



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat

Bijlagen bij Kerncijfers Mobiliteit 2024

November 2024

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid | KiM

Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) maakt analyses van mobiliteit die doorwerken in het beleid. Als zelfstandig instituut binnen het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) maakt het KiM strategische verkenningen en beleidsanalyses.

De inhoud van de publicaties van het KiM behoeft niet het standpunt van de minister en de staatssecretaris van IenW weer te geven.

Inhoud

Inhoud 3

1	Bijlage toelichting Personenmobiliteit 4
1.1	Nabewerking CBS-Mobiliteitstrends 4
1.2	Referenties 6
2	Bijlage Toekomstbeeld 7
2.1	Uitgangspunten in drie toekomstscenario's: basis, minder en meer 8
2.2	Het Landelijk ModelSysteem 14
2.3	Methodiek toekomstraming wegverkeer 14
2.4	Methodiek toekomstraming trein en bus, tram en metro 17
2.5	Methodiek toekomstraming fietsgebruik 20
2.6	Methodiek toekomstraming luchtvaart 23
2.7	Methodiek toekomstraming goederenvervoer 23
2.8	Referenties 24

Colofon 25

1 Bijlage toelichting Personenmobiliteit

1.1 Nabewerking CBS-Mobiliteitstrends

Het KiM maakt gebruik van de resultaten van het CBS-trendmodel voor verschillende doeleinden, waaronder decompositie-analyse. Het CBS-trendmodel levert betrouwbare trendinschattingen gebaseerd op de steekproefgegevens van OVG-MON-OViN-ODiN (Boonstra & Van den Brakel, 2024). Dit model houdt op een robuuste manier rekening met discontinuïteiten veroorzaakt door wijzigingen in het enquêteproces en steekproefruis. Er zijn twee doelvariabelen die worden gemodelleerd met behulp van tijdreeksen multilevel modellen:

- aantal ritten per persoon per dag
- afstand per rit
- reisduur per rit

Schattingen worden berekend voor domeinen die gedefinieerd zijn door een kruisclassificatie van sommige of alle volgende classificatievariabelen:

- geslacht (man, vrouw)
- leeftijdsklasse (6-11, 12-17, 18-24, 25-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-64, 65-69, 70+)
- motief ("Werk", "Winkelen", "Onderwijs", "Vrijetijd", "Overig")
- vervoerswijze ("Autobestuurder", "Autopassagier", "Trein", "BTM (bus/tram/metro)", "Fiets", "Lopen", "Overig").

Het CBS-trendmodel heeft echter tot nu toe geen onderscheid gemaakt tussen gewone-fiets en e-fiets. Dit onderscheid is essentieel voor KiM. Gezien de stijgende populariteit van e-fiets in de afgelopen jaren, is het van groot belang hun gegevens te scheiden van gewone fietsen. In plaats van directe enquêtegegevens te gebruiken, kiest KiM ervoor om het CBS-trendmodel na te bewerken om smoothed e-fiets resultaten te genereren. Een nabewerking van het CBS-trendmodel heeft de voorkeur, omdat het waarborgen dat ons model overeenkomt met de CBS-methode lastig is en de CBS-aanpak wordt gebruikt voor diverse andere analyses. Bovendien is de nabewerkingsmethode minder tijdrovend. Deze nabewerking verdeelt de vervoerswijze fiets in de twee categorieën 'gewone-fiets' en 'e-fiets' en wordt toegepast op zowel het aantal ritten als de ritafstand.

Aanpak van de nabewerking

We splitsen de trends van ritten, afstand, en ritreisduur voor fiets in twee subcategorieën: Gewone fiets en e-fiets. Dit doen we door het aandeel van de e-fiets in de totale fiets te bepalen. Bijvoorbeeld, door het aandeel van de e-fiets afstand in de totale fietsafstand te bepalen, en vervolgens dit aandeel te vermenigvuldigen met de totale fietsafstand van het CBS trendmodel, kunnen we een continue e-fiets afstand afleiden. De gegevens die we hiervoor nodig hebben, komen uit de OViN en ODiN enquêtes. Het is echter belangrijk te vermelden dat het direct uit deze enquêtes afgeleide e-fiets aandeel kan variëren vanwege steekproefruis en beïnvloed is door twee methodologische breuken. Daarom is het hoofddoel van deze splitsingsmethode om een vloeiende representatie van het e-fiets aandeel te verkrijgen.

$$ritaantal_{e-fiets}^{KiM} = ritaantal_{e-fiets \text{ in totaal fiets}}^{OVIN-ODiN} * ritaantal_{totaal fiets}^{CBS}$$

$$ritafstand_{e-fiets}^{KiM} = ritafstand_{e-fiets \text{ in totaal fiets}}^{OVIN-ODiN} * ritafstand_{totaal fiets}^{CBS}$$

$$ritreisduur_{e-fiets}^{KiM} = ritreisduur_{e-fiets \text{ in totaal fiets}}^{OVIN-ODiN} * ritreisduur_{totaal fiets}^{CBS}$$

Modellering e-fiets aandeel

Onder de aanname dat het e-fiets aandeel een S-vormig groeiverloop heeft, wordt in de modellering gebruik gemaakt van groeikrommen.

Uit de vele mogelijke specificatievormen van groeikrommen is gekozen voor het gebruik van de Four parameters Unified-Richards groeikrommen in de formulering van (Vrána et al., 2018) [1].

$$W = A(1 + (d - 1) * \exp(-\frac{k_U(t-T_i)}{d^{d/(1-d)}}))^{1/(1-d)} \quad (1)$$

Deze formulering beschrijft een breed scala van S-vormige groeikrommes en heeft ten opzichte van de meeste alternatieve specificaties het voordeel dat de parameters direct interpreteerbaar zijn als volgende de basiskarakteristieken van de groeikromme:

A : het verzadigingsniveau (de asymptoot van het aandelenverloop).

k_U : de (relatieve) groei bij het buigpunt van de groeikromme.

T_i : de tijdpositie van het buigpunt. (t geeft de tijd).

d : de vormparameter die de verticale positie ($d^{1/(1-d)}$) van het buigpunt bepaalt¹

Het model is gespecificeerd als een Bayesiaanse multilevelmodel en wordt geschat met het R-pakket brms (Bürkner, 2018). Het brms-pakket biedt een handzame interface met de Bayesiaanse Hamiltonian Monte Carlo programmeertaal Stan (Stan Development Team, 2022). Beoordeling van de modelfit en vergelijking van modelvarianten zijn gedaan met de approximate leave-one-out cross validation methodiek van het R-pakket loo (Vehtari et al., 2017).

Het model is multivariaat gespecificeerd; de e-fietsaandelen voor de drie mobiliteitstypen afstand, reisduur en ritten worden simultaan gemodelleerd. De specificaties van de modellen voor de drie mobiliteitstypen afstands-, reisduur- en rittenaandelen zijn identiek. Hieronder volgt een korte toelichting van de (sub)modelcomponenten van de groeikromme-parameters.

Fixed-effects

De fixed effects van de parameters A , k_U en T_i worden gemodelleerd als intercept en een monotone functie naar de ordinale variabele leeftijdsklasse (kleeft) (Bürkner & Charpentier, 2020). Door deze ordinale benadering worden de schattingen stabielier omdat het verloop van deze parameters over de leeftijdsgroepen overwegend monotoon is. Kleine afwijkingen van dit monotone verloop (bijv. leeftijdsgroep 30-39) worden opgevangen door de random-effectscomponent (zie onder). De parameter d heeft alleen een intercept als fixed effect.

Random-effects

De parameters A en k_U bevatten random intercepts. Dit houdt in dat de random effects variëren over alle combinaties van motief, leeftijd en geslacht. De random-effects van de A en k_U als gecorreleerd worden gemodelleerd². Van deze random-effects wordt ook de correlatie gemodelleerd over de modellen van afstands-, ritten- en reisduuraandelen. De parameter T_i heeft geen random effects. De parameter d heeft een random-intercept-structuur die varieert over alle combinaties van motief en geslacht. Van deze random-effects wordt ook de correlatie gemodelleerd over de modellen van afstands-, ritten- en reisduuraandelen.

Covid en e-fiets verkoopvertraging effects

Gezien de ongekende verstoringen veroorzaakt door de COVID-19 pandemie, is het belangrijk om de gevolgen hiervan in ons model op te nemen. Voor de parameter T_i , voegen we drie covid dummy variabelen toe voor de jaren 2020, 2021 en 2022, gemodelleerd als random effect. Andere beleids- of marktgerelateerde effecten kunnen ook worden toegevoegd door posterior samples te gebruiken. Dit gebeurt door de positie van de tijdparameter T_i aan te passen. In ons geval betekent dit vanwege covid en oorlogen dat er een vertraging is in de levering van e-fietsen en een tekort aan e-fietsproductie vanwege chip-tekorten. We hebben aangenomen dat

¹ De veel gebruikte logistische en Gompertz groeikrommen worden binnen deze formulering beschreven met als de respectieve vormparameters $d = 2$ en $d \rightarrow 1$.

² Dit soort correlaties worden in brms gespecificeerd door een willekeurige lettercombinatie, in dit geval "ID", zie bijvoorbeeld: https://cran.r-project.org/web/packages/brms/vignettes/brms_multilevel.pdf

deze vertragingen zich manifesteren als een groeicurve-vertraging van 0,11 jaar voor 2020, 0,24 jaar voor 2021, en een kleine 0,02 jaar voor 2022. Dit betekent bijvoorbeeld dat de groei van e-fietsen in 2020 met ongeveer 11% van een jaar (ongeveer 40 dagen) is vertraagd in vergelijking met de ideale of verwachte groeicurve. Eenvoudig gezegd, als je in een ongestoorde situatie zou verwachten dat er tegen het einde van 2020 614.000 e-fietsen zouden worden aangeschaft, zou vanwege de vertraging dit aantal pas 40 dagen na het eindigen van 2020 worden bereikt.

Daarnaast hebben we een modelcomponent die de nauwkeurigheid van de waarnemingen modelleert die direct afkomstig zijn van de ODiN/OViN enquêtegegevens. Dit soort modellen wordt aangeduid als "Generalized Variance Function", zie bijvoorbeeld (Berzofsky et al., 2015).

1.2 Referenties

Berzofsky, Heller, Williams (2015). Developing Generalized Variance Functions for Estimates of Recidivism Rates. American Statistical Association, Survey Research Methods Section, 1763-1772.

