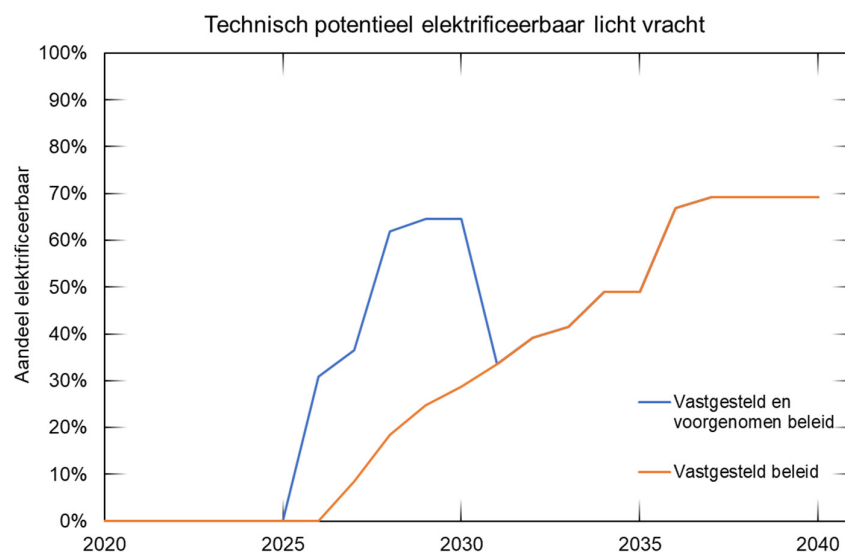
- Voor lichte bakwagens is vanaf 2026 voor een deel van de vloot een EV zowel betaalbaar als toepasbaar. Dit aandeel groeit door tot ongeveer 70% in 2040.
- Voor middelzware bakwagens is vanaf 2029 voor een deel van de vloot een EV zowel betaalbaar als toepasbaar. Dit aandeel groeit door tot ongeveer 35% in 2040.
- Voor zware bakwagens is vanaf 2026 voor een deel van de vloot een EV zowel betaalbaar als toepasbaar. Dit aandeel groeit door tot ongeveer 45% in 2040.
- Voor trekker-oplegger combinaties is vanaf 2027 voor een deel van de vloot een EV zowel betaalbaar als toepasbaar. Dit aandeel groeit door tot ongeveer 15% in 2040.

In het scenario met vastgesteld en voorgenomen beleid ontwikkelen de potentiëlen zich als volgt. Voor alle categorieën vrachtwagens is het stimulerende effect van de voorgenomen fiscale maatregelen zichtbaar in de periode 2025 – 2030.

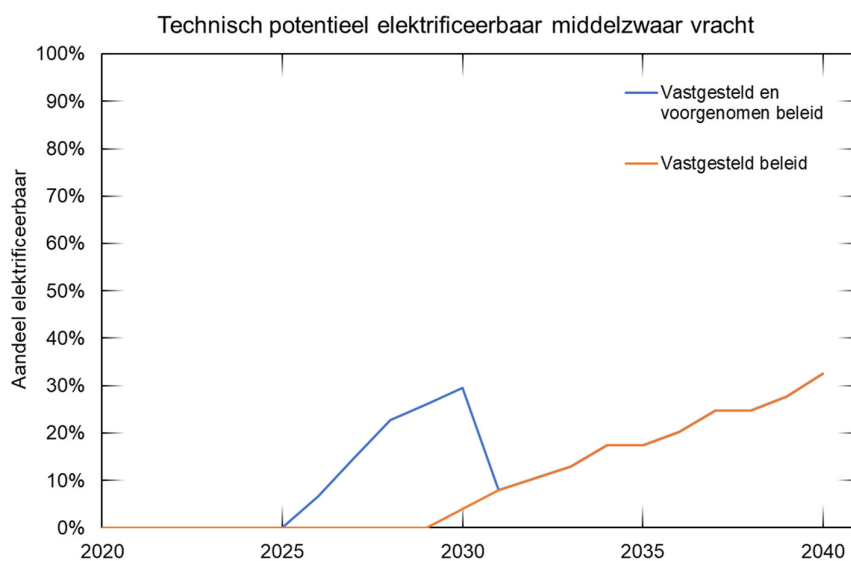
In alle gevallen neemt het technische ingroeipotentieel sterk toe. De mate van de effecten verschilt per vrachtwagen-categorie.

- Voor lichte bakwagens resulteert het voorgenomen beleid in een toename van het ingroeipotentieel van bijna 35% ten opzichte van het vastgesteld beleid (65% in plaats van 30% in 2030).
- Voor middelzware bakwagens resulteert het voorgenomen beleid in een toename van het ingroeipotentieel van bijna 25% ten opzichte van het vastgesteld beleid (30% in plaats van 5% in 2030).
- Voor zware bakwagens resulteert het voorgenomen beleid in een toename van het ingroeipotentieel van bijna 20% ten opzichte van het vastgesteld beleid (40% in plaats van 20% in 2030).
- Voor trekker-oplegger combinaties resulteert het voorgenomen beleid in een toename van het ingroeipotentieel van bijna 5% ten opzichte van het vastgesteld beleid (10% in plaats van 5% in 2030).

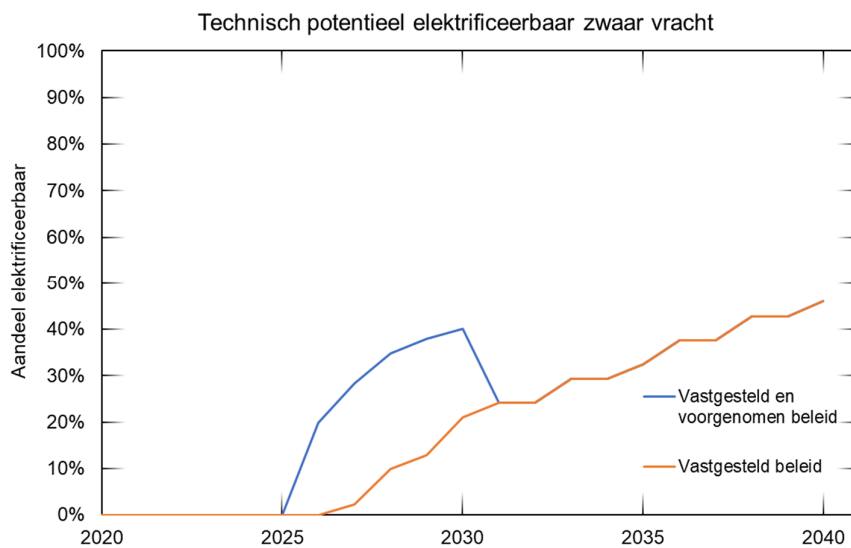
Over het algemeen valt op, dat het voorgenomen beleid een sterker effect heeft op lichte vrachtwagens dan op zware. Dit is met name te verklaren door de variërende toepasbaarheid van BEVs in verschillende voertuigcategorieën en de effecten van fiscaal beleid op de betaalbaarheid. Dit wordt vooral zichtbaar als men de resultaten van trekker-oplegger combinaties (additionele potentieel van 5%) vergelijkt met zware bakwagens (additionele potentieel van 20%). Een groot aandeel van de trekker-oplegger combinaties rijdt meer dan 300 kms per dag, terwijl zware bakwagens grotendeels minder dan 300 kms per dag rijden. Door het voorgenomen beleid (vrachtwagenheffing & subsidies) wordt het venster van de betaalbaarheid opgerekt. Het verschil in TCO tussen diesel en elektrische vrachtwagens (Δ TCO) wordt eerder, bij lagere dag- en jaarkilometers, gehaald. Bij trekker-oplegger combinaties is het overlappend gebied tussen toepasbaarheid en betaalbaarheid alsnog klein (10% voor vastgesteld en voorgenomen beleid), terwijl dit voor zware bakwagens al relatief groot is (40% voor vastgesteld en voorgenomen beleid)



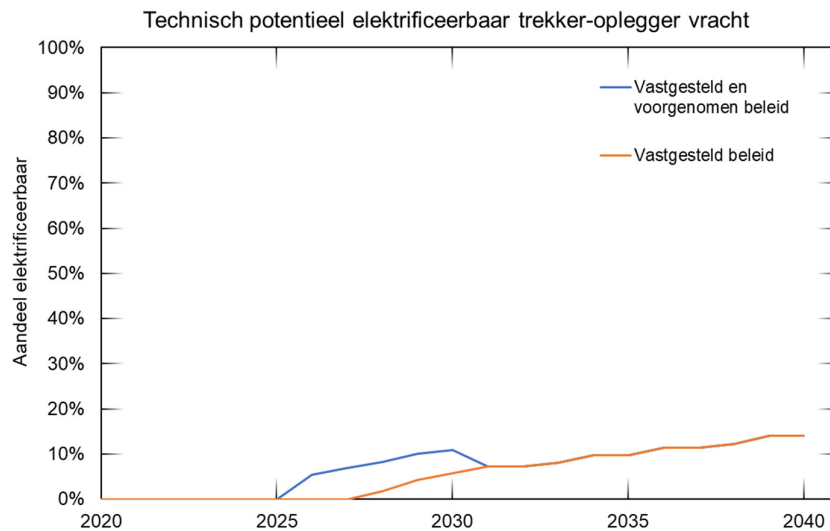
Figuur 41: Inschatting elektrificeerbaar aandeel licht vracht vloot op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid en alleen vastgesteld beleid.



Figuur 42: Inschatting elektrificeerbaar aandeel middelzwaar vracht vloot op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid en alleen vastgesteld beleid.



Figuur 43: Inschatting elektrificeerbaar aandeel zwaar vracht vloot op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid en alleen vastgesteld beleid.



Figuur 44: Inschatting elektrificeerbaar aandeel trekker-oplegger vloot op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid en alleen vastgesteld beleid.

6.3.5 Gevoeligheidsanalyse

Het technisch potentieel voor elektrificatie van nieuwe vrachtwagens hierboven is geraamd aan de hand van verwachte ontwikkelingen voor de beschikbaarheid, toepasbaarheid en betaalbaarheid. Er is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd om inzicht te geven in het effect als de voor deze analyse gebruikte uitgangspunten veranderen.

