

Achtergrondrapport SPARK-modelanalyses wagenpark personenauto's KEV 2024

Beschrijving van uitgangspunten, modelinputs, modelwerking en ramingen wagenpark personenauto's ten behoeve van de KEV 2024

In opdracht van:

Planbureau voor de Leefomgeving

Auteurs:

Robert Kok (Revnex)
Jasper van den Broek (Revnex)
Dieuwert Blomjous (PBL)
Jordy van Meerkerk (PBL)

Revnex
Rotterdam
oktober 2024

Achtergrondrapport SPARK-modelanalyses wagenpark personenauto's KEV 2024

Auteurs

Robert Kok (Revnext)

Jasper van den Broek (Revnext)

Dieuwert Blomjous (PBL)

Jordy van Meerkerk (PBL)

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Achtergrond	4
1.2	Modelwerking	4
1.3	Onzekerheden	5
1.4	Leeswijzer	5
2	Beleidscontext, uitgangspunten en modelaannames	6
2.1	Beleidscontext	6
2.1.1	<i>Europees bronbeleid</i>	6
2.1.2	<i>Nationaal beleid: Fiscale regelgeving en subsidies</i>	7
2.1.3	<i>Overzicht verschillen V-beleid en VV-beleid</i>	9
2.2	Modelaannames	10
2.2.1	<i>Batterijprijzen</i>	10
2.2.2	<i>Energiedichtheid batterijen</i>	12
2.2.3	<i>Batterijcapaciteit, batterijgewicht, energieverbruik en actieradius EV's</i>	13
2.2.4	<i>Voertuigprijzen</i>	15
2.2.5	<i>Brandstofprijzen</i>	18
2.2.6	<i>Elektriciteitsprijzen, laadmix en laadtarieven</i>	18
2.2.7	<i>Diffusiekrommen</i>	19
3	Effecten per scenario	22
3.1	Effecten nieuwverkopen	22
3.2	Effecten wagenpark	22
3.3	Vergelijking KEV 2024 met KEV 2022	23
4	Implementatie modeluitkomsten SPARK in KEV 2024	25

1 Inleiding

1.1 ACHTERGROND

Het SPARK-model is een nieuw rekenmodel voor personenauto's ontwikkeld door Significance in opdracht van het PBL en RWS. Met het SPARK-model wordt de omvang, samenstelling en kenmerken van het Nederlandse wagenpark personenauto's geraamd tot en met 2060. Voor de Klimaat- en Energieverkenning 2024 (KEV 2024) is de periode tot en met 2035 geanalyseerd met een doorkijk naar 2040. De KEV 2024 is de eerste studie waarbij het SPARK-model gebruikt wordt. Met het SPARK-model kan onder andere de ingroei van zero emissie voertuigen in het wagenpark, de CO₂-emissies en de budgettaire effecten op de overheidsfinanciën worden geraamd. In het kader van de KEV 2024 wordt het SPARK-model hoofdzakelijk gebruikt voor de ramingen van de marktaandelen en voertuigkenmerken van de verschillende energiebronnen in de nieuwverkopen richting 2040. In opdracht van PBL heeft Revnext de exogene modelinvoer rond voertuigkenmerken en prijsontwikkelingen conform de KEV 2024 uitgangspunten geactualiseerd en analyses met het SPARK model uitgevoerd. Deze cijfers zijn vervolgens onderdeel van een breder rekenraamwerk dat voor de KEV 2024 wordt ingezet door PBL.

In dit rapport worden de uitgangspunten en resultaten beschreven van het middenscenario 2024. Het middenscenario 2024 wordt uiteengezet in een middenscenario met alleen vastgesteld beleid (V-beleid) en een middenscenario met vastgesteld- en voorgenomen beleid (VV-beleid). Daarnaast wordt voor zowel het middenscenario V-beleid als het middenscenario VV-beleid een bandbreedte rond het middenscenario berekend om gevoeligheden voor onzekerheden in kaart te brengen. Onzekerheden rond voertuig-technische-, markt-, gedrag-, en prijsontwikkelingen worden gevarieerd in scenario's tegenwind, midden en meewind. Aanschafgedrag en overstapdrempels ten aanzien van EV's worden gevarieerd aan de hand van de diffusiekrommen (zie paragraaf 2.2.8) voor de adoptie van EV-voertuigen en de voertuigkenmerken Meewind en Tegenwind. Voor de berekening van deze bandbreedte wordt de discussiecurve in SPARK aangepast naar laag (tegenwind) of hoog (meewind) i.p.v. medium (meer hierover in hoofdstuk 1.2). Deze aanpak zorgt ervoor dat de uitgangspunten van vier scenario's (middenscenario V-beleid, middenscenario VV-beleid en de voertuigkenmerken van Meewind en Tegenwind) en de resultaten van zes scenario's (V-beleid Tegenwind/Midden/Meewind en VV-beleid Tegenwind/Midden/Meewind) in dit rapport wordt beschreven. Het middenscenario VV-beleid wordt gebruikt als middenraming voor de KEV 2024.

1.2 MODELWERKING

Het SPARK-model, versie 1.5.1., is geactualiseerd met realisatiedata tot en met 2023. Daarnaast is de ontwikkeling van het aandeel EV-nieuwverkopen tot en met mei 2024 meegenomen in de modelwerking.

Het SPARK-model rekent op huishoudensniveau. Dit betekent dat de verwachte kenmerken van huishoudens, zoals gezinssamenstelling, inkomen, regio en stedelijkheidsgraad, worden meegenomen in de raming van het personenautobezit en -gebruik.

Met behulp van diffusiekrommen modelleert SPARK de toename van technologieacceptatie van consumenten voor EVs. Deze acceptatie is niet alleen afhankelijk van rationele

afwegingen die te maken hebben met bijvoorbeeld aanschafprijzen en actieradius, maar ook met de intrinsieke voorkeuren van mensen die naarmate de tijd verstrijkt ook kunnen veranderen. Zo houdt SPARK dan niet alleen rekening met de technologische en financiële ontwikkeling van EVs, maar ook met de ontwikkeling van consumentenvoorkeuren. Meer omtrent de diffusiekrommen is te vinden in paragraaf 2.2.8.

1.3 ONZEKERHEDEN

Modellen zijn een vereenvoudigde representatie van de werkelijkheid. De resultaten worden weergegeven aan de hand van een middenraming waarbij een onzekerheidsmarge geldt. Om de onzekerheidsmarge enigszins te weergeven wordt een bandbreedte geschetst rondom de middenraming aan de hand van de adoptiecurve voor EV-voertuigen en de voertuigmerken van scenario's Meewind en Tegenwind. Desondanks zijn er nog steeds onzekerheden bij het gebruik van een model.

1.4 LEESWIJZER

Hoofdstuk 2 schetst de beleidscontext en modelaannames van de verschillende scenario's. Hoofdstuk 3 presenteert de verwachte effecten van het nieuwe middenscenario en de bandbreedte hiervan. In hoofdstuk 4 wordt de implementatie van de modeluitkomsten van SPARK in relatie tot KOTERPA voor de KEV 2024 behandeld.

2 Beleidscontext, uitgangspunten en modelaannames

2.1 BELEIDSCONTEXT

De scenario's houden rekening met Europese en nationale beleidsmaatregelen die op dat moment waren vastgesteld of voorgenomen.

2.1.1 Europees bronbeleid

Het Europese Fit-for-55 voorstel voorziet een verbod op de verkoop van nieuwe personenauto's met een verbrandingsmotor vanaf 2035. Dit betekent dat de nieuwverkopen personenauto's vanaf 2035 volledig nul emissie zullen zijn in Nederland. Dit uitgangspunt is van toepassing voor het V-beleid en VV-beleid.

CO₂-normen voertuigfabrikanten

In de KEV2024 wordt bij zowel V-beleid als VV-beleid uitgegaan van een Europese CO₂-emissienorm van -15% in 2025, -55% in 2030 en -100% in 2035 ten opzichte van 2020/21. De uitgangspunten met betrekking Europees bronbeleid worden vertaald naar een verwachte brandstofmix en prijsontwikkeling van EV's en fossiele auto's, waarmee fabrikanten invulling kunnen geven aan te behalen emissienormen.

De CO₂-emissienormen gelden ten opzichte van een Europees gemiddelde referentiewaarde in het basisjaar 2020/2021. De norm is bindend voor het gewogen gemiddelde van alle voertuigverkopen van een fabrikant. Het staat de fabrikant vrij hoe dit gemiddelde gerealiseerd wordt. Een fabrikant kan er bijvoorbeeld voor kiezen om alle verkochte fossiele personenauto's zuiniger te maken, of om een deel van de verkochte voertuigen zero emissie te laten zijn of een combinatie daarvan.

RED3

De Europese RED3-regelgeving¹ stuurt aan op een groter aandeel hernieuwbare energie in o.a. de mobiliteitssector. In Nederland wordt gestuurd op het behalen van de RED3 via de jaarverplichtingsystematiek voor brandstofleveranciers. Naarmate er meer (geavanceerde) hernieuwbare energie benodigd is (via bijmenging van biobrandstoffen of via verkrijgen van HBE/ERE-rechten), zullen de kosten voor brandstofleveranciers toenemen en als kostenopslag in de pompprijs terecht komen. Het RED3-beleid is meegenomen als voorgenomen beleid. Het RED2-beleid geldt als vastgesteld beleid.

ETS2

De Europese ETS2-regelgeving² zorgt voor de beprijzing van emissierechten in de mobiliteitssector en gebouwde omgeving. Ook hier wordt een prijseffect in de pompprijs verwacht die in de totale brandstofprijspoggnose van het PBL is meegenomen.

¹ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_23_4755

² https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/ets2-buildings-road-transport-and-additional-sectors_en

Voor meer details over de achterliggende uitgangspunten voor het effect van RED3 en EST2 in de pomprijzen richting de toekomst wordt verwezen naar de KEV 2024-rapportages van het PBL.

2.1.2 Nationaal beleid: Fiscale regelgeving en subsidies

Bijtelling privégebruik auto van de zaak

De laatste jaren heeft een accentverschuiving plaatsgevonden van de stimulering van EV's van de zakelijke markt naar de privémarkt. Beleidsmatig betekent dit een versobering van de korting in de bijtelling voor EV's. Vanaf 2026 vervalt de korting in de bijtelling voor EV's in zijn geheel. Het verlaagde bijtellingspercentage voor EV's geldt in 2023 tot en met 2025 tot de cap van €30.000. Op deze manier is in de zakelijke markt sprake van een situatie waarbij goedkopere EV's meer voordeel hebben dan de duurdere modellen. In Tabel 1 zijn de bijtellingspercentages voor EV's opgenomen in vergelijking met conventionele voertuigen en in Tabel 2 de cap tot waar de korting geldt.