<http://www.asasrms.org/Proceedings/y2015/files/234025.pdf>.

Boonstra, H. J., & Van den Brakel, J. (2023). Modelling mobility trends - update including 2023 ODiN data and estimates for travel duration. Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS).

Bürkner, P. C. (2018). Advanced Bayesian multilevel modeling with the R package brms. The R Journal, 10 (1), 395-411. <https://journal.r-project.org/articles/RJ-2018-017>.

Bürkner, P. C., & Charpentier, E. (2020). Modelling monotonic effects of ordinal predictors in Bayesian regression models. British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, 73(3), 420-451.

Vehtari, A., Gelman, A., & Gabry, J. (2017). Practical Bayesian model evaluation using leave-one-out cross-validation and WAIC. Statistics and Computing, 27, 1413-1432.

Vrána, J., Remeš, V., Matysioková, B., Tjørve, K., & Tjørve, E. (2019). Choosing the right sigmoid growth function using the unified-models approach. Ibis, 13-26.

2 Bijlage Toekomstbeeld

In deze bijlage gaan we nader in op de gehanteerde methoden achter de ramingen in het toekomstbeeld. Het toekomstbeeld schetst de ontwikkeling van de mobiliteit op middellange termijn tot en met 2029. In deze editie betreft het de ontwikkeling van de volgende kengetallen (met tussen haakjes de bron van de gegevens voor de ontwikkeling in het verleden):

1. voor het wegverkeer:

- Afgelegde afstand van gemotoriseerde wegvoertuigen op Nederlands grondgebied (CBS)
- Afgelegde afstand van gemotoriseerde wegvoertuigen op het rijkswegennet (RWS)
- Het reistijdverlies van gemotoriseerde wegvoertuigen op het rijkswegennet, alleen voor 2029 (RWS)

2. voor het openbaar vervoer:

- Afgelegde afstand door reizigers in de trein op Nederlands grondgebied (NS/CROW/KiM)
- Afgelegde afstand door reizigers in bus, tram en metro (BTM) op Nederlands grondgebied (CROW/KiM)

3. voor het fietsen:

- Afgelegde afstand met gewone fietsen (CBS)
- Afgelegde afstand met elektrische fietsen (CBS/KiM)

4. voor de luchtvaart:

- Aantal luchtvaartreizigers op Schiphol (CBS)
- Aantal luchtvaartreizigers op regionale luchthavens in Nederland (CBS)

5. voor het goederenvervoer:

- Totaal vervoerd gewicht van wegvervoer, binnenvaart, spoorvervoer, zeevaart en luchtvaart, onderscheiden naar binnenlands vervoer en internationaal vervoer (CBS)
- Vervoersprestatie op Nederlands grondgebied in het goederenvervoer binnen, van, naar en door Nederland over de weg, per binnenschip en op het spoor (CBS/KiM).

Basis voor de ramingen zijn zo actueel mogelijke gegevens over de huidige situatie, in ieder geval tot en met 2023. In de meeste gevallen zijn dat definitieve gegevens, maar in enkele gevallen zijn dat voorlopige of nader voorlopige gegevens.

Naast een vooruitblik tot en met 2029 wordt ook een raming gemaakt voor het lopende jaar 2024 en waar mogelijk ook voor 1 jaar vooruit (2025). Dat doen we met drie verschillende typen modellen:

1. Voor het lopende jaar (2024) maken we waar mogelijk extrapolaties op basis van zo actueel mogelijke gegevens van het lopende jaar
2. Voor 1 jaar vooruit (2025) maken we gebruik van verschillende per modaliteit toegespitste KiM modellen, zoals een tijdreeksmodel voor het wegverkeer en de fiets en een elasticiteitenmodel voor het openbaar vervoer. Voor luchtvaart en het goederenvervoer maken we gebruik van jaar-op-jaarmodellen van respectievelijk AEOLUS en BasGoed, beide onderdeel van het rijksmodellenprogramma.
3. Voor 5 jaar vooruit (2029) maken we voor het wegverkeer, de fiets en het openbaar vervoer gebruik van het Landelijk ModelSysteem (LMS). Dat wij sinds 2023 voor de raming van 5 jaar vooruit voor wegverkeer, fiets en ov gebruik maken van het LMS is een belangrijke methodewijziging in

vergelijking met de vorige jaren. In het verleden maakten we voor deze modaliteiten voor de middellangetermijn gebruik van losse modellen. We leggen deze keuze hieronder in 6.2 verder toe.

4. Voor ramingen voor luchtvaart en goederenvervoer voor 2029 maken we gebruik van bestaande ramingen met de modellen AEOLUS en BasGoed, respectievelijk. Er zijn geen modeluitkomsten specifiek voor dit toekomstbeeld gemaakt.

We werken voor wegverkeer en ov daarbij voor alle tijdshorizonnen met drie scenario's. Naast een basis-scenario zijn dit een meer- en een minder-scenario. Deze scenario's zijn in de hoofdttekst in paragraaf 6.1 beschreven. Hieronder in paragraaf 2.2 geven we meer toelichting. Voor fiets, luchtvaart en goederenvervoer werken we enkel met een basis-scenario.

Hieronder gaan we in paragraaf 2.1 eerst in op de uitgangspunten die we hanteren voor de drie verschillende scenario's. In paragraaf 2.2 gaan we in op het gebruik van het Landelijk ModelSysteem (LMS). Dat is sinds 2023 een verandering in de manier waarop het Toekomstbeeld tot stand komt in vergelijking met voorgaande jaren. Daarna gaan we achtereenvolgens in op specifieke methodologische onderwerpen voor het wegverkeer (paragraaf 2.3), het openbaar vervoer (paragraaf 2.4), het fietsgebruik (paragraaf 2.5), de luchtvaart (paragraaf 2.6) en het goederenvervoer (paragraaf 2.7).

2.1 Uitgangspunten in drie toekomstscenario's: basis, minder en meer

Het toekomstbeeld bevat ramingen voor de ontwikkeling van het wegverkeer, het openbaar vervoer, de fiets, de luchtvaart en het goederenvervoer. De ramingen betreffen het lopende jaar 2024, het komende jaar (2025) en de middellangetermijn (2029). De toekomst is onzeker en daarom hanteren we een ruime bandbreedte in de ramingen. Daarbij maken we een deel van de onzekerheden expliciet in de vorm van (aannames in) drie scenario's. Dit betreft echter maar een deel van alle onzekerheden. De werkelijkheid zal daarom altijd anders zijn dan een van deze drie scenario's.

Naast het basis-scenario zijn er twee alternatieve scenario's opgesteld: het 'meer-scenario' en het 'minder-scenario'. De scenario's houden rekening met, en variëren in, omgevingsonzekerheden (zoals economische uitgangspunten en demografische ontwikkelingen), structurele gedragseffecten van de corona-epidemie en potentiële aanbodtekorten (zoals afschaling in het ov). Het 'meer' en 'minder' scenario zijn globaal zo opgesteld dat ze op basis van de onzekerheden waarmee we rekening houden als twee 'extremen' kunnen worden gezien:

- Het basis-scenario is een trendverwachting en maakt onder andere gebruik van de Augustusraming van het CPB (cMEV2025; in verband met de doorrekening verkiezingsprogramma's omvatte de MEV dit jaar ook bijlagen met lange reeksen tot 2028), de trendprognose voor de bevolking van het CBS, de referentieraming van het aantal studenten alsmede een raming van het aantal OV-studentenkaarthouders van OCW, een gemiddelde structurele gedragsaanpassing door corona en aannames over het kwaliteitsniveau van het ov in 2029.
- In het meer-scenario zijn als onzekerheden aangenomen: een grotere bevolkingsomvang, meer economische groei, hogere inkomensgroei, meer werkzame personen, minder structurele gedragsaanpassing door corona en meer kwaliteitsverbetering in het ov. Hierdoor is er in het meer-scenario meer mobiliteitsgroei dan in de andere scenario's.
- In het minder-scenario zijn de aannames: een minder grote bevolkingsomvang, minder economische groei, lagere inkomensontwikkeling, minder werkzame personen, meer structurele gedragsaanpassing door corona en een achterblijvende kwaliteitsontwikkeling in het ov, waardoor er in dit scenario minder mobiliteitsgroei is.

Hieronder gaan we nader in op de economische en demografische uitgangspunten die als omgevingonzekerheden in de scenario's zijn opgenomen. Daarna gaan we in op de modellering van de corona-effecten in de scenario's.

Omgevingonzekerheden

De eerste groep onzekerheden betreft potentiële sociaaleconomische en demografische ontwikkelingen op middellange termijn.

Demografie

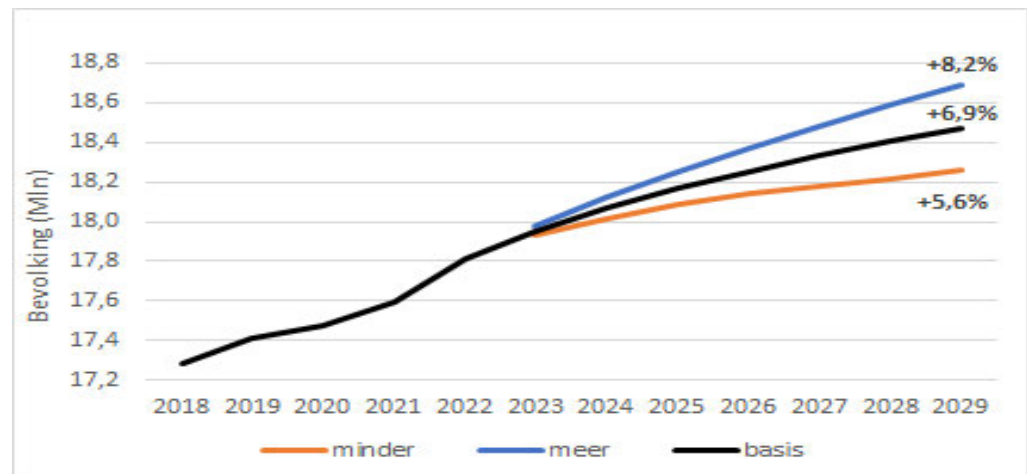
Bevolking

Voor de toekomstige ontwikkeling van de bevolking maken we gebruik van de trendprognose bevolking 2022-2070 die het CBS in december 2023 heeft gepubliceerd (CBS, 2023).