In deze analyse zijn de volgende uitgangspunten gevarieerd:

- De laadstrategie verandert van overnacht tot overnacht en overdag laden. Hierdoor neemt de dagelijkse toepasbaarheid toe. De aanname wordt gemaakt, dat hierdoor de dagelijkse actieradius van BEVs grofweg verdubbeld. Of dit daadwerkelijk mogelijk is hangt af van de logistieke toepassing en of er voldoende tijd in de planning is om dit uit te voeren.
- De afschrijftermijn wordt verlengd van 6 jaar naar 10 jaar. Hierdoor neemt de betaalbaarheid toe. De TCO voor BEVs wordt (relatief tot diesel) lager.
- De energiedichtheid van batterijen voor elektrische voertuigen neemt niet toe. De actieradius blijft hierdoor onveranderd in plaats van dat deze in de tijd toeneemt.
- De batterijprijs daalt minder hard, met 25% in plaats van 50% in de periode tussen 2020 en 2030.

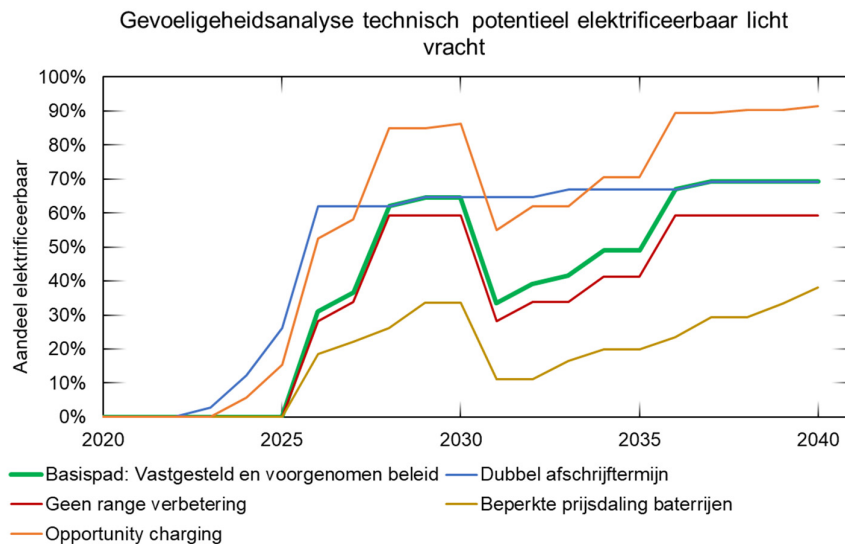
Op basis van de hierboven geschetste uitgangspunten kan een bandbreedte in de ingroei worden bepaald. De ramingen worden weergegeven in Figuur 45, Figuur 46, Figuur 47 en Figuur 48.

De volgende observaties kunnen gemaakt worden:

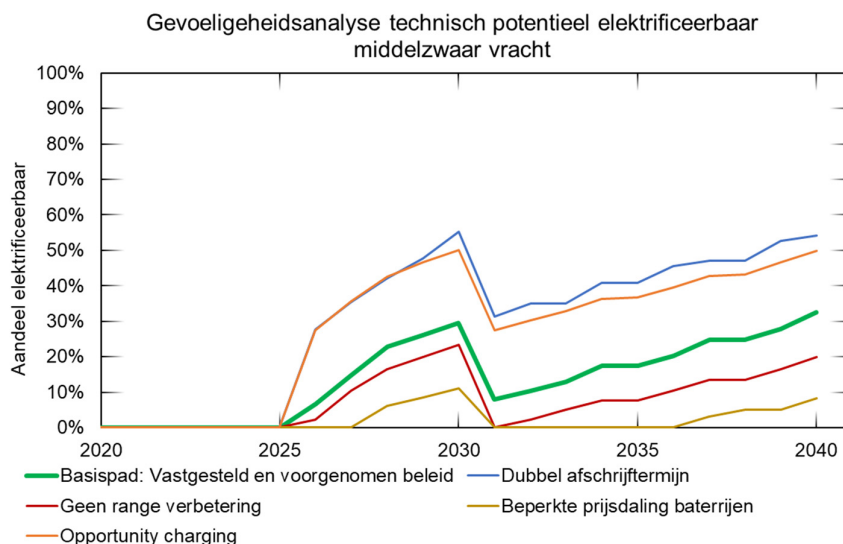
- De laadstrategie van BEVs heeft een groot effect op de toepasbaarheid. Het effect hiervan is veel groter bij trekker-opleggers dan bij andere voertuigen.

Het additionele ingroeipotentieel van lichte vrachtwagens neemt toe met ca. 20% (van 65 tot 85% in 2030). Voor trekker-opleggers neemt dit potentieel toe met bijna 40% (van 10 tot 50% in 2030). Dit hangt samen met het gemiddelde dagkilometrage van een trekker-oplegger, rond 450 km (zie Figuur 38). Met alleen overnacht laden kun je deze hoge kilometrages niet halen.

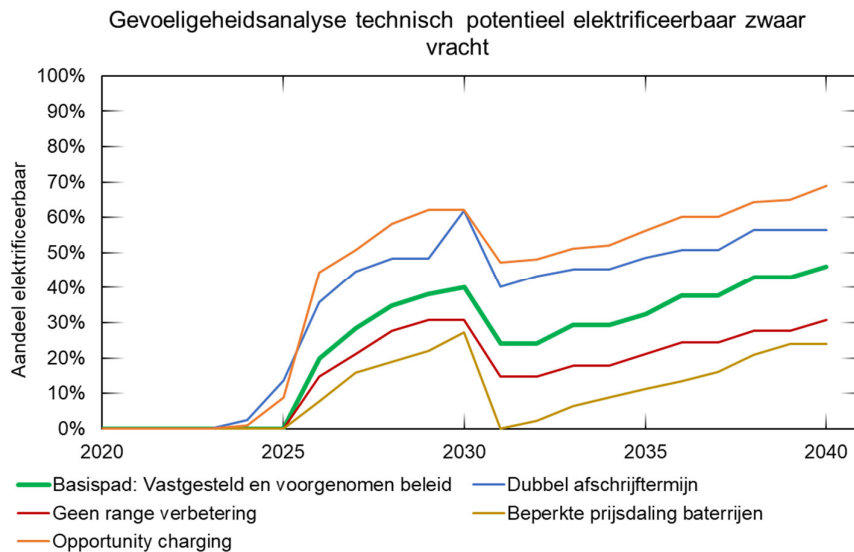
- De afschrijftermijn van BEVs heeft een groot effect op de betaalbaarheid. Het technische ingroeipotentieel voor BEVs neemt toe met een langere afschrijftermijn. Dit effect is groter voor lichte vrachtwagens, doordat deze gemiddeld een lager jaarkilometrage hebben dan zware vrachtwagens.
- Een gelijkblijvende actieradius van voertuigen verlaagd het ingroeipotentieel voor BEVs met ca. 5-10%. Dit effect is redelijk vergelijkbaar voor alle voertuigcategorieën.
- Tot slot, een forse daling van de batterijprijzen is essentieel voor het ingroeipotentieel van BEVs. Indien de prijzen langzamer dalen dan voorspeld (25% in plaats van 50% tussen 2020 en 2030), zal het potentieel flink dalen. Deze daling is sterker voor lichte dan zware vrachtwagens. Deze profiteren in het centrale scenario ook het sterkst van de verwachte daling in batterijprijzen.



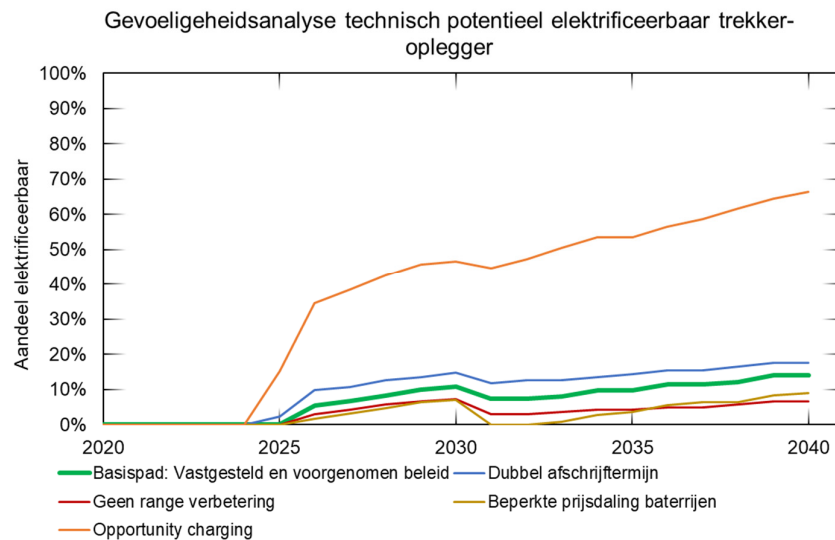
Figuur 45: Gevoeligheidsanalyse technisch ingroeipotentieel van elektrische lichte vrachtvoertuigen in Nederland – impact van variaties in de afschrijftermijn, actieradius, laadstrategie en batterijprijs.



Figuur 46: Gevoeligheidsanalyse technisch ingroeipotentieel van elektrische middelzware vrachtvoertuigen in Nederland – impact van variaties in de afschrijftermijn, actieradius, laadstrategie en batterijprijs.



Figuur 47: Gevoeligheidsanalyse technisch ingroeipotentieel van elektrische zware vrachtvoertuigen in Nederland – impact van variaties in de afschrijftermijn, actieradius, laadstrategie en batterijprijs.



Figuur 48: Gevoeligheidsanalyse technisch ingroeipotentieel van elektrische trekker-oplegger in Nederland – impact van variaties in de afschrijftermijn, actieradius, laadstrategie en batterijprijs.

6.4 Samenvatting van de resultaten

Eerder in dit rapport is een analysekader voorgesteld ter bepaling van het technische ingroeipotentieel van elektrische bestel- en vrachtvoertuigen (BEVs) in Nederland. Vervolgens zijn relevante data en inzichten geanalyseerd voor de in het analysekader gedefinieerde randvoorwaarden met betrekking tot beschikbaarheid, betaalbaarheid en toepasbaarheid van BEVs. In dit hoofdstuk is voor zowel lichte als zware bedrijfsvoertuigen het technische ingroeipotentieel berekend volgens het voorgesteld analysekader. Hierbij werd uitgegaan van twee beleidsvarianten (KEV 2021 op basis van vastgesteld beleid en KEV 2021 op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid).

De berekening van het ingroeipotentieel baseert zich op aannames over de toekomstige ontwikkeling van de randvoorwaarden voor inzetbaarheid van BEVs. De grootste onzekerheid in de berekening is de verwachte ontwikkeling van de batterijtechnologie in de toekomst. Deze is sterk bepalend voor de productiekosten van BEVs en hun actieradius. Daarnaast is ook de laadstrategie relevant voor de toepassing. Om gevoel te krijgen voor de impact van deze parameter op het ingroeipotentieel is naast het centrale scenario ook een aantal gevoeligheidsanalyses uitgevoerd, waarin de laadstrategie, de afschrijftermijn en de technologieontwikkeling van batterijen worden gevarieerd. De resultaten zijn hier samengevat voor bestel- en vrachtwagens.