Tabel 1: Bijtellingspercentages EV's privégebruik auto van de zaak.

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Bijtelling EV	16%	16%	16%	17%	22%	22%	22%	22%	22%
Bijtelling overig	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%

Tabel 2: Cap op de catalogusprijs waaronder de bijtellingskorting geldt in duizendtallen.

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Cap bijtelling EV	35	30	30	30	-	-	-	-	-

Aanschafsubsidie particulieren (SEPP)

Om meer particulieren de kans te geven over te stappen naar een elektrische personenauto, is tot en met 2024 een aanschafsubsidie beschikbaar voor nieuwe en tweedehands EV's. Deze aanschafsubsidie is van toepassing bij de aankoop van EV met een oorspronkelijke nieuwprijs van maximaal €45.000. De subsidie bedraagt in 2024 €2.550 bij de aanschaf van een nieuwe EV en €2.000 bij de aanschaf van een tweedehands EV. De subsidie voor nieuwe en tweedehands EV's hebben een gescheiden jaarbudget.

Tabel 3: Stimulering per nieuwe EV in SEPP aanschafsubsidie.

	2023	2024	2025
Nieuwe EV's	2.950	2.550	0
Tweedehands EV's	2.000	2.000	0

Tabel 4: Cap op catalogusprijs SEPP-aanschafsubsidie (origineel ten tijde van nieuwverkoop).

	2023	2024	2025
Cap nieuw en 2dehands	45.000	45.000	n.v.t.

Tabel 5: Jaarbudget in miljoenen voor nieuwe EV's.

	2023	2024	2025
Nieuwe EV's	67	58	n.v.t.
Tweedehands EV's	32,4	29,4	n.v.t.

BPM en MRB

Behalve de korting in de bijtelling en de privé subsidies zijn er ook kortingen vastgelegd in de BPM en de MRB voor elektrische personenauto's. Tot 2025 zijn elektrische personenauto's vrijgesteld van BPM. Per 2025 betalen EV's de vaste voet in de BPM. De vaste voet bedraagt in 2024 €440 per auto en zal in 2025 worden verhoogd met €200.

Elektrische personenauto's zijn vrijgesteld van de MRB tot en met 2024. In 2025 betalen EV's een kwarttarief en per 2026 het volle tarief bij vastgesteld beleid. Voorgenomen beleid cf. de Voorjaarsnota 2024 (VJN '24) is dat de MRB-korting voor EV wordt doorgetrokken t/m 2030³. Voor de kortingspercentages per jaar zie Tabel 6.

Tabel 6: BPM en MRB-beleid EV, prijspeil 2023.

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
BPM-bedrag per EV	0	635	635	635	635	635	635
MRB-korting V	100%	75%	0%	0%	0%	0%	0%
MRB-korting VV	100%	75%	40%	40%	40%	35%	30%

Doordat PHEV's in de praktijk minder elektrisch rijden dan wordt aangenomen bij de vaststelling van de WLTP CO₂-uitstoot, wordt de komende jaren stapsgewijs de 'utility factor' voor de vaststelling van de CO₂-uitstoot van PHEV's aangepast. De utility factor is een factor die op basis van de elektrische actieradius van een PHEV bepaalt welk deel van de kilometers verondersteld elektrisch worden afgelegd. Een utility factor van 0,8 betekent bijvoorbeeld dat voor de berekening van WLTP CO₂-uitstoot ervan wordt uitgegaan dat 80% van de kilometers elektrisch wordt gereden en maar 20% van de kilometers met de brandstofmotor. In dit voorbeeld is de gecombineerde uitstoot dus 20% van de uitstoot van de brandstofmotor.

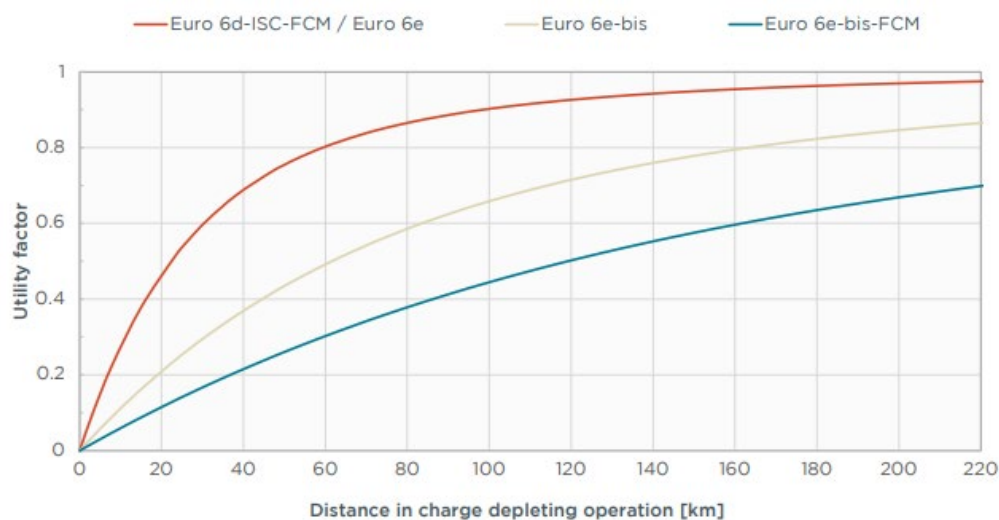
Momenteel is norm Euro 6e van kracht voor de keuring van nieuwe voertuigen, vanaf 1-1-2025 zal dit Euro 6e-bis zijn (in 2025 alleen nieuwe typegoedkeuringen en vanaf 2026 alle nieuwverkopen) en per 1-1-2027 wordt dit Euro 6e-bis-FCM (in 2027 nieuw typegoedkeuringen en vanaf 2028 alle nieuwverkopen). Een wijziging van de utility factor werkt in stap 1 door in 2025/2026 en in stap 2 in 2027/2028. Zoals te zien in Figuur 1 zorgt dit voor een verlaging van de utility factor bij eenzelfde elektrische actieradius⁴. Bij een elektrische actieradius van 60 km daalt de utility factor eerst van circa 80% naar 50% en vervolgens naar 30%. Hiermee is rekening gehouden met de invoer in het SPARK-model, net zoals de ontwikkeling in actieradius en het brandstofverbruik van PHEV's.

Als gevolg van deze wijziging is de overheid voornemens om de aparte BPM-tabel voor PHEV's op te heffen en ze gelijk te trekken met de reguliere BPM-tabel voor auto's met een verbrandingsmotor vanaf 1-1-2025. Zowel de aanpassing van de utility factor en het effect hiervan op de WLTP CO₂-uitstoot, als de voorgenomen aanpassing van de BPM-tabel voor PHEV's zijn enkel meegenomen in het VV-beleid.

³ <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/belastingen-op-auto-en-motor/motorrijtuigenbelasting-auto-mrb#:~:text=U%20betaalt%20in%202024%20geen,volledig%20elektrische%20personenauto's%20te%20geven.>

⁴ De Euro 6e-bis-FCM norm is nog niet definitief en kan aangepast worden op basis van praktijkcijfers omtrent het aandeel elektrische kilometers die komende jaren gemonitord worden.

Figuur 1: Aanpassing van de utility factor voor PHEV's.



Accijns

In 2022 is een tijdelijke accijnsverlaging ingevoerd. Per 2025 vervalt de nog resterende korting van de maatregel uitgaande van het vastgestelde beleid (maatregel heeft geen budgettaire dekking per 2025). Het voorgenomen beleid van het huidige kabinet is dat deze accijnsverlaging wordt verlengd tot en met 2025.

Tabel 7: Accijnzen benzine en diesel, exclusief BTW over accijns (prijsspeil 2023).

€/liter	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Benzineaccijns V	0,77	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Benzineaccijns VV	0,77	0,77	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Dieselaccijns V	0,51	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Dieselaccijns VV	0,51	0,51	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62

2.1.3 Overzicht verschillen V-beleid en VV-beleid

In Tabel 8 staan de belangrijkste verschillen in uitgangspunten tussen V-beleid en VV-beleid genoemd. Het overige fiscale beleid en subsidieregelingen zijn gelijk voor beide scenario's.

Tabel 8: Overzicht van verschillen tussen V-beleid en VV-beleid.

	V-beleid	VV-beleid
MRB-korting ZE	Geen korting vanaf 2026	40% in 2026/2027/2028, 35% in 2029 en 30% in 2030 cf. VJN '24.
Accijnskorting	Beëindiging van de accijnskorting per 1-1-2025	Verlenging van de accijnskorting t/m 2025.
BPM PHEV	Geen aanpassingen van de typegoedkeuringsnormen en behoud aparte BPM-tabel voor PHEV	Wijziging WLTP CO ₂ -uitstoot als gevolg typegoedkeuringsnorm ('utility factor') en afschaffing aparte BPM-tabel voor PHEV per 1-1-2025

2.2 MODELAANNAMES

2.2.1 Batterijprijzen

In Figuur 3 is de mondiale batterijprijsprognose (cell + pack) opgenomen o.b.v. BNEF 2023⁵. Deze prognose is volume-gewogen voor de totale wereldmarkt (alle regio's), alle sectoren (alle toepassingen: elektrische- en plug-in hybride elektrische auto's, bestel- en vrachtauto's, bussen, stationaire opslag) en alle chemische samenstellingen⁶ (LFP, NMC, NCA). Op dit moment geldt dat batterijprijzen in China zo'n 10 tot 20% lager liggen dan in Europa en de VS. De hogere kosten in Europa komen door hogere productiekosten in Europa zelf en door de extra kosten wanneer goedkopere batterijen vanuit Azië naar Europa geïmporteerd worden. Daarnaast geldt op dit moment dat LFP de laagste prijs heeft en NMC de hoogste (+30% t.o.v. LFP). Verder geldt dat de batterijprijs voor personen- en bestelauto's onder het mondiale gemiddelde ligt en voor vrachtauto's boven het mondiale gemiddelde ligt. Voor personen- en bestelauto's wordt uitgegaan van het mondiale gemiddelde omdat de lagere prijs voor personen- en bestelauto's wordt opgeheven door de hogere kosten in Europa, waardoor het mondiale gemiddelde representatief is voor de Europese personen- en bestelauto's.