Het verloop van de totale bevolkingsontwikkeling tussen 2018 en 2029 in de drie scenario's is geïllustreerd in figuur B.2.1. De trendprognose van het CBS is gebruikt voor het basis-scenario. De onderkant van het 67%-betrouwbaarheidsinterval van de trendprognose is gebruikt in het minder-scenario en de bovenkant van het 67%-betrouwbaarheidsinterval is gebruikt in het meer-scenario.

In de basisraming is de verwachting dat de bevolking tussen 2018 en 2029 met 6,9% toeneemt. In het minder-scenario is dat 5,6% toename en in het meer-scenario 8,2%.

Figuur B.2.1 Ontwikkeling van de totale Nederlandse bevolking in de jaren 2018-2029 (in mln)

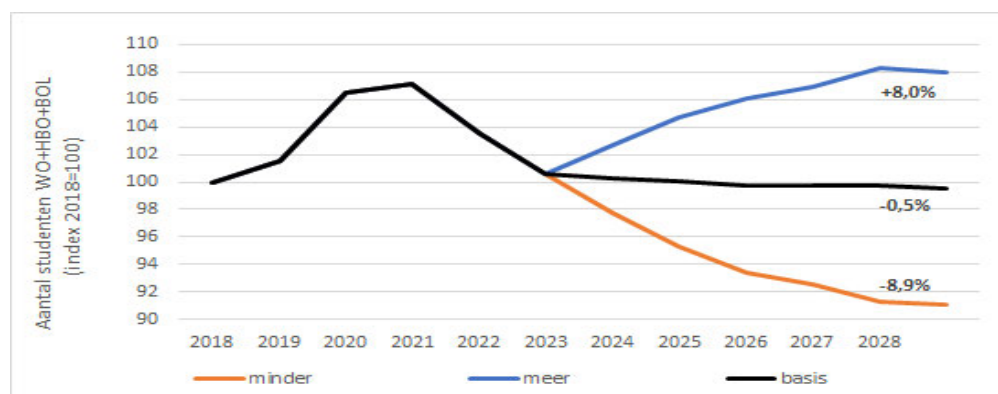


Bron: CBS, December 2023:

<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/85742NED/table?ts=1729776013050>

Studenten

Voor de verwachtingen van het gebruik van het Openbaar Vervoer is de ontwikkeling in het aantal studenten (dat recht heeft op gebruik van een OV-studentenkaart) van belang. Het Ministerie van OCW stelt jaarlijks een referentieraming op voor de toekomstige ontwikkeling van het aantal studenten per opleidingstype en andere kenmerken. Naast een trendprognose voor de jaren 2023 tot en met 2035 is er ook een 67% betrouwbaarheidsinterval beschikbaar tot en met 2027 in de meest recente referentieraming (OCW, mei 2024). Voor het OV-gebruik zijn met name de aantallen studenten van het Wetenschappelijk Onderwijs (WO), het Hoger Beroepsonderwijs (HBO) en de richting Beroepsopleidende Leerweg van het Middelbaar Beroeps Onderwijs (MBO-BOL) van belang.

Figuur B.2.2 Ontwikkeling van het aantal studenten (WO+HBO+MBO-BOL) 2018-2029

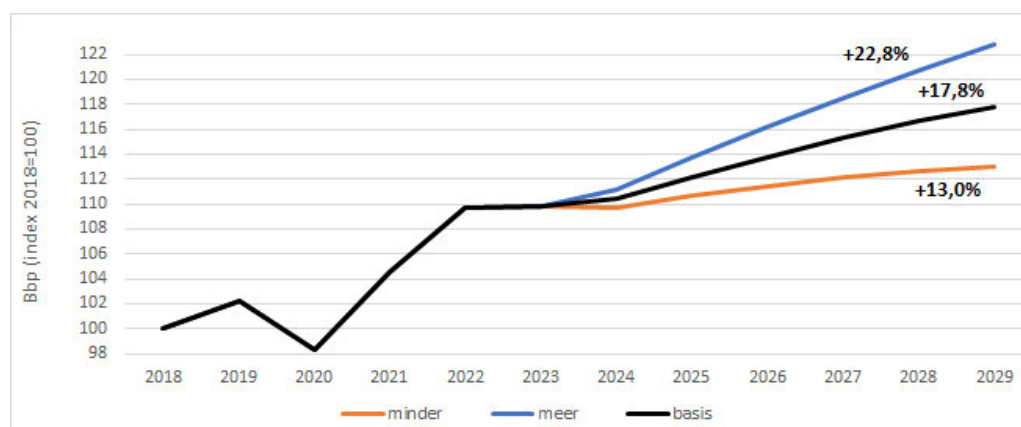
Bron: OCW

Het aantal studenten ligt in 2029 in de basis-raming 0,5% lager dan het niveau van 2018 (figuur B.2.2). De onzekerheid in de verwachting is relatief groot en in het minder-scenario ligt het aantal studenten bijna 9% onder het niveau van 2018 en in het meer-scenario 8% boven het niveau van 2018. De ramingen van de ontwikkelingen van het aantal studenten met een OV reisrecht laten (waarschijnlijk) een vergelijkbaar verloop zien.

Economie

Bbp

In de cMEV2025 (CPB, 2024a) wordt een raming voor de ontwikkeling van het bbp gepresenteerd voor de jaren 2024-2028. Deze vullen we aan met de bbp-groei voor 2029 uit de CEP2024 (CPB, 2024b). Voor de jaren 2024 tot en met 2029 hebben we voor de jaarlijkse bbp-groei een bandbreedte verondersteld rond het basis-scenario. In het minder-scenario gaan we uit van een iets lagere en in het meer-scenario van een iets hogere groei in het bbp, het inkomen en de werkgelegenheid dan in het basis-scenario uit MEV24. We nemen hiervoor het verschil in groei tussen de scenario's WLO Hoog en WLO Laag in de periode 2018-2030 (zie Ritsema-van Eck et al., 2020). Voor de bbp-groei is die bandbreedte 1,4%-punt. In het minder-scenario verlagen we de jaarlijkse bbp-groei in 2023-2029 elk jaar met 0,7%-punt; in het meer-scenario verhogen we ze elk jaar met 0,7%-punt. In figuur B.2.3 is de bbp-groei weergegeven als index ten opzichte van 2018. In het basis-scenario is er 18% bbp groei tussen 2018 en 2029. In het meer-scenario is die groei 23% bbp groei en in het minder scenario 13%.

Figuur B.2.3 Ontwikkeling van de economie (volume bbp) in de jaren 2018-2029 (index 2018=100)

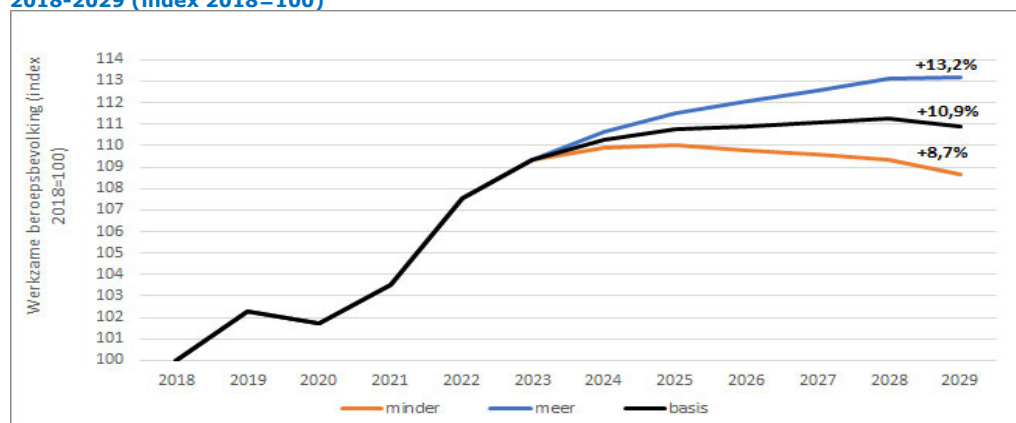
Bron: CPB/KiM

Werkgelegenheid

In het LMS wordt een variabele "aantal banen" gehanteerd. In de gangbare macro economische toekomstbeelden worden wel verwachtingen gepresenteerd voor de werkzame beroepsbevolking, de werkgelegenheid in aantal personen (arbeidsvolume) of in aantal gewerkte uren maar niet het "aantal banen". De ontwikkeling van de werkzame beroepsbevolking en het aantal gewerkte uren verloopt tussen 2018 en 2029 redelijk vergelijkbaar. De ontwikkeling van de werkzame beroepsbevolking wordt daarom als benadering gebruikt voor de LMS variabele "aantal banen" (figuur B.2.4).

Net als voor het bbp maken we hiervoor gebruik van ramingen uit de cMEV2025 en de CEP2024. Voor de bandbreedte maken we weer gebruik van de bandbreedte in de WLO: voor de periode 2018-30 is sprake van een van een bandbreedte van 0,68%-punt per jaar. In het minder-scenario verlagen we de jaarlijkse werkgelegenheidsgroei in 2023-2029 elk jaar met 0,34%-punt; in het meer-scenario verhogen we de jaarlijkse werkgelegenheidsgroei elk jaar met 0,34%-punt.

Figuur B.2.4 Ontwikkeling van de werkzame beroepsbevolking (aantal personen) in de jaren 2018-2029 (index 2018=100)

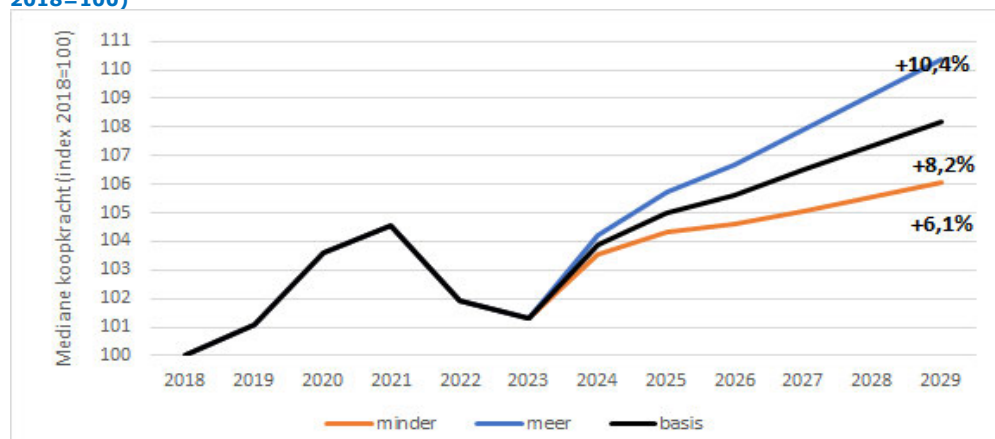


Bron: CPB/KiM

Koopkracht

Net als voor bbp en de werkzame beroepsbevolking maken we voor de raming van de koopkracht gebruik van cMEV2025, de CEP2024 en de bandbreedte uit de WLO. De verwachting is dat in de basisraming de mediane koopkracht tussen 2018 en 2029 toeneemt met 8,2%. In het meer-scenario is dat 10,4% en in het minder-scenario 6,1% (figuur B.2.5).