Technisch potentieel voor de groei van elektrische bestelvoertuigen in de KEV 2021

Het effect van de bestelbussubsidie is sterk zichtbaar in het technische ingroeipotentieel van elektrische bestelwagens in de periode van 2021 tot 2025. Het subsidiebudget van 185 M€ wordt naar verwachting volledig benut. Dit is onder andere het gevolg van de aanname dat het subsidiebudget over de jaren verdeeld wordt.

Het subsidiebudget is jaarlijks gelimiteerd tot 40,75 miljoen euro (in 2021 zelfs tot 22 miljoen euro). Per voertuig berekenen we een subsidiebedrag van gemiddeld ca. 2300 € in 2021. Dit bedrag loopt af na verloop van tijd door afnemende productiekosten.

Als gevolg van de subsidie stijgt het aandeel BEVs in de nieuwverkopen tot ca. 25% in de periode van 2021 tot 2025. In 2026 valt het verwachte aandeel BEVs in de nieuwverkopen terug tot het pre-subsidie aandeel (ca. 0-1%) om vervolgens weer langzaam te groeien tot het niveau van 2025 in 2030 (ca. 30%). In de periode 2030 tot 2040 groeit het verwachte aandeel van 30% tot ca. 90%. Het technische potentieel in 2030 ligt daarmee hoger dan het verwachte effect van de huidige CO₂-emissienormen maar lager dan de beoogde revisie hiervan (*sunset date* voor uitfasering verbrandingsmotoren in 2035 volgens het *Fit-for-55* pakket).

De gevoeligheidsanalyse laat zien dat het ingroeipotentieel sterk afhankelijk is van de gebruikte aannames met betrekking tot actieradius, kosten en laadstrategie. De resultaten variëren binnen een bandbreedte van +/- 20% afhankelijk van het scenario.

Technisch potentieel voor de groei van elektrische vrachtvoertuigen in de KEV 2021

Het effect van subsidies (als onderdeel van de terugsluismaatregelen van de vrachtwagenheffing) is sterk zichtbaar in het technische ingroeipotentieel van elektrische vrachtwagens in de periode van 2026 tot 2030. Ook zonder subsidies is te verwachten dat het aandeel BEVs in de nieuwverkopen van vrachtwagens het volgende decennia gaat stijgen.

Het ingroeipotentieel van BEV vrachtwagens is geanalyseerd op basis van vaststaand beleid (excl. vrachtwagenheffing en terugsluismaatregelen). Hieruit volgt, dat het aandeel BEVs in de nieuwverkopen kan stijgen van minder dan 1% in 2020 tot ca. 5 tot 30% in 2030, en ca. 15 tot 70% in 2040. Voor lichte vrachtwagens is dit aandeel hoger dan voor zware vrachtwagens en trekker-opleggers. Dit is gerelateerd aan het feit dat lichte vrachtwagens gemiddeld kortere dagafstanden rijden en BEVs hierdoor sneller toepasbaar zijn. In combinatie met de verwachte daling van aanschafkosten voor BEVs leidt dit tot een groter venster van voertuigen in de vloot waarin BEVs zowel betaalbaar als toepasbaar zijn.

De introductie van een vrachtwagenheffing en daaraan verbonden terugsluismaatregelen (vaststaand en voorgenomen beleid) leidt volgens het ontwikkelde analysekader tot een versneld ingroeipotentieel van BEVs in de periode van 2026 tot 2030. Ook hier geldt dat lichte vrachtwagens sneller en harder profiteren van de subsidies voor BEVs die worden verondersteld onder de terugsluismaatregelen. Als gevolg hiervan groeit het technische potentieel in 2030 tot ca. 10% voor trekker-opleggers en 70% voor lichte bakwagens.

De gevoeligheidsanalyse laat ook hier zien dat het ingroeipotentieel sterk afhankelijk is van de gebruikte aannames met betrekking tot actieradius, kosten en laadstrategie. De resultaten variëren binnen een bandbreedte van +/- 20% afhankelijk van het scenario.

7 Samenvattende vergelijking van de resultaten met de impact van Europees, nationaal en regionaal beleid

7.1 Inleiding

Het in dit project ontwikkelde analysekader richt zich op de effecten van nationaal beleid (subsidies, tarieven en fiscaal beleid). Voor de effectbepaling van regionaal beleid (ZE-zones) wordt gebruik gemaakt van TNO's Urban Strategy tool in combinatie met LMS verkeersmodellen, publiek beschikbare data van de emissieregistratie en eerdere onderzoeken voor de gemeente Rotterdam en Amsterdam. Voor Europees beleid wordt gerefereerd naar studies van derden.

In dit hoofdstuk wordt onderzocht hoe deze drie aanpakken zich tot elkaar verhouden.

7.2 Europees beleid: CO₂-emissie eisen en mogelijke aanscherping ervan

Voor nieuwe bestel- en vrachtvoertuigen gelden Europese CO₂-emissienormen. In deze paragraaf wordt beschreven welke impact de bestaande eisen en een mogelijke aanscherping hiervan kunnen hebben op de groei van BEVs in Europa en Nederland.

Algemene overwegingen over de CO₂-emissienormen voor wegvoertuigen

De fabrikanten kunnen verschillende strategieën hanteren om hun CO₂-emissiereductiedoelen tot 2030 te behalen. Zo kunnen ze hun voertuigen met een verbrandingsmotor zuiniger maken door bijvoorbeeld het gebruik van lichtere materialen, betere aerodynamica, verbeteringen aan de efficiëntie van de motor of hybridisatie. Een andere strategie is het verkopen van voertuigen met andere aandrijvingen die minder of geen CO₂ emitteren aan de uitlaat, zoals (plug-in) elektrische of waterstofvoertuigen. Beide strategieën kunnen ook worden gecombineerd.

Hoe strenger de regelgeving wordt, des te duurder wordt het om de doelen te behalen met enkel het zuiniger maken van conventionele voertuigen. Immers, de meest kostenefficiënte maatregelen worden eerst genomen. Naarmate er meer maatregelen zijn genomen, blijven de minder kostenefficiënte over en wordt op enig moment het produceren en verkopen van nulmissievoertuigen de meest kostenefficiënte strategie om de opgelegde targets te behalen. De kosten voor deze voertuigen zijn hoger dan van hun conventionele equivalent, maar aangezien ze geen CO₂ uitstoten hebben ze een relatief groot effect op het verlagen van de gemiddelde CO₂-uitstoot van de nieuw geregistreerde voertuigen.

Vanwege het Parijsakkoord zullen wegvoertuigen op de langere termijn nog maar zeer beperkt of zelfs geen netto CO₂ mogen emitteren. Er wordt daarom al veelvuldig gespeculeerd over de uitfasering van voertuigen met verbrandingsmotoren. Ook fabrikanten hebben zelf al uitspraken gedaan over

deze uitfasering bij hun personenauto's. Voor bestelauto's en zeker voor vrachtauto's zijn deze zogenaamde *sunset dates* nog veel minder concreet. De verwachting is, echter, dat dergelijke *sunset dates* ook voor deze voertuigcategorieën onderwerp van gesprek zullen worden in de komende jaren. Nog voordat er Europese wetgeving is om deze *sunset dates* af te dwingen, kan dit al leiden tot extra aandacht voor ontwikkeling van nulemissievoertuigen bij fabrikanten en zo tot eerdere introductie en mogelijk hogere verkopen. De exacte effecten van dergelijke sentimenten zijn nog moeilijk te duiden en worden daarom niet kwantitatief meegenomen in deze studie.

Bestelvoertuigen

De CO₂-emissie-eisen (15% reductie in 2025 en 31% reductie in 2030 en opzichte van 2021) die momenteel zijn vastgesteld voor bestelvoertuigen leiden naar verwachting niet tot een sterke ingroei van elektrische bestelvoertuigen: Volgens een aantal publicaties (Transport & Environment, 2021) (AEA, 2016) zal in 2029 2% tot 8% van de nieuw verkochte bestelauto's elektrisch zijn. De emissie-eisen is (nog) niet streng genoeg om grotere aandelen af te dwingen. Bovendien is er in de wetgeving geen minimum aantal elektrische voertuigen opgenomen dat fabrikanten zouden moeten verkopen, een zogenaamd 'nulemissievoertuigenmandaat' (*ZE mandate*). Wel is er een stimuleringsregeling opgenomen in de verordening waarbij het verkopen van meer elektrische voertuigen dan een vastgestelde benchmark (15% in 2025 en 30% in 2030) leidt tot een minder strenge target voor de conventionele voertuigen die de fabrikant verkoopt.

In het Europese *Fit-for-55* beleidspakket wordt voorgesteld om de CO₂-emissienormen voor bestelvoertuigen aan te scherpen in 2030 (-50% in plaats van -31%) en te reduceren tot nul-emissie (100% reductie) in 2035. Dit betekent feitelijk een uitfasering van de verbrandingsmotor (*sunset date* in 2035). In het centrale ingroeiscenario uit paragraaf 6.2 van dit rapport ligt het aandeel BEV nieuwverkopen op ongeveer 30% in 2030 en 50% in 2035. Als het beleidsvoorstel door het Europese parlement wordt goedgekeurd zal de ingroei dus nog veel sneller moeten gaan verlopen dan berekend.

Vrachtoertuigen

Net als voor de bestelauto's geldt ook voor de vrachtwagens dat de Europese CO₂-wetgeving in de huidige vorm geen sterke driver zal zijn voor de productie en verkoop van vrachtwagens die rijden op elektriciteit of waterstof. Ook voor vrachtwagens geldt dat de emissie-eisen niet strikt genoeg zijn om de verkoop van nulemissievoertuigen een belangrijk deel van de strategie te laten zijn om de CO₂-emissie-eisen te halen (TNO, 2018 a). Zo meldt de Europese Commissie ook dat de targets kunnen worden gehaald met bestaande CO₂-emissiereductietechnologieën voor conventionele voertuigen (European Commission, 2021).

De emissienormen voor vrachtverkeer zullen aan het eind van 2022 worden herzien. De hoogte van de norm in 2030, het invoeren van normen na 2030 en een 'nulemissievoertuigenmandaat' staan hierbij op de agenda. In tegenstelling tot personen- en bestelauto's bevatten de plannen voor Fit-for-55 nog geen voorstellen voor aanpassing van de vrachtwagennormen, maar het is niet ondenkbaar, dat de reductie-eisen voor vrachtwagens ook zullen worden aangescherpt.