De mondiale gemiddelde prijs van lithium-ion batterijen daalt naar verwachting van \$161 per kWh in 2022 naar \$80/kWh in 2030 en vervolgens naar \$64 per kWh in 2035. Voor de raming van het middenscenario na 2035 en ten behoeve van de onzekerheidsanalyses rondom het middenscenario is de methodiek voor toekomstige batterijprijzen van BNEF gereproduceerd en uitgebreid richting 2040. De methodiek is gebaseerd op een learning rate die aangeeft met welke factor de batterijprijs daalt bij een verdubbeling van de cumulatieve vraag (en productie). De historische learning rate bedraagt 17% en betekent dat de batterijprijs 17% daalt bij iedere verdubbeling van de cumulatieve mondiale productie. Er is gevarieerd met een bandbreedte van +/-2% rond de gemiddelde learning rate (LR) van 17%, zodat er gerekend wordt met 19% bij scenario's met een hoge mate van technologische ontwikkeling en 15% bij een lage mate van technologische ontwikkeling. Daarnaast is voor de prognose van de cumulatieve mondiale vraag naar batterijcapaciteit gerekend met twee toekomstscenario's van BNEF⁷:

- Economic Transition Scenario (ETS):
 - Trendmatige voortzetting o.b.v. technologische- en economische trends en marktontwikkelingen
 - Geen nieuw klimaatbeleid verondersteld. Europees bronbeleid is van toepassing maar andere delen van de wereld lopen achter qua transitie en adoptie van ZE-voertuigen waardoor het mondiale wagenpark niet 100% ZE is in 2050.
 - Dit scenario vormt de ondergrens van wat er op dit minimaal verwacht wordt qua batterijproductie richting 2050.
- Net Zero Scenario (NZS):
 - Europees bronbeleid is van toepassing maar in andere delen van de wereld worden nu ook versnelde routes verondersteld qua transitie en adoptie van ZE-voertuigen

⁵ BloombergNEF (2023). 2023 Lithium-Ion Battery Price Survey.

⁶ LFP is lithium iron phosphate, NMC is lithium nickel manganese cobalt oxide en NCA is nickel cobalt aluminum oxide

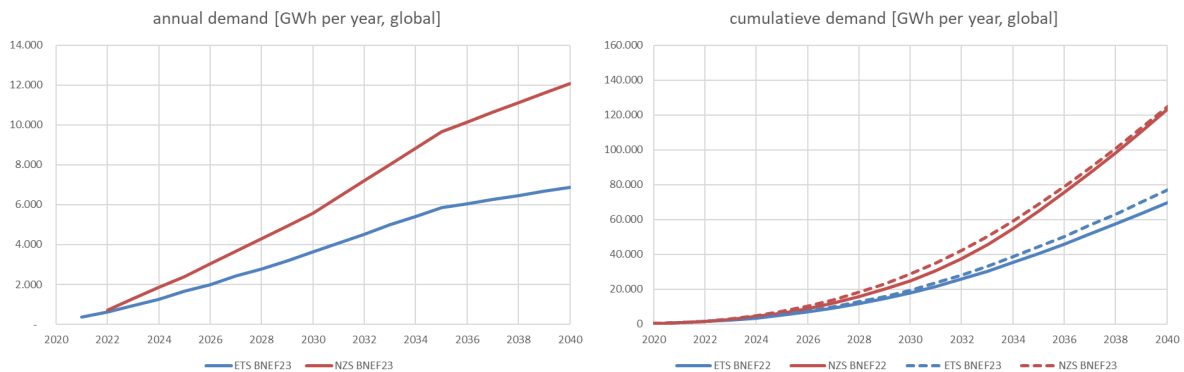
⁷ BloombergNEF (2023). Long-Term Electric Vehicle Outlook 2023.

(nieuwverkopen zo'n 10-15 jaar eerder naar 100% ZE) waardoor het mondiale wagenpark 100% ZE is in 2050.

- Dit scenario vormt een ambitieus pad van wat er verwacht wordt qua batterijproductie richting 2050 om mondiaal op 'net zero' uit te komen.

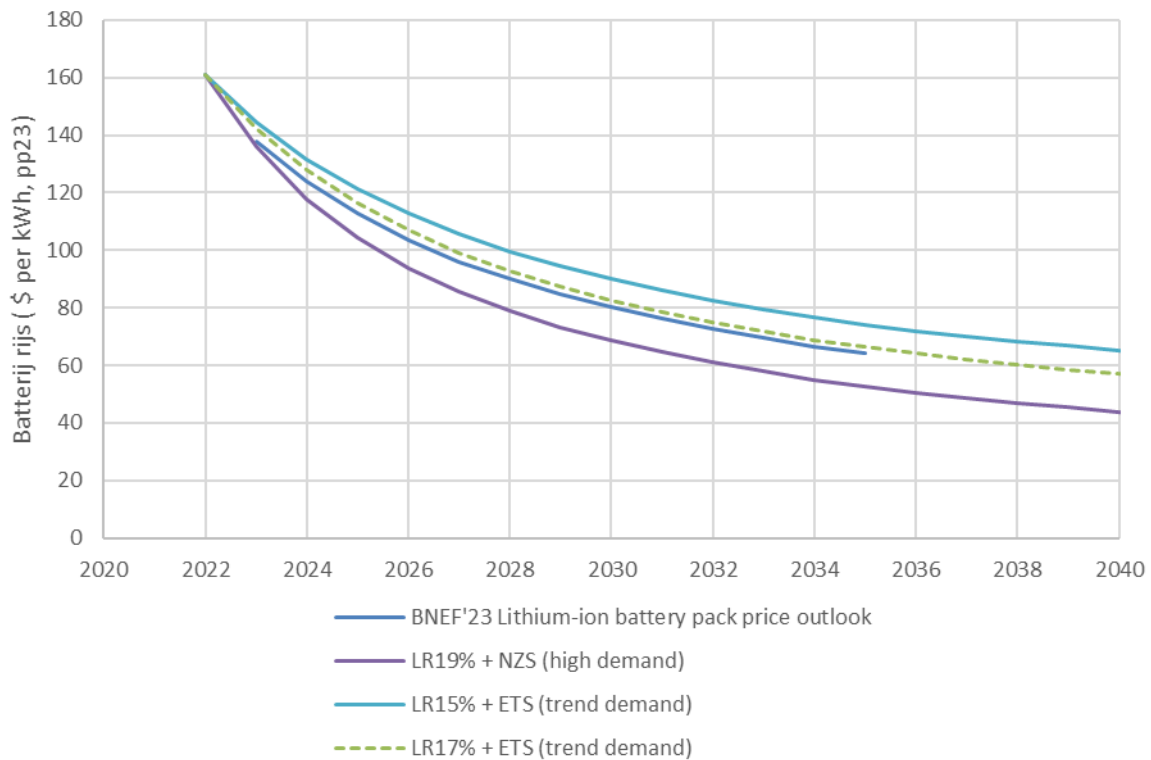
Figuur 2 laat zien hoe de jaarlijkse en cumulatieve mondiale vraag naar batterijcapaciteit zich ontwikkelt in de twee scenario's. Deze bandbreedte qua vraagontwikkelingen is vervolgens gecombineerd met de bandbreedte qua learning rate om tot een hoge- en lage batterijprijsontwikkeling te komen. Het hoge scenario gaat dus uit van een learning rate van 19% in combinatie met het NZS-scenario, het lage scenario gaat uit van een learning rate van 15% in combinatie met het ETS-scenario. Het middenscenario voor de KEV 2024 gaat uit van het ETS-scenario en een geobserveerde learning rate van 17%.

Figuur 2: Jaarlijkse en cumulatieve vraag naar batterijcapaciteit wereldwijd.



Figuur 3 laat de batterijprijsprognose zien die gebruikt is voor personenauto's. In 2030 varieert de batterijprijs tussen \$69 en \$90 per kWh en in 2040 tussen \$44 en \$65 per kWh.

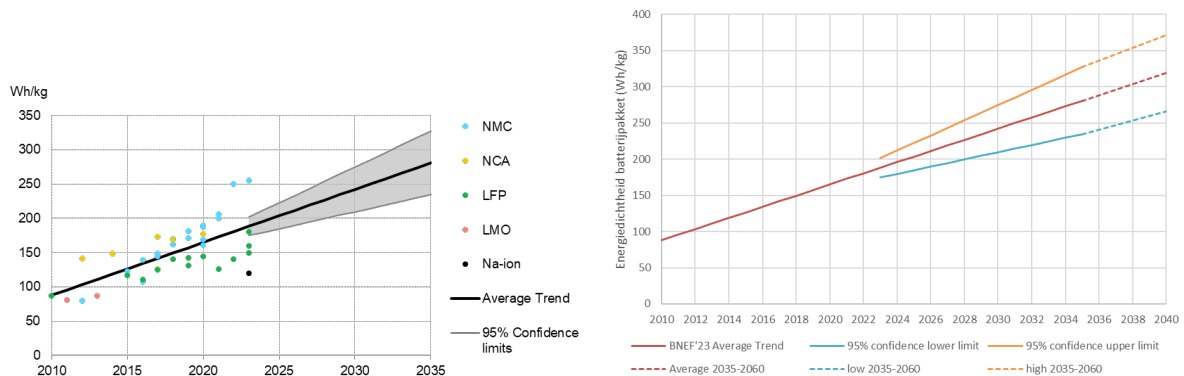
Figuur 3: Aannames batterijprijsontwikkelingen tot 2040 voor personenauto's.



2.2.2 Energiedichtheid batterijen

De energiedichtheid van batterijen heeft invloed op het gewicht, de verbruiksefficiency en actieradius van voertuigen. De linker grafiek in Figuur 4 laat zien dat de (goedkopere) LFP-batterijen een lagere energiedichtheid hebben dan de (duurdere) NMC-batterijen. In alle batterijsoorten neemt de energiedichtheid toe. De energiedichtheid neemt naar verwachting toe van gemiddeld 180 Wh/kg in 2022 naar 281 Wh/kg in 2035. In de scenario's tegenwind/meewind ligt de energiedichtheid circa 16% lager/hoger. Dit geeft de bandbreedte 234 tot 327 Wh/kg in 2035. De rechter grafiek in Figuur 4 laat zien hoe de ontwikkeling van de energiedichtheid is geëxtrapoleerd en met welke bandbreedte er gerekend wordt in de scenario's tegenwind/meewind in de wagenparkmodellen. Na 2035 is de procentuele bandbreedte rond de middenraming constant gehouden.

Figuur 4: Prognose ontwikkeling energiedichtheid batterijen elektrische voertuigen.