Figuur B.2.5 Ontwikkeling van de mediane koopkracht huishoudens in de jaren 2018-2028 (index 2018=100)



Bron: CPB/KiM

Corona-effecten

Voor een goede toekomstraming moeten we corrigeren voor de effecten van de coronacrisis op de mobiliteit. Dit betreft zowel de tijdelijke effecten (als gevolg van angst voor besmetting en coronamaatregelen tijdens de coronajaren) als de structurele gedragseffecten.

Structurele gedragseffecten van corona

De structurele gedragseffecten per modaliteit worden gebruikt om in het Landelijk ModelSysteem (zie paragraaf 6.2 hoofddocument) de modeluitkomsten voor wegverkeer, ov en fiets zijn bij te stellen. Dit is nodig omdat het model rekent vanuit het basisjaar 2018. Dat jaar ligt vóór de COVID-pandemie. Het model rekent de tussenliggende jaren niet uit. We moeten de structurele effecten van de pandemie, die niet op een andere wijze al in de invoer van het model zijn verwerkt, daarom alsnog in het model meenemen. Dit gebeurt op twee manieren:

1. Door het bijstellen van de motief-specifieke reisfrequenties. Het is hierbij onmogelijk om modaliteits-specifieke afslagen op te voeren. We maken daarom gebruik van de instellingen van de auto om een eerste slag te maken.
2. Door via alternatief-specifieke constanten het gebruik van vervoerwijzen bij te stellen. Dit kan ook op een motief-specifieke manier. We kunnen hiermee uiteindelijk in het LMS zelf de structurele COVID-effecten verwerken.

Hieronder leggen we uit hoe we de uiteindelijke instellingen waarmee in het model rekening wordt gehouden hebben bepaald.

- Corona is niet langer epidemisch, maar wel endemisch. De pandemie heeft een gedragsverandering in gang gezet. Thuiswerken, televergaderen, e-commerce en thuisonderwijs zijn op grote schaal uitgetest en nu deels veel meer geaccepteerd. De technologie om het ontplooiën van deze activiteiten digitaal mogelijk te maken is bovendien snel geëvolueerd. Recente studies laten ook zien dat werkenden meer thuiswerken en minder fysiek vergaderen dan voorheen en studenten minder vaak naar de onderwijslocatie gaan (de Haas et al. 2022; de Haas et al. 2023). We verwachten daarom dat thuiswerken, televergaderen, e-commerce en, in mindere mate, thuisonderwijs structureel op een hoger niveau blijven ten opzichte van de situatie vóór de pandemie (Faber et al. 2023).
- Structureel meer thuiswerken, televergaderen en thuisonderwijs hebben naar verwachting een *dempend* effect op de ontwikkeling van de woon-werk-, onderwijs- en zakelijke verplaatsingen, maar een *versterkend* effect op overige (compenserende) verplaatsingen, zoals ommetjes en extra winkelbezoek. Bekend is dat mensen in de tijd die vrijkomt, bijvoorbeeld doordat zij minder woon-werkreistijd hebben, vaker andere reizen maken. Dit is de zogenoemde these van de constante gemiddelde reistijd.³ We houden in onze berekeningen hier rekening mee (zie ook Faber et al., 2023). Hoe groot het compenserende effect precies is, blijft echter nog onduidelijk. In het meer-scenario veronderstellen we dat een groot deel van de weggevallen verplaatsingen wordt gecompenseerd, in het minder-scenario juist maar een klein deel. Het basis-scenario valt daartussen in. Ook zijn er aanwijzingen dat eventuele vrijkomende ruimte op de weg of in het openbaar vervoer in de spits vaak weer (ten dele) wordt opgevuld door zogenoemde latente vraag. Dat betreft bijvoorbeeld reizigers die normaliter niet in de spits reizen, omdat het dan te druk is, maar dat wel gaan doen als er meer ruimte komt. Dit effect is voor het wegverkeer al meegenomen in de ramingen.
- De instellingen voor het structurele COVID-effect baseren we op de inschatting die we in 2023 hebben gemaakt met behulp van de laatste

³ Zie bijvoorbeeld Hupkes (1977), die het heeft over de Wet van Behoud van REistijd en VERplaatsingen (BREVER).

verwachtingen voor de toekomst die we in het MPN hebben uitgevraagd (zie Faber et al. 2023). We hebben inmiddels echter ook de beschikking over de realisaties van 2023. We hebben het ODIN 2023 gebruikt om deze realisatiecijfers naast de verwachtingen te leggen. Op basis daarvan hebben we de uiteindelijke COVID-instellingen aangepast. De onzekerheidsmarge – en daarmee de bandbreedte tussen de scenario's – hebben we wat kleiner gemaakt. We beschikken nu immers over meer informatie dan vorig jaar.

- Tabel B.2.1 geeft een inschatting van enerzijds het effect van de verschuiving vanuit het openbaar vervoer naar andere vervoerwijzen en anderzijds het gecombineerde effect van meer thuiswerken, televergaderen en thuisonderwijs. Dit leidt tot een schatting voor het totale structurele COVID-gedragseffect. De ramingen voor de mobiliteit in 2029, op basis van de gebruikte (trend)modellen, zijn aangepast met deze effecten. De bandbreedtes in de tabel zijn gebruikt om te differentiëren tussen het minder-, basis- en meer-scenario.

Tabel B.2.1 Totale structurele effecten op de afgelegde afstand per vervoerwijze door verschuiving vanuit het openbaar vervoer naar andere vervoerwijzen en het gecombineerde effect van meer thuiswerken, televergaderen en thuisonderwijs.

Afgelegde afstand	Auto	Trein	Bus, tram, metro	Fiets	Lopen
Effect thuiswerken, digitaal vergaderen en thuisonderwijs ^{Fout!} <small>Bladwijzer niet gedefinieerd.</small>	-1% tot -5%	-4% tot -11%	-4% tot -12%	-2% tot +1%	0% tot +2%
Verschuiving vanuit de trein en btm	+0.5%	-3%	-3%	+0,5%	+0.5%
Totale structurele effect ^{Fout!} <small>Bladwijzer niet gedefinieerd.</small>	-0.5% tot -4.5%	-7% tot -14%	-7% tot -15%	-1.5% tot +1.5%	-0.5% tot +2.5%

Tijdelijke corona-effecten

Voor de 2025-raming van het wegverkeer zijn naast deze structurele effecten ook (tijdelijke) corona effecten van belang. Daar gaan we hieronder op in.

In onze korte termijn raming voor het wegverkeer corrigeren we met drie variabelen voor het effect van de COVID-pandemie en de nasleep daarvan op de verkeersprestatie. Deze correctie voor tijdelijke coroneffecten is nodig, omdat zonder deze correctie het model niet langer in staat is om valide parameters voor de overige afhankelijke variabelen te schatten. We gebruiken de volgende variabelen:

1. Het effect van de ernst van de pandemie en de maatregelen om deze in te dammen. Hiervoor gebruiken we een variant op de Oxford Stringency Index.
2. Het 'schok'-effect. Dit is een bijstelling die elk jaar exponentieel minder sterk wordt. Hiermee proberen we het tijdelijke effect aan het begin van de pandemie, waarin mensen sterker reageerden op maatregelen en infecties.
3. Het structurele effect. Dit is een bijstelling die we aanhouden voor elk jaar vanaf 2020. Het idee is dat een deel van het effect een structureel karakter heeft en dus ook na de pandemie effectief is. We gebruiken dit effect dan ook om de toekomstraming voor 2025 bij te stellen. Dit effect is niet te verwarren met bovenstaande structurele effecten, die invoer van het LMS zijn. Dit effect is alleen bepaald in de modellen voor het wegverkeer.

We volgen bij deze indeling de variabelen die het CBS onder meer gebruikt voor het schatten van het trendmodel (Boonstra & Van den Brakel, 2023). We maken voor de correctie zoals hierboven vermeld gebruik van een variabele die het verloop van de coronacrisis en de contactbeperkende maatregelen samenvat, gebaseerd op een variant van de Oxford Stringency Index (Hale et al., 2020). Deze index poogt de contactbeperkende maatregelen van overheden samen te vatten in een enkel getal, dat kan variëren tussen de 0 en de 100. Daarvoor wordt gebruik gemaakt van een negental subindices, die ieder ook weer variëren tussen de 0 en de 100. De totale

index is het gemiddelde van de subindices. Twee van deze subindices betreffen publieke informatiecampaagnes en internationale reisrestricties. Deze subindices hebben een veel minder direct effect op de binnenlandse personenmobiliteit dan de andere indices. Daarom maken we gebruik van een variant op de Oxford Stringency index, waarbij de subindices voor publieke informatiecampaagnes en internationale reisrestricties niet worden meegerekend. Het gaat dus om de gemiddelde waarde voor de overige zeven subindices. Deze index wordt opgesteld aan de hand van de maatregelen die voor de meerderheid van de bevolking gelden.

Tabel B.2.2 Waarden van de variabelen die we hebben gebruikt om te corrigeren voor het effect van de COVID-19 pandemie

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Index-variant KiM (var. 1)	42.7	47.3	7.1	0	0	0
Schok-effect (var. 2)	1	0.5	0.25	0.125	0.0625	0.0312
Structureel effect (var. 3)	1	1	1	1	1	1

2.2 Het Landelijk ModelSysteem

Voor de middellangetermijn raming van het wegverkeer, het openbaar vervoer en het fietsgebruik maken we gebruik van het Landelijk ModelSysteem (LMS). Dit is een strategisch vervoersmodel in beheer van Rijkswaterstaat. Het model wordt onder meer gebruikt voor de Integrale Mobiliteitsanalyse (IMA), waarvoor gerekend wordt naar de langere termijn.