7.3 Nationaal beleid: Subsidies, tarieven en fiscaliteit

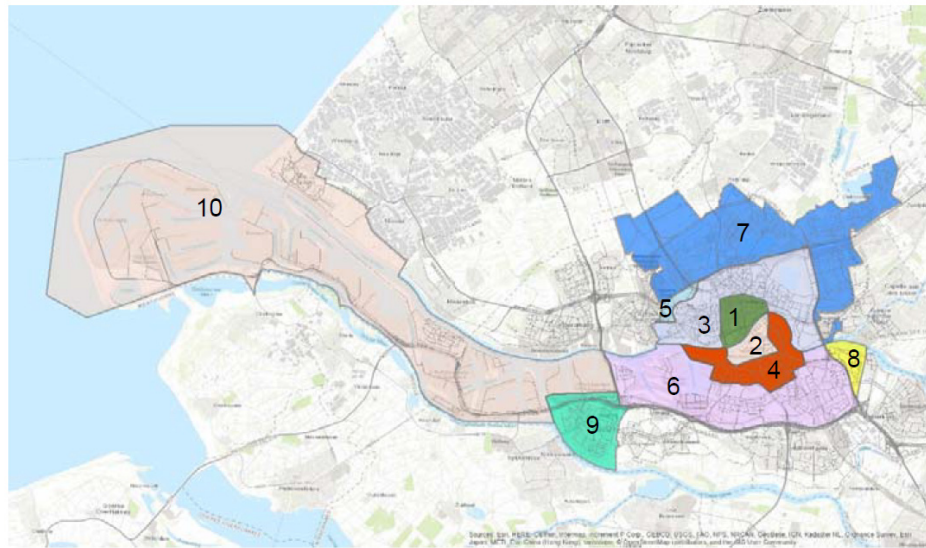
Het in dit project ontwikkelde analysekader richt zich op de effecten van nationaal beleid. Dit behelst met name fiscaal beleid: aanpassingen en vrijstelling in MRB, subsidies voor bestel- en vrachtwagens, de introductie van een vrachtwagenheffing en terugsluismaatregelen. De verwachte effecten van nationaal beleid op het ingroeipotentieel van BEVs in de nieuwverkopen zijn gepresenteerd in hoofdstuk 6.

7.4 Regionaal beleid: Impact van ZE zones op behoefte aan ZE voertuigen in Nederland

In het verleden heeft TNO detailanalyses uitgevoerd voor een aantal gemeenten (TNO, 2018 b), (TNO, 2020 c). Hierin is de impact van verschillende zonegroottes op het verkeer en de CO₂-emissies bepaald. Onderstaand voorbeeld voor Rotterdam toont dat de grootte van de zone een belangrijke factor speelt in het aantal voertuigen en het aandeel van het verkeer, dat door de zone beïnvloed wordt.

Hier is onderscheid gemaakt tussen de volgende zones (zie ook onderstaande figuur en tabel):

- Klein – binnenstad (gebieden 1-2);
- Middelgroot – binnenstad, inclusief stadswijken (gebieden 1-4);
- Groot – alles binnen de ring, excl. Schiedam (gebieden 1-6).



Figuur 49: Gebieden binnen de gemeente Rotterdam.

De aandelen van het bestel- en vrachtverkeer dat hierdoor direct wordt beïnvloed zijn samengevat in onderstaande Tabel 10. Naast het direct beïnvloedbare verkeer (verkeer binnen de zone) is ook gekeken naar uitstralingseffecten (verkeer buiten de zone met herkomst of bestemming binnen de zone). Afhankelijk van de gebiedsdefinitie gaat het dus over 4% tot 50% van het direct beïnvloedbare verkeer. Uiteindelijk is gekozen voor een ZE zone 'binnen de ring'.

Dit komt ongeveer overeen met de gebieden 1 t/m 6, met uitzondering van de Waalhaven-zuid en Pernis (Gemeente Rotterdam, 2021).

Tabel 10: Cumulatief aandeel van de voertuigkilometers per gebied (zie gebiedsindeling hierboven).

Gebied	Cumulatief aandeel van de voertuigkilometers [%MKM]	Gebiedsdefinitie			
Gebied 1	3%	Binnen -stad	Binnenstad + stadswijken	Ruit	Grondgebied
Gebied 2	4%				
Gebied 3	20%				
Gebied 4	24%				
Gebied 5	26%				
Gebied 6	50%				
Gebied 7	73%				
Gebied 8	76%				
Gebied 9	93%				
Gebied 10	100%				

Het lijkt het erop, dat de meeste deelnemende gemeenten voor een kleine ZE zone kiezen ("in en rond de binnenstad"), zie lijst met deelnemende gemeenten in bijlage A. We hebben geen verdere informatie ontvangen dan deze tabel, het is daarom moeilijk om dit precies te beoordelen. Om de impact nauwkeurig in te schatten moet er per gemeente met verkeerssimulaties en tellingen gekeken worden naar het verkeer dat door de zone geraakt wordt. Een dergelijk onderzoek ligt buiten de scope van deze studie. Om alsnog een indicatie te krijgen van het door ZE zones 'geraakte' verkeer zijn twee scenario's doorgerekend voor de 20 deelnemende gemeenten: een kleine en een middelgrote zone.

Voor de doorrekening is gebruik gemaakt van de verkeersintensiteiten per gemeente en kentallen uit eerdere studies (grotendeels gebaseerd op Amsterdam, Rotterdam en Utrecht). Voor meer informatie over de aanpak, zie eerdere TNO documentatie ter ondersteuning van PBL voor het inschatten van effecten van ZE zones (TNO, 2019 a) (PBL, 2019). De verwachte effecten van een kleine en middelgrote ZE-zone in 20 deelnemende gemeenten zijn samengevat in de onderstaande Tabel 11. Volgens onze berekeningen worden er tussen 47 en 86 duizend N1-voertuigen (bestelvoertuigen) en tussen 1 en 8 duizend N2+N3-voertuigen (vrachtwagens) getroffen door de ZE zones, afhankelijk van de grootte van de ZE-zones.

De berekening gebruikt de volgende uitgangspunten:

- Het aantal voertuigkilometers dat door N1- en N2+N3-voertuigen wordt gereden binnen de voorgestelde zones in de 20 deelnemende gemeenten is 847 miljoen (N1, kleine zones) en 1549 miljoen (N1, middelgrote zones) en 59 miljoen (N2+N3, kleine zones) en 433 miljoen (N2+N3, middelgrote zones).
- Het gemiddelde jaarkilometrage van N1-voertuigen in Nederland is 18.000 km en voor N2+N3-voertuigen is dat 55.000 km.
- Er wordt uitgegaan van een 1-op-1 vervanging en geen verandering in het gebruik van voertuigen.

- Het totale aantal kilometers dat binnen en buiten de zones wordt gereden, gedeeld door het gemiddelde jaarkilometrage, geeft een schatting van het aantal voertuigen dat door de invoering van de voorgestelde zones in 2030 wordt getroffen. Hierbij is gebruik gemaakt van dezelfde aannames als eerder in het Klimaatakkoord (PBL, 2019).
 - Bij bestelverkeer is voor het uitstraaleffect buiten de stad aangenomen dat slechts 50% van de voertuigkilometers zero emissie zullen zijn.
 - Bij vrachtverkeer is voor het uitstraaleffect buiten de stad aangenomen dat slechts 25% zero emissie zal zijn, omdat daar een hoger aandeel PHEVs verwacht wordt die alleen de last mile zero emissie zullen rijden.

Tabel 11: Aantal voertuigkilometer en voertuigen geraakt door **kleine en middelgrote ZE zones** in 18 van de 20 deelnemende gemeenten in Nederland.

	Eenheid	Kleine zones		Middelgrote zones	
		N1	N2 + N3	N1	N2 + N3
Aantal km geraakt door de kleine ZE zones in 20 grootste steden	mln vkm/jaar	847	59	1549	433
Gemiddeld jaarkilometrage totaal	vkm/jaar	18.000	55.000	18.000	55.000
Aantal voertuigen geraakt door ZE zone	#	47.000	1.100	86.000	7.900
Streefcijfers KA 2025	#	50.000	5.000	50.000	5.000
Streefcijfers KA 2030	#	115.000	10.000	115.000	10.000

Het Klimaatakkoord hanteert streefcijfers van 115.000 ZE bestel- en 10.000 ZE vrachtvoertuigen in 2030. Het aantal door de ZE zones geraakte voertuigen ligt, uitgaand van het huidige beleid, een factor twee of drie lager dan de streefcijfers van het Klimaatakkoord. Dit heeft vooral te maken met het aantal zones waarmee gerekend is. Het Klimaatakkoord gaat uit van 30 tot 40 middelgrote zones. Voor het bevoorraden van 18 of 20 kleine zones zijn aanzienlijk minder ZE voertuigen nodig.

Let op: Er is gerekend met 18 van de 20 deelnemende gemeenten. De gemeente Assen en Gouda zijn niet meegenomen in deze analyse omdat de omvang van deze gemeenten en de voorgestelde ze-zones geen significant effect zullen hebben. Als er rekening wordt gehouden met 30-40 gemeenten is het aantal door de zone geraakte voertuigen hoger.

Disclaimer

De inschatting van het benodigde aantal ZE voertuigen is uiterst onzeker en afhankelijk van vele factoren. Deze factoren omvatten onder andere het aantal gemeenten dat meedoet en de grootte van de zones, maar ook het aantal ontheffingen dat verleend wordt. Een belangrijke factor, die invloed heeft op het uitstralings-effect, is de variatie in de manier waarop vervoerders invulling geven aan de ZE zone. Hiervoor zijn er meerdere mogelijkheden:

- de vervoerder vervangt het conventionele voertuig door een elektrisch voertuig en rijdt dezelfde ritten als voorheen (het voertuig rijdt altijd elektrisch – in de zone en buiten de zone);
- de vervoerder vervangt het conventionele voertuig door een plug-in elektrische voertuig en rijdt dezelfde ritten als voorheen (alleen in de zone rijdt het voertuig zonder emissies);

- de vervoerder kiest voor een logistieke hub aan de rand van de stad (de kilometers in de stad worden elektrisch afgelegd, de kilometers tot aan de rand van de stad worden met conventionele of elektrische voertuigen afgelegd).

Bij meerdere zones moet er ook rekening gehouden worden met een overlap-effect. Een vervoerder kan er bijvoorbeeld voor kiezen één voertuig heel gericht in zetten voor de bevoorrading van meerdere ZE zones. Deze voertuigen worden in de huidige methodologie dubbel geteld. Voor een exactere berekening van het aantal benodigde voertuigen is meer onderzoek nodig.

7.5 Synthese en vergelijking van Europees, nationaal en regionaal beleid

Via verschillende wegen is op basis van Europees, nationaal en regionaal beleid geprobeerd een inschatting te maken van het ingroeipotentieel in de nieuwverkopen van BEV bestel- en vrachtvoertuigen in Nederland. In dit hoofdstuk worden de verwachte vlootaantallen via de verschillende wegen vergeleken met elkaar en met de streefcijfers voor 2030 uit het Klimaatakkoord. Voor de vergelijking wordt het voor nationaal beleid berekende ingroeipotentieel vertaald naar vlootaantallen. De BEV vlootaantallen in 2030 zijn hierbij simpelweg berekend als cumulatieve som van het aantal nieuwverkopen per jaar. Dit is waarschijnlijk een overschatting van de verwachte vlootaantallen, omdat sloop en export (maar ook import) niet worden meegenomen in de berekening. Dit kan een groot effect hebben: Bij bestelvoertuigen gaat het historisch om aantallen tussen 35 en 40 duizend voertuigen in de export. Ter vergelijking, het aantal voertuigen in de jaarlijkse nieuwverkoop is ongeveer 75 duizend. De hier gepresenteerde vlootaantallen moeten worden geïnterpreteerd als grove indicatie.

Een overzicht van deze vergelijking wordt weergegeven in Tabel 12. De BEV vlootaantallen in 2030 lopen sterk uiteen voor Europees, nationaal en regionaal beleid.

- Het Klimaatakkoord hanteert 115.000 elektrische bestelwagens en 10.000 elektrische vrachtwagens als streefcijfers voor 2030.
- Uitgaande van 20 deelnemende gemeenten varieert het aantal geraakte voertuigen door ZE zones van 47.000 tot 86.000 elektrische bestelwagens en 1.000 tot 8.000 elektrische vrachtwagens. De onderkant van de bandbreedte beschrijft de aantallen uitgaande van een kleine zone, de bovenkant gaat uit van een middelgrote zone.
- Op basis van nationaal beleid worden een technisch potentieel van 145.000 tot 182.000 elektrische bestelwagens en 14.000 tot 36.000 elektrische vrachtwagens verwacht in de vloot in 2030.
- Europees beleid is hier niet als aparte kolom opgenomen, omdat de huidige CO₂-emissienormen geen sterke stimuleringsimpuls geven aan zero-emissie voertuigen.

Uit onderstaande tabel laten zich geen harde conclusies trekken over de BEV vloot (en al helemaal niet of hiermee zal worden voldaan aan de ambities/streefcijfers van het Klimaatakkoord in 2030). Daarvoor zijn er te veel onzekerheden in de uitgangspunten en berekenwijze. De cijfers zijn nadrukkelijk alleen potentieelschattingen en moeten niet als betrouwbare voorspellingen geïnterpreteerd worden.

Er vallen twee zaken op:

- Volgens de resultaten in dit onderzoek leiden nationale beleidsmaatregelen (vrachtwagenheffing en terugsluismaatregelen, MRB-vrijstelling voor BEVs) - in combinatie met de verwachte ontwikkelingen in kosten en actieradius van BEVs - tot verkoopaandelen en aantallen die groter zijn dan de aandelen en - aantallen BEVs die nodig zijn voor de 30-40 ZE zones. Dat betekent dat er vanuit voertuigzijde in principe geen harde technische of financiële bezwaren zijn aan de invoering van ZE-zones. Er zijn waarschijnlijk wel beperkingen met betrekking tot de beschikbare netcapaciteit en de nodige laadinfrastructuur. Deze zijn echter (nog) niet onderdeel van het analysekader. Belangrijke aspecten om rekening mee te houden zijn lange doorlooptijden voor netverzwaring, en ruimtelijke beperkingen (vooral in steden).
- De nationale beleidsmaatregelen - in combinatie met de verwachte ontwikkelingen in kosten en actieradius van BEVs - leiden tot hogere BEVs-verkoopaandelen dan nodig zijn voor het halen van de huidige Europese CO₂-normen voor bestel- en vrachtwagens in 2025 en 2030. Dit levert een indicatie dat het haalbaar is om die normen in het kader van *fit-for-55* stevig aan te scherpen.

Dit wil overigens niet zeggen dat ZE zones niet effectief zijn. Volgens het ICCT (ICCT, 2021 b) kunnen ambitieuze stedelijke ZE zones (zoals in Amsterdam en Rotterdam) juist een sneeuwbaaleffect hebben: *“The environmental benefits of adopting urban access regulations go beyond a city’s borders as they can encourage collective action among other governments, paving the way for national commitments.”*

Tabel 12: BEV vlootaantallen in 2030 – Technisch potentieel van nationaal beleid en aantallen door ZE-zones geraakte voertuigen in vergelijking met Klimaatakkoord streefcijfers voor 2030.

Voertuig-type	'Nationaal beleid' – Bandbreedte technisch potentieel 2030		'Regionaal beleid' – Bandbreedte ZE-zones 2030 (20 zones)		Klimaatakkoord streefcijfers 2030 (30-40 zones)
			klein	middelgroot	
Bestel	145.000	182.000	47.000	86.000	115.000
Vracht	14.000	36.000	1.100	7.900	10.000
- Vracht, licht	3.000	4.000	Niet tot dit detail doorgerekend.		
- Vracht, middelzwaar	1.000	2.000			
- Vracht, zwaar	6.000	11.000			
- Trekker- oplegger	4.000	19.000			

8 Conclusies

De belangrijkste conclusies uit dit onderzoek, betreffende het ingroeipotentieel van elektrische bestel- en vrachtvoertuigen in de Nederlandse vloot tot 2040, worden onderstaand samengevat.

Technisch potentieel voor de ingroei van elektrische bestelvoertuigen in de KEV 2021

De beschikbaarheid van elektrische bestelvoertuigen in Europa was tot 2020 beperkt tot een aantal merken (meest prominent: Kangoo ZE, Streetscooter, Nissan e-NV200). Sinds 2020 zijn ook grotere bestelvoertuigen elektrisch beschikbaar (zoals de Renault Master ZE en de Volkswagen e-Crafter). Hierdoor neemt de keuze voor de eindgebruiker toe. De actieradius blijft alsnog beperkt tot 250-300 km volgens fabrieksopgave. De voertuigen zullen dan ook niet voor iedere toepassing geschikt zijn. De gemiddelde dagafstand van bestelvoertuigen is weliswaar in de meeste gevallen korter dan 250 km, maar zelfs voor voertuigen die gemiddeld minder dan 250 km rijden varieert de dagelijks gereden afstand in de regel sterk van dag tot dag.

Ook blijven elektrische bestelvoertuigen naar verwachting de komende jaren nog duurder in het gebruik dan dieselveertuigen. In de periode tot 2025 hebben elektrische bestelvoertuigen fiscale voordelen: er is een aanschafsubsidie (tot 10% van de aanschafwaarde) en de voertuigen zijn vrijgesteld van de motorrijtuigenbelasting. Samen kunnen deze maatregelen tot een kostenvoordeel leiden voor elektrische bestelauto's. Als gevolg van de toenemende betaalbaarheid en toepasbaarheid wordt het aandeel BEV bestelwagens in de nieuwverkopende geschat op 10-25% in de jaren 2020 tot 2025. Volgens het analysekader loopt dit aandeel in 2026 terug tot bijna 0%. Reden hiervoor is de afbouw van stimuleringsmaatregelen: Vanaf 2026 geldt er geen MRB-vrijstelling meer voor nul emissie auto's. Ook de subsidieregeling stopt in 2025 (of eerder als het budget van 185 miljoen Euro op is). Na 2026 stijgt het ingroeipotentieel naar verwachting verder als gevolg van afnemende voertuigkosten en verbeteringen in de actieradius. In 2030 is het ingroeipotentieel ca. 30% en in 2040 bijna 90%.

Technisch potentieel voor de ingroei van elektrische vrachtvoertuigen in de KEV 2021

In 2020 zijn er bij vrachtvoertuigen nog nauwelijks toepassingen waarin aan alle drie de randvoorwaarden (met betrekking tot beschikbaarheid, betaalbaarheid en inzetbaarheid) voor het gebruik van BEV vrachtwagens wordt voldaan. De aanschafprijzen van elektrische vrachtvoertuigen zijn nog relatief hoog en er zijn weinig modellen om uit te kiezen. Ook moeten de ritten goed gepland worden vanwege de beperkte actieradius en de beperkte beschikbaarheid van laadinfrastructuur. BEV vrachtwagens worden momenteel dan ook vooral ingezet door partijen die ervaring willen opdoen en inzicht willen krijgen in opschalingsperspectieven.

De afgelopen jaren is er wel veel vooruitgang geboekt. Voertuigen hebben grotere accu's dan enkele jaren geleden (DAF CF-E van 170 naar 350 kWh). De volgende generatie BEVs is weer eens groter (Volvo's FH, FM en FMX Electric bieden accupakketten tot 540 kWh). Bedrijven hebben geleerd om de voertuigen

goed in te plannen, waardoor de actieradius in de praktijk ook toeneemt. De productiekosten voor BEVs zijn nog steeds veel hoger dan voor een diesel truck, maar dit komt ook door de kleine schaal waarin ze momenteel worden geproduceerd. Grotere productieaantallen, dalende accukosten en een groeiend aanbod (= meer prijsconcurrentie) zullen naar verwachting de productiekosten laten dalen in de toekomst, al is onzeker hoe snel dit gaat gebeuren. Volgens dit onderzoek zullen BEVs in de tweede helft van dit decennium (tussen 2025 en 2030) met dieselveertuigen kunnen concurreren op TCO.

Rekening houdend met de positieve ontwikkelingen van de randvoorwaarden en de beleidscontext (zoals hierboven geschetst) kan de ingroei van elektrische vrachtvoertuigen snel gaan. In dit rapport worden de aandelen van BEVs in de nieuwverkopen van vrachtwagens geschat op tussen 10% en 30% in 2030. De ingroei is hoger voor lichte vrachtwagens (met gemiddeld kortere dagafstanden) en lager voor zware vrachtwagens (met gemiddeld hogere dagafstanden).

Europees, nationaal en regionaal beleid

Volgens de resultaten in dit onderzoek leiden nationale beleidsmaatregelen (vrachtwagenheffing en terugsluismaatregelen, MRB-vrijstelling voor BEVs) - in combinatie met de verwachte ontwikkelingen in kosten en actieradius van BEVs - tot verkoopaandelen en aantallen die groter zijn dan de aandelen en - aantallen BEVs die nodig zijn voor de 30-40 ZE zones. Dat betekent dat er vanuit voertuigzijde in principe geen harde technische of financiële bezwaren zijn aan de invoering van ZE-zones. Er zijn waarschijnlijk wel beperkingen met betrekking tot de beschikbare netcapaciteit en de nodige laadinfrastructuur. Deze zijn echter (nog) niet onderdeel van het analysekader. Belangrijke aspecten om rekening mee te houden zijn lange doorlooptijden voor netverzwaring, en ruimtelijke beperkingen (vooral in steden).

De nationale beleidsmaatregelen - in combinatie met de verwachte ontwikkelingen in kosten en actieradius van BEVs - leiden tot hogere BEVs- verkoopaandelen dan nodig zijn voor het halen van de huidige Europese CO₂-normen voor bestel- en vrachtwagens in 2025 en 2030. Dit levert een indicatie dat het haalbaar is om die normen in het kader van *fit-for-55* stevig aan te scherpen.

9 Bibliografie

- ACEA. (2020). *acea*. Opgehaald van <https://www.acea.auto/publication/acea-pik-joint-statement-the-transition-to-zero-emission-road-freight-transport/>.
- ACEA. (sd). <https://www.acea.auto/fuel-cv/fuel-types-of-new-trucks-diesel-96-5-electric-0-4-alternative-fuels-2-9-market-share-in-2020/>. Opgehaald van <https://www.acea.auto/fuel-cv/fuel-types-of-new-trucks-diesel-96-5-electric-0-4-alternative-fuels-2-9-market-share-in-2020/>: <https://www.acea.auto>
- AEA. (2016). *Assessing the impacts of selected options for regulating CO2 emissions from new passenger cars and vans after 2020. Ref 1: CLIMA.C.4 (2016) 2709294 (Service Request 15 under framework contract Ref: CLIMA.C.2/FRA/2012/0006). (Scenario LEV1F)*.
- Argonne National Laboratory. (2021). *BatPaC: Battery Manufacturing Cost Estimation*. Opgehaald van <https://www.anl.gov/partnerships/batpac-battery-manufacturing-cost-estimation>
- Benchmark Minerals. (2020). <https://www.benchmarkminerals.com/membership/lithium-ion-battery-cell-prices-fall-to-110-kwh-but-raw-material-risk-looms-large-2/>. Opgehaald van www.benchmarkminerals.com.
- Bloomberg. (2020, december 17). *This is the dawning of the age of the battery*. Opgehaald van bloomberg: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-12-17/this-is-the-dawning-of-the-age-of-the-battery>
- CBS. (2021). *verkeersprestaties bestelautos*. Opgehaald van www.cbs.nl: <https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/verkeer-en-vervoer/verkeer/verkeersprestaties-bestelautos>
- CE Delft. (2020). *TCO-analyses bestelauto's in het kader van de WLO*. CE Delft.
- Drabik, E., & Rizos, V. (2018.). *Prospects for electric vehicle batteries in a circular economy*.
- EAFO. (2021). www.eafo.eu. Opgehaald van www.eafo.eu.
- EEA. (2020). <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/vans-16>. Opgehaald van <https://www.eea.europa.eu>.
- Elaad. (2020 a). *Truckers komen op stroom*. Elaad.
- Elaad. (2020 b). *De ontwikkeling van batterij-elektrische trucks in (inter)nationale logistiek in Nederland t/m 2035*.
- European Commision. (2020 a). *Study on the EU's list of Critical Raw Materials – Final Report*.
- European Commission. (2020 b). *Batteries Europe - Strategic Research Agenda for batteries*. European Commission.
- European Commission. (2021). Opgehaald van https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/heavy_en#tab-0-0.
- Gemeente Rotterdam. (2021). <https://kaartlaag.rotterdam.nl/zes-zone#51.8434/4.2781/51.9408/4.6077/brt/6211/>. Opgehaald van <https://kaartlaag.rotterdam.nl/zes-zone#51.8434/4.2781/51.9408/4.6077/brt/6211/>: <https://kaartlaag.rotterdam.nl/zes-zone#51.8434/4.2781/51.9408/4.6077/brt/6211/>
- ICCT. (2021 a). *EUROPEAN VEHICLE MARKET STATISTICS - Pocketbook 2020/21*. ICCT.
- ICCT. (2021 b). *Update on electric vehicle uptake*. ICCT.

- IEA. (2021 a). *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*.
- IEA. (2021 b). *Trends and developments in electric vehicle markets – Global EV Outlook 2021 – Analysis - IEA*.
- JRC. (2018). https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/cobalt_infographics_one-pager.pdf. Opgehaald van www.ec.europa.eu.
- Kelly, J. C., Dai, Q., & Wang, M. (2019). *Globally regional life cycle analysis of automotive lithium-ion nickel manganese cobalt batteries*.
- Nykqvist, B. (2015). Rapidly falling costs of battery packs for electric vehicles. *Nature*.
- PBL. (2019). *Achtergronddocument Effecten Ontwerp Klimaatakkoord: Mobiliteit*. PBL.
- PBL. (2020). *Klimaat- en Energieverkenning 2020*. PBL.
- PBL. (2021). *Beleidsoverzichten en factsheets beleidsinstrumenten - Achtergronddocument bij de Klimaat-en Energieverkenning*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- RDW. (2021). www.opendata.rdw.nl. Opgehaald van www.opendata.rdw.nl.
- Reuters. (2021). *Main Volkswagen brand speeds up shift to electric* | Reuters. Opgehaald van reuters.
- Scania. (2021 a). *Scania*. Opgehaald van Scania's commitment to battery electric vehicles.
- Scania. (2021 b). Opgehaald van Scania: <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2021/Scanias-commitment-to-battery-electric-vehicles.html>
- Simolka, M. (2021). *Cell level estimates for eu gigafactories activity*. Opgehaald van LinkedIn: https://www.linkedin.com/posts/matthias-simolka-93186b44_cell-level-estimates-for-eu-gigafactories-activity-6824271934193188864-Uc7q/
- statista. (2021). *statista*. Opgehaald van Best-selling light commercial vehicles: EU market share | Statista.
- T&E. (2019). <https://www.transportenvironment.org/discover/cobalt-congo-how-source-it-better/>. Opgehaald van <https://www.transportenvironment.org/discover/cobalt-congo-how-source-it-better/>: <https://www.transportenvironment.org>
- TNO. (2018 a). *Assessments with respect to the EU HDV CO2 legislation: Work in support of the Dutch position on EU regulation on the CO2 emissions of heavy-duty vehicles*.
- TNO. (2018 b). *CO2-reductieopgave voor mobiliteit in Rotterdam - Handelingsperspectieven voor lokaal beleid*. TNO.
- TNO. (2019 a). *2019-STL-MEM-100320630 Memo inzake technisch potentieel van ZE-zones voor bestel- en vrachtauto's*.
- TNO. (2019 b). *Effectbepaling van een vrachtwagenheffing en verschillende terugsluismaatregelen op de wagenparksamenstelling en emissies van het vrachtverkeer in Nederland*. Den Haag: TNO.
- TNO. (2019 c). *TNO 2019 R11705 Behoeftte aan infrastructuur voor alternatieve energiedragers voor mobiliteit in Nederland*.
- TNO. (2020 a). *TNO 2020 R11664 Real-world fuel consumption of passenger cars and light commercial vehicles*.
- TNO. (2020 b). *DKTI LESSONS LEARNED SO FAR*.
- TNO. (2020 c). *TNO 2020 R11952 DecaMod: het bepalen van de effecten van een ZE Zone in de praktijk - WP1.2, 1.3 en 1.4*. Den Haag: TNO.
- TNO. (2021 a). *Routeradar 2020 Innovatiemonitor - Marktontwikkeling Modaliteit Wegvervoer*. Rijkswaterstaat.

- TNO. (2021 b). *Lionvolt revolutionair type batterij*. Opgehaald van [www.tno.nl](https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/techtransfer/spin-offs/lionvolt-revolutionair-type-batterij/): <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/techtransfer/spin-offs/lionvolt-revolutionair-type-batterij/>
- TNO. (2021 c). *RouteRadar DEM*.
- TNO. (2021 d). *Schoon wagenpark vraagt om méér naast 'stekkersubsidie'*. TNO.
- TNO. (2021 e). *TNO 2021 R10574 - DKTi FLEX EV - monitoringsrapport*.
- Transport & Environment. (2021). *European van market unplugged: how weak regulation is failing*.
- transportenmilieu*. (2019). Opgehaald van [transportenmilieu](https://transportenmilieu.nl/nieuwsarchief/item/daf-1500-elektrische-trucks-in-2025): <https://transportenmilieu.nl/nieuwsarchief/item/daf-1500-elektrische-trucks-in-2025>
- U.S. Geological Survey. (2020). *Mineral commodity summaries 2020: U.S. Geological Survey*.
- volvo trucks*. (2021). Opgehaald van [volvo trucks](https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/press-releases/2021/apr/volvo-trucks-now-ready-to-electrify.html): <https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/press-releases/2021/apr/volvo-trucks-now-ready-to-electrify.html>
- Wentker, M. (2019). A Bottom-Up Approach to Lithium-Ion Battery Cost Modeling with a Focus on Cathode Active Materials. *MDPI Energies*. Opgehaald van [i.com%2F1996-1073%2F12%2F3%2F504%2Fpdf-vor&usg=AOvVaw2DscrmKelxjXzF5sj-36q2](https://www.mdpi.com/1996-1073/12/3/504/pdf-vor&usg=AOvVaw2DscrmKelxjXzF5sj-36q2)
- Wikipedia. (2021). *Tesla Model S*. Opgehaald van [en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Model_S): https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Model_S
- Yaxiang, L. e. (2019). Research and development of advanced battery materials in China. *Elsevier*.
- Ziegler. (2021). Re-examining rates of lithium-ion battery technology improvement and cost decline. *Energy and Environmental Science*. Opgehaald van <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/ee/d0ee02681f>

10 Ondertekening

Den Haag, 5 november 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Arjan Eijk', written in a cursive style.

Arjan Eijk
Projectleider

TNO

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Stephan van Zyl', written in a cursive style.

Stephan van Zyl
Auteur

A Beleidscontext in de KEV 2021

De Klimaat- en Energieverkenning (KEV) van PBL raamt de ontwikkelingen in energiegebruik en emissies van broeikasgassen op basis van het huidige beleid. De KEV maakt daarin onderscheid tussen vastgesteld beleid en voorgenomen beleid. Peildatum voor het vaststellen van de beleidsuitgangspunten is 1 mei van het betreffende jaar, zie ook (PBL, 2021).

In dit hoofdstuk wordt een gedetailleerdere beschrijving gegeven van de vastgestelde en voorgenomen beleidsmaatregelen die in de KEV 2021 zijn meegenomen en die relevant zijn voor de ingroei van BEVs.

A.1 Inleiding

Er zijn verschillende beleidsmaatregelen die een rol (zullen gaan) spelen in de ingroei van elektrische bestel- en vrachtauto's in Nederland. Sommige van deze maatregelen zijn al van kracht, andere nog niet. Voorafgaand aan deze studie van TNO heeft PBL bepaald welke maatregelen, die nog niet van kracht zijn, per 1 mei 2021 al wel concreet genoeg waren om mee te nemen in de KEV 2021. Dit zijn ook de maatregelen die worden meegenomen in de raming die in deze studie wordt uitgevoerd. De beleidsmaatregelen zijn weergegeven in onderstaand overzicht, waarin onderscheid wordt gemaakt tussen vastgesteld en voorgenomen beleid. De vrachtwagenheffing (en bijhorende terugsluismaatregelen) wordt in de KEV 2021 beschouwd als voorgenomen beleid. De exacte ingangsdatum zowel als de hoogte van de subsidiebedragen, die via maatregelen worden teruggesluisd, waren op 1 mei 2021 nog niet bekend.

Tabel 13: Meegenomen beleidsmaatregelen in de Klimaat- en energieverkenning 2021.

	Beleid	Bestelverkeer	Vrachtverkeer	Status
CO₂ normen	EU	CO ₂ -reducties (t.o.v. 2021): 2025: -15% & 2030: -31%	CO ₂ -reducties (t.o.v. 2020/21): 2025: -15% & 2030: -31%	Vaststaand
MRB verhoging	NL	- Verhoging t/m 2024 - eenmalige verlaging in 2025	-	Vaststaand
MRB vrijstelling	NL	- MRB vrijstelling voor BEVs tot en met 2025	- MRB vrijstelling voor BEVs tot en met 2025	Vaststaand
Stimulering ZE i.h.k.v. ZE zones	NL	- SEBA: 185 M€ t/m 2025 (waarvan 22 M€ in 2021)	-	Vaststaand
Vrachtwagenheffing	NL	-	vanaf 2026	Voor-genomen
Terugsluismaatregelen	NL	-	van 2026 tot 2030	Voor-genomen
ZE zones	NL en regionaal	20 deelnemende gemeenten	20 deelnemende gemeenten	Vaststaand

Het pakket aan maatregelen dat in de KEV 2021 wordt meegenomen is niet gelijk aan wat er is opgenomen in het Klimaatakkoord.

Dit geldt bijvoorbeeld voor de stimuleringsregeling (94 M€ in totaal) voor de aanschaf van ZE vrachtauto's tot en met 2025 die in het Klimaatakkoord is afgesproken. Aangezien deze regeling op 1 mei 2021 nog niet concreet was uitgewerkt, wordt het effect van deze regeling op de ingroei van ZE-voertuigen niet meegenomen in de KEV 2021. Een tweede maatregel, die maar ten dele is meegenomen, betreft de invoering van zero-emissiezones voor stadslogistiek. In het Klimaatakkoord is opgenomen dat dergelijke zones van kracht zullen worden in 30-40 grotere gemeenten in 2025. Er zijn inmiddels heldere afspraken gemaakt die voor alle zero-emissiezones gaan gelden. Per 1 mei 2021 lagen er alleen van 20 deelnemende gemeenten concrete plannen. Deze zullen in de doorrekening worden meegenomen, de overige 10 tot 20 niet.

Op 14 juli 2021 heeft de Europese Commissie haar plannen voor een Europese Green Deal gepresenteerd. De plannen bevatten onder andere wetsvoorstellen voor strengere CO₂ normen voor personen en bestelvoertuigen. Deze aangescherpte CO₂ normen worden niet in de KEV 2021 meegenomen. De plannen moeten nog door het Europese Parlement en de Raad worden goedgekeurd.

A.2 Europees

Er zijn verschillende Europese verordeningen van kracht die als doel hebben om de CO₂-emissies van wegvoertuigen te reduceren. Ook voor bestel- en vrachtauto's bestaan zulke verordeningen. Nieuwe voorstellen in het kader van Fit for 55 en mogelijke aanpassingen in 2022 (review van CO₂-normen voor vrachtwagens) zijn geen onderdeel van de KEV2021.

A.2.1 CO₂-emissie-eisen voor bestelauto's

In 2011 is er een Europese verordening bekrachtigd waarin is vastgelegd dat de gemiddelde CO₂-emissies per gereden kilometer tijdens de typegoedkeuringstest van nieuw geregistreerde bestelauto's in de EU in 2017 niet hoger mogen zijn dan 175 g/km. Een tweede reeks verordeningen, aangenomen in 2014, vereist dat de gemiddelde CO₂-uitstoot van nieuwe bestelauto's moest dalen tot 147 g/km in 2020. In 2018 is een derde verordening van bindende emissiedoelstellingen voor lichte voertuigen vastgesteld voor 2025 en 2030. Deze eisen dat de gemiddelde CO₂-emissies van nieuwe geregistreerde bestelvoertuigen in 2025 zijn gereduceerd met 15% en in 2030 met 31% in 2030, beide ten opzichte van de gemiddelde WLTP-testwaarde in het referentiejaar 2021. De plannen van de Europese Green Deal stellen strengere normen voor in de jaren 2030 en daarna. Het reductiedoel moet in 2030 stijgen tot 55% en 100% in 2035 (alleen nog emissieloze voertuigen).

A.2.2 CO₂-emissie-eisen voor vrachtwagens

Ook voor vrachtwagens en trekker-opleggers is er sinds 2019 een verordening van kracht om de CO₂-emissies van nieuwe voertuigen te reduceren.

Er gelden emissie vlootgemiddelde reductie targets voor de jaren 2025 en 2030 (ten opzichte van de referentieperiode 1 juli 2019 tot 30 juni 2020):

- Vanaf 2025 moeten nieuwe voertuigen 15% minder CO₂ uitstoten;
- Vanaf 2030 moeten nieuwe voertuigen 30% minder CO₂ uitstoten;

Vanwege de grote verscheidenheid aan voertuigen, zowel in grootte als in het type opbouw, zijn de vrachtwagens onderverdeeld in categorieën.

De verordening is alleen van kracht op vier van deze categorieën. Deze hebben gezamenlijk een marktaandeel van ongeveer 65% tot 70%. In het kader van de evaluatie in 2022 moet de Commissie nagaan of het toepassingsgebied kan worden uitgebreid tot andere voertuigtypes, zoals kleinere vrachtwagens, bussen, touringcars en aanhangwagens. Ook zullen de targets worden herzien voor 2030 en de jaren erna.

A.3 Nationaal

A.3.1 *MRB verhoging voor bestelauto's*

De MRB voor bestelauto's (alleen Rijksdeel, want opcenten zijn er niet voor bestelauto's) wordt tussen 2021 en 2024, jaarlijks verhoogd met ca. 5% (Tabel 14). De jaarlijkse verhoging geldt alleen voor voertuigen met verbrandingsmotor. Emissieloze voertuigen hebben een vrijstelling op de MRB tot en met 2025, in 2026 betalen ze het volle MRB tarief. Door de verhoging van de MRB voor voertuigen met verbrandingsmotor en vrijstelling voor emissieloze voertuigen worden emissieloze bestelauto's de komende jaren kostentechnisch aantrekkelijker.

Tabel 14: MRB-verhoging bestelauto's tot en met 2025.

		2020	2021	2022	2023	2024	2025-2030
MRB verhoging	[%]	-	5,25%	4,99%	4,75%	4,54%	-

A.3.2 *Nationale aanschafsubsidies voor bestelauto's en lichte vrachtauto's (<4.250 kg)*

Tussen 15 maart 2021 en het einde van 2025 is er een subsidieregeling van kracht voor ondernemers en non-for-profitinstellingen die een bestelauto of lichte vrachtauto (tot 4.250 kg) zonder uitlaatemissies kopen of leasen.

Het gesubsidieerde bedrag bedraagt 10% van de netto catalogusprijs (prijs excl. btw, incl. bpm) tot een maximum van 5.000 euro per voertuig. Het totale subsidiebudget bedraagt in totaal 185 miljoen euro, waarvan 22 miljoen euro in 2021. Bij een gemiddelde prijs van 50.000 euro per voertuig (=5.000 euro subsidie per voertuig) zouden hiermee 37.000 bestelauto's of lichte vrachtauto's (tot 4.250 kg) kunnen worden gesubsidieerd. Afhankelijk van het type - kleine, middelgrote of grote bestelauto – zal dit gemiddelde bedrag variëren. De prijs van een middelgrote elektrische bestelauto ligt tussen 23.000 en 40.000 euro. Het gemiddelde subsidiebedrag ligt in dit geval dus tussen 2.300 en 4.000 euro.

In de doorrekening van beleidsvarianten (zie hoofdstuk 6) wordt aangenomen, dat het resterende subsidiebudget voor 2022 tot 2025 gelijkmatig over de jaren verdeeld wordt. Het subsidiebudget is daarmee jaarlijks gelimiteerd tot 40,75 miljoen euro.

A.3.3 *Nationale aanschafsubsidies voor vrachtauto's en trekker-opleggers*

In het Klimaatakkoord worden twee soorten subsidies genoemd die dienen ter stimulering van de ingroei van ZE vrachtvoertuigen:

- Stimuleringsregeling ZE zones;
- Terugsluismaatregelen van de vrachtwagenheffing (zie het volgende punt).

In het kader van de afspraken rondom de ZE zones wordt een stimuleringsregeling van 94 miljoen euro genoemd voor de aanschaf van ZE vrachtauto's tot en met

2025. De definitieve uitwerking hiervan is nog niet bekend en is dus niet meegenomen in de KEV2021.

A.3.4 *Vrachtwagenheffing en terugsluismaatregelen*

Sinds 2017 wordt er gewerkt aan de uitwerking van een wetsvoorstel gericht op de 'vrachtwagenheffing'. Dit zou ertoe moeten leiden dat binnenlandse en buitenlandse vrachtwagens gaan betalen voor het gebruik van de Nederlandse wegen. In het voorstel is een bepaling opgenomen dat de netto-opbrengst uit de vrachtwagenheffing zal worden teruggesluisd naar de transportsector ten behoeve van innovatie en verduurzaming. In de voorgestelde plannen komt een deel van de belastinginkomsten beschikbaar als subsidie voor voertuigen met lage of geen CO₂-uitlaatemissies. De definitieve uitwerking hiervan was op 1 mei 2021 nog niet bekend.

Alleen via de terugsluis werd een voordeel van ZE verondersteld. In eerdere studies (TNO, 2019 b) is gerekend met een subsidiebedrag van 40% van de meerkosten van BEVs ten opzichte van diesel. Er zit geen lager kilometertarief voor ZEVs in de aanpak.

A.3.5 *DKTI-transport (pilot en demonstratie)*

Hoewel DKTI de aanschaf van emissieloze voertuigen en aanleg van infrastructuur gedeeltelijk financiert, en daarmee bijdraagt aan de ingroei van emissieloze voertuigen, worden subsidies uit DKTI-transport niet expliciet meegenomen in de ramingen van de ingroei van emissieloze voertuigen. Redenen hiervoor zijn onder andere dat de financiering op korte termijn afloopt en omdat het maar om kleine budgetten gaat, waar marktintroductie en monitoring centraal staan.

DKTI staat voor Demonstratie klimaattechnologieën en -innovaties. Hiermee worden (meerjarige) projecten gesubsidieerd waar organisaties kennis opdoen met de inzet van zero-emissie (ZE) vrachtwagens, transportmiddelen of mobiele werktuigen. DKTI 2021 was voorlopig de laatste financieringsronde voor dit soort projecten. Het totale budget in 2021 was weliswaar 36,6 miljoen Euro, maar alleen grofweg de helft daarvan was beschikbaar voor proeftuinen, experimentele ontwikkeling en learning-by-using (LBU projecten) in het goederenvervoer. Alleen een deel van de subsidie wordt ook daadwerkelijk gebruikt voor de aanschaf van voertuigen of aanleg van infrastructuur.

A.4 **Regionaal**

A.4.1 *Regionale aanschafsubsidies*

Ook regionaal zijn er aanschafsubsidies voor nulemissievoertuigen. Zo biedt de gemeente Amsterdam tot het einde van 2021 subsidies voor de aanschaf van nieuwe of gebruikte nulemissievoertuigen.

Tabel 15: Beschikbare subsidies in Amsterdam voor nulemissievoertuigen tot eind 2021.

	Subcategorie	Maximaal subsidiebedrag
Bestelauto	N1 nieuw, ledig gewicht < 1760 kg	€ 5.000
Bestelauto	N1 gebruikt, ledig gewicht <1760 kg	20% tot € 3.000
Bestelauto	N1 nieuw, ledig gewicht > 1760 kg	20% tot € 40.000
Bestelauto	N1 gebruikt, ledig gewicht > 1760 kg	20% tot € 12.000
Vrachtauto	N2, N3 nieuw	20% tot € 40.000
Vrachtauto	N2, N3 gebruikt	20% tot € 12.000

In Gelderland zijn subsidies beschikbaar tot eind 2022 voor de aanschaf of lease van een elektrische bestelauto of een elektrische vrachtauto met een nettogewicht tot 7,5 ton bedraagt het subsidiebedrag 4.000 euro. Voor een elektrische of waterstofvrachtauto vanaf 7,5 ton is dat 27.000 euro.

A.4.2 ZE-zones

Naar verwachting zullen vanaf 2025 middelgrote zero-emissiezones voor bestel- en vrachtauto's worden ingevoerd in 30 tot 40 van de grootste gemeenten (zie afspraken klimaatakkoord).

Er zijn inmiddels heldere afspraken gemaakt die voor alle zero-emissiezones gaan gelden:

- Gemeenten mogen vanaf 1 januari 2025 zelf bepalen of ze een zero-emissiezone inzetten. Voorwaarde is dat ze die minimaal vier jaar van tevoren aankondigen.
- Hierbij is ook een overgangsregeling uitgewerkt die ertoe leidt dat ondernemers meer tijd kunnen krijgen om de overstap naar nulemissievoertuigen te maken. In deze regeling is opgenomen dat nieuwe bestel- of vrachtauto's die na 2025 op kenteken gezet worden, emissieloos moeten rijden om in de ZE-zones te mogen rijden. Ondernemers die nog een conventionele bestelauto hebben kunnen een ontheffing krijgen tot en met eind 2027. Voor vrachtauto's geldt deze ontheffing tot eind 2029. Daarnaast kunnen ook particulieren met een bestel- of vrachtauto een ontheffing krijgen. Hetzelfde geldt voor bepaalde voertuigcategorieën waarvoor nog geen goed emissieloos alternatief beschikbaar is.

Het effect van de ZE zones in Nederland in 2030 is nog uiterst onzeker en hangt af van meerdere factoren, zie hoofdstuk 7.4.

In de KEV wordt gerekend met het huidige beleid. Op het peildatum voor het vaststellen van de beleidsuitgangspunten, 1 mei, waren er concrete plannen vastgesteld voor ZE zones in 20 deelnemende gemeenten. In de KEV2021 zijn dus ook alleen deze gemeenten, zie onderstaande lijst, meegenomen in de doorrekening.

Tabel 16: 20 Deelnemende gemeenten meegenomen in de KEV2021 (blauw gemarkeerd de gemeenten waar TNO eerder de impact van de zones heeft berekend).

Gemeente	ZE zone
Gemeente 's-Hertogenbosch	Stadscentrum en omliggende wijken
Gemeente Nijmegen	Stadscentrum
Gemeente Groningen	Binnen de Diepenring en bij De Westerhaven
Gemeente Eindhoven	Binnen de ring behalve bedrijventerrein De Kade
Gemeente Enschede	2025 Stadserf, 2030 Binnensingelgebied (Raadsbesluit in juni)
Gemeente Zaanstad	Wel ondertekend maar nog geen besluit, denkt aan drie kernen: Zaandam, Krommenie en Wormerveer
Gemeente Arnhem	Binnenstad (nog geen besluit)
Gemeente Zwolle	Binnen de stadsgrachten
Gemeente Rotterdam	Binnen de ring behalve logistieke bedrijventerreinen
Gemeente Leiden	Binnen de singels en deel Morsweg
Gemeente Assen	Voetgangersgebied stadscentrum
Gemeente Amsterdam	Binnen de ring A10
Gemeente Amersfoort	Autoluwe binnenstad
Gemeente Haarlem	Centrum en omliggende wijken
Gemeente Tilburg	Binnen de ringbanen
Gemeente Utrecht	Stadscentrum
Gemeente Den Haag	Gelijk aan milieuzone: binnen Centrumring (S100) en Telderstrace
Gemeente Gouda	Binnenstad
Gemeente Delft	Logistieke Zone binnenstad
Gemeente Apeldoorn	-

Wat opvalt in de bovenstaande lijst is dat de definitie en grootte van de zones verschilt per gemeente.

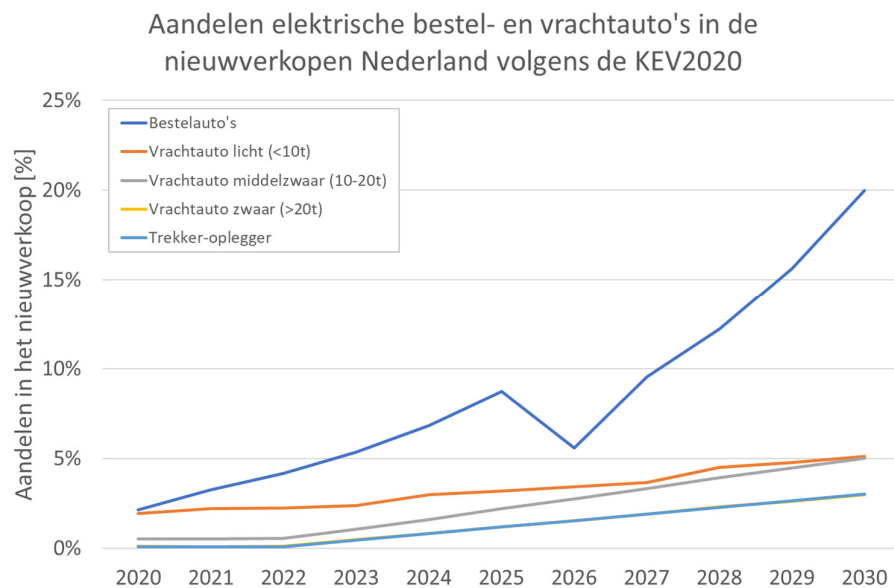
- Vaak wordt uitgegaan van een zone binnen het stadscentrum (c.q. de binnenstad of binnen de stadsgrachten).
- Grote steden interpreteren de zone breder, bijvoorbeeld alles binnen de ring (Amsterdam, Rotterdam).
- In sommige gevallen valt dit er tussenin, bijv. het centrum en omliggende wijken (Haarlem).
- De definitieve vorm en grootte lijkt ook nog eens niet altijd vastgesteld (bijv. Zaanstad en Arnhem).

A.5 KEV 2020 - Ingroeipad voor ZE bestel en vrachtauto's

In de KEV 2020 is reeds een raming gemaakt voor het ingroeipad van zero-emissie bestel- en vrachtoertuigen. Onderstaande figuur toont het verwachte aandeel ZE-voertuigen in het nieuwverkoop, volgens de KEV 2020. In de raming van het afgelopen jaar zijn het Europese beleid voor CO₂-emissienormen, een MRB verhoging voor bestelauto's en ook de subsidie voor ZE-bestelauto's (SEBA) reeds verwerkt. Ook de invoering van de vrachtautoheffing was al in de KEV 2020 meegenomen, maar de terugsluis van de opbrengsten nog niet. Beleid voor ZE zones was ook nog niet meegenomen in de KEV 2020. Het ingroeipad in de KEV

2020 werd dus primair gedreven door de Europese CO₂-normen. Voor bestelauto's kwam daar tot en met 2025 het nationale stimuleringsbeleid bovenop. Het aflopen van dit stimuleringsbeleid per 2026 verklaart de knik in de figuur.

Onderstaande figuur toont een toename van het aandeel zero-emissie bestel- en vrachtoertuigen in de nieuwverkopen. Bij emissieloos wordt hier uitgegaan van batterij-elektrische voertuigen, omdat waterstof-elektrische voertuigen nog nauwelijks op de markt zijn. Voor bestelauto's wordt een aandeel BEV's van grofweg 20% verwacht in 2030, voor vrachtauto's en trekker-oplegger combinatie's is dit met 3 tot 5% in 2030 beduidend lager.



Figuur 50: Ingroeipad ZE bestel- en vrachtoertuigen in de KEV 2020 (PBL, 2020).