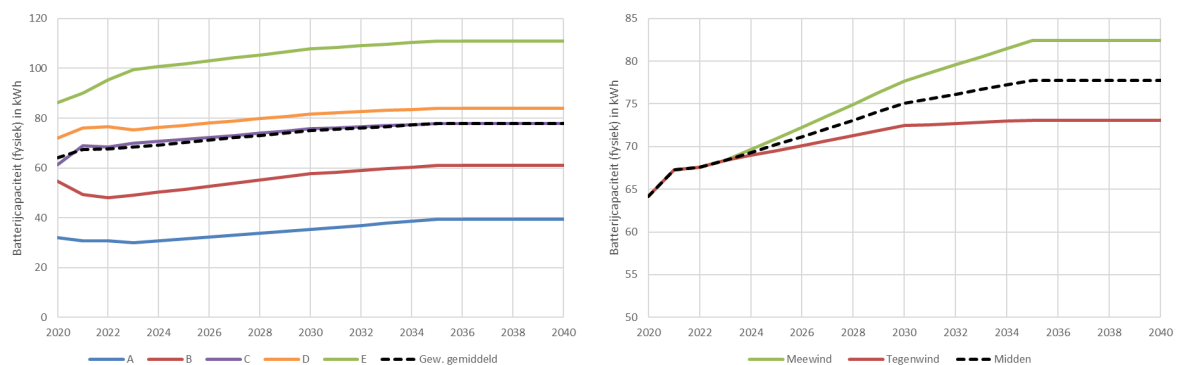


Links: BNEF23 prognose tot 2035. Rechts: aannames tegenwind/midden/meewind tot 2040 in wagenparkmodellen.

2.2.3 Batterijcapaciteit, batterijgewicht, energieverbruik en actieradius EV's

De gemiddelde batterijcapaciteit van ZE-personenauto's is afgelopen jaren toegenomen tot circa 68 kWh en neemt naar verwachting licht toe de komende jaren tot 78 kWh in 2035. Fabrikanten bieden vaak verschillende batterijgroottes aan per voertuigmodel. Consumenten maken afwegingen tussen kosten, actieradius en mogelijkheden om onderweg snel bij te laden. In de modellering wordt onderscheid gemaakt tussen de fysieke- en bruikbare batterijcapaciteit. De fysieke capaciteit is relevant voor het voertuiggewicht en de kosten van de batterij. De bruikbare capaciteit is relevant voor de actieradius. In Figuur 5 (links) is per segment de batterijcapaciteit weergegeven voor het middenscenario van personenauto's⁸. In Figuur 5 (rechts) is te zien welke aannames in de gevoeligheidsanalyses tegenwind/meewind zijn gemaakt.

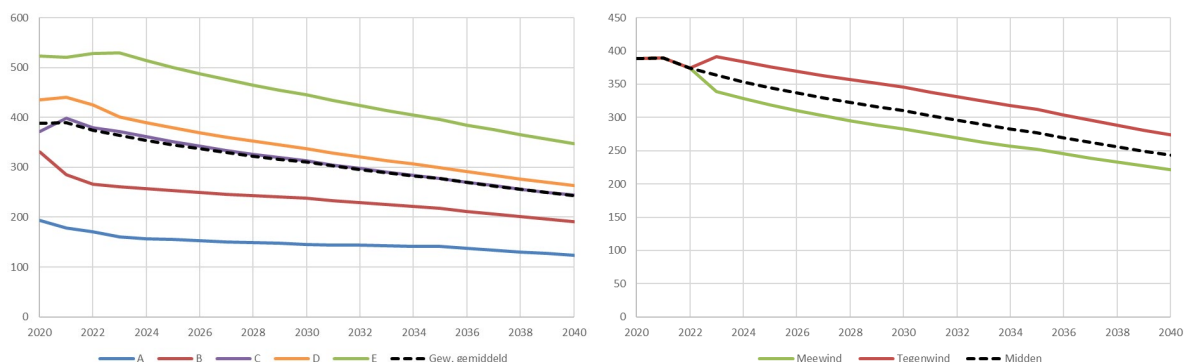
Figuur 5: Prognose gemiddelde batterijcapaciteit ZE-personenauto's.



Links: Middenscenario per segment. Rechts: gewogen gemiddeld in tegenwind/midden/meewind.

Door de energiedichtheid per scenario te combineren met de fysieke batterijcapaciteit per scenario wordt het gewicht van het batterijpakket bepaald. Ondanks de licht grotere batterijcapaciteit in scenario 'meewind' zorgt de hogere energiedichtheid in scenario 'meewind' ervoor dat per saldo het batterijpakket lichter is dan in het middenscenario. Figuur 6 laat de veronderstelde ontwikkelingen voor nieuwe personenauto's zien. De gewichtsontwikkelingen in de nieuwverkopen werken met vertraging door in het totale wagenpark. Het gemiddelde meergewicht in het wagenpark 2030 ligt daardoor hoger dan in de nieuwverkopen. Het gemiddelde batterijpakket van nieuwe ZE-personenauto's weegt circa 280 tot 340 kg in 2030, ofwel een bandbreedte van 60 kg tussen tegenwind/meewind.

Figuur 6: Prognose gemiddelde batterijgewicht ZE-personenauto's.

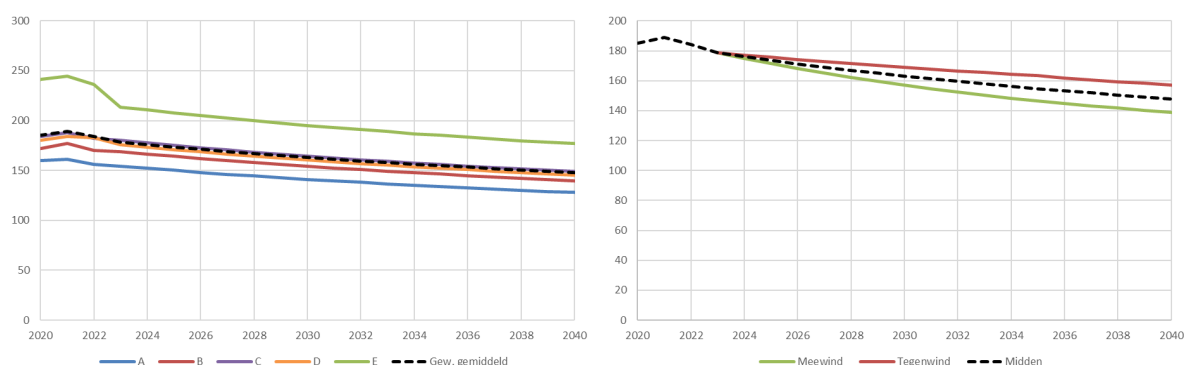


Links: Middenscenario per segment. Rechts: gewogen gemiddeld in tegenwind/midden/meewind.

⁸ Tot en met 2023 is geobserveerde realisatie en vanaf 2024 is prognose.

De verbruiksentwickelingen van ZE-personenauto's zijn weergegeven in Figuur 7. De ontwikkelingen tot en met 2023 zijn gebaseerd op het WLTP-verbruik zoals opgegeven in de typegoedkeuringscijfers in het RDW-kentekenregister, waarbij het normverbruik met een vaste opslagfactor is opgehoogd naar praktijkverbruik o.b.v. TNO (2024)⁹. De verbruiksentwickelingen richting de toekomst zijn een afgeleide van de verbetering in de energiedichtheid van batterijen en overige technologische efficiencyverbeteringen in het voertuig. De procentuele efficiencyverbeteringen zijn het hoogst op de korte termijn en vlakken steeds verder af richting de langere termijn, zie ook Tabel 9. Gemiddeld daalt het verbruik met 0,8% tot 1,8% per jaar tot en met 2030 (in tegenwind/meewind) en dit daalt naar 0,6% tot 0,8% per jaar op de langere termijn. Een gemiddeld praktijkverbruik van circa 180 Wh/km in 2023 vertaalt zich naar circa 5,6 km/kWh.

Figuur 7: Prognose gemiddelde energieverbruik ZE-personenauto's.



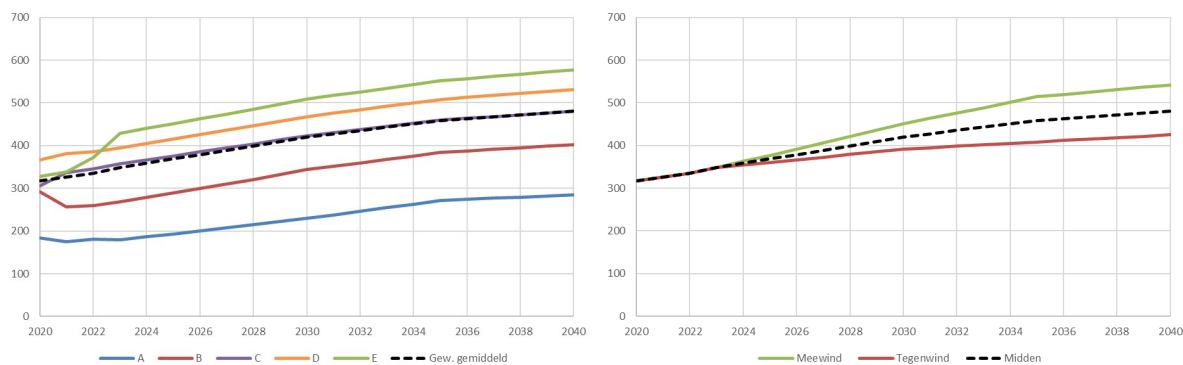
Tabel 9: procentuele verbruiksentwikkeling ZE-personenauto's.

Laag	'23-'30	'30-'40	'40-'60	Midden			Hoog	'23-'30	'30-'40	'30-'60	
				A	B	C					
A	-0,8%	-0,7%	-0,6%	A	-1,3%	-1,0%	-0,7%	A	-1,8%	-1,2%	-0,8%
B	-0,8%	-0,7%	-0,6%	B	-1,3%	-1,0%	-0,7%	B	-1,8%	-1,2%	-0,8%
C	-0,8%	-0,7%	-0,6%	C	-1,3%	-1,0%	-0,7%	C	-1,8%	-1,2%	-0,8%
D	-0,8%	-0,7%	-0,6%	D	-1,3%	-1,0%	-0,7%	D	-1,8%	-1,2%	-0,8%
E	-0,8%	-0,7%	-0,6%	E	-1,3%	-1,0%	-0,7%	E	-1,8%	-1,2%	-0,8%
gem.	-0,8%	-0,7%	-0,6%	gem.	-1,3%	-1,0%	-0,7%	gem.	-1,8%	-1,2%	-0,8%

Aan de hand van de bruikbare batterijcapaciteit en de praktijkverbruikscijfers is de resulterende gemiddelde actieradius (praktijk) ingeschat voor personenauto's, zie Figuur 8. Gemiddeld neemt de actieradius van personenauto's ongeveer 130 km toe van 350 km in 2023 naar 480 km in 2040.