De ramingen voor het LMS worden opgesteld voor een gemiddelde werkdag. Daarbij wordt een vergelijking gemaakt met het basisjaar van het model. Dat basisjaar is in de versie die wij hebben gebruikt 2018. We maken een raming voor het jaartotaal dus moeten de uitkomsten van het LMS worden omgezet van een werkdagraming naar een raming voor het jaartotaal. Daartoe bekijken we de raming per vervoerwijze-motiefcombinatie. We vergelijken deze raming met de gekalibreerde vervoersprestatie voor de vervoerwijze-motiefcombinatie in het basisjaar. Dat levert vervoerwijze-motief specifieke groeifactoren op. Deze groeifactoren passen we vervolgens toe op ODin jaartotalen voor de vervoersprestaties van 2018.

Voor de berekeningen met het LMS hebben we samengewerkt met Rijkswaterstaat en ProRail in een begeleidingsgroep. Het uitvoerende werk is gedaan door 4Cast, zie 4Cast (2024).

2.3 Methodiek toekomstraming wegverkeer

Het weggebruik is voor 2029 zoals hierboven beschreven geraamd met het LMS. Die raming is aangevuld met een korte termijn raming voor 2024 en 2025 met een error-correctie model (ECM). Hieronder gaan we in op dit model.

2024 en 2025

De T+1 (2025) van de verkeersprestatie van het totale wegverkeer en het wegverkeer op het hoofdwegennet maakt het KiM met behulp van een error-correctie model (ECM). Een ECM is een statistische methode om langetermijn-relaties tussen twee of meer variabelen te schatten op basis van tijdreeksdata⁴. Een ECM bestaat uit een korte en langetermijn vergelijking, die hier apart worden geschat. De redenering van een ECM is dat afwijkingen van de langetermijn-trend de korte termijn-dynamiek op zo'n manier beïnvloeden dat de afwijking met de langetermijn-trend kleiner wordt.⁵ Dit leidt tot betere modelschattingen dan een normaal lineair regressiemodel.

⁴ Zie voor meer informatie over ECM, bijvoorbeeld *Wooldridge (2013)*

⁵ Het idee achter een ECM is dat variabelen gecointegreerd zijn, wat betekent dat ze dezelfde lange termijn trend hebben. Om te kijken of de variabelen inderdaad gecointegreerd zijn en een ECM mag worden toegepast, moeten statistische tests worden uitgevoerd. Hier is de Augmented Dickey-Fuller test gebruikt om de

De uitkomsten van een ECM leiden tot korte- en langetermijn-coëfficiënten. Het is te verwachten dat, bijvoorbeeld, een groeiende wegcapaciteit en stijgende brandstofprijzen een ander effect hebben op de verkeersprestatie op de korte dan op de langetermijn. Op de langere termijn kunnen mensen hun woon- en werklocaties aanpassen op basis van de beschikbare capaciteit op het HWN. Op de korte termijn liggen deze locaties vast. Ook kunnen zij op de langetermijn maatregelen nemen tegen stijgende brandstofprijzen, zoals het aanschaffen van een efficiëntere auto.

Formules en variabelen verkeersprestatie wegverkeer

De α in de vergelijkingen weerspiegelen de korte termijn-coëfficiënten, terwijl β de langetermijn-coëfficiënten aangeven. γ is de aanpassingsparameter, die aangeeft hoe snel de verkeersprestatie zich weer herstelt naar het langetermijn-evenwicht. In de vergelijking staat het langetermijn-deel tussen de vierkante haken. Het kortetermijn-deel is de rest van de vergelijking.

Het model is gebaseerd op de volgende variabelen:

- het bruto binnenlands product (bbp);
- de reële brandstofprijs (brn);
- het aantal inwoners tussen de 20 en 65 jaar (inw);
- de capaciteit van hoofdwegen (cap);
- de variant op de Oxford Stringency-index (String)
- het schok-effect van COVID-19 (Schok)
- het structurele effect van COVID-19 (Struc)

Vergelijking 1 geeft de groei van de verkeersprestatie voor het totale wegverkeer weer, terwijl vergelijking 2 de groei in de verkeersprestatie weergeeft van het hoofdwegennet.

Verkeersprestatie van het totale wegverkeer op Nederlands grondgebied (WV) en van het personenverkeer op het Nederlands grondgebied (PV):

$$\Delta \ln(WV_t) = \alpha \Delta \ln(BBP_t) + \alpha \Delta \ln(brn_t) + \alpha \Delta \ln(inw_t) + \alpha \Delta String_t + \alpha \Delta Schok_t + \alpha \Delta Struc_t + \gamma_1 [\ln(WV_{t-1}) - C_1 - \beta \ln(BBP_{t-1}) - \beta \ln(brn_{t-1}) - \beta \ln(inw_{t-1}) - \beta \ln(cap_{t-1}) - \beta DStr_{t-1} - \beta DSchok_{t-1} - \beta DStruc_{t-1}]$$

(1)

Verkeersprestatie op het hoofdwegennet (HWN):

$$\Delta \ln(HWN_t) = \alpha \Delta \ln(BBP_t) + \alpha \Delta \ln(brn_t) + \alpha \Delta \ln(inw_t) + \alpha \Delta Str_t + \alpha \Delta Str_t + \alpha \Delta Str_t + \gamma_2 [\ln(HWN_{t-1}) - C_2 - \beta \ln(BBP_{t-1}) - \beta \ln(brn_{t-1}) - \beta \ln(inw_{t-1}) - \beta \ln(cap_{t-1}) - \beta Str_{t-1} - \beta DSchok_{t-1} - \beta DStruc_{t-1}]$$

(2)

waarbij:

- WV_t verkeersprestatie van het totale wegverkeer op Nederlands grondgebied op tijdstip t in miljoen voertuigkm;
- α_i de korte termijn elasticiteit van variabele i ;
- BBP_t bruto binnenlands product in constante prijzen op tijdstip t , uitgedrukt in een indexcijfer waarbij de waarde van het jaar 2000 gelijk wordt verondersteld aan 100;
- brn_t de gemiddelde brandstofprijs op tijdstip t uitgedrukt in constante prijzen (in €_{2005/l});
- inw_t het aantal inwoners in Nederland van 20 tot 65 jaar op tijdstip t in miljoen;

integratie-orde van de variabelen en residuen te bepalen. Daarbij is ook een negatieve en significante aanpassingsparameter γ een indicatie voor een goede ECM.

- Str_t de variant op de Oxford Stringency Index, waarbij publieke informatiecampagnes en internationale reisrestricties niet meetellen;
- $Schok_t$ Het schok-effect van de coronapandemie;
- $Struc_t$ Het structurele effect van de coronapandemie;
- γ_n de aanpassingsparameter naar het langetermijn evenwicht voor vergelijking n;
- C_n constante voor vergelijking n;
- β_i de langetermijn elasticiteit voor variabele i;
- cap_{t-1} het aanbod van hoofdwegen in miljoen rijstrookkm op tijdstip t-1; waarbij de spits- en doelgroepstroken mee tellen voor 2/3 ;
- HWN_t verkeersprestatie op het hoofdwegennet op tijdstip t in miljoen voertuigkm.

Herschating modelcoëfficiënten op gegevens tussen 1990 en 2023

Onderstaand worden de modelcoëfficiënten van het ECM gepresenteerd, met daarbij de bijbehorende standaardfouten en p-waardes.

Verkeersprestatie van het totale wegverkeer op NL grondgebied (WV):

Tabel B.2.3 Coëfficiënten vergelijking WV: Wegverkeer op Nederlands grondgebied, geschat met waarnemingen van 1990-2023

		coëfficiënt	standaardfout	T-waarde
bbp	α	0.350	0.100	3.49
brn	α	-0.00273	0.0323	-0.08
inw	α	1.08	0.44	2.42
Str	α	-0.0044	0.0045	-0.99
Schok	α	-0.0412	0.0218	-1.89
Struc	α	-0.0767	0.0233	-3.28
aanpassingsparameter	γ	-0.696	0.183	-3.67
intercept	C	7.30	1.02	7.14
bbp	β	0.508	0.0716	7.10
brn	β	-0.0297	0.0299	-0.99
inw	β	0.536	0.311	1.72
cap	β	0.101	0.087	1.14
Str	β	-0.00437	0.00664	-0.659
Schok	β	-0.0353	0.0314	-1.12
Struc	β	-0.0789	0.0125	-6.29

Verkeersprestatie van het personenverkeer op NL grondgebied:

Tabel B.2.4 Coëfficiënten vergelijking WV: Wegverkeer op Nederlands grondgebied, geschat met waarnemingen van 1990-2023

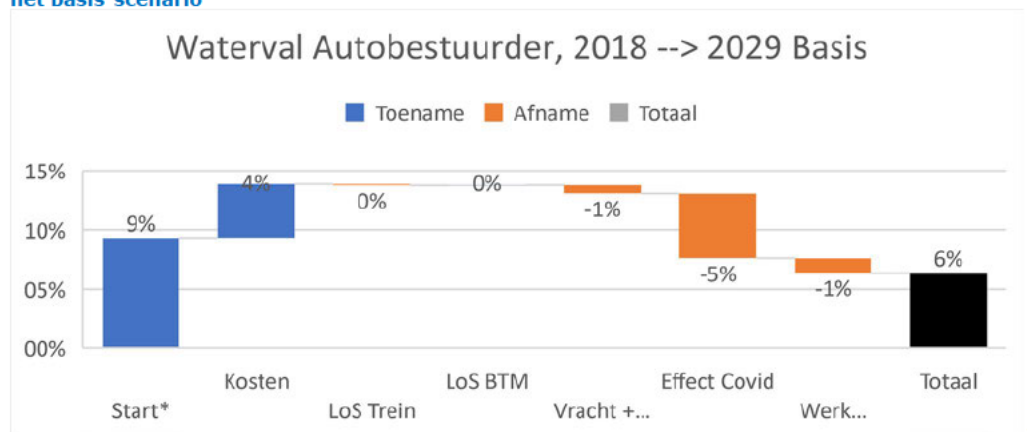
		coëfficiënt	standaardfout	T-waarde
bbp	α	0.326	0.104	3.14
brn	α	-0.0056	0.034	-0.16
inw	α	0.46	0.467	0.976
Str	α	-0.011	0.004	-2.30
Schok	α	-0.0565	0.0234	-2.41
Struc	α	-0.070	0.025	-2.803
aanpassingsparameter	γ	-0.750	0.202	-3.706
intercept	C	6.84	0.996	6.86
bbp	β	0.404	0.0697	5.80
brn	β	-0.0289	0.0291	-0.99
inw	β	0.0673	0.303	0.22
cap	β	0.289	0.085	3.38
Str	β	-0.0104	0.00646	-1.63
Schok	β	-0.0584	0.0306	-1.90
Struc	β	-0.0720	0.0121	-5.91