⁹ TNO (2024). Real-world fuel consumption and electricity consumption of passenger cars and light commercial vehicles – 2023.

Figuur 8: Prognose gemiddelde actieradius ZE-personenauto's.



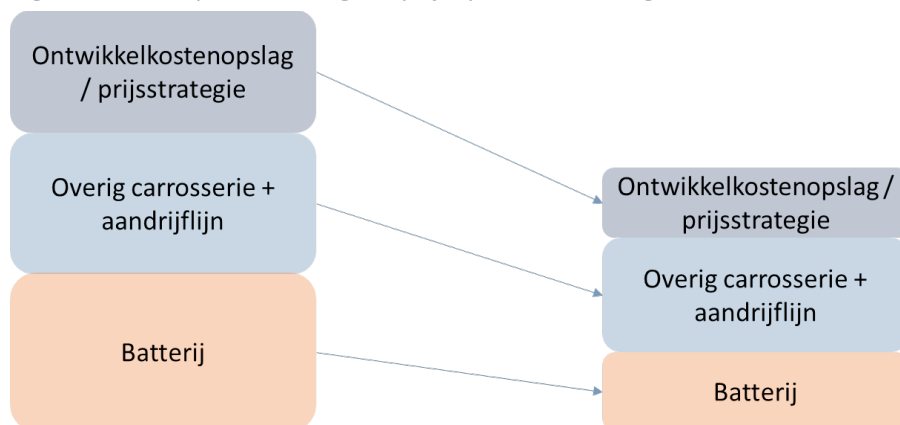
Links: Middenscenario per segment. Rechts: gewogen gemiddeld in tegenwind/midden/meewind.

2.2.4 Voertuigprijzen

Figuur 9 laat sterk vereenvoudigd zien dat ZE-voertuigprijzen conceptueel opgebouwd zijn uit het batterijpakket, overige voertuigcomponenten (carrosserie en overige voertuigcomponenten) en marges en ontwikkelingskosten (R&D). De precieze prijsopbouw zal per fabrikant verschillen net als de prijsstrategie van fabrikanten (bijvoorbeeld verschillende marges op conventionele voertuigen versus EV's of kleine segmenten versus grotere segmenten).

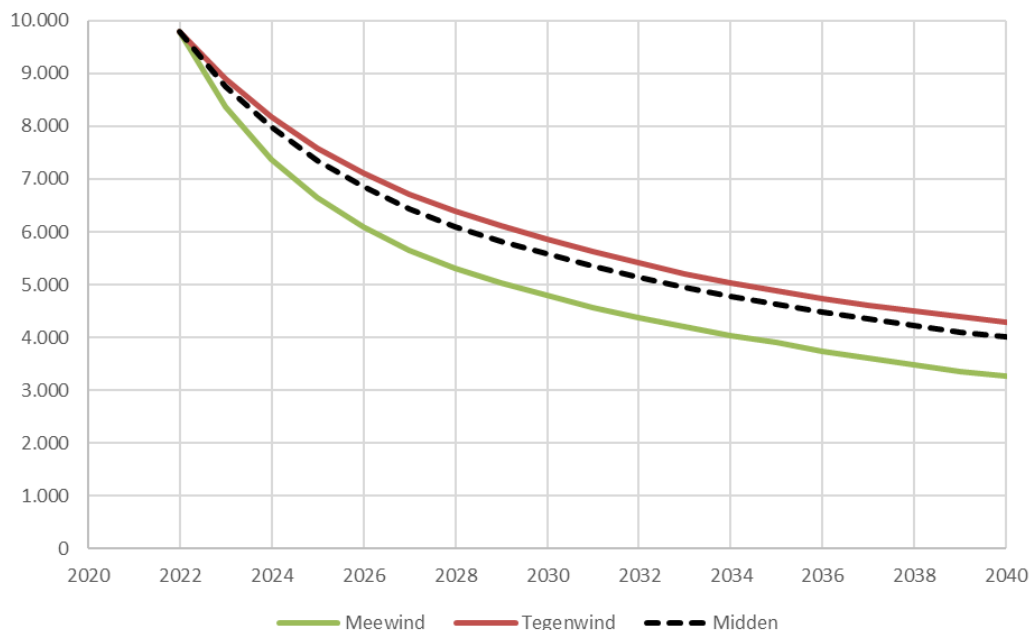
De voertuigprijzen (marktprijzen) van ZE zijn een resultante van kostprijs + opslagen (prijsstrategie fabrikant). De voertuigprijzen zijn ingeschat op basis van enerzijds de verwachte ontwikkelingen in batterijgrootte en batterijkostprijs per kWh en anderzijds de verwachte schaalvergroting en prijsstrategie van fabrikanten om aan de CO₂-normen te voldoen. De voertuigprijzen van EV dalen en van ICEV stijgen naar verwachting. De dalende EV-prijzen worden verklaard door kostprijzdalingen (batterij en aandrijflijn) en een dalende ontwikkelkostenopslag (schaalvergroting en massaproductie, dedicated EV-platforms) en prijsstrategie fabrikanten (concurrentie en emissienormen behalen). De stijgende ICEV-prijzen zijn afgeleid op basis van historische ontwikkelingen en verwachtingen richting toekomst.

Figuur 9: Conceptuele weergave prijsopbouw voertuigen.



In Figuur 10 zijn de kostenontwikkelingen weergegeven voor het batterijdeel van het voertuig. De batterijkosten dalen het sterkst tot 2030/2035. Bij personenauto's is er ongeveer een halvering te zien tussen 2023 en 2035 en zouden voertuigen in 2035 €4.100 goedkoper kunnen zijn geworden. De bandbreedte tussen de scenario's tegenwind/meewind is gemiddeld 'slechts' circa €1.000 op de batterijkosten.

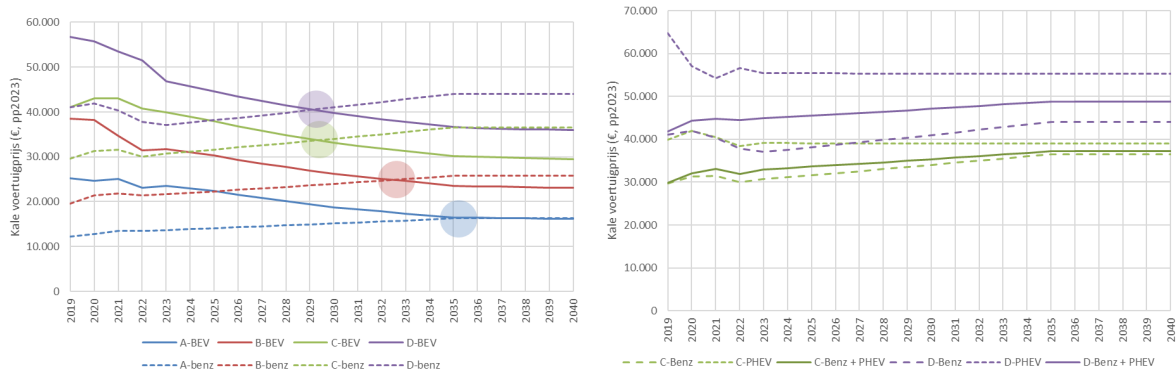
Figuur 10: Prognose gemiddelde kostprijs batterijpakket in ZE-personenauto's.



Naast de kostenontwikkeling van het batterijpakket zijn additionele aannames gemaakt over schaalvergroting door massaproductie en een dalende ontwikkelingskostenopslag in de aanschafprijs. In scenario meewind is de sterkste schaalvergroting en kostendaling aangenomen en in scenario tegenwind de laagste. Fabrikanten zullen steeds grotere verkoopaandelen ZE binnen hun nieuwverkopende moeten behalen om aan de Europese CO₂-normen richting 2030/2035/2040 te kunnen voldoen. Aan de andere kant verschaalt het aanbod van fossiele brandstofvoertuigen en nemen de schaalvoordelen daar juist af. Hoe strenger de EU-normen hoe sneller de schaalvergroting van EV en hoe meer de prijsstrategieën afgestemd moeten worden op de benodigde verkoopaandelen EV.

In Figuur 11 (linker grafiek) zijn de gewogen gemiddelde prijsontwikkelingen voor ZE-voertuigen te zien, als resultante van de batterijkostenramingen en dalende ontwikkelingskostenopslag voor ZE-voertuigen (prijsstrategie fabrikanten). In deze grafiek is eveneens de ontwikkeling van de kale prijzen van benzinevoertuigen weergegeven. De kale voertuigprijzen van benzine- en ZE-voertuigen groeien naar elkaar toe richting 2035. In de kale prijzen van benzinevoertuigen is een daling waar te nemen in de laatste realisatiejaren in de segmenten C en D, dit valt te verklaren door de opkomst van PHEV's. De opkomst van PHEV's heeft ervoor gezorgd dat de relatief grote en dure conventionele voertuigen uit de segmenten C en D zijn verschoven naar PHEV in plaats van benzine. Dit zorgt ervoor dat gemiddelde kale prijzen van benzinevoertuigen in de segmenten C en D zijn gedaald, ondanks dat de onderliggende gecombineerde prijsontwikkeling van benzine+PHEV samen een stijgende trend laat zien. In Figuur 11 (rechter grafiek) zijn de gemiddelde kale prijzen van benzine, PHEV en een gewogen gemiddelde hiervan weergegeven. Uit deze grafiek valt op dat de conventionele voertuigen in de segmenten C en D wel degelijk in een stijgende lijn zitten, ondanks dat de kale prijzen van benzinevoertuigen in deze segmenten in de laatste realisatiejaren gedaald is.

Figuur 11: Prognose gemiddelde kale prijzen ZE-personenauto's.



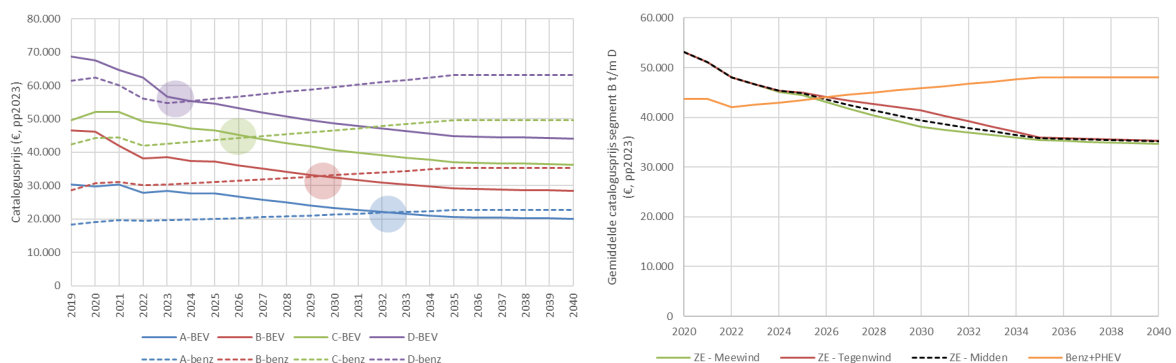
Links: Kale prijzen EV vs benzine. Rechts: kale prijzen benzine vs PHEV vs gewogen gemiddelde benzine+PHEV.

Tabel 10: Aandeel PHEV per segment binnen conventionele (benzine + PHEV) nieuwverkopten.

PHEV aandeel binnen Benz+PHEV					
	2019	2020	2021	2022	2023
a	0%	0%	0%	0%	0%
b	0%	0%	1%	1%	0%
c	2%	7%	17%	22%	27%
d	3%	16%	32%	36%	43%
e	18%	33%	56%	61%	70%
Totaal	1%	6%	12%	15%	18%

Bovenop de kale prijs van conventionele voertuigen komt in Nederland nog de BPM erbij. De BPM is afhankelijk van de CO₂-uitstoot van het voertuig, terwijl ZE-voertuigen (met 0 CO₂-uitstoot) enkel een vaste voet hebben voor de BPM (vanaf 2025). De gemiddelde BPM van een conventionele personenauto in het B t/m D segment bedraagt rond de €6.000. In Figuur 12 (linker grafiek) is de aanschafprijs incl. de BPM per segment gevisualiseerd. Terwijl in de rechter grafiek de gewogen gemiddelde aanschafprijs van de segmenten B-D in de scenario's tegenwind/midden/meewind is weergegeven. Hieruit blijkt dat gemiddeld bekeken conventioneel en ZE vanaf 2026 vergelijkbare aanschafprijzen zullen krijgen, waarna ZE richting 2035 steeds aantrekkelijker zal worden. De grootste onzekerheid rond prijsontwikkelingen zit rond 2030, waarna de verkoopmix richting 2035 naar 100% ZE moet verschuiven. Echter verschilt het omslagpunt waarop ZE goedkoper is in aanschaf dan conventioneel tussen de segmenten. De kleinste segmenten bereiken dit omslagpunt als laatste tussen 2030 en 2035. De knik in de aanschafprijzen van benzinevoertuigen in de segmenten C en D is een gevolg van de opkomst van PHEV's, zoals besproken in de alinea hiervoor.

Figuur 12: Prognose gemiddelde aanschafprijzen ZE-personenauto's.



Links: Middenscenario per segment. Rechts: gewogen gemiddeld in tegenwind/midden/meewind.

2.2.5 Brandstofprijzen

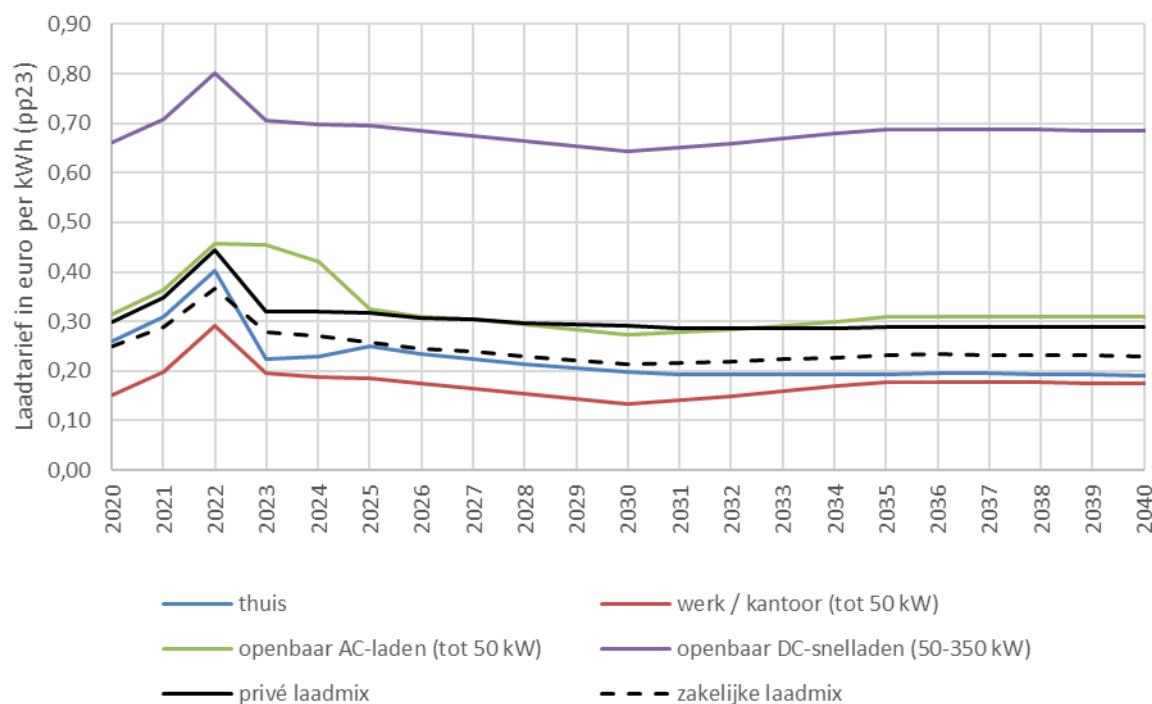
In de KEV 2024 is met brandstofprijzen gerekend die zijn aangeleverd door het PBL en verwerkt in SPARK. De tijdelijke accijnsverlaging vervalt in het scenario KEV 2024 VV-midden per 1-1-2026. In de scenario's tegenwind/meewind is niet met de brandstofprijs gevarieerd. Voor meer achtergronden bij de pompprijzen en gevoeligheidsanalyses voor de pompprijzen wordt verwezen naar de rapportages van het PBL bij de KEV 2024. Met name tussen 2026 en 2030 is sprake van een stijgende pompprijs als gevolg van een stijgende kale prijs, toenemende kosten voor bijmenging (geavanceerde) biobrandstoffen of hernieuwbare energie om aan de RED3 verplichting te voldoen, de bijkomende kosten voor ETS2 en de BTW over deze kostenstijgingen. Naar verwachting beweegt de benzineprijs richting €2,36 per liter in 2030.

2.2.6 Elektriciteitsprijzen, laadmix en laadtarieven

De elektriciteitsprijzen zijn afgeleid van een basisraming voor de groothandelsprijs (kale elektriciteitsprijs excl. belastingen en marges). Vervolgens is er per aansluitcategorie een elektriciteitsprijs opgebouwd aan de hand van marges op de groothandelsprijs, de relevante EB (energiebelasting) per aansluitcategorie en BTW. Zodoende is in een aantal stappen de prijzen afgeleid voor de vier laadcategorieën thuis, werk, openbaar (AC) en snelladen (DC) voor personenauto's. Hierbij is rekening gehouden in welke EB-schijf een bepaalde categorie valt. Daarnaast is rekening gehouden met de marktkenmerken per laadcategorie, zoals variabele prijzen of meerjarig vaste prijzen en de gemiddelde contractduur. Ook is gekeken naar de bezetting en prognose van laadvolumes per paal/locatie voor openbaar laden en snelladen.

Aan de hand van een veronderstelde plausibele laadmix voor personenauto's is een gewogen gemiddeld tarief bepaald voor privé en zakelijke autobezitters. De zakelijke laadmix in Figuur 13 is zonder BTW weergegeven.

Figuur 13: Laadtarieven per laadcategorie, KEV 2024 VV-midden tot 2040.



In Tabel 11 zijn de aannames rond de laadmix en gemiddelde tarieven voor personenauto's weergegeven voor KEV 2024-VV-midden.

Tabel 11: Laadmix en gemiddelde laadtarieven personenauto's privé en zakelijk, KEV 2024 VV-midden.

PA	prive	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
	thuis	62,5%	62,5%	61,1%	59,7%	58,3%	56,9%	55,6%	54,2%	52,8%	51,4%	50,0%	49,6%	49,3%	48,9%	48,5%	48,1%
	werk	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
	openbaar	17,5%	17,5%	18,6%	19,7%	20,8%	21,9%	23,1%	24,2%	25,3%	26,4%	27,5%	27,9%	28,3%	28,6%	29,0%	29,4%
	snel	10,0%	10,0%	10,3%	10,6%	10,8%	11,1%	11,4%	11,7%	11,9%	12,2%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%
	Totaal	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	gem prive tarief incl. BTW en excl. HBE korting	0,299	0,347	0,444	0,319	0,320	0,317	0,307	0,303	0,297	0,293	0,290	0,287	0,286	0,286	0,287	0,288
	gem prive tarief incl. BTW en incl. HBE korting	0,299	0,347	0,443	0,317	0,316	0,310	0,297	0,290	0,281	0,274	0,268	0,269	0,273	0,277	0,282	0,288
PA	zakelijk	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
	thuis	42,5%	42,5%	42,5%	42,5%	42,5%	42,5%	42,5%	42,5%	42,5%	42,5%	42,5%	42,5%	42,5%	42,5%	42,5%	42,5%
	werk	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%
	openbaar	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%
	snel	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%
	Totaal	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	gem zakelijk tarief excl. BTW	0,250	0,290	0,368	0,280	0,275	0,265	0,256	0,252	0,245	0,240	0,236	0,233	0,232	0,232	0,232	0,233
	gem zakelijk tarief excl. BTW incl. HBE korting	0,250	0,290	0,367	0,277	0,270	0,258	0,246	0,238	0,229	0,222	0,215	0,216	0,219	0,223	0,228	0,233

Aan de hand van de samenstelling van het wagenpark, de verbruikskennmerken van benzine- en ZE-voertuigen en de gemiddelde laadtarieven, kunnen de gemiddelde brandstof- en elektriciteitskosten per kilometer uitgedrukt worden. De elektriciteitskosten van ZE-voertuigen per kilometer liggen circa factor 1,5 tot 3 lager liggen dan benzinekosten per kilometer.

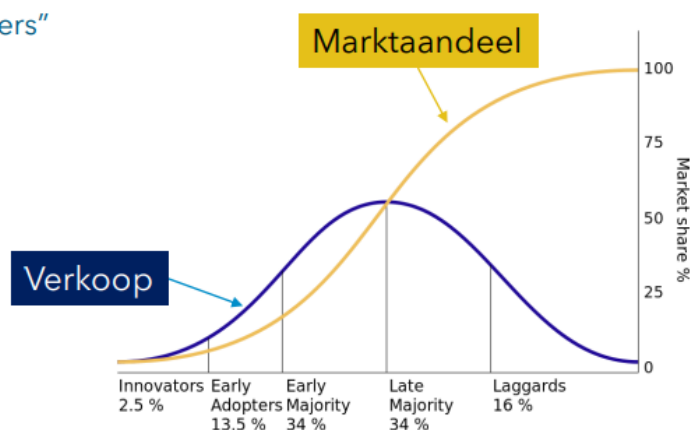
2.2.7 Diffusiekrommen

Vanaf ongeveer 2015 zijn de aandelen nieuwverkopen van batterij-elektrische voertuigen binnen het totaal aantal nieuwverkopen exponentieel toegenomen. Deze stijging van nieuwverkopen heeft niet alleen te maken met de rationele technologische en financiële afwegingen. Ook de intrinsieke voorkeur van de consumenten voor deze voertuigen neemt toe. Zo doen bijvoorbeeld meer mensen ervaring op met dit type voertuig omdat meer mensen in hun omgeving deze technologie bezitten en raken ze meer vertrouwd en beter geïnformeerd. Ook de verdere uitrol van de laadinfrastructuur draagt hier aan bij.

Waar in de eerste jaren voornamelijk zogenoemde “innovators” (Rogers, 1962)¹⁰ deze EV's aanschaffen, zal naar verwachting in verloop van tijd deze technologie zich breder onder de autoconsumenten verspreiden. Het concept van de diffusiekromme is weergegeven in Figuur 14. Met behulp van diffusiekrommen modelleert SPARK deze toename van technologieacceptatie van EV's. Deze methode is geschikt om de geavanceerde gedragsmodellen, zoals gebruikt in SPARK, te combineren met de diffusie van nieuwe technologieën (Jensen et al., 2017)¹¹. SPARK houdt dus niet alleen rekening met de technologische en financiële ontwikkeling van EV's zoals in de vorige paragrafen beschreven, maar ook met de ontwikkeling van consumentenvoorkeuren.

Figuur 14: Diffusie van technologie (Rogers, 1962), bewerkt door Significance.

- Rogers (1962): er zijn verschillende fases in de diffusie
 - Eerst de “innovators”
 - Daarna de “adopters”



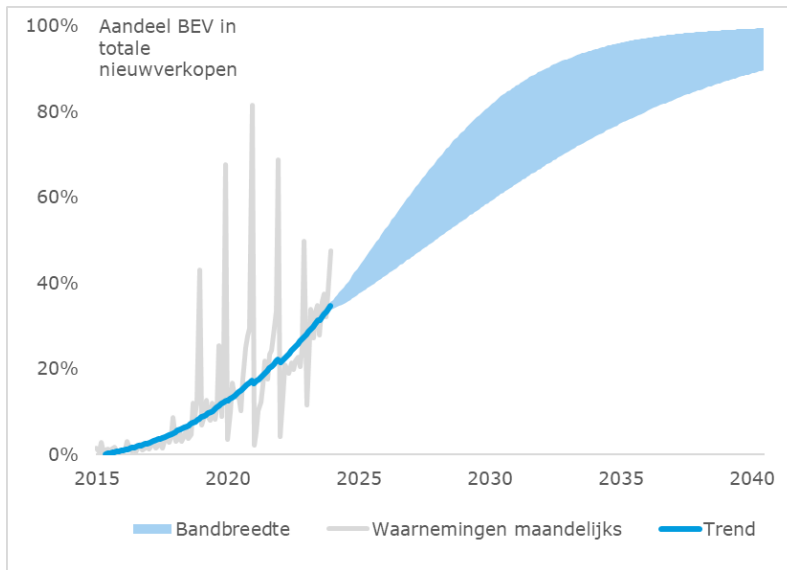
De diffusiekrommen binnen SPARK zijn geschat op maandelijkse historische waarnemingen voor de privé en zakelijke markt. De trendlijn in Figuur 15 en Figuur 16 weergeeft het resultaat van de schatting van deze krommes voor respectievelijk de zakelijke en de privé personenautomarkt. De krommen in de toekomstjaren (weergegeven als bandbreedte) representeren de intrinsieke voorkeuren voor de voertuigen afzonderlijk van het gehanteerde financiële beleid en verwachte technologische ontwikkelingen. Deze figuren zijn dus geen modeluitkomsten van de KEV.

De historische waarnemingen laten zien dat de zakelijke markt sterk veranderde in aanloop (sterke piek) en na invoering (sterkere daling) van beleidsversobering in de bijtelling voor EV. Bovendien laat Figuur 16 zien dat de ontwikkeling van de privémarkt volatiel is: tussen 2018 en 2022 is er sprake van een sterke stijging van het aandeel EV in de nieuwverkopen, maar vanaf 2022 vlakt de groei wat af. De bandbreedte voor deze diffusiekrommen in de prognosejaren is daarom groter bij de privémarkt dan bij de zakelijke markt. Figuur 15: Maandelijkse waarnemingen in aandeel EV in zakelijke nieuwverkopen en geschatte diffusiekrommen (bandbreedte)

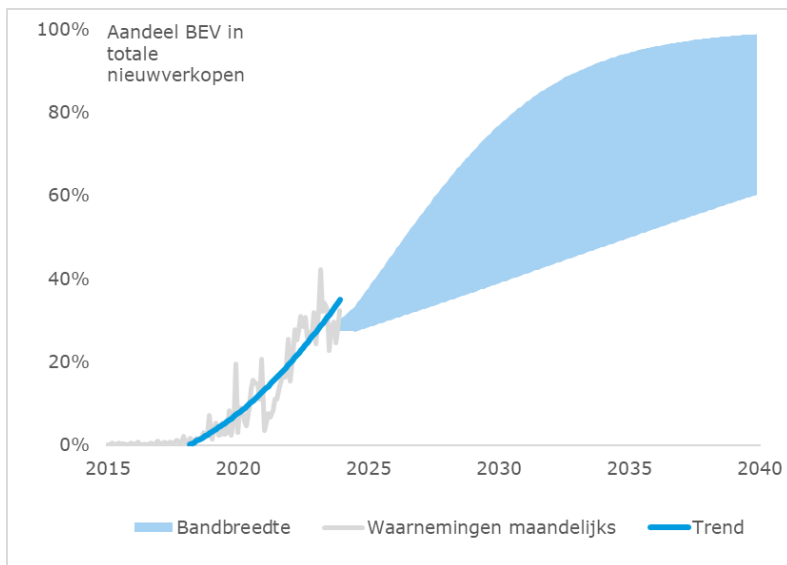
¹⁰ Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of innovations*. New York: Free Press.

¹¹ Jensen, A. F., Cherchi, E., Mabit, S. L., & Ortúzar, J. D. D. (2017). *Predicting the potential market for electric vehicles*. *Transportation Science*, 51(2), 427-440.

Figuur 15: Maandelijks waarnemingen in aandeel EV in zakelijke nieuwverkopen en geschatte diffusiekrommen (bandbreedte). Bron: Significance, bewerkt door PBL.



Figuur 16: Maandelijks waarnemingen in aandeel EV in privé nieuwverkopen en geschatte diffusiekrommen (bandbreedte). Bron: Significance, bewerkt door PBL.



3 Effecten per scenario

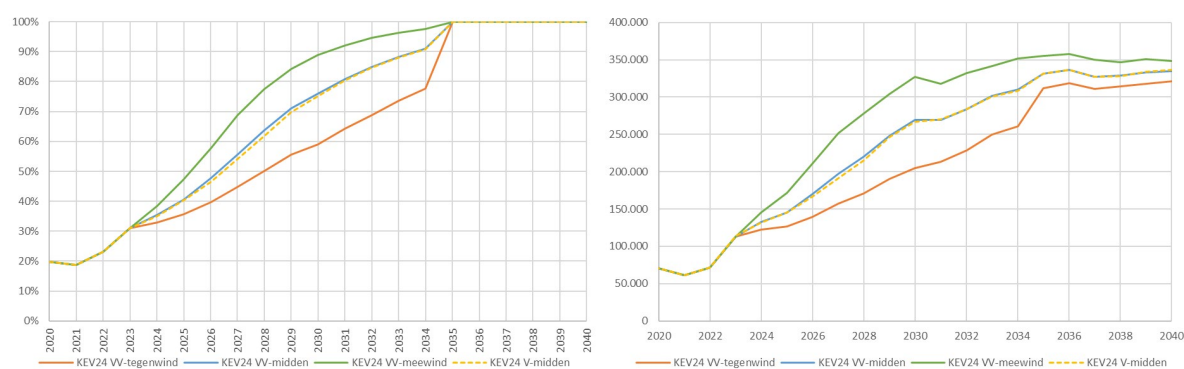
In dit hoofdstuk worden de effecten op de nieuwverkopen en het wagenpark van de verschillende scenario's en gevoeligheidsanalyses voor de KEV 2024 beschreven. De invoer van SPARK die gebruikt is voor KOTERPA zijn de samenstelling van de nieuwverkopen per energiebron en de totale omvang van het personenautopark. Deze uitkomsten uit SPARK zijn dan ook weergegeven in hoofdstuk 3.1 en 3.2. In hoofdstuk 3.3 worden de ingroeipaden van de ZE nieuwverkopen van de KEV 2024 vergeleken met die van de KEV 2022.

3.1 EFFECTEN NIEUWVERKOPEN

Zoals eerder beschreven voorziet het huidig vastgestelde EU bronbeleid een verbod op de verkoop van nieuwe personenauto's met een verbrandingsmotor vanaf 2035. Dit betekent dat de nieuwverkopen personenauto's vanaf 2035 volledig nulemissie zullen zijn in Nederland. Het pad daarnaartoe is met grote onzekerheid omgeven. De verwachte ingroeipaden van de ZE nieuwverkopen in Nederland worden weergegeven in Figuur 17. In dit figuur is het aandeel en aantal ZE nieuwverkopen weergegeven voor de middenscenario's V- en VV-beleid, net zoals de scenario Meewind/Tegenwind met VV-beleid voor de bandbreedte. De bandbreedte van het V-beleid zijn vergelijkbaar met het VV-beleid en daarom niet opgenomen in de figuur.

De combinatie van technologische ontwikkelingen, dalende ZE-voertuigprijzen en gunstige TCO-ontwikkelingen zorgen ervoor dat in 2030 circa 58 tot 89% van de nieuwverkopen ZE zullen zijn. Deze percentages van de nieuwverkopen komen overeen met circa 200.000 tot 330.000 ZE -nieuwverkopen in 2030. Vervolgens komen alle scenario's uit op 100% ZE vanaf 2035 zoals dat door Europees beleid m.b.t. CO₂-normen voor fabrikanten wordt afgedwongen.