*Verkeersprestatie op het hoofdwegennet (HWN):***Tabel B.2.5 Coëfficiënten vergelijking HWN: Wegverkeer op het hoofdwegennet, geschat met waarnemingen van 1990-2023**

		coëfficiënt	standaardfout	T-waarde
bbp	α	0.861	0.102	8.47
brn	α	-0.0664	0.032	-2.04
inw	α	0.262	0.467	0.562
Str	α	-0.00932	0.00497	-1.87
Schok	α	0.00345	0.024	0.143
Struc	α	-0.130	0.026	-4.98
aanpassingsparameter	γ	-0.679	0.213	-3.17
intercept	C	3.25	0.922	3.52
bbp	β	0.818	0.0645	12.7
brn	β	-0.0532	0.0270	-1.97
inw	β	0.152	0.281	0.543
cap	β	0.401	0.0789	5.09
Str	β	-0.0106	0.00598	-1.78
Struc	β	0.00444	0.0283	0.157
Schok	β	-0.134	0.0113	-11.9

De determinanten van de ontwikkeling van het autogebruik tussen 2018 en 2029: een watervalanalyse

Onderstaande figuur (figuur B.2.6) laat zien dat de verwachte groei van het autogebruik in de periode 2018-2029 voor een belangrijk deel op het conto van sociaal-economische ontwikkelingen komt. De level-of-service (LoS; de kwaliteit van de dienstregeling) van het openbaar vervoer doet vrij weinig. Wel telt mee dat het autogebruik in reële termen steeds goedkoper wordt, wat bijdraagt aan de groei. Daar staat tegenover dat door het structurele effect van de coronapandemie op thuiswerken het autogebruik in de toekomst naar verwachting afneemt. Ten slotte geeft het werkdag-weekend geeft aan dat er ten opzichte van het basisjaar een verschuiving plaatsvindt van of naar het weekend. In dit geval is er een kleine verschuiving naar de werkdag.

Figuur B.2.6 Watervalanalyse van de prognose van de afgelegde afstand als autobestuurder in het basis-scenario

*Dit omvat onder meer demografie, inkomen, autonetwerk, e-bikebezit

2.4 Methodiek toekomstraming trein en bus, tram en metro

De raming voor het openbaar vervoer maakt onderscheid tussen treingebruik en het gebruik van bus, tram en metro (btm). We maken een raming voor 2024, 2025 en

2029. We onderscheiden bovendien drie scenario's, te weten, het basis-scenario aangevuld met een "meer" scenario en een "minder" scenario.

Het instrumentarium dat we daarvoor gebruiken verschilt voor de drie ramingshorizonnen. Voor de raming voor het lopende jaar (jaar T, 2024) maken we gebruik van een extrapolatie op basis van realisaties tot en met augustus. Voor de middellangetermijn (jaar T+5, 2029) maken we gebruik van het LMS. Voor de raming voor het komende jaar (jaar T+1, 2025) maken we gebruik van het KiM modelinstrument om een interpolatie tussen het lopende jaar en de middellangetermijn te maken.

Dit gebruik van verschillende modellen voor verschillende tijdshorizonnen lijkt wat arbitrair. Dat is het niet. In de eerste plaats verschilt de beschikbare informatie voor de verschillende tijdshorizonnen. We weten over het lopende jaar al heel veel. Over de toekomstjaren is die informatie niet beschikbaar. Verder verschilt de mate waarin gedrag verandert tussen de korte en de langetermijn. Op korte termijn kun je wel een andere route of vervoerwijze kiezen tussen je woon en werklocatie, maar je gaat niet van baan veranderen of verhuizen. En als die auto er eenmaal staat, gebruik je hem. Op de wat langere termijn zijn er meer keuzes.

De verschillende ramingsmethoden liggen daarmee in een natuurlijke verhouding tot elkaar en in elkaars verlengde. Hieronder leggen we de verschillende stappen uit en hoe we ze dit jaar implementeerden om tot een raming te komen.

2029

De raming voor het openbaar vervoergebruik in 2029 is gemaakt met het LMS. Het LMS raamt de vervoersprestatie in reizigerskilometers voor een gemiddelde werkdag in 2029 uitgaande van het LMS basisjaar 2018 voor zowel trein als btm. Dit levert een groeifactor op, maar die kunnen we nog niet zonder meer toepassen op de vervoersprestatie 2018 omdat er eerst nog een vertaalslag moet worden gemaakt van gemiddelde werkdag naar jaartotaal.

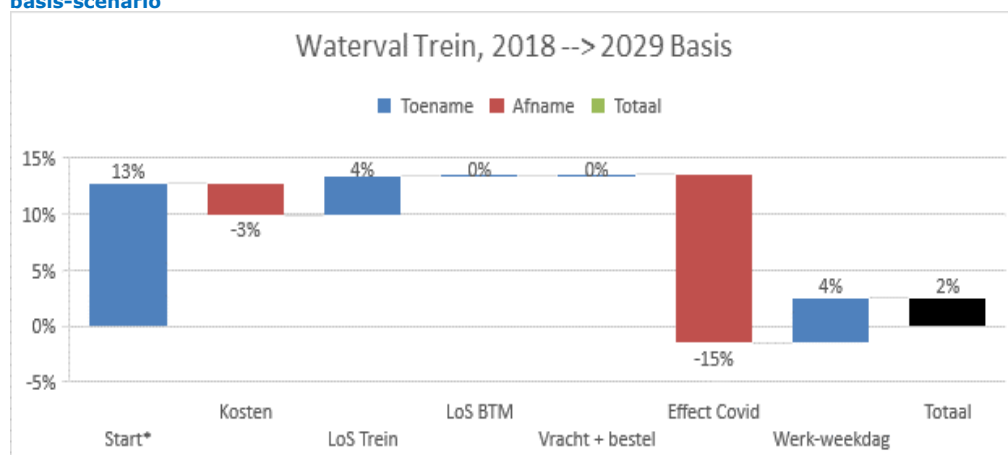
Daarvoor splitsen we het ov-gebruik naar motief en zijn de groeifactoren van LMS per motief toegepast op ODin jaartotalen voor de vervoersprestaties van 2018:

Tabel B.2.6 Vervoersprestatie trein en BTM in 2028

Vervoersprestatie 2029 in reizigerskm, 2018=100	LMS werkdag	Jaartotaal
Trein	98,4	102,5
BTM	93,5	98,0

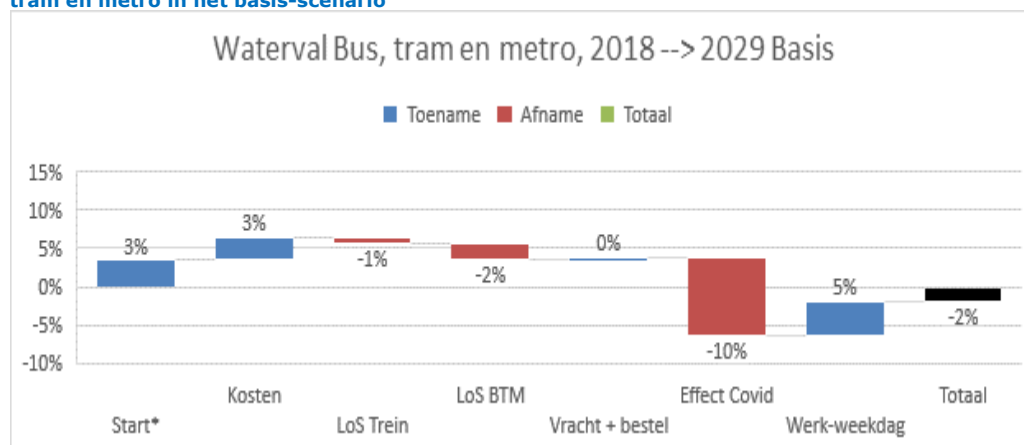
De determinanten van de ontwikkeling van het openbaar-vervoergebruik tussen 2018 en 2029: een watervalanalyse

In onderstaande figuur wordt duidelijk gemaakt welke factoren aan het basisbeeld bijdragen voor het treingebruik in de periode 2018-2029. Daaruit komt naar voren dat sociaaleconomische factoren een belangrijke bron van groei zijn voor het treingebruik. Ook een verbetering van het treinproduct (de level-of-service – LoS) helpt naar verwachting. Het goedkoper worden van alternatieven zoals de auto en bus, tram en metro hebben waarschijnlijk een nadelig effect. Maar dat valt allemaal in het niet bij de verwachte effecten van thuiswerken ("effect covid"). We verwachten dat er wat meer gebruik wordt gemaakt van de trein in het weekend in vergelijking met 2018.

Figuur B.2.7 Watervalanalyse van de prognose van het aantal reizigerskilometers per trein in het basis-scenario

* Dit omvat onder meer demografie, inkomen, autonetwerk, e-bikebezit

Onderstaande figuur maakt inzichtelijk welke factoren aan het basisbeeld bijdragen voor het btm-gebruik. We zien dat de reële ticketprijsverlaging bijdraagt. Maar daar staat een verslechtering van de kwaliteit (level-of-service – LoS BTM) tegenover. Net als bij de trein vallen alle verklarende factoren vrijwel in het niet bij de factor thuiswerken. Wel verwachten wel dat er behoorlijk meer gebruik van de bus, tram en metro wordt gemaakt in het weekend in vergelijking met 2018.

Figuur B.2.8 Watervalanalyse van de prognose van de afgelegde afstand door reizigers in bus, tram en metro in het basis-scenario

* Dit omvat onder meer demografie, inkomen, autonetwerk, e-bikebezit

2024

De raming van het ov-gebruik in 2024 is gebaseerd op een extrapolatie van de beschikbare gegevens over de afgelegde reizigerskilometers in het lopende ten opzichte van 2023,

Daarbij worden verschillende bronnen gebruikt. Dat betreft in de eerste plaats het aantal instappers in het ov ([Translink](#)). Tot en met september is het aantal instappers 9,4% hoger dan in dezelfde periode in 2023. Er is echter sprake van een vertekening door de invoering van OVPay als betaalsysteem. Dit betekent dat een groter deel van de reizigers daadwerkelijk door de instappers van Translink wordt geregistreerd dan in eerdere jaren. Op basis van een statistische procedure schatten

dat het aantal instappers 6,4% groeit ten opzichte van 2023 op een vergelijkbare basis.⁶

Daarnaast maken we gebruik van de eigen inschattingen van vervoerders die met het KiM gedeeld zijn. Daaruit komt naar voren dat de groei van het regionaal openbaar vervoer in 2024 op 7% lijkt uit te komen, maar er zijn grote verschillen tussen regio's. De groei van het reizigersvervoer op het hoofdrailnet lijkt uit te komen op circa 4,5%.

De verschillende schattingen lopen uiteen, maar ook binnen een beperkte bandbreedte. We hanteren een groei van 4,5% voor het spoorvervoer en een schatting van 7% voor het btm.

2025

Voor de raming voor 2025 gebruiken we een KiM elasticiteiten model om te bepalen hoe de groei tussen 2024 en 2029 zich vertaalt in de groei voor 2025. Dit model houdt rekening met de ontwikkeling van de bevolking met een elasticiteit van 1,4 (trein, voor btm is het 2,15), het aantal studenten (0,3), de werkzame beroepsbevolking (0,1), inkomen (0,7), treintarief (trein = -0,6; btm = 0,0), btm-tarief (trein = 0,0; btm = -0,4), kwaliteit trein (trein = 0,35; btm = 0). De zo geraamde groei wordt geschaald om te passen tussen 2024 en 2029. Daarvoor maken we met het elasticiteitenmodel ook een raming voor 2029 en vergelijken deze met de LMS-raming. Het verschil wordt naar rato verwerkt in de raming voor 2025. Bijvoorbeeld: als de LMS raming 2029 5% hoger is dan de raming met het KiM-model, wordt de groeiraming van het KiM-model voor 2025 ten opzichte van 2024 met 1%-punt naar boven bijgesteld.

2.5 Methodiek toekomstraming fietsgebruik

Het gebruik van de fiets is voor 2029 geraamd met het LMS. Daarbij is alleen gebruik gemaakt van de groeivoet van LMS. Die groeivoet is gebruikt om de raming 2024 te vertalen naar 2029. Voor 2025 is gebruik gemaakt van het KiM model, ook op basis van een groeivoet ten opzichte van 2024. Voor het aandeel elektrische fiets in de totalen is steeds gebruik gemaakt van het KiM Model. Hieronder gaan we eerst in op de raming voor 2024. Daarna gaan we in op het KiM-model wat zoals hierboven beschreven als aanvulling op LMS is gebruikt.

Raming fietsgebruik 2024

Voor de raming van het fietsgebruik in 2024 maken we gebruik van monitordata voor de eerste 38 weken van 2024 (bron: data uit het Nederlands Verplaatsingspanel bewerkt door het DME-team van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat).

KiM model raming fietsgebruik

De KiM raming van het toekomstige gebruik van de fiets is gemaakt met behulp van twee soorten tijdreeksmodellen. 1) Exponential smoothing, met de ETS-functie van R-pakket fable (Hyndman & Athanasopoulos, 2021) en 2) Multivariate Singular Spectrum Analysis (MSSA) met de mssa-functie van het R-pakket Rssa (Golyandina & Korobeynikov, 2014).

Van de ETS-functie zijn de twee eenvoudigste modelvarianten gebruikt, het lokaal-niveau model en het lokaal-trend model. Het lokaal-niveau model volgt het gemiddelde niveau van een tijdreeks. Het model heeft één modelparameter α , die gerelateerd is aan de veranderlijkheid van het tijdreeksniveau. Met $\alpha = 0$ wordt aangenomen dat het niveau constant is: het model voorspelt op het niveau van het gemiddelde van alle waarnemingen. Met $\alpha = 1$ volgt het model alleen de laatste

⁶ Er zijn drie redenen voor het gebruik van OVPay: (1) voormalig OV-chip gebruikers, (2) voormalig niet geregistreerde gebruikers zoals papieren kaartjes gebruikers en (3) nieuwe gebruikers. De vertekening komt door categorie (2). Categorie (1) is substitutie en die wordt geregistreerd en categorie (3) is daadwerkelijke groei, wellicht mede ingegeven door betaalgemak. We hebben geen informatie wie de OVPay gebruikers zijn. Zonder nadere informatie schatten we groep (2) in op een derde van de OVPay gebruikers.

waarneming. Dit model is geschikt voor voorspelling van bij benadering vlakke verlopen (met relatief lage α -waarden) en het voorspelt een vlak verloop. Het lokaal-trend model volgt het trendmatig verloop van een tijdreeks. Naast de α -parameter voor het niveau is er ook een β -parameter die de helling van de trend schat. Een constant model ($\alpha = 0$ en $\beta = 0$) is equivalent aan lineaire regressie. De modellen zijn univariaat; voor elke tijdreeks wordt afzonderlijk een voorspelling gemaakt.

MSSA is een multivariate techniek, die vooral geschikt is voor meerdere tijdreeksen met gemeenschappelijke niet-lineaire patronen. De methode reconstrueert de tijdreeks als de som van interpreteerbare componenten zoals niet-lineaire trends, periodieke componenten en ruis, zonder a priori aannames te doen over de parametrische vorm van deze componenten. De modelparameters die de voorspelnauwkeurigheid bepalen zijn: de window-length en het aantal componenten. De window length L bepaalt de resolutie van de methode. De voorspelling bestaat uit de som van de voorspellingen van de meest relevante componenten en is niet-lineair van aard.

De modelparameters van beide modeltypes zijn bepaald met de hieronder beschreven tijdreekskruisvalidatiemethodiek, gericht op een zo nauwkeurig mogelijke voorspelling van 6 jaar vooruit.

We modelleren de afstand per persoon per jaar van elke combinatie van leeftijd, geslacht en motiefdomein in het verleden en extrapoleren de trend voor de komende 6 jaar. De Nederlandse bevolking van 6 jaar en ouder wordt later gebruikt om de totale fietsafstand te berekenen. De afstand per persoon per jaar van elk domein komt van het CBS-trendmodel op basis van het ODIN-niveau in de jaren 1999 tot 2023. Gegevens over de bevolkingsontwikkeling (historisch en voorspeld) komen van het CBS⁷. In totaal hebben we ongeveer 100⁸ uitgesplitste niveau-domeinen, die afkomstig zijn uit 10 leeftijdsgroepen, 2 geslachtsgroepen en 5 motiefgroepen.

- 5 motief: woon-werk, winkelen, onderwijs, vrijetijd en overig.
- 2 geslacht : mannen, vrouwen
- 10 leeftijdsgroep: 6-11, 12-17, 18-24, 25-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-64, 65-69, en 70+ jaar.

Een bepaalde combinatie van geslacht, leeftijdsgroep en motiefklasse wordt in het vervolg met de term "domein" aangeduid.

We modelleren om de volgende redenen op domeinniveau. Ten eerste bewijzen literatuur en onze tijdreekskruisvalidatie dat modellering op domeinniveau optimale resultaten op totaal niveau kan bereiken (Hyndman, Ahmed, Athanasopoulos, & Shang, 2011). Ten tweede is voorspelling op uitgesplitst niveau ook relevant voor het aandeel van de e-fiets modellering, dat voor alle domeinen wordt gedaan. De uitgesplitste modelresultaten zijn nodig om het aandeel van de e-fiets op hoger aggregatieniveaus te berekenen. Ten derde biedt het modelleren op uitgesplitste niveaus ons een manier om de voorspelling van de fietsafstand op elk gewenst hoger aggregatieniveau te berekenen.

Bij de tijdreekskruisvalidatie worden naar het totaalniveau geaggregeerde voorspellingen gebruikt om het model met de laagste voorspelfout (Root Mean Square Error, RMSE) te bepalen. In deze kruisvalidatieprocedure maken we een reeks testsets en trainingssets. Elke testset bestaat uit een enkele observatie, dat is 6 jaar vooruit ten opzichte van het laatste jaar van de trainingsset. De overeenkomstige trainingsset bestaat dus alleen uit observaties die 6 jaar vóór die observatie plaatsvonden. In totaal hebben we 6 trainingsets gebruikt, met eindjaren van 2010 tot 2015. De 6 met deze trainingsets overeenkomstige voorspellingen worden gebruikt bij de kruisvalidatie. De voorspelfout voor een bepaald jaar is het

⁷ CBS (2021).

⁸ In totaal minder dan 100 domeinen, omdat sommige domeinen geen gegevens hebben, daarom worden uitgesloten. Domein Leeftijd 6-11 heeft bijvoorbeeld geen werkcreizen

verschil tussen waarneming en de voorspelling. De kruisvalidatie-RMSE wordt berekend op basis van de voorspelfouten van deze 6 voorspellingen.

Het belangrijkste doel is om op het hoogste aggregatieniveau een optimale voorspelling te doen met behulp van kruisvalidatie. Omdat de dynamiek van de tijd verlopen van de afstand per persoon per jaar tussen de leeftijdsgroepen significant verschilt is ervoor gekozen om de kruisvalidatie op het niveau van leeftijdsgroepsaggregaten toe te passen, in plaats van op totaalniveau.

De door kruisvalidatie op het niveau van leeftijdsgroep-aggregaten geselecteerde modellen worden weergegeven in tabel B.2.7. De voorspelling voor elk domein (combinatie van geslacht en motief) binnen een leeftijdsgroep is dus met hetzelfde model gemaakt⁹. Voor de domeinen binnen de leeftijdsgroepen van 40 tot 64 jaar zijn de MSSA-modeluitkomsten geselecteerd, omdat deze leeftijdsgroepen een meer niet-lineaire ontwikkeling van de fietsafstand per persoon per jaar groei hebben dan andere leeftijdsgroepen. Andere leeftijdsgroepen hebben min of meer een lokale lineaire groei en een lokaal trendkarakter die beter met ETS-modellen wordt voorspeld.