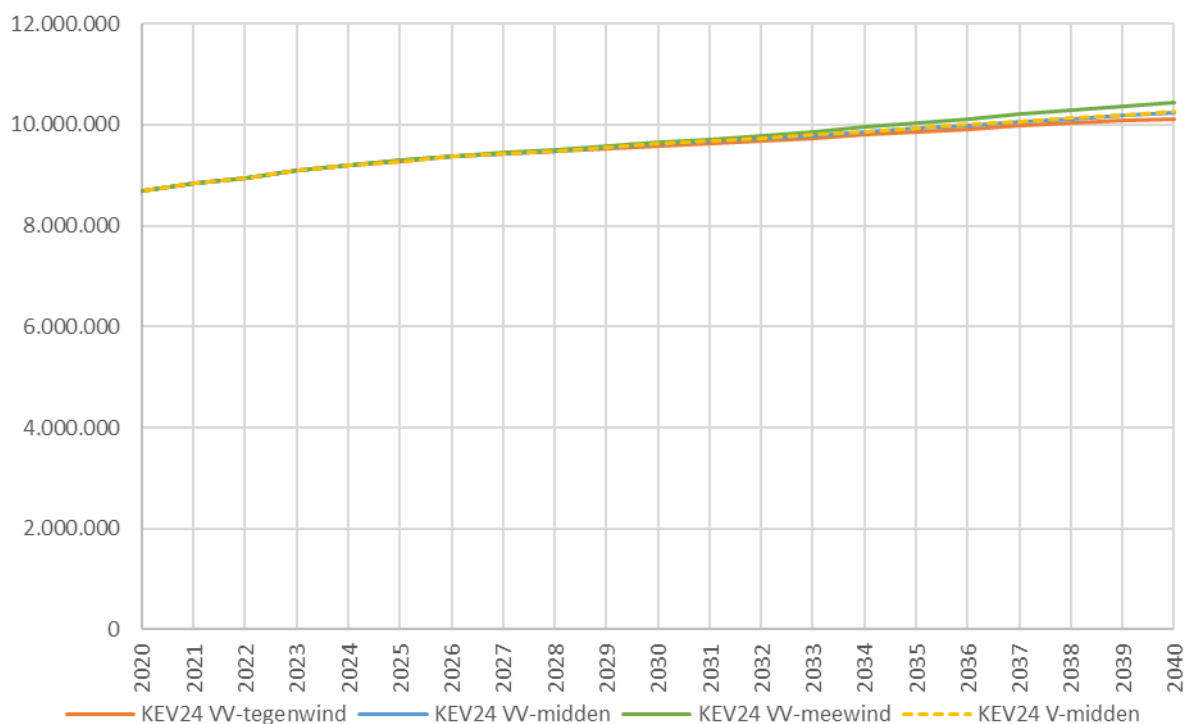
Figuur 17: Aandeel en aantal ZE-nieuwverkopen personenauto's per scenario.



3.2 EFFECTEN WAGENPARK

In Figuur 18 wordt de omvang van het personenautopark weergegeven per scenario. Het wagenpark neemt richting 2030 toe tot circa 9,6 miljoen personenauto's. De bandbreedte voor de omvang van het wagenpark tussen tegenwind en meewind is in 2030 circa 60.000 voertuigen.

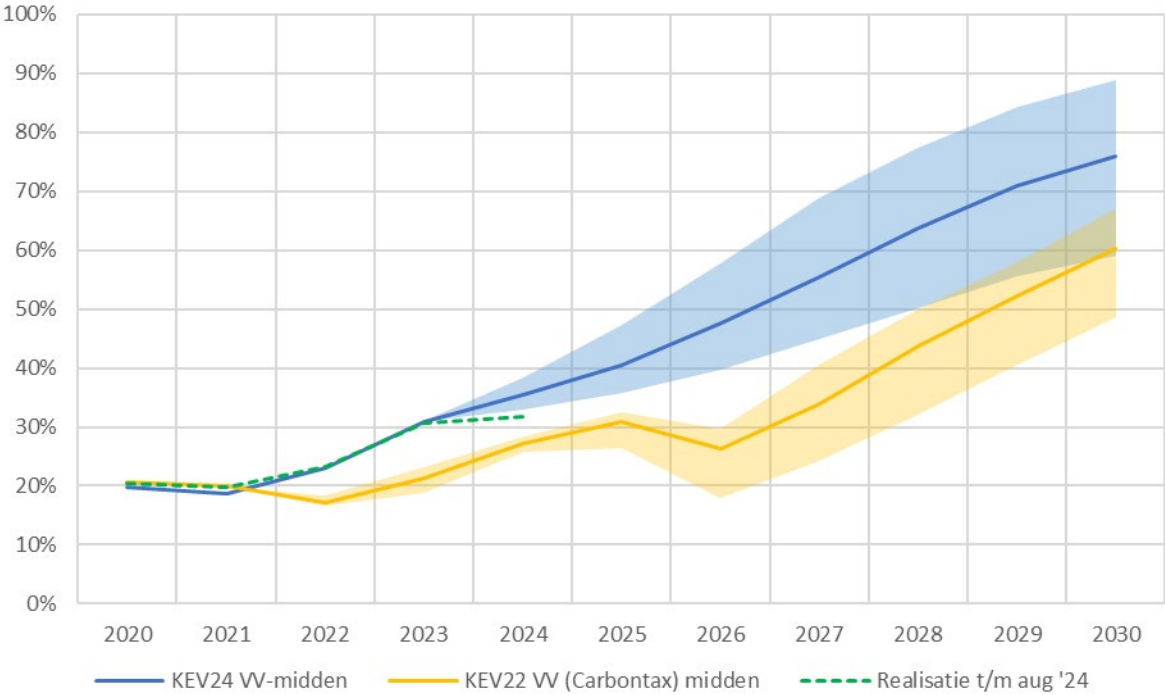
Figuur 18: Omvang wagenpark personenauto's per scenario.



3.3 VERGELIJKING KEV 2024 MET KEV 2022

In Figuur 19 is de bandbreedte van het aandeel EV in de nieuwverkopen richting 2030 weergegeven van de KEV 2024 en de KEV 2022. Voor KEV 2024 is gebruik gemaakt van het SPARK-model, terwijl voor de KEV 2022 het Carbontax-model is gebruikt. Uit de figuur valt op te maken dat het gerealiseerde aandeel EV in de nieuwverkopen tot en met 2023 hoger ligt dan geraamd bij de KEV 2022. Een hoger dan verwacht aandeel EV in de nieuwverkopen zorgt er onder andere voor dat het aandeel EV nieuwverkopen in 2030 hoger wordt geraamd in de KEV 2024 dan in de KEV 2022. Het grootste verschil in beleid tussen KEV 2024 en KEV 2022, is doortrekking van een MRB-korting in de KEV 2024 conform VJN'24 voor EV's in 2026-2030. In KEV 2022 komt de EV-ingroei in 2030 in tegenwind uit op 49%, in midden op 60% en in meewind op 67%. In KEV 2024 komt de EV-ingroei in 2030 in tegenwind uit op 59%, in midden op 76% en in meewind op 89%. Het tegenwind-scenario van de KEV 2024 is wat dat betreft vergelijkbaar met het middenscenario van de KEV 2022 in 2030.

Figuur 19: EV-ingroei (%) nieuwverkopen KEV 2024 en KEV 2022 bandbreedten.



4 Implementatie modeluitkomsten SPARK in KEV 2024

Voor de KEV 2024 is SPARK (modelversie 1.5.1) gebruikt voor het ramen van de totale omvang van het personenautopark en de samenstelling van de nieuwverkopen. Het KORTErmiJnRamingsmodel (KOTERPA) is vervolgens gebruikt voor het ramen van de samenstelling van het personenautopark en de afgelegde kilometers.

Door middel van autoparkdemografie en trendextrapolatie van jaarkilometrages van personenauto's wordt met KOTERPA de toekomstige samenstelling van het personenautoverkeer geraamd. Het rekenmodel omvat feitelijk drie componenten:

1. de ontwikkeling van de omvang van het autopark en de verdeling van het park naar brandstofsoort;
2. de leeftijdsopbouw van het autopark per brandstofsoort en de dynamiek hierin op basis van de jaar-op-jaaroverlevingskansen en de instroom van nieuwe auto's;
3. de gemiddelde jaarkilometrages van auto's naar brandstofsoort en leeftijd.

De jaar-op-jaaroverlevingskansen van personenauto's vormen de kern van dat model. Deze zijn op basis van CBS-gegevens voor elke brandstofsoort afgeleid. Ze geven voor ieder bouwjaar de verhouding aan van het aantal auto's aan het einde van een verslagjaar ten opzichte van het aantal aan het begin van het jaar. Deze verhouding is feitelijk het saldo van de import en de uitgaande stromen (export en sloop).

Door de jaarlijkse samenstelling van het autopark te koppelen met statistische gegevens over het autogebruik (jaarkilometrages) per brandstofsoort en bouwjaar (CBS) wordt de samenstelling van de autokilometers bepaald. Zie Traa en Geilenkirchen (2017)¹² voor een verdere toelichting op het model. De middenraming levert qua samenstelling van het park en kilometers het volgende beeld op voor 2030 en 2035 (Tabel 12).

Tabel 12: Aandeel elektrische voertuigen in gereden kilometers en actief personenautopark.

	2022	2030	2035
Gereden kilometers	5%	27%	49%
Actief park	3%	20%	38%

De raming van de samenstelling van kilometers is onzeker, we hanteren daarom een bandbreedte van -5 en +6 procentpunten van het aandeel elektrische kilometers op basis van onzekerheidsanalyses voor de zichtjaren 2030 en 2035. Dit resulteert ook in ongeveer +/- 5% in het energiegebruik van fossiele brandstoffen door personenauto's. Deze bandbreedte die samenhangt met de onzekerheid over de marktpenetratie van ZE personenauto's vormt input voor de Monte Carlo analyses die ten grondslag liggen aan de onzekerheidsbandbreedtes van de emissieramingen in de KEV voor 2030 en 2035.

De batterij elektrische personenautomarkt is diffuus. In 2024 groeit nog wel het aantal EV nieuwverkopen, maar deze stijging is minder exponentieel dan in het verleden (zie Figuur 19 in paragraaf 3.3). Gegeven de huidige situatie lijkt de onderkant van de bandbreedte in de aandelen EV-nieuwverkopen een meer waarschijnlijke uitkomst dan de bovenkant van de

¹² Traa, M. & Geilenkirchen, G. 2017. *KOTERPA 2.0, ramingsmodel voor het personenautopark en zijn gebruik*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

bandbreedte. In de Monte Carlo analyses is daarmee rekening gehouden door meer gewicht toe te kennen aan de onderkant van de bandbreedte.