Tabel B.2.7 De resultaten van de geselecteerde modellen

LEEFTIJDskLASSE (KLEEFt)	model voor elk uitgesplitst niveau
Totaal	Geaggregeerd van elke leeftijdsgroep
6-11	ETS lokaal-niveau model, $\alpha=0,6$
12-17	ETS lokaal-trend model, $\alpha=0,1$, $\beta=0,1$
18-24	ETS lokaal-niveau $\alpha=0,9$
25-29	ETS lokaal-trend model $\alpha=0,5$ and $\beta=0,01$
30-39	ETS lokaal-niveau $\alpha=0,4$
40-49	MSSA with window-length 3 and 2 componenten
50-59	MSSA with window-length 3 and three componenten
60-64	MSSA with window-length 9 and 4 componenten.
65-69	ETS-optie in combinatie met interne kruisvalidatie*
70+	ETS-optie in combinatie met interne kruisvalidatie*

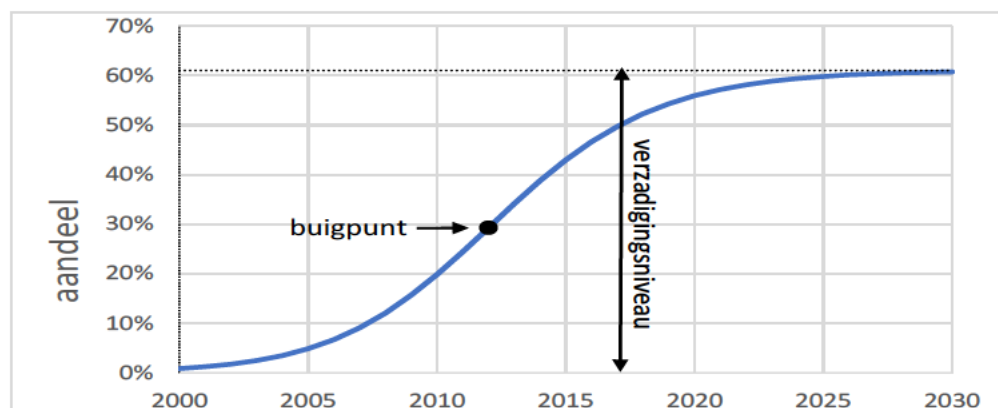
*Dit is een ETS-optie met interne kruisvalidatie uitgaande van lokaal-niveau en lokaal-trendmodel.

Modellerings aandeel E-fiets

De toekomststraming voor het totale fietsgebruik is vervolgens opgesplitst in de afgelegde afstand met de gewone fiets en met de e-fiets. Om dit te doen, hebben we de ontwikkeling van het aandeel e-fiets in de totale afgelegde afstand op de fiets geschat. Deze schatting is gebaseerd op het CBS-trendmodel waarbij het verloop van de E-fietsaandelen voor alle domeinen wordt beschreven met Richards groeikrommen met vier parameters (zie figuur B.2.9). De voorspelling voor de toekomstige e-fietsaandelen is een extrapolatie van het geschatte aandeel van de e-fiets uit dit model.

⁹ Als per domein het model +met de laagste kruisvalidatie-RMSE (voor dat domein) zou worden gekozen, dan leidt dat tot significant hogere waarden van de kruisvalidatie-RMSE bij aggregatie tot totaalniveau of tot het niveau van leeftijdsgroepen, dan selectie van één model (toe te passen op alle domeinen) of de, uiteindelijk gekozen, selectie van één model per leeftijdsgroep (toe te passen op alle combinaties van geslacht en motief binnen die leeftijdsklasse).

Figuur B.2.9 Voorbeeld van de geünificeerde Richards groeikromme



2.6 Methodiek toekomstraming luchtvaart

Voor luchtvaart ramen we het aantal aankomende en vertrekkende passagiers op Nederlandse luchthavens. Daarbij maken we onderscheid tussen het aantal passagiers op Schiphol en dat op regionale luchthavens (Rotterdam-Den Haag, Eindhoven, Maastricht-Aken, Groningen). We maken een raming voor 2024, 2025 en 2029.

2024

De raming voor 2024 baseren we op gerealiseerde passagiersaantallen tot en met september en een extrapolatie daarvan voor de laatste drie maanden van 2024. Daarbij vergelijken we het maandpatroon in 2024 met dat van 2023 en van 2019 om zo een relevante inschatting te maken voor het lopende jaar en van daaruit een extrapolatie voor de resterende maanden van 2024 te maken.

2025 en 2029

De raming voor 2025 en 2029 maakt gebruik van een raming die gemaakt is met het luchtvaartmodel AEOLUS ten behoeve van de Klimaat- en energieverkenning van 2024 (PBL, 2024) van het Planbureau voor de Leefomgeving. De achtergronden bij deze raming zijn te vinden in Significance (2024). We passen de geraamde groeivoet van de AEOLUS raming toe op de raming voor 2024.

2.7 Methodiek toekomstraming goederenvervoer

- De verwachtingen voor het goederenvervoer voor het lopende jaar 2024 baseren we op de gegevens die begin oktober 2024 beschikbaar waren, van onder andere:
 - CBS: het dashboard van snelle indicatoren goederenvervoer en de kwartaal- en maandstatistieken van binnenvaart, spoor, zee- en luchtvracht (CBS, 2024). Het CBS heeft in het voorjaar van 2020 een dashboard met snelle indicatoren goederenvervoer opgesteld, die wekelijks geactualiseerd worden. Daardoor is goed inzicht te krijgen in de ontwikkeling van de vervoersbewegingen, het overgeslagen en vervoerde gewicht en de vervoersprestatie van de verschillende vervoerwijzen, op weekbasis in vergelijking met 2019;
 - Maandelijkse verkeer- en vervoercijfers van luchthaven Schiphol (CBS, 2024);
 - De maandelijkse Mautstatistiek van het Bundesanstalt Güterverkehr (BAG, 2024).
- We baseren de verwachting voor het goederenvervoer in de jaren 2025-2029 op de groei die het model BasGoed raamt (RWS, 2023). Deze groeiverwachtingen

zijn toegepast op de verwachting voor 2024 per vervoerwijze en vervoerstroombaan (binnenlands vervoer, internationale afvoer, internationale aanvoer en doorvoer zonder overlading).

2.8 Referenties

- 4Cast Bv (2024). *Middellange Termijn Prognoses Mobiliteit 2029, Doorrekeningen met het LMS*.
- BAG (2024). *Mautstatistiek van het Bundesanstalt Güterverkehr*. [Mautstatistik - Bundesamt für Logistik und Mobilität](#).
- Boonstra, H. J., & Van den Brakel, J. (2023). *Modelling mobility trends - update including 2022 ODIN data and Covid effects*. Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS).
- CBS (2023). *Prognose bevolking; kerncijfers, 2023-2070*. Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek. Geraadpleegd via <https://opendata.cbs.nl/statline>.
- CBS (2024). *Snelle indicatoren goederenvervoer*. [Snelle indicatoren Goederenvervoer \(cbs.nl\)](#).
- CPB (2024). *Concept Macro Economische Verkenning (cMEV) 2025*. Den Haag: Centraal Planbureau.
- Golyandina, N., & Korobeynikov, A. (2014). Basic Singular Spectrum Analysis and forecasting with R. *Computational Statistics & Data Analysis*, 934-954.
- Hale, T., Webster, S., Petherick, A., Phillips, T. & Kira, B. (2020). *Oxford COVID-19 Government Response Tracker*, Blavatnik School of Government.
- Hupkes, G. (1977). *Gasgeven of Afremmen: Toekomstscenario's Voor Ons Vervoerssysteem*. Kluwer, ISBN 9026705468.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting: Principles and Practice*, 3rd edition.
- IenW/VRO (2024). [MIRT Overzicht 2025](#). Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening.
- IenW (2022a). *Beleidsuitgangspunten referentiesprognoses 2022 Weg, OV en Spoor en Scheepvaart*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Op te vragen bij het Steunpunt Verkeersprognoses.
- Jong, G. de, Pieters, M., Miller, S., Daly, A., Plasmeijer, R., Graafland, I., Lierens, A., Baak, J., Walker, W. & Kroes, E. (2005). *Uncertainty in traffic forecasts: literature review and new results for the Netherlands*. Gemaakt in opdracht van AVV Transport Research Centre door RAND Europe.
- Ministerie OCW (2024). [Referentieraming OCW 2024](#). Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen (OCW).
- PBL (2024). *Klimaat- en Energieverkenning 2024*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Ritsema van Eck, J., Hilbers, H. & Blomjous, B. (2020). *Actualisatie invoer mobiliteitsmodellen 2020*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).
- RWS (2023). *Middellange termijn prognoses voor het goederenvervoer, opgesteld in 2023*. Rijkswaterstaat Informatief.
- Significance (2024). *AEOLUS doorrekening KEV 2024*. Den Haag: Significance.
- Translink (2024). *Aantal in- en uitstappers in het ov*. [Library \(translink.nl\)](#).
- Wooldridge, J.M. (2013). *Chapter 18 Advanced Time Series Topics. Introductory Econometrics: a modern approach*.

Colofon

Dit is een uitgave van het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM),
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

November 2024

Projectcoördinatie

[Redacted]

Redactie

[Redacted]

Auteurs per thema

[Redacted] (Hoofdstuk 2
Personenmobiliteit)

[Redacted] (Hoofdstuk 3 Goederenvervoer)

[Redacted] (Hoofdstuk 4 Bereikbaarheid)

[Redacted] (Hoofdstuk 5 Veiligheid en Leefomgeving)

[Redacted] (Hoofdstuk 6 Toekomstbeeld)

Projectnummer: MB2401

Vormgeving en opmaak: KiM

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)
Bezuidenhoutseweg 20
2594 AV Den Haag

Postbus 20901

2500 EX Den Haag

Telefoon : 070 456 1965

Website : www.kimnet.nl

E-mail : info@kimnet.nl

Publicaties van het KiM zijn als PDF te downloaden van onze website www.kimnet.nl
of aan te vragen bij het KiM (via info@kimnet.nl). U kunt natuurlijk ook altijd
contact opnemen met één van onze medewerkers.

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van
bronvermelding: KiM (2024). *Bijlagen bij Kerncijfers Mobiliteit 2024*. Den Haag:
Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM).