

Leeswijzer

Om het jaar brengt het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) het Mobiliteitsbeeld uit met de stand van zaken van de mobiliteit in Nederland. Het Mobiliteitsbeeld laat zien hoe het autoverkeer groeit. Hoe het gebruik van het openbaar vervoer en de luchtvaart zich ontwikkelt. Of mensen meer zijn gaan lopen of fietsen. Of men meer of minder last heeft van files en verkeersdrukke. Welke ontwikkelingen er spelen in het goederenvervoer.

Het Mobiliteitsbeeld geeft zowel een zo actueel mogelijk beeld van alle vervoerwijzen, als een schets van de ontwikkeling in de afgelopen tien jaar (in dit Mobiliteitsbeeld de periode 2010-2018). Het KiM verklaart de ontwikkelingen in die periode ook zoveel mogelijk.

Het Mobiliteitsbeeld 2019 is opgedeeld in een aantal thema's: personenvervoer, goederenvervoer, bereikbaarheid, verkeersveiligheid, emissies en maatschappelijk belang. Hiernaast onderscheiden we de thema's 'kernegegevens mobiliteit', met een tabel met belangrijke gegevens over de mobiliteit in Nederland, en 'data en methodieken', over het gebruik van gegevens en berekeningsmethoden die het KiM toepast.

Een aanvullend thema is het Toekomstbeeld 2019-2024. Dit beschrijft de voor de mobiliteit verwachte ontwikkelingen in deze periode. Uiteraard zullen die ontwikkelingen ook impact hebben op de emissies door verkeer in Nederland. Vanaf 2019 publiceert het Planbureau voor de Leefomgeving elk jaar de Klimaat- en Energieverkenning (KEV). Dat rapport geeft inzicht in de verwachte ontwikkeling van de totale CO₂-uitstoot in Nederland.

Inhoudsopgave

Leeswijzer	1
1 Personenvervoer	7
1.1 Algemeen.....	7
1.2 Auto	10
1.3 Fiets en e-fiets	15
1.4 Lopen	22
1.5 Trein.....	25
1.6 Bus, tram, metro.....	27
1.7 Luchtvaart.....	29
1.8 Multimodaal personenvervoer.....	32
1.9 Mobiliteit van stedelingen.....	39
Bronnen hoofdstuk 1.....	44
2 Goederenvervoer.....	46
2.1 Algemeen beeld goederenvervoer.....	47
2.2 Verdeling over vervoerwijzen.....	51
2.3 Wegvervoer	56
2.4 Binnenvaart	59
2.5 Spoorvervoer	60
2.6 Pijpleidingvervoer	61
2.7 Zeehavens.....	62
2.8 Luchthavens.....	66
Bronnen hoofdstuk 2.....	70
3 Bereikbaarheid	71
3.1 Bereikbaarheid op het hoofdwegennet	72
3.2 Maatschappelijke kosten files en vertragingen.....	83
3.3 Maatschappelijke kosten van verstoringen op het spoor	84
3.4 Andere bereikbaarheidsindicatoren.....	87
Bronnen hoofdstuk 3.....	93
4 Verkeersveiligheid	94
4.1 Ontwikkeling aantal verkeersdoden.....	95
4.2 Ontwikkeling risico	96
4.3 Verkeersdoden per leeftijdscategorie	97
4.4 Ernstig verkeersgewonden	98
4.5 Maatschappelijke kosten.....	99
Bronnen hoofdstuk 4.....	102
5 Emissies	103
5.1 Ontwikkeling emissies 2010-2018.....	104
5.2 Aandeel verkeer en vervoer in totaal.....	106
5.3 Ontwikkeling per modaliteit.....	107

5.4 Aandelen en afgelegde afstand wegverkeer	110
5.5 Ontwikkeling personen-, bestel- en vrachtauto's	111
5.6 Vergelijking vrachtauto's, binnenvaart en goederentreinen	114
5.7 Ontwikkeling samenstelling personenautopark.....	115
5.8 Leeftijdsopbouw personenautopark	116
5.9 Nederland in Europa op het gebied van elektrische en plug-inhybrideauto's.....	117
5.10 Andere elektrische wegvoertuigen	119
5.11 Maatschappelijke kosten.....	120
Bronnen hoofdstuk 5.....	121
6 Maatschappelijk belang.....	123
6.2 Verdeling mobiliteitsbestedingen burgers	126
6.3 Verdeling mobiliteitsbestedingen bedrijven	127
6.4 Tijkosten voor burgers en bedrijven	128
7 Toekomstbeeld 2019-2024.....	129
7.1 Wegverkeer	130
7.2 Openbaar vervoer.....	132
7.3 Luchtvaart.....	135
7.4 Goederenvervoer	137
Bronnen hoofdstuk 7.....	139
8 Data en Methodieken	140
8.1 Personenvervoer	140
Bronnen hoofdstuk 8.1.....	161
8.2 Goederenvervoer	162
Bronnen hoofdstuk 8.2.....	167
8.3 Bereikbaarheid	168
Bronnen hoofdstuk 8.3.....	181
8.4 Verkeersveiligheid	187
Bronnen hoofdstuk 8.4.....	193
8.5 Emissies	194
8.6 Maatschappelijk belang.....	198
Bronnen hoofdstuk 8.6.....	203
8.7 Toekomstbeeld 2019-2024.....	204
Bronnen hoofdstuk 8.7.....	209

Kerngegevens Mobiliteit

Personenmobiliteit	Bron	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018 ³
Mobiliteit in Nederland (miljard reizigerskilometers) ¹	MON/OViN	179,0	180,0	180,5	182,5	182,0	181,0	181,0	180,5	NNB
Autobestuurder ¹	MON/OViN	91,5	92,5	92,5	93,5	93,5	93,0	93,5	93,0	NNB
Autopassagier ¹	MON/OViN	41,0	40,0	40,0	40,5	40,0	39,0	38,5	38,0	NNB
Openbaar vervoer ^{1, 2}	MON/OViN	21,5	21,5	22,0	22,0	22,5	23,0	23,0	23,5	NNB
Fiets ¹	MON/OViN	15,0	15,0	15,0	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	NNB
Lopen ¹	MON/OViN	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	NNB
Overig (inclusief bromfiets) ¹	MON/OViN	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	NNB
Trein ²	NS, KpVV	17,1	17,6	17,9	18,0	18,1	18,5	18,9	19,1	19,6
Bus, tram, metro ^{2, 4}	CROW/KpVV	6,7	7,0	-	-	5,2	5,4	5,5	5,5	5,5
Luchtvaart (miljoen passagiersbewegingen op Nederlandse luchthavens)	CBS	48,6	53,9	55,7	58,0	60,9	64,6	70,3	76,2	79,6
Luchtvaart (miljard reizigers-kilometer Nederlanders)	Schiphol ³ / CBS/ KiM	61,6	65,5	67,3	67,7	73,2	74,5	80,7	87,1	94,9

Goederenvervoer	Bron	2010	2011	2012	2013	2014	2015 ³	2016 ³	2017 ³	2018 ³
Goederenvervoer op Nederlands grondgebied (miljard tonkilometer)	CBS/KiM	118,6	121,1	120,5	125,1	126,5	126,8	130,7	131,0	130,2
Weg (exclusief bestelauto's)	CBS/KiM	54,1	54,8	52,8	56,2	56,8	57,4	60,5	60,6	60,7
Binnenvaart	CBS	46,6	47,3	47,5	48,6	49,4	48,5	48,8	49,0	47,2
Spoor	CBS	5,9	6,4	6,1	6,1	6,2	6,5	6,6	6,5	7,0
Pijpleiding	CBS/KiM	12,0	12,6	14,1	14,3	14,1	14,5	14,9	15,0	15,2
Goederenvervoer op Nederlands grondgebied (miljoen ton)	CBS	1807,6	1830,0	1824,1	1834,5	1867,1	1888,1	1920,5	1950,4	1964,4
waarvan overslag luchtvracht	CBS	1,6	1,6	1,5	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8
waarvan overslag zeevracht	Haven-bedrijven	568,0	577,5	584,7	579,2	588,9	610,3	607,0	618,3	624,5

Verkeersveiligheid	Bron	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Verkeersdoden (aantal)	CBS/ RWS- WVL	640	661	650	570	570	621	629	613	678
Ernstig gewonden (aantal) ⁵	SWOV	19.100	19.700	19.500	18.800	20.700	21.300	21.400	20.800	NNB

Emissies	Bron	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017³	2018³
Aantal personenauto's (miljoen) ⁹	CBS	7,6	7,7	7,9	7,9	7,9	8,0	8,1	8,2	8,4
Wegverkeer totaal (miljard voertuigkilometers)	CBS	132,4	132,8	132,4	131,8	132,2	134,1	137,8	139,1	142,5
Uitstoot CO ₂ wegverkeer (IPCC) (miljard kilo)	CBS	32,9	32,9	31,4	30,6	28,6	28,8	29,0	29,8	30,0
Uitstoot NO _x wegverkeer (miljoen kilo)	CBS	107,6	102,8	97,0	90,1	85,1	84,2	80,5	77,1	72,8
Uitstoot PM ₁₀ ⁶ wegverkeer (miljoen kilo)	CBS	6,6	6,2	5,8	5,3	5,0	4,9	4,7	4,5	4,3
Uitstoot NMVOS ⁷ wegverkeer (miljoen kilo)	CBS	34,4	33,2	32,0	31,1	29,5	29,1	28,3	28,4	27,1

Bereikbaarheid	Bron	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Wegverkeer hoofdwegennet (in miljarden voertuigkilometers)	RWS-WVL	62,8	64,8	64,5	65	66,3	67,8	69,9	71,1	72,4
Verliestijd files en vertragingen hoofdwegennet (in miljoenen uren)	RWS-WVL	65,7	53,9	46,1	42,9	45,4	55,6	61,2	63,1	66,3
Verliestijd per afgelegde voertuigkilometer	KiM	100	80	68	63	65	78	84	85	88
Reistijd op hoofdwegennet (index 2010=100)	KiM	100	101	100	100	103	108	111	113	118
Onbetrouwbaarheid reistijd op hoofdwegennet (index 2010=100)	KiM	100	84	77	74	77	91	99	104	118

De cijfers in de kerncijfertabel hebben betrekking op het Nederlandse grondgebied, met uitzondering van de reizigerskilometers bij luchtvaart.

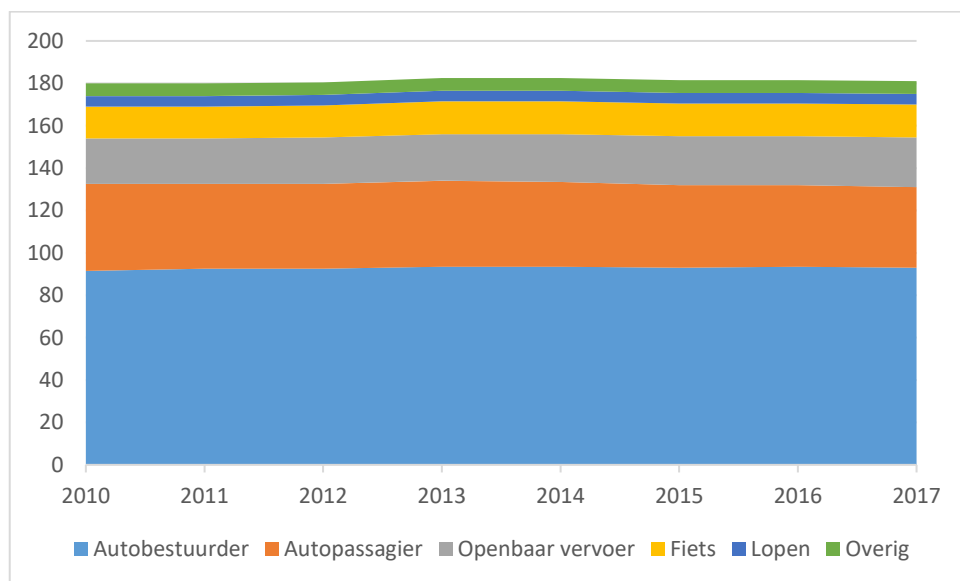
- ¹ Omdat de mobiliteitscijfers gebaseerd zijn op steekproefuitkomsten, heeft de omvang van het jaarlijkse mobiliteitscijfer een statistische onzekerheid. Deze onzekerheid is in het vorige decennium gestaag toegenomen doordat de steekproefgrootte van de dataverzameling afnam. Daarom gebruikt het KiM al een aantal jaren modelmatig bepaalde trendontwikkelingen van de mobiliteit. Deze ontwikkelingen beschrijven het verloop over de middellange-termijn, waarbij de korte-termijnfluctuaties (vooral jaar tot jaar: bijvoorbeeld weersinvloeden) zijn weggefilterd. Zonder deze korte-termijnfluctuaties kan een duidelijker beeld worden geschetst van de mobiliteitsontwikkeling over langere perioden, bijvoorbeeld voor de bepaling van groeipercentages, of voor het toepassen van de KiM-decompositiemethodiek. Met ingang van 2019 gebruikt het KiM de mobiliteitstrends zoals bepaald door het CBS. Voor informatie over de door CBS gebruikte methodiek, zie [LINK](#). De CBS-modeluitkomsten bevatten ook korte-termijnfluctuaties (die overblijven na wegfiltering van de steekproefruis). KiM gebruikt deze korte-termijncomponenten van het CBS-model echter niet, om hierboven genoemde redenen. De door het KiM gebruikte CBS-trendgegevens bestaan daarom uit alleen de middellange-termijncomponenten (zoals effecten van gedragswijzigingen naar leeftijd en motief) van het CBS-model. De KiM-trends wijken dus in dit opzicht af van de door het CBS op <http://cbs.statline.nl> gepubliceerde gegevens, maar ze zijn wel gebaseerd op uitkomsten van hetzelfde CBS-model. Daarnaast gelden de mobiliteitsgegevens in deze tabel voor OViN-niveau. In voorgaande jaren publiceerde het KiM de mobiliteitstrendgegevens op OVG-MON-niveau, waarbij de trendgegevens uit de OViN-periode gecorrigeerd werden naar OVG-MON-niveau (door correctie voor de MON-OViN-methodebreuk).
- ² Het totaalcijfer voor 'openbaar vervoer' is niet gelijk aan de som van de cijfers voor 'trein' en 'bus, tram, metro'. Dit komt doordat de databronnen niet dezelfde zijn. Voor de uitsplitsing van de totale mobiliteit gebruikt het KiM het MON/OViN, de enige bron die uniform meet over alle vervoerwijzen en dan optelbaar is tot 100. Voor analyses binnen de ov-markt gebruikt het KiM de andere databronnen, omdat die voor dat doel nauwkeuriger zijn.
- ³ Cursief: voorlopige cijfers.
- ⁴ Voor 2012 en 2013 geen data beschikbaar.
- ⁵ Data voor 2018 waren nog niet beschikbaar ten tijde van publicatie van deze Kerncijfers Mobiliteit.
- ⁶ PM₁₀ = zwevende deeltjes kleiner dan 10 micrometer. Het betreft zowel verbrandingsdeeltjes als slijtagedeeltjes van banden, remmen en wegdek.
- ⁷ NMVOS = niet-methaan vluchtige organische stoffen.
- ⁸ Berekeningen op basis van data Continu Onderzoek Schiphol 2017.
- ⁹ Omvang park per 1 januari betreffende jaar. Bron: CBS maatwerk mei 2019

1 Personenvervoer



1.1 Algemeen

De resultaten voor het personenvervoer die we in het Mobiliteitsbeeld 2019 presenteren, zijn gebaseerd op gegevens uit het Onderzoek Verplaatsingen in Nederland (OVIN) over de periode 2010-2017. Omdat het CBS de opzet van dit verplaatsingsonderzoek in 2018 aanzienlijk heeft gewijzigd (het heet nu Onderzoek Onderweg in Nederland, ODIN), is een methodebreuk ontstaan in de gegevens. Hierdoor is het voor het personenvervoer niet mogelijk een trend tot en met 2018 te laten zien.

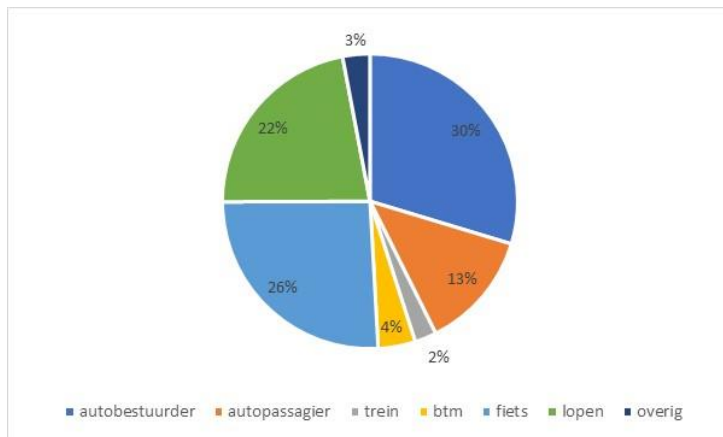


Figuur P1.1.1: Ontwikkeling afgelegde afstand in het personenvervoer naar vervoerwijze, 2010-2017.

Hoofdboodschap

De omvang van de personenmobiliteit in de periode 2010-2017 stabiel

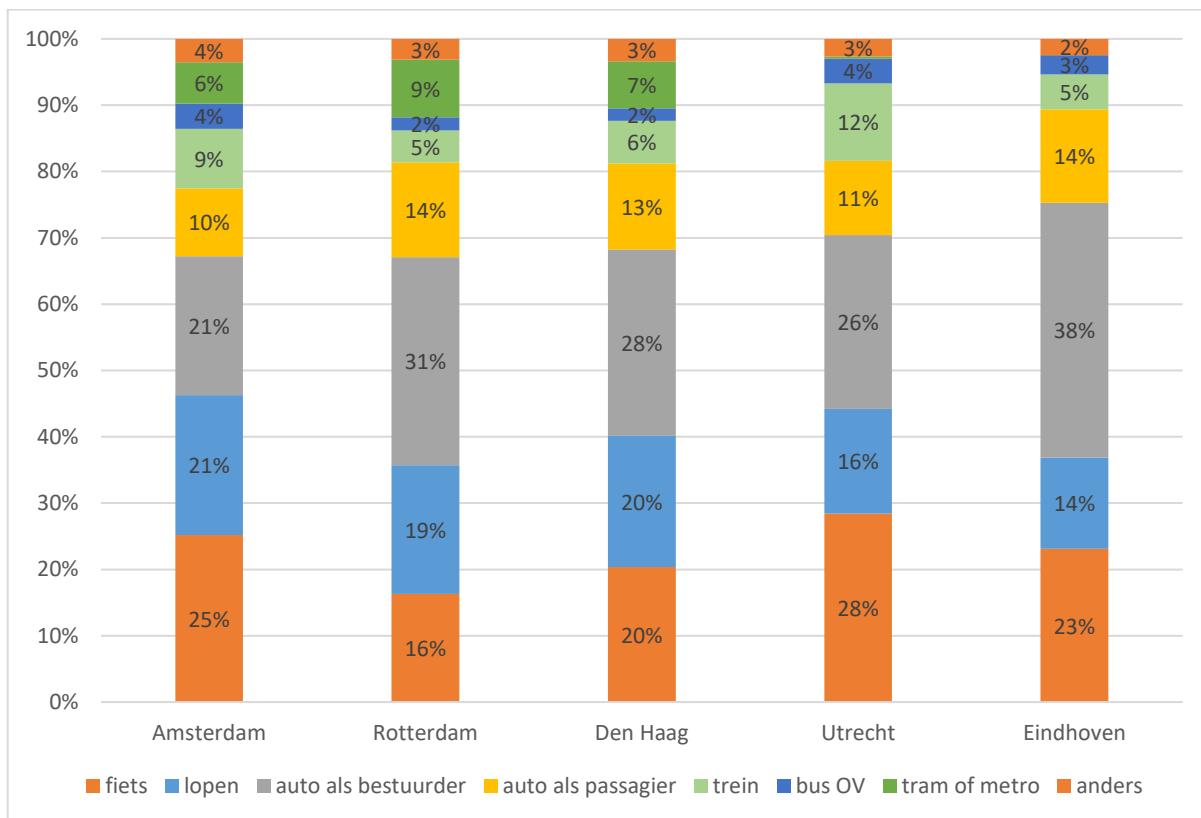
- Gemiddeld leggen de inwoners van Nederland binnen de eigen landsgrenzen in 2017 bijna 10.000 km per persoon af. Dit komt neer op een totale afstand van 180 miljard km per jaar.
- De verdeling over de vervoerwijzen is tussen 2010 en 2017 nauwelijks gewijzigd. De auto is goed voor bijna 75% van de in totaal door personen (autobestuurders en autopassagiers) afgelegde afstand. Dit aandeel is tussen 2010 en 2017 gelijk gebleven. Het treingebruik is goed voor 10% van de afgelegde afstand, bus, tram en metro samen voor 3% en de fiets voor ongeveer 8%.
- Het jaarlijks aantal ritten¹ is tussen 2010 en 2017 afgenomen met 6%. Het gemiddeld aantal ritten per persoon per dag nam in deze periode eveneens af, van 3,0 naar 2,8. Aangezien de totaal afgelegde afstand min of meer gelijk is gebleven en het aantal ritten is gedaald, is de gemiddelde ritafstand tussen 2010 en 2017 toegenomen van 9,9 km naar 10,3 km/rit.
- Kijken we niet naar de aandelen maar naar de aantallen verplaatsingen, dan verandert in de periode 2010-2017 de verdeling over de vervoerwijzen ook nauwelijks.



Figuur P1.1.2: Vervoerwijzeverdeling voor verplaatsingen in het personenvervoer, 2017. Bron: CBS, OViN 2017.

¹ Een rit is een verplaatsing of een onderdeel van een verplaatsing met één vervoerwijze. Een verplaatsing met achtereenvolgens een fietsrit naar het station, een treinrit en een stukje lopen naar kantoor bestaat dus uit drie ritten. Ook het stukje lopen noemen we een rit.

- Er zijn ook mensen die zich niet verplaatsen. Ouderen zijn bijvoorbeeld minder uithuizig dan jongeren. Dit beeld is tussen 2010 en 2017 wel iets verschoven: ouderen zijn iets meer en jongeren iets minder uithuizig geworden. Zo heeft 42% van de vrouwen die ouder zijn dan 70 jaar, in het OViN 2017 op de enquêtedag gerapporteerd niet de deur uit te zijn geweest. Dit aandeel is iets kleiner dan in 2010. Het aandeel jongvolwassenen (18-30 jaar) dat zich niet verplaatste, nam daarentegen iets toe: met ongeveer 2%-punt (van 14% naar 16%).
- De vijf grote steden van Nederland verschillen in het gebruik van vervoerwijzen, als we kijken naar het totaal aantal verplaatsingen *van*, *naar* en *binnen* de stad. Het gebruik van de auto is dominant in Eindhoven en Rotterdam, met 52% respectievelijk 45% van alle gemaakte verplaatsingen. Het autogebruik in Amsterdam (31%) en Utrecht (27%) ligt aanzienlijk lager. In deze steden hebben de zogenoemde 'active modes' (lopen en fiets) juist een hoog aandeel in de gemaakte verplaatsingen: 46% voor Amsterdam en 44% voor Utrecht. Den Haag neemt een middenpositie in, met een aandeel van 42% voor de auto en van 40% voor lopen en fietsen. In de drie grootste steden ligt het aandeel van bus, tram en metro rond de 10%.



Figuur P1.1.3: Vervoerwijzeverdeling voor verplaatsingen van, naar en binnen de vijf grote steden. Bron: CBS, OViN 2015-2017.

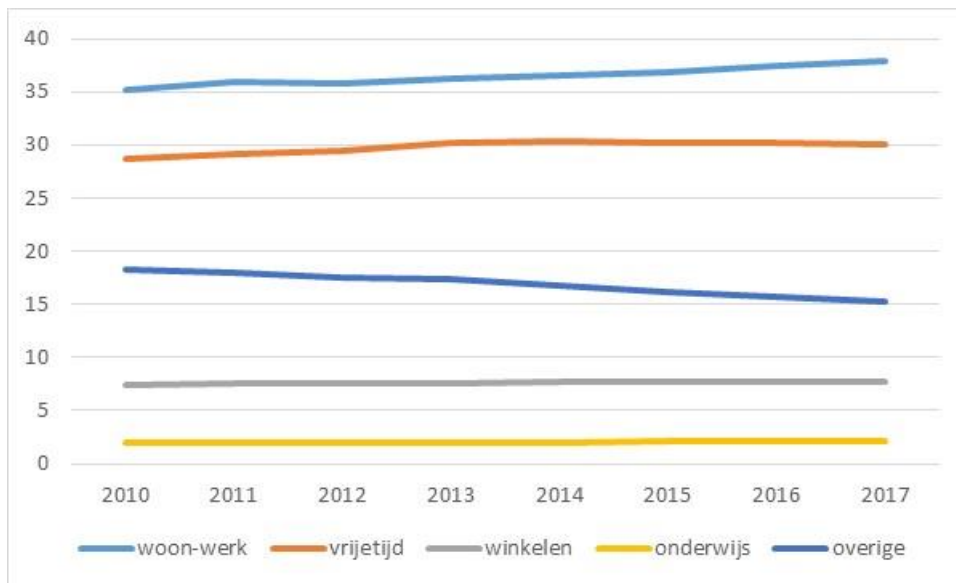
1.2 Auto

1.2.1 Ontwikkeling gebruik

Hoofdboodschap

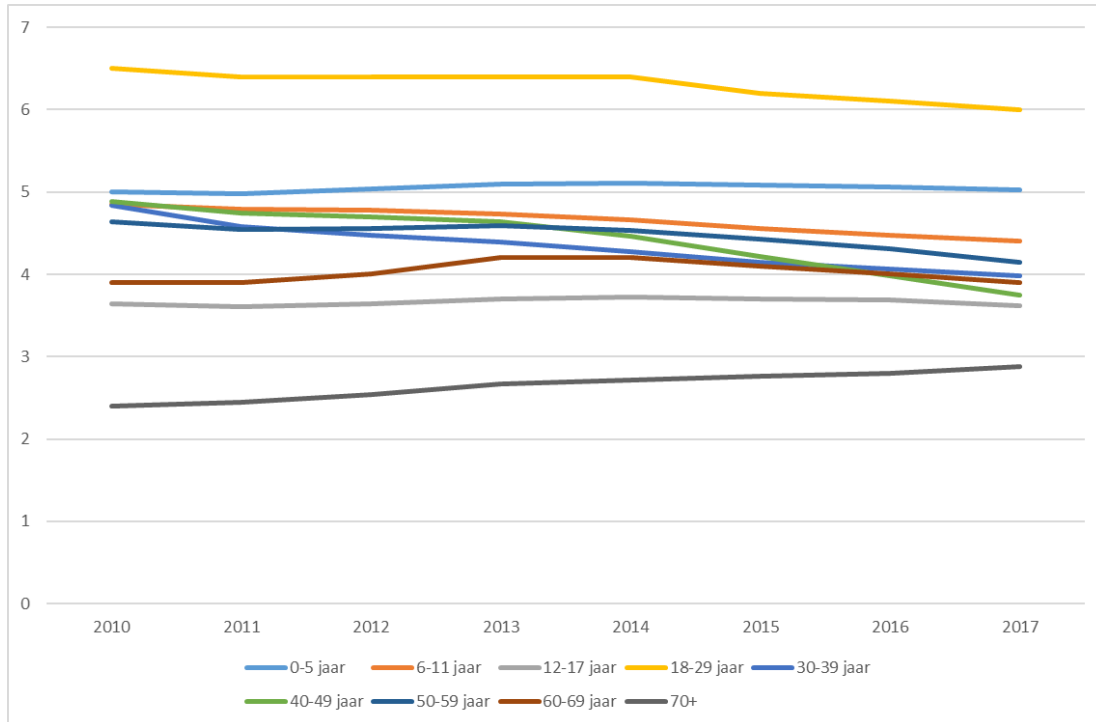
Autobestuurders zijn de auto in de periode 2010-2017 iets vaker gaan gebruiken, doordat de verplaatsingsafstanden zijn toegenomen.

- Gemiddeld leggen Nederlanders binnen de eigen landsgrenzen in 2017 bijna 7.700 km per persoon per auto af (5% minder dan in 2010), waarvan zo'n 5.500 km als autobestuurder (1% minder dan in 2010).
- De totale afstand die autobestuurders afleggen, is sinds 2010 licht gegroeid. Deze groei is voor een belangrijk deel te herleiden tot langere verplaatsingsafstanden. Per inwoner is de gemiddelde afstand die autobestuurders afleggen, licht afgenomen. De lengte van de gemiddelde woon-werkverplaatsing per auto in 2017 is 24,5 km. Dit is een toename van 7% ten opzichte van 2010. Voor het verplaatsingsmotief onderwijs is de gemiddelde verplaatsing per auto 20,6 km; dit is 12% meer dan in 2010. En voor het motief vrije tijd bedraagt de afgelegde afstand gemiddeld 20 km per verplaatsing: 6% meer dan in 2010. Het aantal per auto afgelegde verplaatsingen nam tussen 2010 en 2017 af met 4%.
- De totale afstand die autopassagiers afleggen, vertoont sinds 2010 een dalende trend (-7%). Ook de per inwoner afgelegde afstand neemt af. Vooral het gebruik van de auto als passagier voor de woon-werkverplaatsing, voor winkelen en voor het motief overig is hier debet aan.



Figuur P1.2.1: Ontwikkeling van de in totaal door autobestuurders afgelegde afstand, 2010-2017. Bron gebruikte data: CBS, OVI 2010-2017.

- De afstand die passagiers in totaal afleggen, is voor kinderen en tieners gestabiliseerd op een totaal van 13 miljard km. De grootste afname doet zich voor bij de leeftijdsgroepen van 30-39 jaar (-18%) en 40-49 jaar (-23%). Onder de oudere autopassagiers (70-plussers) neemt het autogebruik als passagier echter flink toe (20%).



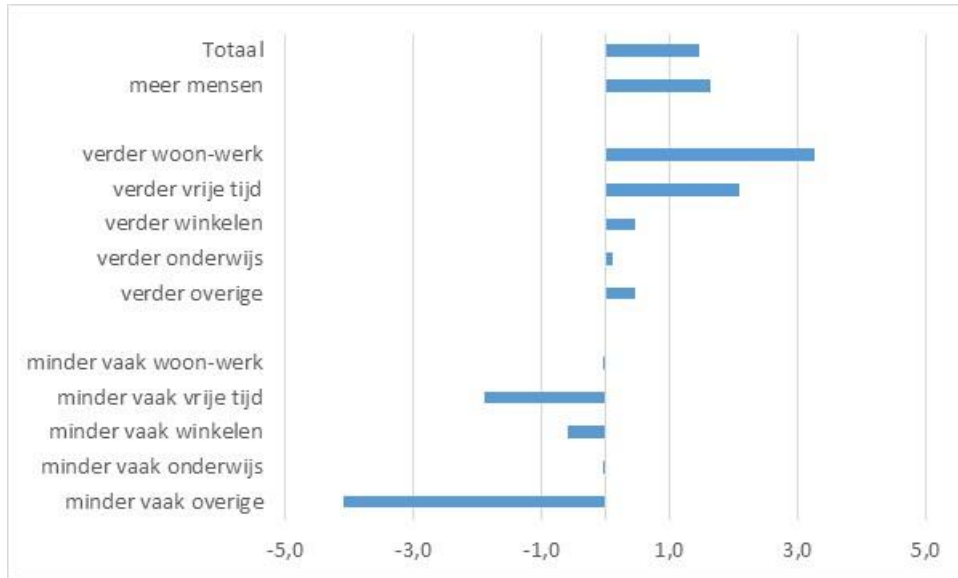
Figuur P1.2.2: Ontwikkeling van de in totaal door autopassagiers afgelegde afstand, naar leeftijdsgroep. Bron gebruikte data: CBS, OViN 2010-2017.

1.2.2 Analyse ontwikkeling autobestuurders

Om de ontwikkelingen in het vervoerwijzegebruik nader te duiden, hebben we deze op basis van een zogenoemde decompositie-analyse uiteengelegd in de componenten 'meer mensen', 'vaker' en 'verder'. Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) gebruikt deze analysemethode om de ontwikkelingen in de mobiliteit te verklaren. De decompositie-analyse rafelt de groei van de mobiliteit uiteen in drie componenten:

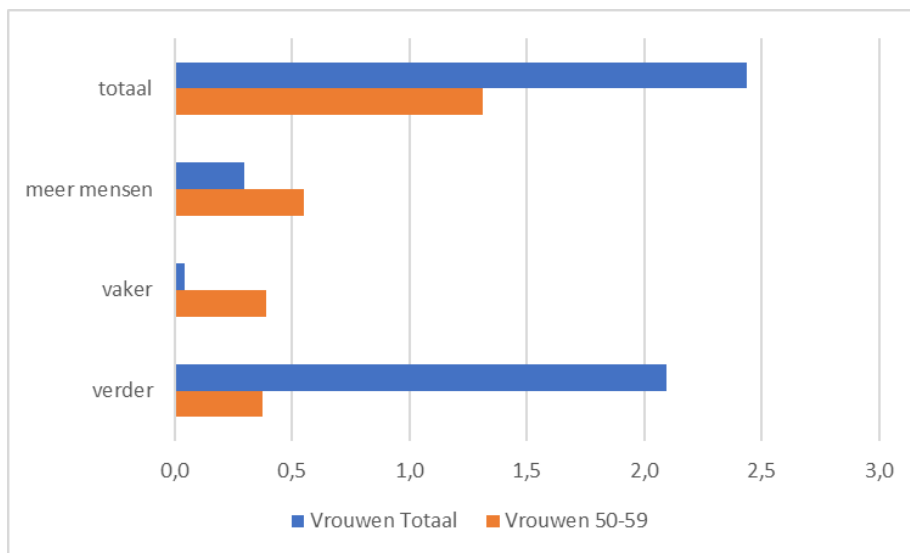
1. 'Meer mensen': door de bevolkingsgroei neemt het aantal mensen dat verplaatsingen maakt toe;
2. 'Vaker': per persoon maken Nederlanders voor een activiteit gemiddeld vaker een verplaatsing. Dit effect kan op drie manieren ontstaan:
 - een groter deel van de bevolking neemt deel aan een activiteit;
 - een individu neemt vaker deel aan een activiteit;
 - iemand kiest er vaker voor om met een bepaald vervoermiddel naar een activiteit te gaan; het totale aantal reizen voor deze activiteit neemt dus toe.
3. 'Verder': per verplaatsing legt een reiziger meer kilometers af. Een voorbeeld: doordat werknemers steeds verder van hun werk wonen, neemt per werkende de gemiddelde reisafstand voor woon-werkverkeer toe. Voor een toelichting op de methodiek zie de bijlage 'Methodiek decompositie-analyse'.

Met ingang van 2019 gebruikt het KiM de mobiliteitstrends zoals bepaald door het CBS (zie kerncijfer tabel) Voor de decompositie-analyse is gebruik gemaakt van deze trenddata. Deze CBS-data heeft een grovere indeling naar leeftijdsgroepen en motieven dan voorheen in de KiM decomposities gebruikelijk was. Omdat de decompositie nauwkeuriger is bij deze fijnere groepsindeling, zijn de CBS-data door het KiM nabewerkt tot de gewenste fijnere indeling (zie link).



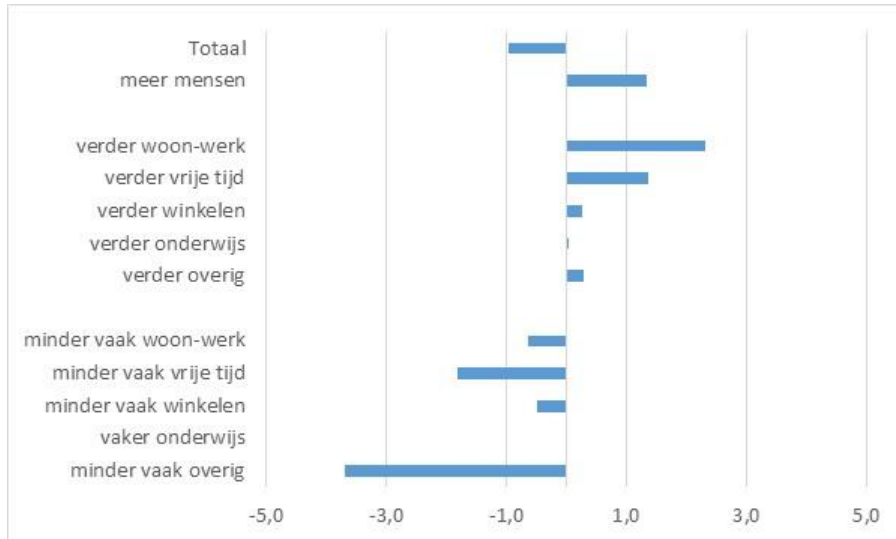
Figuur P1.2.3: De ontwikkeling van het autogebruik als bestuurder in componenten. Bron gebruikte data: CBS, OViN 2010-2017.

- De door autobestuurders afgelegde afstand is tussen 2010 en 2017 met ongeveer 1,5% toegenomen, met name voor woon-werk- en vrijetijdsverplaatsingen (figuur P1.2.3). Minder vaak reizen autobestuurders echter voor vrijetijdsoeinden en de overige motieven, zoals sporten of een bezoek aan de huisarts.
- De groei in de afgelegde afstand komt met name op het conto van vrouwen (2,5%-punt); zij reizen vooral verder van en naar het werk (figuur P1.2.4). Opvallend is de grote bijdrage die vrouwen van 50-59 jaar leveren aan de toename (1,3%-punt). Dit komt deels door de gedragscomponent (de autobestuurders reizen vaker en verder) en heeft deels een demografische achtergrond: in deze leeftijdscategorie bevinden zich meer vrouwen.



Figuur P1.2.4: De ontwikkeling van het autogebruik als bestuurder voor vrouwen in totaal respectievelijk voor vrouwen van 50-59 jaar, uitgesplitst naar de effecten van 'meer mensen', 'vaker verplaatsen' en 'verder verplaatsen', 2010-2017. Bron gebruikte data: CBS, OViN 2010-2017.

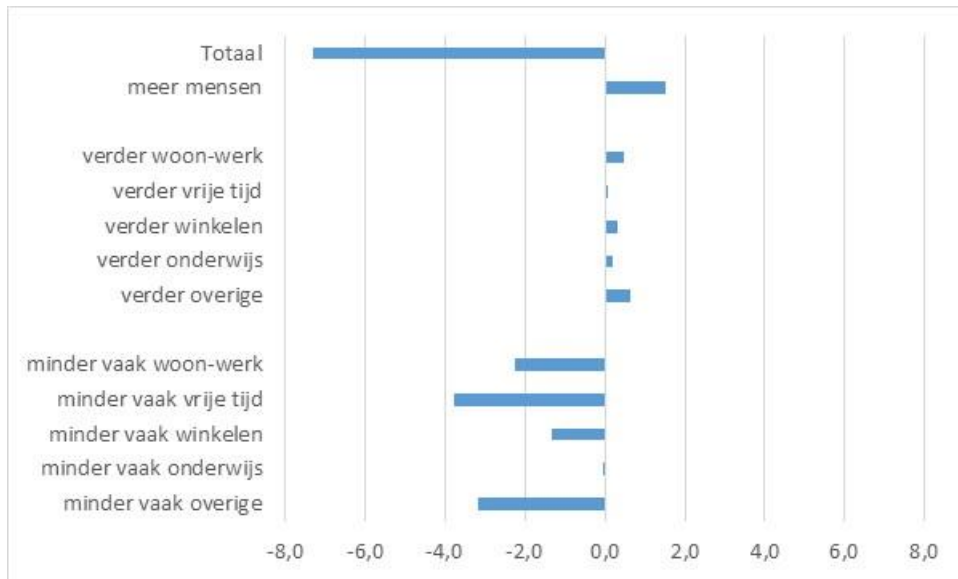
- Mannen reisden tussen 2010 en 2017 minder met de auto (-1%-punt; zie figuur P1.2.5). Deze afname wordt veroorzaakt door een combinatie van minder vaak reizen voor het motief overig (-4%-punt), verder reizen voor de woon-werkverplaatsing (2%-punt) en voor vrijetijdsdoeleinden (1%-punt) en de toename van het aantal mannen als autobestuurder (veranderde samenstelling van de bevolking: 1%-punt).



Figuur P1.2.5: De ontwikkeling van het autogebruik als bestuurder voor mannen uitgesplitst naar de effecten van 'meer mensen', 'vaker verplaatsen' en 'verder verplaatsen', 2010-2017. Bron gebruikte data: CBS, OViN 2010-2017.

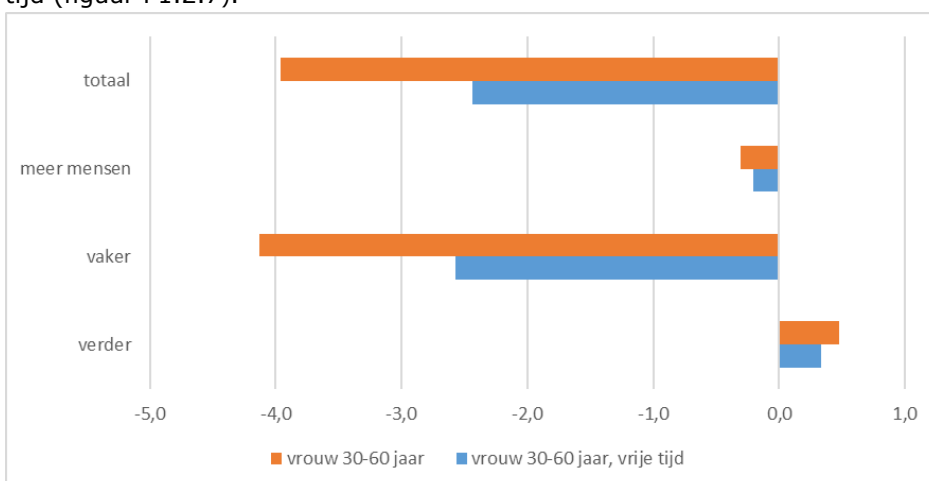
- Bij mannen neemt de afgelegde afstand vooral af in de leeftijdscategorieën 30-39 jaar en 40-49 jaar (niet zichtbaar in figuur P1.2.5). Dit komt doordat deze mannen zich minder vaak verplaatsen en doordat het aantal mensen in deze leeftijdscategorieën afneemt. In de leeftijdscategorie 65+ neemt de in totaal afgelegde afstand toe, doordat er meer ouderen zijn.

1.2.3 Analyse ontwikkeling autopassagiers



Figuur P1.2.6: De ontwikkeling van het autogebruik door autopassagier in componenten.

- De totale afstand die autopassagiers afleggen (een derde van het totale autogebruik), is sinds 2010 met 7% gedaald.
- Deze daling komt vooral doordat reizigers zich minder vaak als autopassagier verplaatsen (-10%-punt: de som van de categorieën 'minder vaak'). Mannen en vrouwen dragen bijna evenveel bij aan de afname van de afgelegde afstand: vrouwen -4%-punt, mannen -3%-punt (niet zichtbaar in figuur P1.2.6). De achterliggende verklaringen verschillen. Bij vrouwen hangt de afname voor een deel samen met de toegenomen arbeidsparticipatie, waardoor een verschuiving naar autobestuurder is opgetreden. Mede hierdoor is bij vrouwen een afname waarneembaar van het aantal verplaatsingen voor vrijetijdsdoeleinden en winkelen. Zij hebben hiervoor immers minder tijd beschikbaar dan voorheen. Mannen zitten met name voor de woon-werkverplaatsingen minder vaak op de passagiersstoel of de achterbank.
- Vooral vrouwen tussen 30 en 60 jaar reizen minder vaak als autopassagier, met name voor het motief vrije tijd (figuur P1.2.7).



Figuur P1.2.7: De ontwikkeling van het autogebruik als passagier voor vrouwen van 30-60 jaar respectievelijk voor vrouwen van 30-60 jaar voor vrijetijdsdoeleinden, uitgesplitst naar het effect van meer mensen, vaker verplaatsen en verder verplaatsen, 2010-2017. Bron gebruikte data: CBS, OViN 2010-2017.

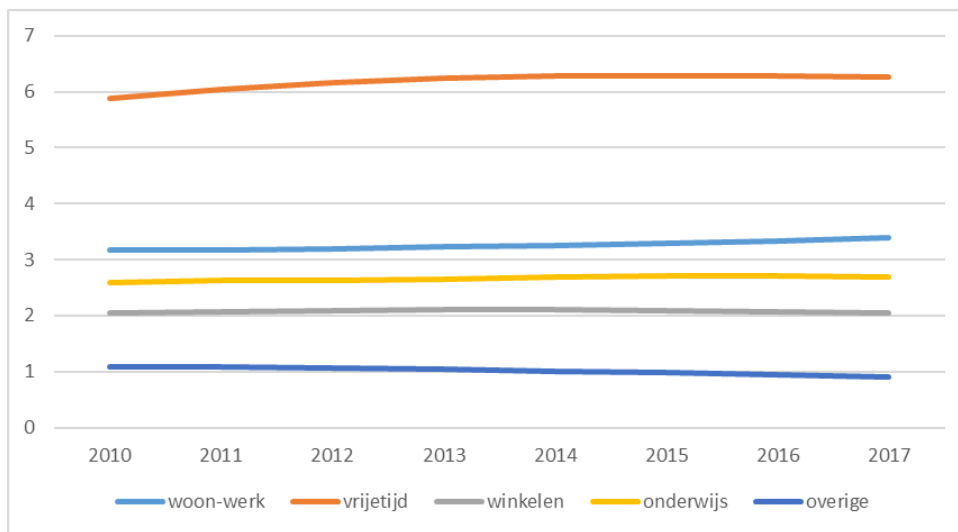
1.3 Fiets en e-fiets

1.3.1 Ontwikkeling gebruik

Hoofdboodschap

Gebruik fiets en e-fiets blijft groeien.

- Gemiddeld leggen Nederlanders binnen de eigen landsgrenzen in 2017 bijna 900 km per persoon per (e-)fiets af; dit komt neer op zo'n 15,3 miljard km. De totale per fiets afgelegde afstand is tussen 2010 en 2017 met 4% gegroeid.²
- De fiets wordt voornamelijk gebruikt in de vrije tijd en voor de verplaatsing van en naar het werk (figuur P1.3.1).

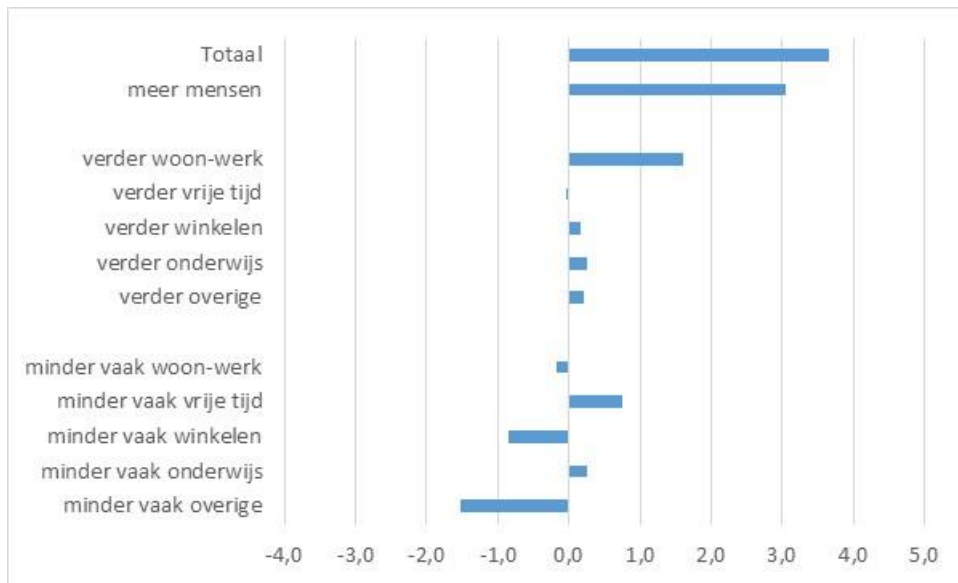


Figuur P1.3.1: Ontwikkeling afgelegde afstand fiets naar motief, in miljoenen reizigerskilometers. Bron: CBS, OVIN 2010-2017.

- Het landelijk aandeel van de fiets in de totale mobiliteit ligt al decennia lang op eenzelfde niveau: ruim een kwart van alle ritten en bijna een tiende van de reisafstand gaat per fiets.
- Van alle door fietsers afgelegde afstanden gaat 18% per e-fiets. Hoewel 65-plussers het merendeel van de e-fietsafstand voor hun rekening nemen, neemt het e-fietsgebruik vooral toe onder Nederlanders jonger dan 65 jaar.

² Wanneer we het over de fiets hebben, gaat het om zowel de reguliere als de e-fiets, tenzij anders aangegeven.

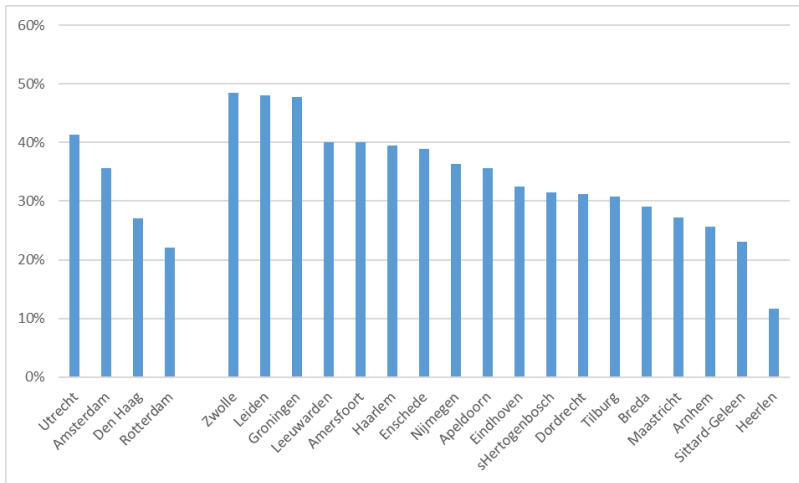
1.3.2 Analyse ontwikkeling fietsgebruik



Figuur P1.3.2: De ontwikkeling van het fietsgebruik tussen 2010 en 2017 in componenten. Bron gebruikte data: RWS/CBS, OViN.

- Het fietsgebruik (afgelegde afstand) is sinds 2010 toegenomen met ongeveer 4%. Deze toename geldt vooral voor woon-werk- en vrijetijdsverplaatsingen.
- De bevolkingsgroei draagt sterk bij aan de groei van de fietsafstand. Door het grotere aantal 65-plussers in de bevolking neemt de fietsafstand vooral toe voor het motief vrije tijd, waarbij de groei bij mannen sterker is dan bij vrouwen. Voor 30- tot 49-jarigen is een bevolkingsafname te zien, waardoor het fietsgebruik voor de woon-werkverplaatsingen en de vrijetijdsdoeleinden afneemt. Deze groep fietst ook minder vaak.
- Voor onderwijsgerelateerde verplaatsingen fietsen Nederlanders iets vaker en iets verder. Hiernaast fietsen zij vooral vaker voor vrijetijdsdoeleinden en verder voor de woon-werkreis. In totaal fietsen zij minder vaak, maar wel verder. Hoewel zowel mannen als vrouwen verder fietsen, zijn de mannen geheel verantwoordelijk voor de afname van het aantal fietsverplaatsingen. De toename in afgelegde afstand voor mannen is voor een groot deel toe te schrijven aan de bevolkingsontwikkeling.

Fiets is veelal een belangrijke vervoerwijze voor verplaatsingen binnen steden

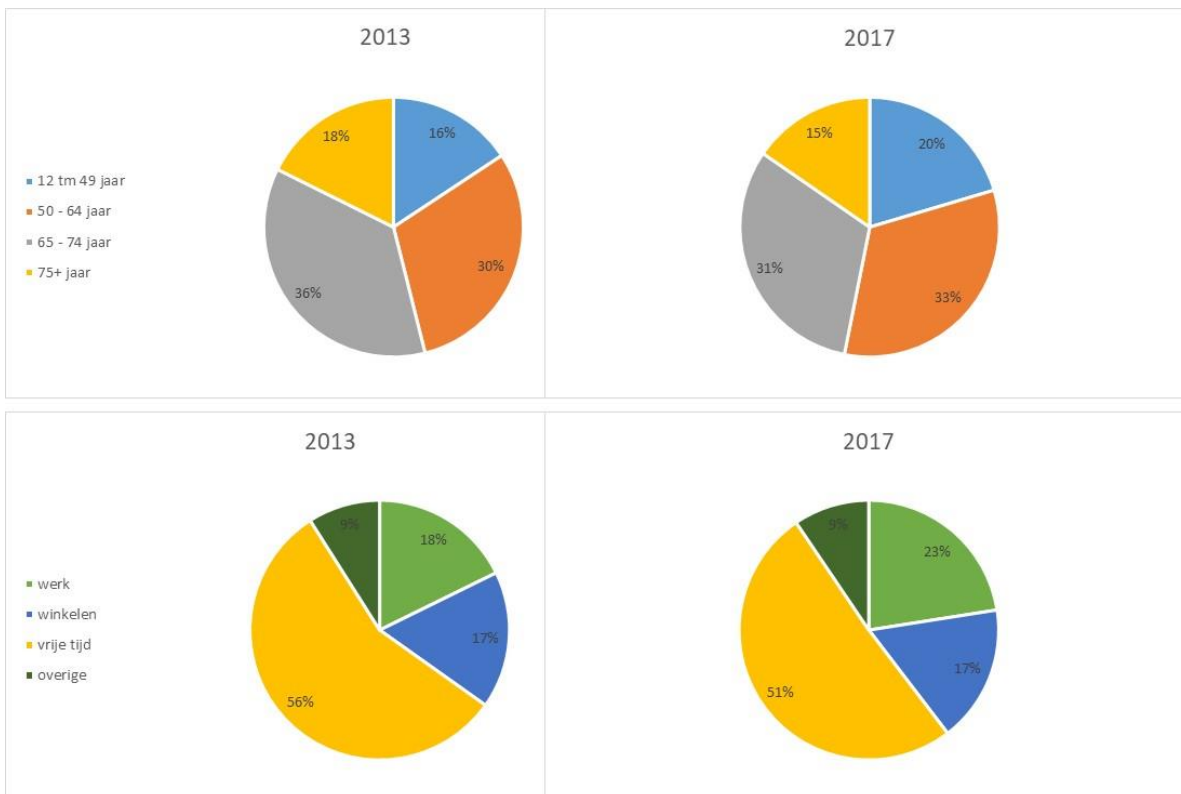


Figuur P1.3.3: Aandeel fietsverplaatsingen binnen het stedelijk gebied van 22 grootstedelijke agglomeraties. Bron gebruikte data: CBS, OViN 2017.

- Van de vier grootste steden van Nederland gebruiken reizigers in Utrecht en Amsterdam relatief vaak de fiets voor verplaatsingen binnen de stad ten opzichte van reizigers in Den Haag en Rotterdam.
- Buiten de vier grootste steden is de fiets voor lokale verplaatsingen vooral populair in Zwolle, Leiden, Groningen, Leeuwarden en Amersfoort, met een aandeel van tussen de 40% en 50% van de gemaakte verplaatsingen. In Breda, Maastricht, Arnhem, Sittard-Geleen en Heerlen is de fiets minder populair, met een aandeel van 30% of minder.

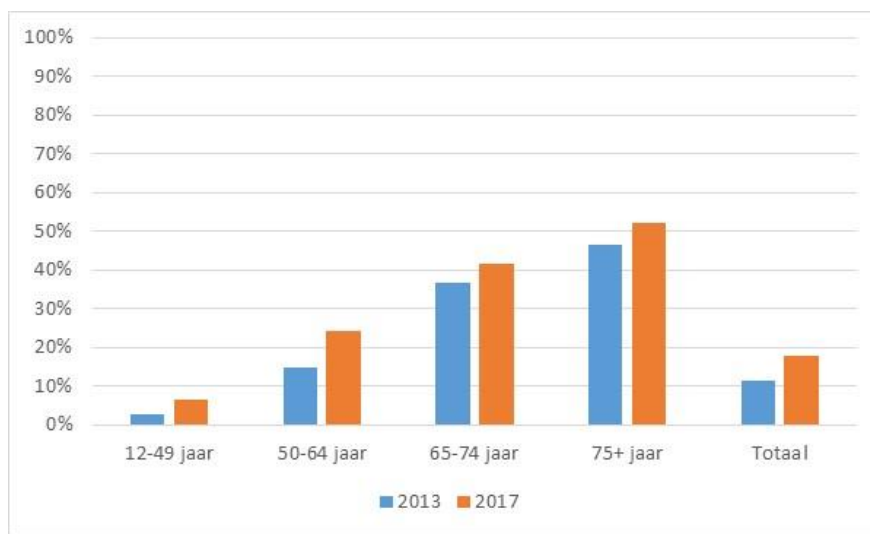
1.3.3 De e-fiets

Gebruikers e-fiets worden steeds jonger en gebruiken deze steeds meer voor woon-werkverkeer



Figuur P1.3.4: Verdeling van de per e-fiets afgelegde afstand naar leeftijd (boven) en motieven (onder), 2013 en 2017. Bron gebruikte data: CBS OViN (2013-2017).

- In 2017 maken inwoners van Nederland ruim 440 miljoen verplaatsingen per e-fiets. Hierbij leggen zij ruim 2,2 miljard km af.³
- De groep 65-plussers is goed voor iets minder dan de helft van de met een e-fiets afgelegde afstand (46%). Het aandeel van de fietsafstand die mensen onder de 65 jaar afleggen met de e-fiets, neemt echter toe. Tussen 2013 en 2017⁴ groeide het aandeel van de met de e-fiets afgelegde kilometers bij de leeftijdsgroep 12 tot 50 jaar van 16% naar 20%. Voor 50- tot 65-jarigen steeg het aandeel in dezelfde periode van 30% tot 33%.
- Meer dan de helft van de e-fietsafstand leggen Nederlanders af voor vrijetijdsdoeleinden, zoals recreatief toeren. Tussen 2013 en 2017 liep het aandeel van de vrijetijdsdoeleinden echter terug van 56% tot 51%, terwijl het aandeel werkgerelateerde fietskilometers toenam van 18% tot 23%.
- Tussen 2013 en 2017 groeide het aandeel van de e-fiets in de afstand die personen in totaal per fiets aflegden. Van de afstand die mensen van 12 jaar en ouder in totaal per fiets aflegden, werd in 2013 12% afgelegd met de e-fiets en in 2017 18%. Relatief gezien groeit het aandeel van de e-fiets het meest voor de groep mensen tot 65 jaar.

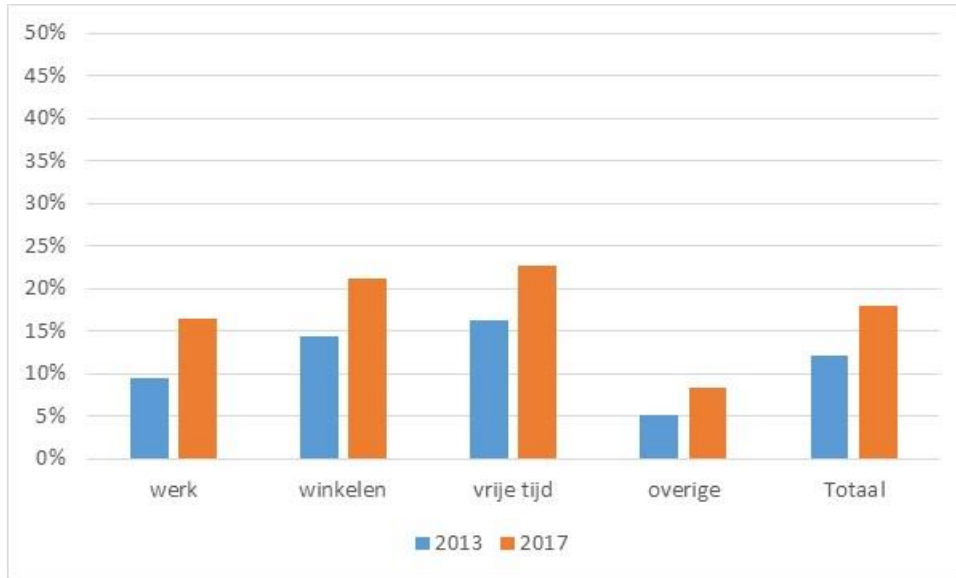


Figuur P1.3.5: Aandeel van de e-fiets in de totaal per fiets afgelegde afstand naar leeftijd, 2013 en 2017. Bron gebruikte data: CBS, OViN (2013-2017).

³ In het OViN wordt geen onderscheid gemaakt tussen verschillende soorten e-fietsen. Ook de speed-pedelec valt dus onder de e-fiets.

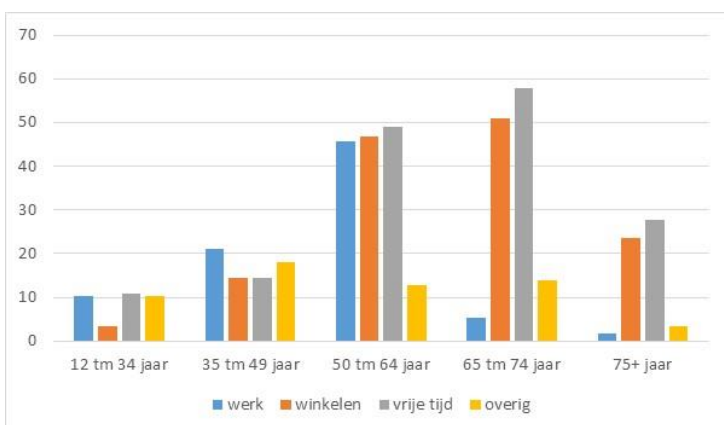
⁴ Voorzichtigheid is geboden bij het vergelijken van twee jaren (omdat deze deels worden vertekend door steekproefruis en door variaties in de gemiddelde weersomstandigheden). Niettemin kunnen we op basis van enkele algemene gebruiksgegevens een indicatie bieden van recente ontwikkelingen in het e-fietsgebruik.

- Voor alle verplaatsingsmotieven geldt dat van de in totaal per fiets afgelegde afstand het aandeel van de e-fiets tussen 2013 en 2017 is toegenomen. Zowel voor woon-werk- als voor winkel- en vrijetijdsfietsverplaatsingen nam het aandeel toe met 7%-punten.



Figuur P1.3.6: Aandeel van de e-fiets in de totaal per fiets afgelegde afstand naar motief, 2013 en 2017. Bron: CBS, OViN (2013-2017); bewerking KIM.

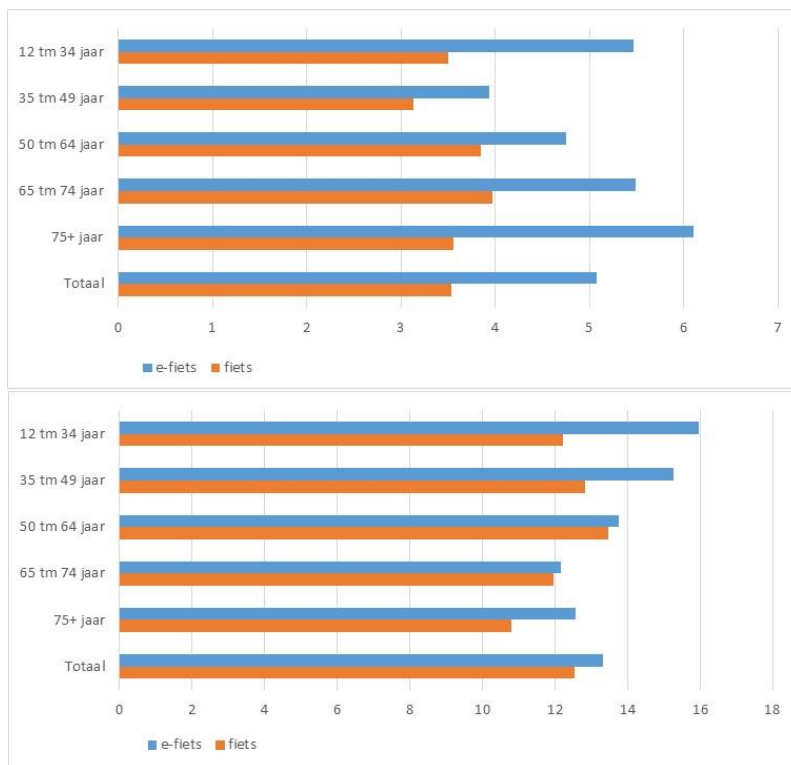
- In 2017 leggen 12- tot 35-jarigen 4% van de in totaal gefietste afstand af met de e-fiets, 35- tot 50-jarigen 11%, 50- tot 65-jarigen 24% en 65-plussers 45%.
- Vrouwen maken vaker gebruik van de e-fiets dan mannen. In 2017 maakten vrouwen tezamen ongeveer 298 miljoen verplaatsingen met de e-fiets, mannen ongeveer 144 miljoen verplaatsingen. Het verschil in de gemiddelde afgelegde afstand tussen mannen en vrouwen is omgekeerd. Mannen leggen gemiddeld 6,4 km af per verplaatsing met de e-fiets, vrouwen 4,4 km.
- Personen tot 65 jaar maken 30% van de gemaakte e-fietsverplaatsingen voor het woon-werkverkeer. Mensen van 65 jaar en ouder gebruiken de e-fiets voornamelijk voor de motieven vrije tijd en winkelen.



Figuur P1.3.7: E-fietsverplaatsingen naar leeftijd en motief. Bron gebruikte data: CBS, OViN 2017.

- Personen tussen de 12 en 35 jaar gebruiken de e-fiets vaak voor onderwijsgerelateerde verplaatsingen. Binnen deze groep doen zich grote verschillen voor tussen mannen en vrouwen. Zo zijn 15% van de verplaatsingen door vrouwen en 28% van de verplaatsingen door mannen in deze leeftijdscategorie voor onderwijsdoeleinden.

De e-fiets reikt verder maar gaat nauwelijks sneller



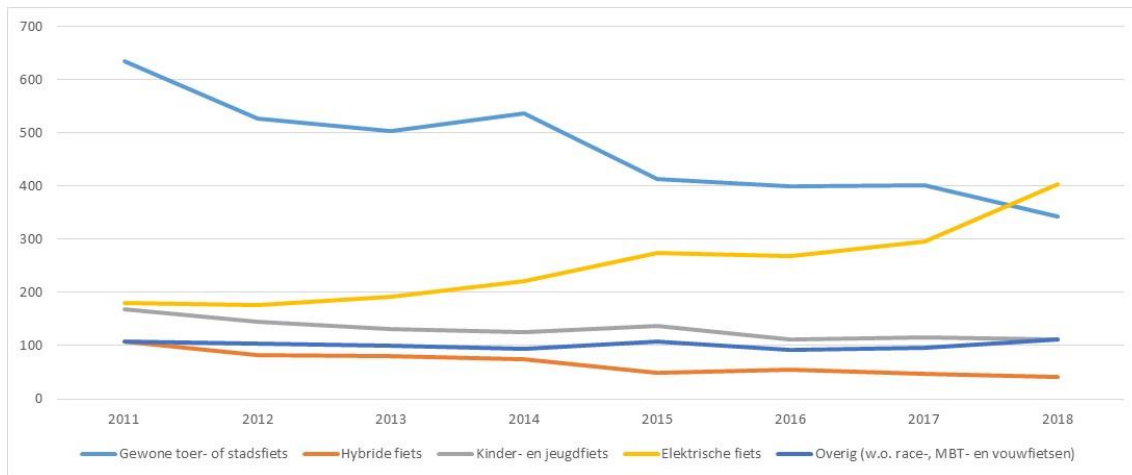
Figuur P1.3.8: Gemiddelde afstand per verplaatsing (boven) en gemiddelde snelheid (onder) voor de e-fiets en de 'gewone' fiets naar leeftijd, 2017. Bron: CBS, OViN 2017.

- Met de e-fiets wordt gemiddeld ruim 40% verder gereisd dan met de gewone fiets: met de e-fiets wordt gemiddeld 5,1 km afgelegd per verplaatsing, tegenover 3,5 km met de gewone fiets. Bij mannen is het verschil in verplaatsingsafstand groter dan bij vrouwen.
- Voor 75-plussers is de gemiddelde met de e-fiets afgelegde afstand groter dan voor andere leeftijdscategorieën. Voor deze groep is ook het verschil in gemiddelde verplaatsingsafstand met de gewone fiets het grootst.
- Het snelheidsverschil⁵ tussen de e-fiets en de reguliere fiets is relatief klein. Met de e-fiets wordt gemiddeld met een snelheid van 13,3 km/uur gereisd, tegenover 12,5 km/uur met de gewone fiets. Dit verschil is het grootst voor mensen tussen de 12 en 35 jaar oud: e-fietsers tot 35 jaar reizen gemiddeld met een snelheid van 16 km/uur, terwijl deze leeftijdsgroep met de normale fiets 12,2 km/uur haalt.

⁵ De snelheidsverschillen zoals hier gepresenteerd, zijn gebaseerd op het OViN 2017, waar wordt gewerkt met gerapporteerde vertrek- en aankomsttijden en niet met de exact gemeten snelheden. De feitelijke snelheidsverschillen kunnen dus afwijken ten opzichte van de snelheden die zijn afgeleid op basis van het OViN.

Ontwikkeling in de verkoop van (e-)fietsen

- De verkoop van e-fietsen is in 2018 met ruim 36% gestegen ten opzichte van 2017. In 2018 zijn er voor het eerst meer e-fietsen verkocht dan gewone toer- of stadsfietsen. Inmiddels is een op de vier verkochte fietsen een e-fiets. De verkoop van gewone toer- en stadsfietsen neemt de laatste jaren af. In totaal werden in 2018 1,01 miljoen nieuwe fietsen verkocht, waaronder 409.400 e-fietsen (BOVAG-Rai, 2019).
- Door de toegenomen verkoop van de e-fiets is de gemiddelde aanschafprijs van een nieuwe fiets gestegen met ruim 18% ten opzichte van 2017. De gemiddelde aanschafprijs van een nieuwe fiets bedraagt in 2018 1.207 euro.



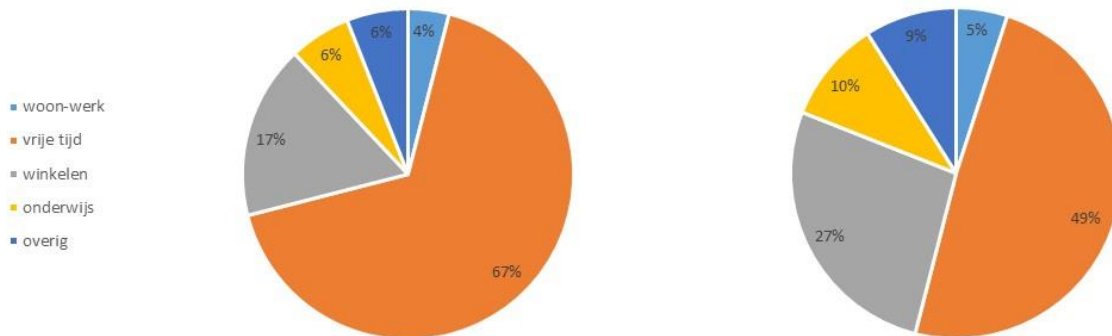
Figuur P1.3.9: Aantal verkochte fietsen naar soorten, 2011-2018. Bron gebruikte data: BOVAG-RAI (2019).

1.4 Lopen

1.4.1 Algemeen

Hoofdboodschap

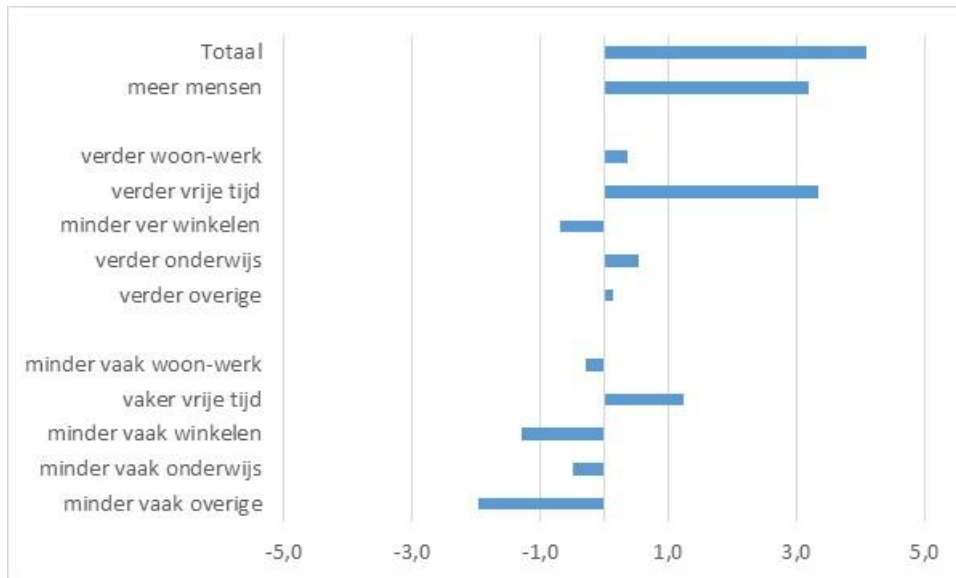
Vooral in de vrije tijd zijn we steeds vaker en steeds verder te voet onderweg.



Figuur P1.4.1: Aandelen lopen naar motief, in afgelegde afstand (links) en verplaatsingen (rechts), 2017. Bron: CBS, OViN 2017; bewerking KiM.

- Lopen is ondervertegenwoordigd in het OViN. De hier gepresenteerde statistieken zijn gebaseerd op lopen als hoofdvervoermiddel. De ondervertegenwoordiging heeft voornamelijk invloed op het voor- en natransport.
- In 2017 maken Nederlanders bijna 2,6 miljard verplaatsingen te voet. Ze leggen zo bijna 3,9 miljard km af.
- Bijna de helft van de loopverplaatsingen (1,3 miljard) is voor het motief vrije tijd en ruim een kwart (700 miljoen) voor winkelen. Met 5% is het aandeel van het motief woon-werk het laagst (118 miljoen loopverplaatsingen). Dit heeft ermee te maken dat het aandeel woon-werkverplaatsingen in het totale aantal gemaakte verplaatsingen in Nederland bijna 20% bedraagt.
- Twee derde van de te voet afgelegde afstand is voor vrijetijdsdoeleinden. Loopafstanden zijn voor vrijetijdsbestedingen dus relatief groot ten opzichte van die voor de andere motieven.
- Gemiddeld leggen Nederlanders 1,5 km per loopverplaatsing af. Voor het motief vrije tijd is dit 2,1 km, voor winkelen, onderwijs en overige verplaatsingen ligt de gemiddelde afstand onder 1 kilometer.
- De meeste mensen leggen circa 15% van hun verplaatsingen lopend af. Alleen kinderen tot en met 12 jaar (26%), 65- tot 75-jarigen (21%) en 75-plussers (25%) lopen naar verhouding vaker.

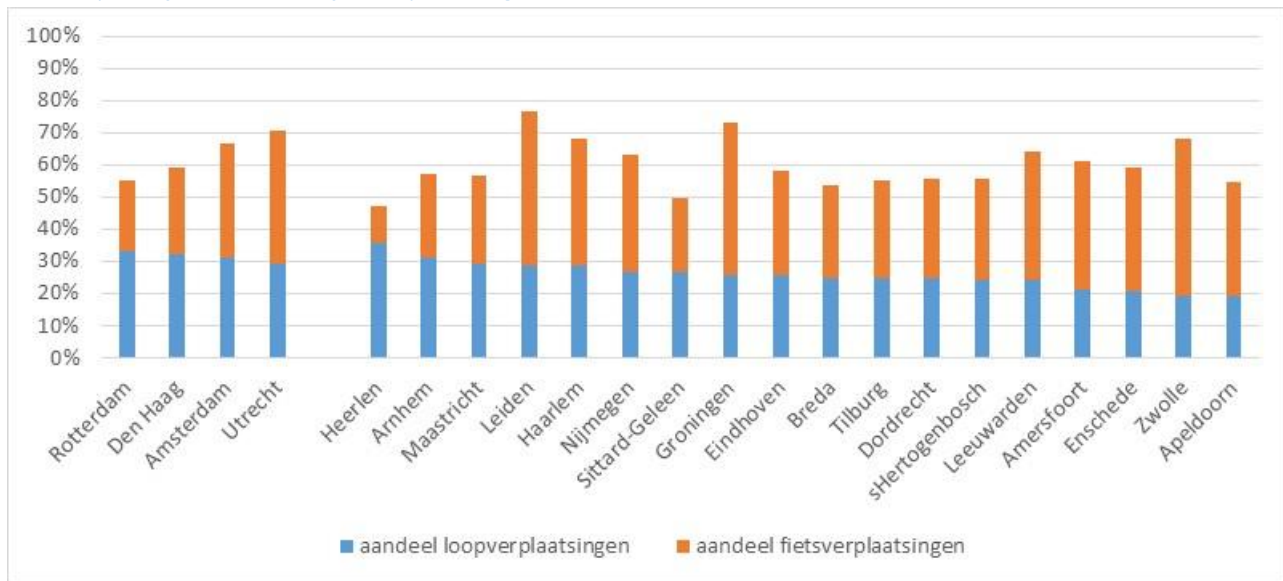
1.4.2 Analyse ontwikkeling lopen



Figuur P1.4.2: De ontwikkeling van het lopen, uitgesplitst naar effect van 'meer mensen', 'vaker verplaatsen' en 'verder verplaatsen', naar motief), 2010-2017. Bron gebruikte data: CBS, OViN.

- De afstand die de Nederlandse bevolking in totaal te voet aflegt, is sinds 2010 met 4,1% toegenomen. Dit komt voornamelijk door de groei van het aantal mensen en door het feit dat Nederlanders vaker en verder lopen voor vrijetijdsoeinden.
- Voor onderwijs en werk is een minimale toename zichtbaar in de gelopen afstand. Deze minimale toename heeft te maken met een afname in frequentie enerzijds en een toename in afstand anderzijds. Voor winkelen en overige motieven lopen Nederlanders zowel minder vaak als minder ver.

1.4.3 Lopen bij binnenstedelijke verplaatsingen



Figuur P1.4.3: Aandeel loop- en fietsverplaatsingen binnen het stedelijk gebied van 22 grootstedelijke agglomeraties. Bron gebruikte data: CBS, OViN 2017.

- Van de vier grootste steden is Rotterdam de stad waar lopen het grootste aandeel heeft in alle gemaakte verplaatsingen. Binnen de andere gemeenten is het aandeel van lopen het hoogst in achtereenvolgens Heerlen, Arnhem, Maastricht, Leiden en Haarlem. Het minst loopt men in Amersfoort, Enschede, Zwolle en Apeldoorn.
- In sommige gemeenten waar mensen weinig fietsen, lopen ze juist veel, en andersom. Zo wordt er in Heerlen weinig gefietst (12%), maar veel gelopen (36%). In Zwolle wordt daarentegen veel gefietst (49%) maar en weinig gelopen (20%). Deze ogenschijnlijke wisselwerking is niet in alle steden terug te vinden.

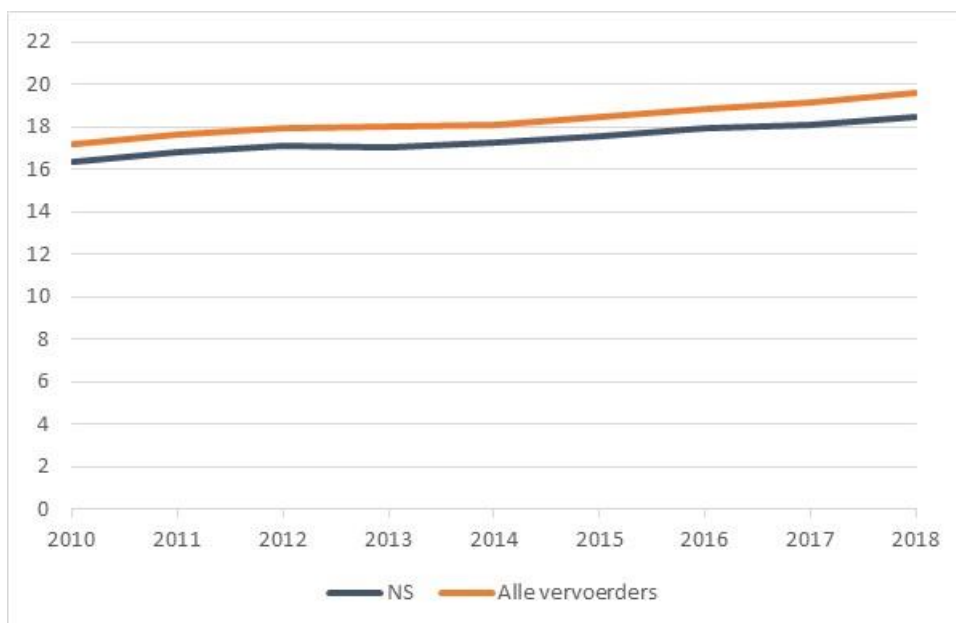
1.5 Trein

Hoofdboodschap

Treingebruik in Nederland en per trein gereisde afstand nemen toe, vooral door verbeterde kwaliteit treindiensten.

1.5.1 Gebruiksentwikkeling trein

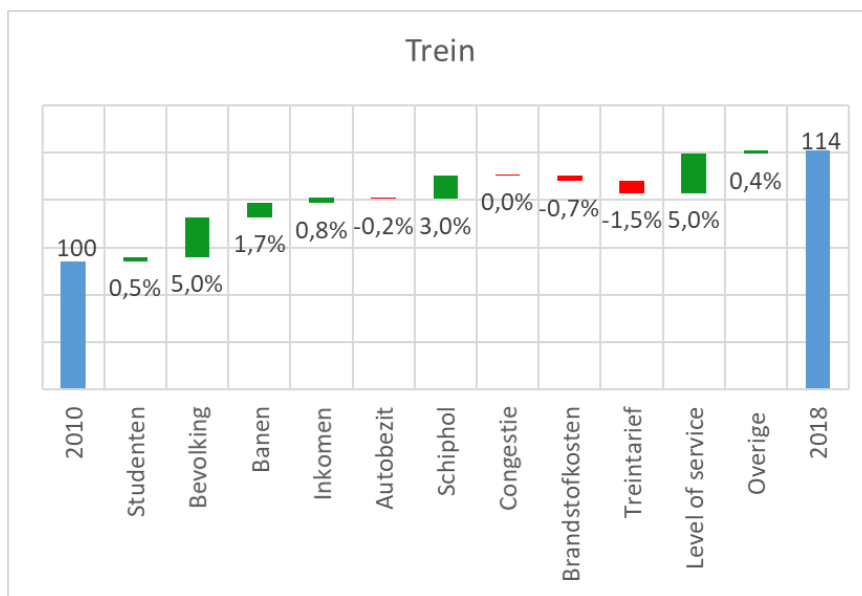
- Tussen 2010 en 2018 is in Nederland de in totaal met de trein gereisde afstand toegenomen met 14%.
- Ook per inwoner van Nederland nam het treingebruik toe, met 9,9% van 1.030 km naar 1.132 km per inwoner per jaar.
- De totale groei (in gereisde afstand) tussen 2017 en 2018 is 2,4% voor NS en 2,2% voor alle vervoerders samen.



Figuur P.1.5.1: Ontwikkeling van het treingebruik 2010-2018, in miljarden reizigerskilometers; alle vervoerders en NS. Bron: NS, KiM.

1.5.2 Verklarende factoren gebruiksentwikkeling trein

- De factor die het meest bijdraagt aan de groei van het treingebruik, is kwaliteitsverbetering van de treindiensten (treinfrequenties, netwerkuitbreiding, aansluitingen tussen treinen). Op basis van alléén de veranderde kwaliteit van de treindiensten zou de gereisde afstand zijn toegenomen met 5,0%. Zie bijlage 'Verklaring van het bus-, tram- en metro - en treingebruik' voor een beschrijving van de hiervoor gehanteerde methodiek.
- Hiernaast hebben de ontwikkeling van de bevolking, de toename van het treingebruik van en naar Schiphol en de ontwikkeling van het aantal banen een grote invloed op het treingebruik gehad (goed voor een toename van de gereisde afstand van respectievelijk 5,0%, 3,0% en 1,7%). Schiphol komt hier specifiek naar voren, omdat het gebruik van de luchtvaart door passagiers, en hiermee het gebruik van de luchthaven Schiphol, sterk is gegroeid (57% tussen 2010 en 2018). Doordat de trein een belangrijke rol speelt in het voor- en natransport van de luchthaven Schiphol, leidt meer vliegen door passagiers ook tot meer treingebruik.
- De ontwikkeling van het reëel inkomen en het gebruik van de ov-studentenkaart leveren een kleine bijdrage aan het toegenomen treingebruik (goed voor een toename van respectievelijk 0,8% en 0,5% in de gereisde afstand). Het gebruik van de ov-studentenkaart groeit doordat de deelname aan het hoger onderwijs in deze periode verder toenam (OCW, 2019) en doordat sinds 1 januari 2017 ook studenten onder de 18 jaar die een beroepsopleidende leerweg volgen, recht hebben op de ov-studentenkaart.
- De gestegen treintarieven, gecorrigeerd voor inflatie, hebben een neerwaarts effect op het treingebruik (goed voor een afname van de gereisde afstand met -1,5%).
- Hiernaast hebben het toegenomen autobezit en de dalende brandstofkosten geleid tot een afname van de per trein gereisde afstand (met respectievelijk -0,2% en -0,7%).
- Ontwikkelingen op het gebied van de congestie hebben over de periode 2010-2018 geen effect op het treingebruik gehad.
- Het saldo van alle voorgaande factoren leidt nog niet tot de uiteindelijke ontwikkeling van het treingebruik over de periode 2010-2018. De overige factoren zijn goed voor een toename van de per trein gereisde afstand met 0,4%.



Figuur P.1.5.2: Bijdrage vanuit factoren aan de ontwikkeling van het treingebruik, 2010-2018 (per trein gereisde afstand).

1.6 Bus, tram, metro

Hoofdboodschap

Gebruik bus, tram en metro neemt vooral door bevolkingsgroei toe

1.6.1 Gebruiksentwikkeling bus, tram, metro

- In de periode 2014-2018 is in Nederland de in totaal met bus, tram en metro gereisde afstand toegenomen met 5,8%. Het gebruik per inwoner is gestegen met circa 3,5% naar ongeveer 320 km in 2018.
- Vanaf 2014 is de ontwikkeling beschreven met behulp van data op basis van de ov-chipkaart. Omdat in de periode vóór 2014 een andere methode werd gebruikt en de resultaten van de verschillende methoden onvergelijkbaar zijn, kijken we voor bus, tram en metro naar de periode 2014-2018, en niet naar de ontwikkeling over de jaren 2010-2018, zoals bij de meeste andere vervoerwijzen in dit Mobiliteitsbeeld.
- Voor 2018 komt het gebruik van bus, tram en metro uit op 5,5 miljard km. De laatste drie jaar is de in totaal met bus, tram en metro gereisde afstand stabiel.

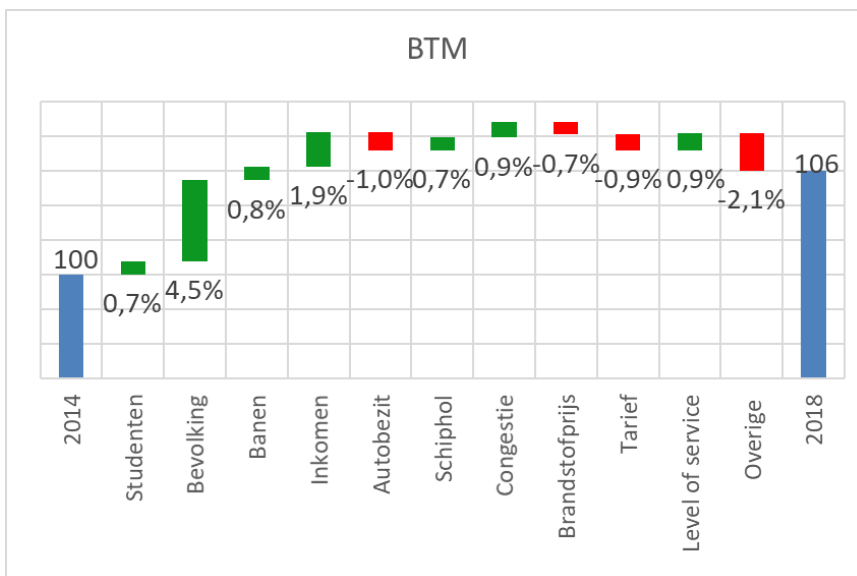
Tabel P1.6.1: In totaal gereisde afstand per bus, tram, metro, 2014-2018^a.

Jaar	miljard km
2014	5,2
2015	5,4
2016	5,5
2017	5,5
2018	5,5

^a De cijfers van alle jaren zijn gecorrigeerd voor defecte apparatuur, vergeten check-ins en check-outs, zwartrijders en het feit dat kinderen onder de vier jaar geen eigen ov-chipkaart nodig hebben. Er is niet gecorrigeerd voor het effect van stakingsdagen.

1.6.2 Verklarende factoren gebruiksentwikkeling bus, tram, metro

- De ontwikkeling van de bevolking is goed voor meer dan de helft van de toename van de in totaal per bus, tram en metro gereisde afstand in de periode 2014-2018. De bevolkingsontwikkeling alléén zou hebben geleid tot een groei van 4,5%.
Zie bijlage 'Verklaring van het bus-, tram- en metro- en treingebruik' voor een beschrijving van de hiervoor gehanteerde methodiek.
- Naast de ontwikkeling van de bevolking hebben de volgende aspecten een kleine invloed op de groei van reizigerskilometers bus, tram en metro:
 - Stijgende inkomens (goed voor 1,9% groei);
 - Toenemende congestie (0,9%);
 - Verbeteringen in de ov-kwaliteit (0,9%);
 - De ontwikkeling van het aantal banen (0,8%);
 - Toename in het gebruik van de ov-studentenkaart (0,7%), namelijk door de grotere deelname aan het hoger onderwijs en een uitbreiding van de doelgroep met studenten jonger dan 18 jaar die een beroeps opleidende leerweg in het mbo volgen;
 - Het groeiende passagiersverkeer in de luchtvaart heeft, net als bij de trein, ook invloed op het gebruik van bus, tram en metro door reizigers van en naar Schiphol (0,7%).
- Het toegenomen autobezit, de hogere brandstofkosten en de reëel gestegen tarieven voor bus, tram en metro hebben geleid tot een afname van de in totaal met bus, tram en metro gereisde afstand (respectievelijk goed voor een ontwikkeling van -1,0%, -0,7% en -0,9% in de gereisde afstand).



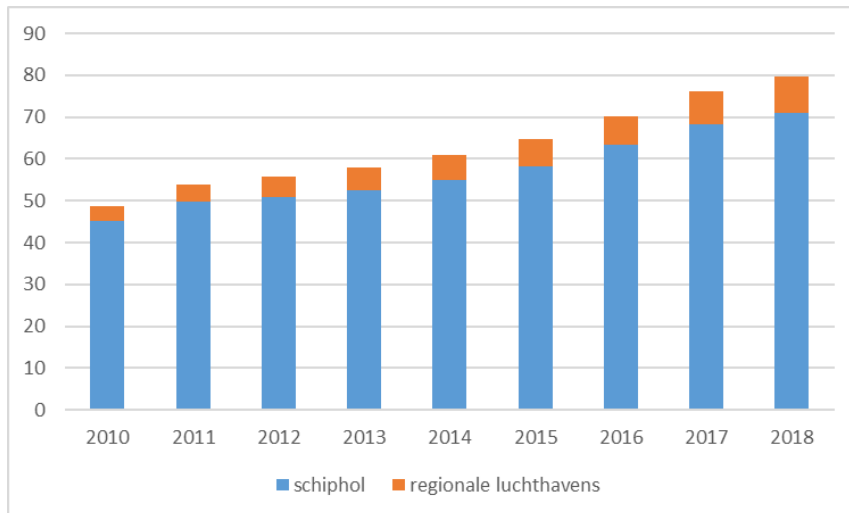
Figuur P.1.6.1: Bijdrage vanuit factoren aan de ontwikkeling van het bus-, tram- en metrogebruik, 2014-2018 (per gereisde afstand).

1.7 Luchtvaart

Hoofdboodschap

Aantal passagiersbewegingen op de Nederlandse luchthavens groeit aanzienlijk, vooral voor het reismotief vakantie.

1.7.1 Ontwikkeling reizigersgroei



Figuur P1.7.1: Ontwikkeling van het aantal passagiersbewegingen op Schiphol en de regionale luchthavens. Bron: CBS.

- In de periode 2010-2018 groeide het aantal passagiersbewegingen op de Nederlandse luchthavens van 49 naar bijna 80 miljoen (+64%).
- Tussen 2010 en 2018 is de totale door inwoners van Nederland in de lucht gereisde afstand toegenomen met ongeveer 54%.
- Per inwoner van Nederland nam het gebruik van de luchtvaart toe met 48%, van ruim 3.700 naar ruim 5.500 km per inwoner per jaar. Bij de berekening van deze afgelegde afstand is uitgegaan van de kortste afstand tussen twee luchthavens. In werkelijkheid leggen vliegtuigen vaak een wat langere afstand af en is de per inwoner van Nederland afgelegde afstand dus groter.
Ter vergelijking: een inwoner van Nederland legt binnen de landsgrenzen gemiddeld 10.000 km per jaar over land af (alle vervoerwijzen samen; zie paragraaf 1.1).

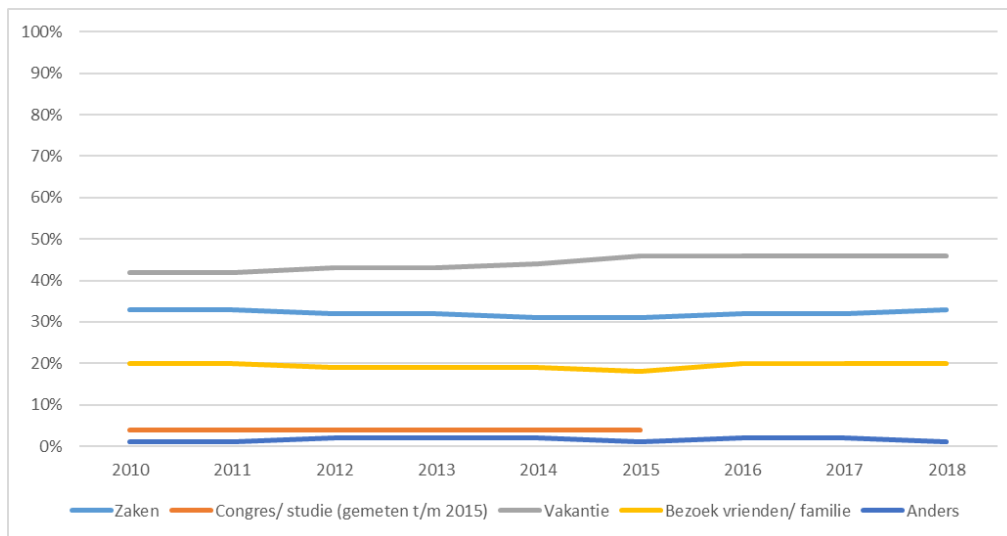
1.7.2 Ontwikkeling Schiphol

- Tussen 2010 en 2018 nam het aantal passagiersbewegingen op Schiphol toe met 57%, tot bijna 71 miljoen.
- Ten opzichte van 2017 is het aantal passagiersbewegingen op Schiphol in 2018 toegenomen met 4%.

1.7.3 Ontwikkeling regionale luchthavens

- Het aantal passagiersbewegingen op de regionale luchthavens groeide in 2018 ten opzichte van 2017 met krap 11% naar bijna 9 miljoen. Het aandeel van de regionale luchthavens in het totaal aantal passagiersbewegingen in Nederland loopt hiermee op van 7% in 2010 naar 11% in 2018.

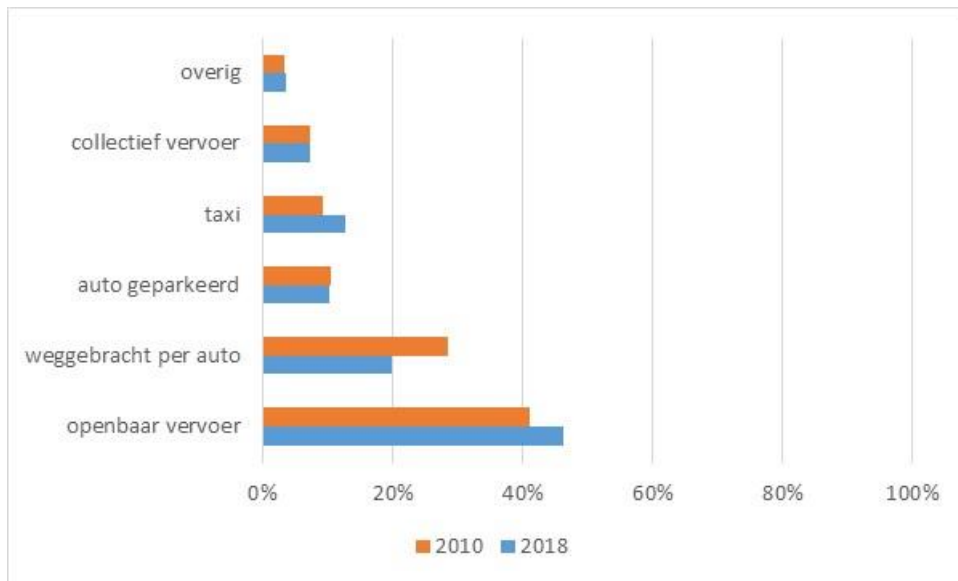
1.7.4 Gebruiksmotieven



Figuur P1.7.2: Aandeel reizen naar motief van passagiers op Schiphol. Bron: Schiphol Jaarverslag 2018 (2019 en jaarverslagen van eerdere jaren).

- De meeste passagiers op Schiphol reizen voor een vakantie (46%) en tussen 2010 en 2018 kwam uit dat motief ook de meeste groei.

1.7.5 Vervoer naar Schiphol



Figuur P1.7.3: Vervoerwijze van alle reizigers naar Schiphol. Bron: Schiphol Jaarverslag 2018 (Royal Schiphol Group, 2019) en Jaarverslag 2010 (Schiphol Group, 2011).

- Mensen reizen vaker per openbaar vervoer van en naar Schiphol. In 2018 geldt dit voor bijna de helft (46%) van de reizigers. Ten opzichte van 2010 is dit een toename van 5%-punt. Het wegbrengen per auto daarentegen nam met bijna 9%-punt af.

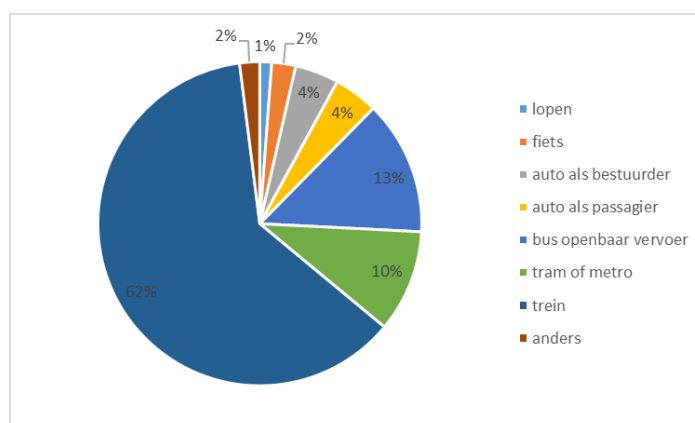
1.8 Multimodaal personenvervoer

1.8.1 Marktaandeel multimodaal

Hoofdboodschap

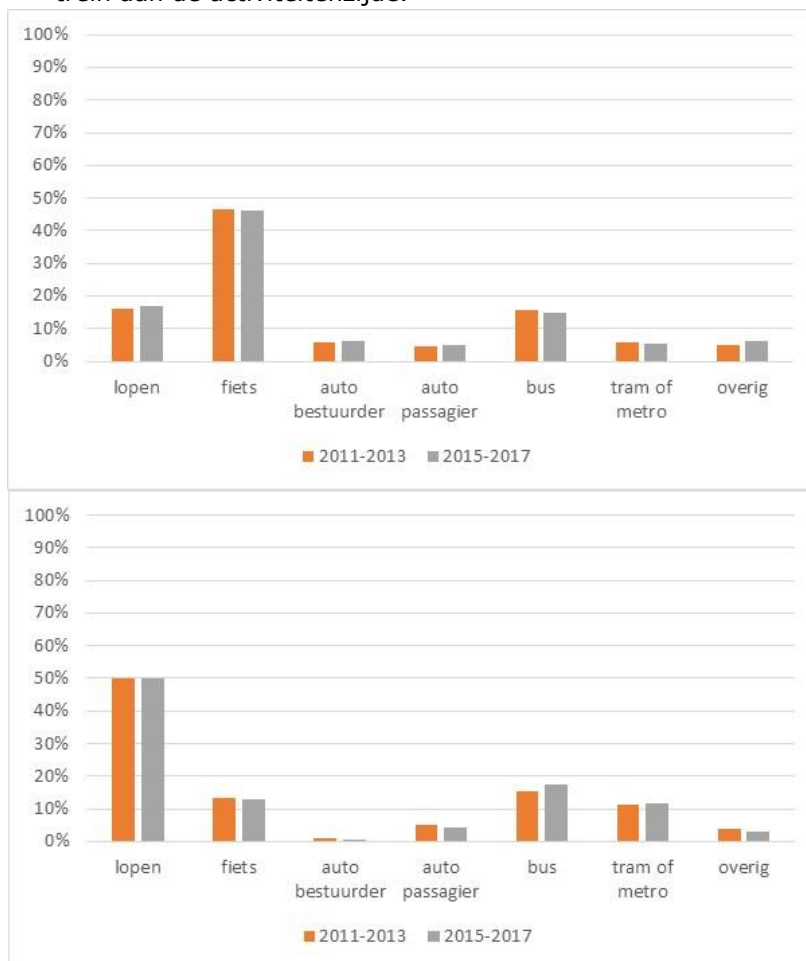
Markt voor multimodale verplaatsingen is gering maar vooral sterk bij stedelijke hart-op-hartrelaties met de trein.

- Een multimodale verplaatsing is een verplaatsing met ten minste twee verschillende vervoerwijzen. Het merendeel van de multimodale verplaatsingen wordt afgewikkeld via vervoersknooppunten: haltes van de bus, de tram of de metro en treinstations, de zogenoemde overstappunten (zie ook paragraaf 1.8 ['Definitie multimodaliteit'](#)). Ook wanneer iemand van huis loopt naar de bushalte om verder te reizen per bus, is dit in deze definitie een multimodale verplaatsing. Luchthavens en zeehavens zijn eveneens knooppunten waar uitwisseling plaats vindt tussen verschillende modaliteiten. Denk aan de overstap van de trein op het vliegtuig op Schiphol of een overstap van de trein op de ferry in Hoek van Holland.
- Het aandeel multimodale verplaatsingen bedraagt in 2017 ongeveer 3% van alle verplaatsingen in Nederland (474 miljoen verplaatsingen). Het gaat hierbij om meer dan alleen het aantal verplaatsingen per trein (2%); bijvoorbeeld ook verplaatsingen per bus, tram of metro waarbij de reiziger bovendien loopt of fietst, tellen mee als multimodale verplaatsingen. Het aandeel multimodale verplaatsingen is lager dan het aandeel ov-verplaatsingen (6%). Hoewel alle ov-verplaatsingen in principe multimodale verplaatsingen zijn, is er echter een substantieel aantal respondenten in de gebruikte data (het OViN) dat aangeeft voor of na een trein- bus-, tram- of busverplaatsing geen vervoer meer te hebben. In theorie kan dit niet. Als er geen voor- of natransportmiddel is gerapporteerd, nemen we aan dat de respondent heeft gelopen. Lopen is echter ondervertegenwoordigd in het OViN, waarschijnlijk vooral de korte loopverplaatsingen bij het voor- en natransport.
- Bijna 15% van de in totaal door reizigers afgelegde afstand (2,8 miljard km) kan worden beschouwd als multimodaal. De aandelen multimodale verplaatsingen en de hierbij afgelegde afstand zijn de laatste 10 jaar vrij constant.
- Hoewel het aandeel multimodale verplaatsingen in het totaal van de verplaatsingen gering is, speelt het wél een belangrijke rol bij het gebruik van het openbaar vervoer, met name bij de trein.
- De trein speelt de hoofdrol bij de intermodale verplaatsingen: bij 62% van de multimodale verplaatsingen is de trein de hoofdvervoerwijze (het vervoermiddel waarmee de langste afstand is afgelegd). Dit aandeel schommelt tussen 2010 en 2017 rond de 60%.
- Bus, tram en metro als hoofdvervoerwijze zijn goed voor 23% van de multimodale verplaatsingen.
- Niet alleen het openbaar vervoer speelt een rol bij de multimodale verplaatsingen. Bij 8% van de multimodale verplaatsingen is de auto de hoofdvervoerwijze. Fietsen, lopen en overige vervoerwijzen (bijvoorbeeld motor, taxi) komen weinig voor als hoofdvervoerwijze bij multimodale verplaatsingen: in totaal 5%.



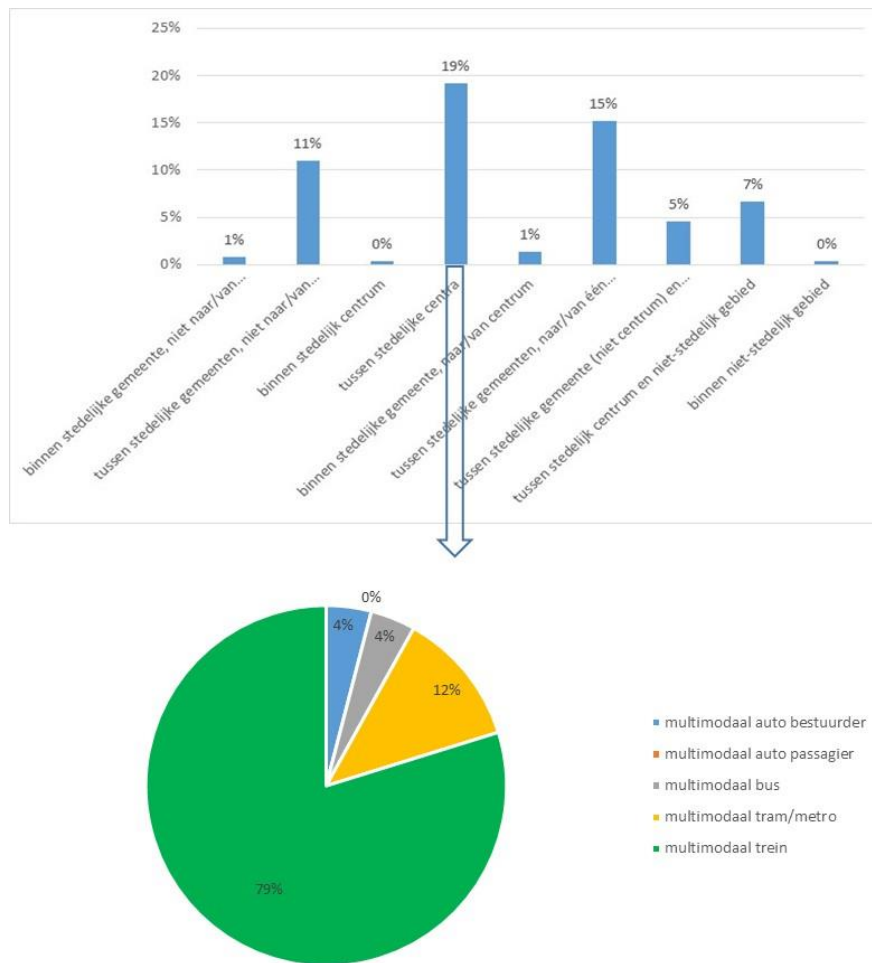
Figuur P1.8.1 Aandelen hoofdvervoerwijze binnen multimodale verplaatsingen. Bron: CBS, OViN 2015-2017.

- De meest voorkomende multimodale verplaatsing is de combinatie van fiets en trein. Met name bij verplaatsingen van en naar het station, aan de woningzijde van de verplaatsingsketen, is het aandeel van deze multimodale verplaatsing hoog, namelijk ongeveer 47%. Dit aandeel is de laatste 10 jaar nauwelijks gewijzigd.
- Multimodaliteit speelt vooral een rol bij werk- en onderwijs gerelateerde verplaatsingen. Van alle werkgerelateerde verplaatsingen is 6% multimodaal, bij verplaatsingen voor het motief onderwijs is dit 8%.
- Multimodale verplaatsingen komen voornamelijk voor tussen de kernen van stedelijke gebieden.
- Aan de zogenoemde activiteitszijde van de verplaatsingsketen (bijvoorbeeld tussen station en kantoor of onderwijsinstelling), is lopen de belangrijkste manier om van en naar het station te komen. De fiets speelt daar een veel minder prominente rol, aangezien deze aan de activiteitszijde minder beschikbaar is. De ov-fiets voorziet aan de activiteitszijde wel (in toenemende mate) in een behoefte. In 2018 worden 4,2 miljoen ritten met de ov-fiets gemaakt (NS, 2019); dit is ongeveer 10% van alle voor- en natransportritten op de trein aan de activiteitszijde.



Figuur P1.8.2: Ontwikkeling aandelen voor- en natransport vervoerwijzen op de trein aan de woningzijde (boven) en activiteitszijde (onder) 2011-2017. Bron: CBS, OViN 2011-2013, OViN 2015-2017.

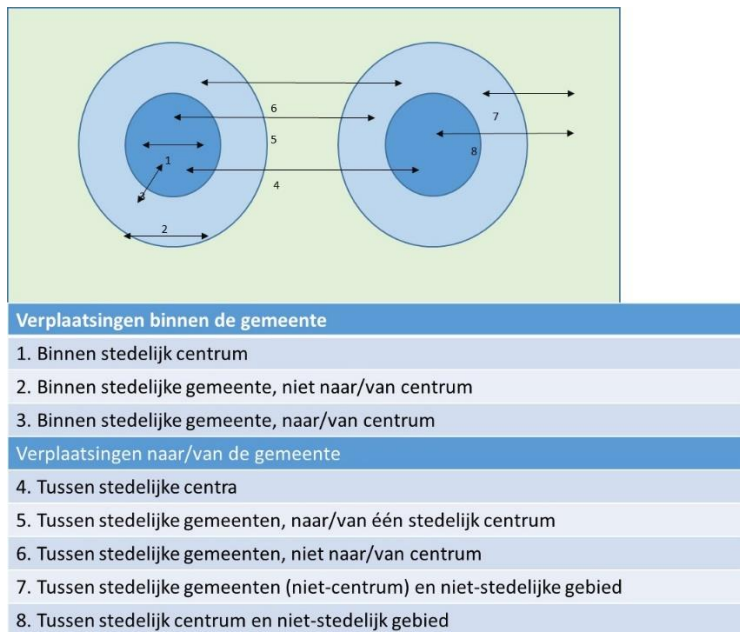
- Bij de reizen tussen de stedelijke centra van de grote steden – de 'hart-op-hart'-relaties – is het aandeel multimodale verplaatsingen het hoogst, namelijk 19%. Van alle multimodale verplaatsingen tussen de stedelijke centra is de trein, met een aandeel van 79%, het meest gebruikte vervoermiddel.



Figuur P1.8.3: Aandeel multimodale verplaatsingen naar relatietype (boven) en aandelen hoofdvervoerwijze multimodale verplaatsingen tussen stedelijke centra (onder). Bron: CBS, OViN 2015-2017.

1.8.2 Multimodaal in stedelijke gebieden

- Bij de analyse voor de stedelijke gebieden maken we een onderscheid naar typen verplaatsingen. In figuur P1.8.4 is aangegeven welke verplaatsingstypen in de onderstaande beschrijvingen in beschouwing zijn genomen.



Figuur P1.8.4: Typen verplaatsingen.

- Voor de zes grote steden in Nederland verschilt het aandeel multimodale verplaatsingen (verplaatsingen van, naar en binnen deze gemeenten; de verplaatsingstypen 1 t/m 8, zie figuur P1.8.4) nogal. Het hoogste aandeel multimodale verplaatsingen is te vinden bij reizen van, naar en binnen de gemeenten Utrecht en Amsterdam, respectievelijk 11% en 12% (tabel P1.8.2).
- De trein speelt hierbij een belangrijke rol, met name op relaties tussen de stedelijke centra.

	Aandeel multimodale verplaatsingen	Waarvan met de trein
Nederland	3%	2% (= 67%)
Amsterdam	11%	8% (= 72%)
Rotterdam	8%	4% (= 50%)
Den Haag	8%	5% (= 63%)
Utrecht	12%	10% (= 83%)
Eindhoven	5%	4% (= 80%)
overige gemeenten 100.000+	5%	4% (= 80%)

Tabel P1.8.2: Aandeel multimodale verplaatsingen van, naar en binnen de zes grote steden en de overige grote gemeenten in Nederland. Bron: CBS, OViN 2015-2017.

- Met 46% heeft Amsterdam het hoogste aandeel multimodale reizen op relaties tussen de stedelijke centra (tussen het centrum van Amsterdam en andere stedelijke centra in Nederland; verplaatsingstype 4 uit figuur P1.8.4) waarbij de trein de hoofdvervoerwijze is (zie tabel P1.8.3). Den Haag volgt op de voet met een aandeel van 44%. Ook Utrecht heeft een hoog aandeel voor hetzelfde type verplaatsingen (36%). Hiernaast heeft Utrecht een hoog aandeel (37%) op de relatie 'tussen stedelijke gemeenten naar en van één stedelijk centrum' (verplaatsingstype 5 uit figuur P1.8.4).
- Opvallend is dat het aandeel van Rotterdam op de relaties tussen de stedelijke centra (verplaatsingstype 4 uit figuur P1.8.4) waarbij de trein de hoofdvervoerwijze is, slechts 16% bedraagt. Daarentegen is het aandeel multimodale reizen op relaties tussen stedelijke centra van en naar Rotterdam met tram/metro als hoofdvervoerwijze (zie tabel P1.8.4) relatief hoog (17%) in vergelijking met de andere grote steden. Hiernaast is het aandeel multimodale reizen van Rotterdam tussen centrum/stedelijke gemeente en niet-stedelijke gebieden (verplaatsingstypen 5, 6, 7 en 8 uit figuur P1.8.4) waarbij bus/tram en metro de hoofdvervoerwijze is, ook nog eens 17% (zie tabel P1.8.4). Het gebruik van de Randstadrail, de metro's naar Spijkenisse en Capelle en de afwezigheid van zwaar spoor naar het zuidwesten (Zuid-Hollandse eilanden en verder) speelt hierbij een rol.

Relatietype	Amsterdam	Rotterdam	Den Haag	Utrecht	Eindhoven	overige gemeenten 100.000 +
4. Tussen stedelijke centra	46%	16%	44%	36%	17%	21%
5. Tussen stedelijke gemeenten, niet naar/ van centrum	19%	7%	11%	20%	8%	10%
6. Tussen stedelijke gemeenten, naar/van één stedelijk centrum	31%	14%	17%	37%	20%	13%
7. Tussen stedelijke gemeente (niet-centrum) en niet-stedelijk gebied	8%	4%	13%	8%	4%	4%
8. Tussen stedelijk centrum en niet-stedelijk gebied	17%	7%	28%	28%	11%	8%

Tabel P1.8.3: Aandelen multimodale verplaatsingen van en naar grote stedelijke gemeenten met de trein als hoofdvervoerwijze voor verschillende relatietypen. Bron: CBS, OViN 2015-2017.

Relatietype	bus multimodaal	tram en metro multimodaal
4. Tussen stedelijke centra	0%	17%
5. Tussen stedelijke gemeenten, niet naar/van centrum	1%	4%
6. Tussen stedelijke gemeenten, naar/van één stedelijk centrum	2%	5%
7. Tussen stedelijke gemeente (niet-centrum) en niet-stedelijk gebied	2%	2%
8. Tussen stedelijk centrum en niet-stedelijk gebied	11%	6%

Tabel P1.8.4: Aandelen multimodale verplaatsingen met bus en tram/metro als hoofdvervoerwijze van en naar Rotterdam voor verschillende relatietypen. Bron: CBS, OViN 2015-2017.

- Voor verplaatsingen binnen de gemeente speelt multimodaliteit nauwelijks een rol. Unimodale verplaatsingen, te voet, met de fiets of met de auto maken het merendeel uit van de verplaatsingen binnen het stedelijk gebied.

1.8.3 Verklarende variabelen

Hoofdboodschap

Autobeschikbaarheid en het reismotief zijn de belangrijkste variabelen die verklaren of iemand wel of niet multimodaal reist.

Multimodaal reizen ontleent zijn nut meestal aan het combineren van de sterke kanten van verschillende vervoerwijzen. Het is pas nuttig als het nadeel van het overstappen, dat inherent is aan multimodaal reizen, wordt gecompenseerd. Dit nut treedt doorgaans pas op bij wat langere afstanden. Voor de dagelijkse boodschappen zal een multimodale verplaatsing met een overstap alleen maar onhandig zijn. Fietsen naar een wat verder weg gelegen bushalte om daar op een bus te stappen die ook vlakbij huis stopt, is in het algemeen evenmin zinvol. Daarentegen kan fietsen naar een verder weg gelegen treinstation en dan doorreizen per trein wél nuttig zijn. De reiziger overweegt de keuze voor wel of niet multimodaal reizen pas voor een reis boven een zekere afstand, waarbij de afstand afhangt van de locaties van herkomst- en bestemmingsadressen en het vervoeraanbod. Daarom hebben we een analyse uitgevoerd voor alleen de verplaatsingen over afstanden groter dan 10 km; bij deze afstanden is het gros van de verplaatsingen uitgesloten waarbij multimodaal reizen niet zinvol is.

Met behulp van een binair logistisch regressiemodel voor een aantal persoons- en huishoudvariabelen en één verplaatsingsvariabele (motief) geschat wat hun relatie is met het wel of niet multimodaal zijn van verplaatsingen. Uit de analyses komt naar voren dat de autobeschikbaarheid en het reismotief van de reiziger de belangrijkste variabelen zijn die verklaren of iemand zich wel of niet multimodaal zal verplaatsen over een afstand van meer dan 10 km. De rest van de in de regressieanalyse opgenomen variabelen (leeftijd, stedelijkheid, maatschappelijke bezigheid, leeftijd, afstand tot treinstation, inkomen huishouden, samenstelling van het huishouden en geslacht) draagt veel minder of weinig bij aan de verklaring van het multimodaal reizen.

Verder komt uit de analyse naar voren dat de geneigdheid tot multimodaal reizen:

- Hoog is bij personen tussen de 18 en 30 jaar;
- Toeneemt bij een toenemend inkomen en een hogere opleiding;
- Hoog is bij scholieren en studenten en relatief laag bij degenen die het huishouden doen of arbeidsongeschikt zijn;
- Toeneemt naarmate de autobeschikbaarheid afneemt;
- Hoog is in sterk verstedelijkte woongebieden;
- Hoog is bij de woon-werk- en zakelijke verplaatsingen en laag bij winkelen.

1.8.4 Definitie multimodaliteit

Een multimodale verplaatsing is een verplaatsing met minstens twee verschillende vervoerwijzen, waaronder lopen als de respondent dit in het verplaatsingsonderzoek zo heeft geregistreerd. Reizigers stappen dus over van de ene vervoerwijze op de andere. Bijvoorbeeld: vanuit huis met de fiets naar het station, dan met de trein naar een ander station en vervolgens met de tram naar het werk. Van je woning naar het schuurtje lopen om de fiets te pakken zou in principe eveneens kunnen worden gezien als een multimodale verplaatsing, maar er zijn maar weinig respondenten in het Onderzoek Verplaatsingen in Nederland (OViN) van het CBS die dit ook precies zo invullen. Hetzelfde geldt voor andere loopverplaatsingen. Zo is er een substantieel aandeel respondenten dat aangeeft na een trein-, metro-, tram- of busverplaatsing verder geen vervoer meer te hebben gehad. Omdat dit theoretisch niet kan, blijkt er voor lopen een onderregistratie plaats te vinden, waarschijnlijk vooral van korte loopverplaatsingen. Een betere databron voor multimodaal verplaatsingsgedrag is er echter niet.

Bij de gepresenteerde cijfers is data gebruikt uit het OViN over de jaren 2011 tot en met 2013 (CBS 2011, 2012, 2013) en uit het OViN over de jaren 2015 tot en met 2017 (CBS 2015, 2016, 2017). De verplaatsingscijfers betreffen alleen 'reguliere' verplaatsingen; beroepsmatige verplaatsingen zijn niet inbegrepen. Voor de analyses van het datamateriaal zijn vier categorieën verplaatsingen onderscheiden, naar de mate waarin een verplaatsing uit verschillende modaliteiten bestaat:

- Unimodaal: de reiziger gebruikt slechts één modaliteit en stapt niet over, bijvoorbeeld als hij of zij met de auto naar het werk rijdt;
- Intramodaal: de reiziger gebruikt slechts één modaliteit en maakt tijdens de verplaatsing één of meer overstappen tussen voertuigen van deze modaliteit (bijvoorbeeld bus-bus);
- Intermodaal: de reiziger gebruikt ten minste twee modaliteiten en maakt tijdens de verplaatsing géén intramodale overstap;
- Inter- en intramodaal: de reiziger gebruikt ten minste twee modaliteiten en maakt tijdens de verplaatsing bovendien één of meer intramodale overstappen.

Voor de analyses zijn de data in de categorie 'intermodaal' gebruikt. Deze categorie wordt aangemerkt als 'multimodaal'. In de categorie 'inter- en intramodaal' bevinden zich weliswaar reizen waarbij zowel een intermodale als een intramodale overstap plaatsvindt (bijv. fiets-trein-trein-lopen), maar het aandeel van deze categorie is verwaarloosbaar en leidt nauwelijks tot andere resultaten. Hetzelfde geldt voor het aandeel van de intramodale verplaatsingen (bijvoorbeeld fiets-fiets, trein-trein, bus-bus).

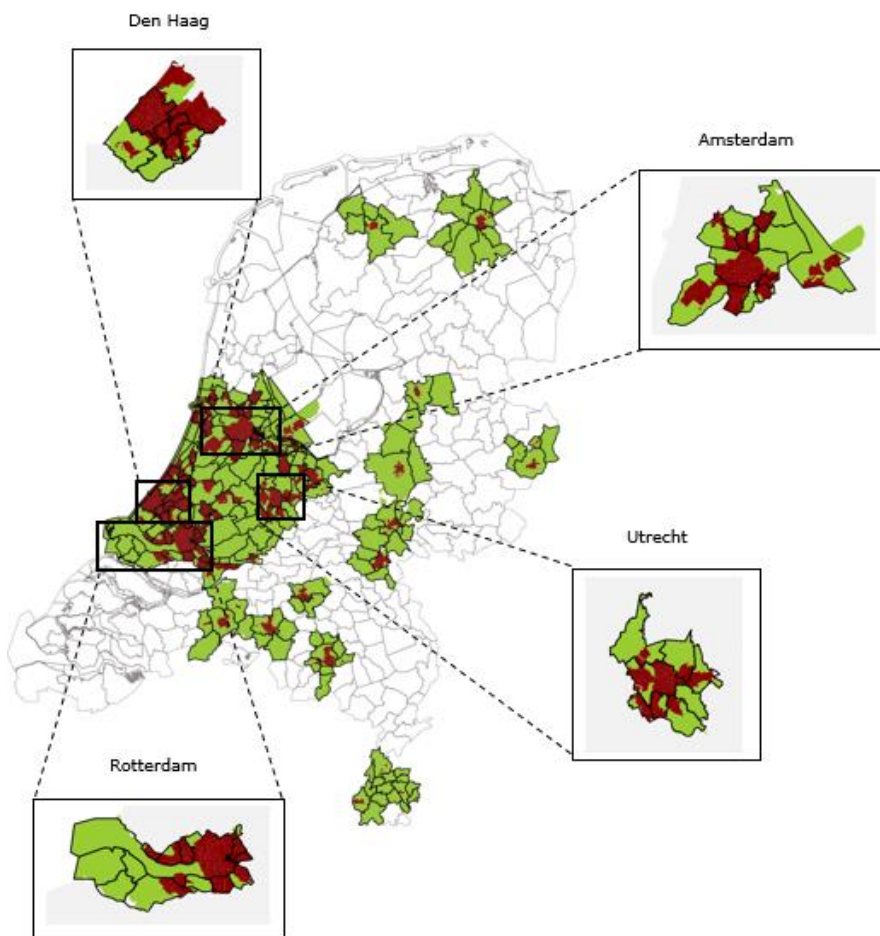
Bij multimodale verplaatsingen zonder ov-gebruik ontbreekt informatie op ritniveau. We beschikken hier alleen over informatie wanneer de respondent de afzonderlijke ritten als unimodale verplaatsingen heeft opgegeven en deze later zijn gecorrigeerd tot één multimodale verplaatsing.

1.9 Mobiliteit van stedelingen

1.9.1 Aanpak en definities

In deze paragraaf brengen we de mobiliteit *van inwoners van stedelijk gebied* in beeld. Dit is iets anders dan de mobiliteit *in stedelijk gebied*. Mobiliteit is gemeten als het gemiddeld aantal verplaatsingen per inwoner per jaar. Deze paragraaf geeft zo méér inzicht in het verplaatsingsgedrag van stedelingen, maar minder inzicht in de resultante van dit gedrag 'op straat' in geografische gebieden.

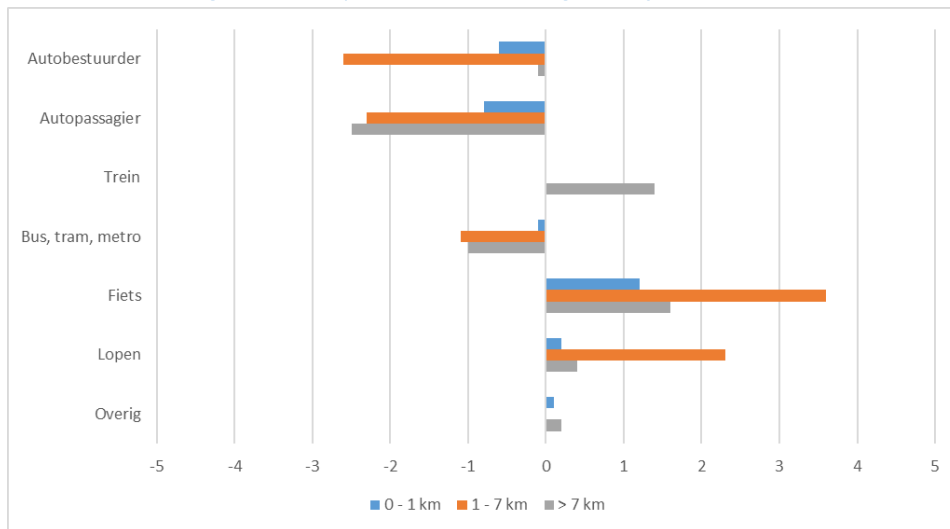
Figuur P1.9.1 geeft de indeling van Nederland naar drie gradaties van stedelijkheid. De kaart laat drie typen gebieden zien. Rood is hoogstedelijk gebied. Dit zijn grofweg de centra van de grote en middelgrote steden. Het Mobiliteitsbeeld toont alleen de ontwikkeling van de mobiliteit in *hoogstedelijke gebieden*. Jonkeren et al. (2019) gaat nader in op de ontwikkeling van de mobiliteit in laagstedelijk en niet-stedelijk gebied.



Figuur P1.9.1: Nederland en enkele stadsgewesten naar mate van stedelijkheid. Rood = hoogstedelijk, groen = laagstedelijk, wit = niet-stedelijk. De indeling is gebaseerd op de indeling van Nederland in stadsgewesten (Vliegen, 2005) en data over de dichtheid van omgevingsadressen in Nederland. Zie Jonkeren et al. (2019) voor een uitleg van de indeling.

- De ontwikkeling van de personenmobiliteit van de inwoners van hoogstedelijk gebied is geanalyseerd op twee niveaus: het ruimtelijk schaalniveau van heel Nederland en de vier stadsgewesten Amsterdam, Utrecht, Rotterdam en Den Haag.
- Er is onderscheid gemaakt naar zes vervoerwijzen: auto, trein, bus, tram en metro, fiets, lopen en overig. Bij de auto zijn de verplaatsingen vervolgens uitgesplitst naar die gemaakt door autobestuurders en die gemaakt door autopassagiers.
- Verder onderscheiden we drie afstandsklassen: 0-1 km, 1-7 km, en meer dan 7 km.
- Mobiliteit is gemeten als het gemiddeld *aantal verplaatsingen per inwoner per jaar*.

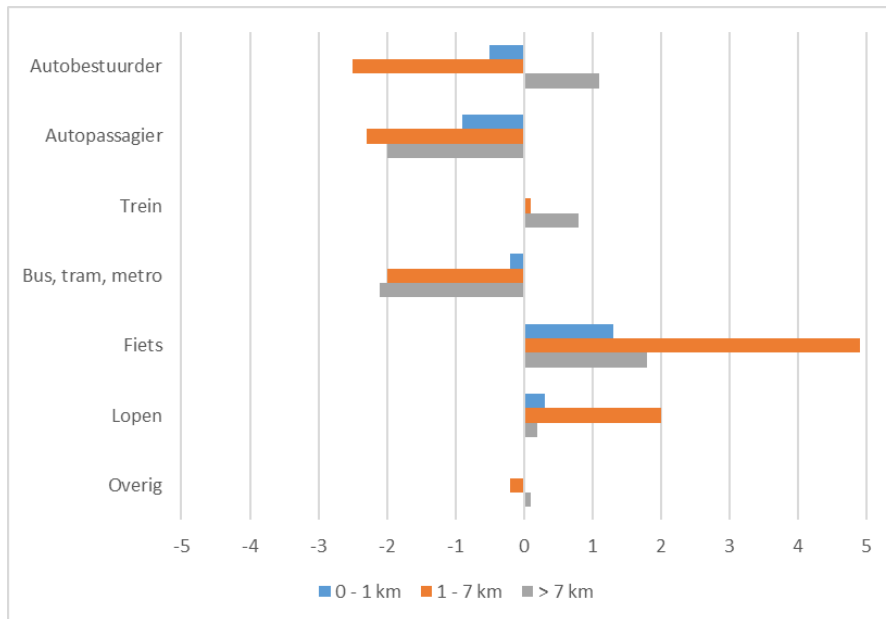
1.9.2 Ontwikkeling mobiliteit per inwoner in hoogstedelijk Nederland



Figuur P1.9.2 Verandering modal split, 2005-2015, op basis van verplaatsingen van inwoners van hoogstedelijk Nederland. Bron gebruikte data: CBS, MON, OViN, 2005-2015.

- Onder de inwoners van de hoogstedelijke gebieden in Nederland zijn de aandelen van de vervoerwijzen fietsen, lopen en trein tussen 2005 en 2015 toegenomen, terwijl het aandeel auto als bestuurder is afgenomen. De verdeling van het aantal verplaatsingen van inwoners van hoogstedelijk Nederland over de vervoerwijzen in 2015 is dus duurzamer dan die in 2005.
- De veranderingen in de verdeling over de vervoerwijzen zijn het meest uitgesproken voor verplaatsingen over afstanden van 1-7 km. Dat de grootste verschuivingen zich voordoen in deze afstandsklasse, is ook te verwachten. Vervoerwijzen zijn daar meer uitwisselbaar. De auto wordt immers niet zo snel gebruikt voor verplaatsingen over 0-1 km en lopen niet voor verplaatsingen over meer dan 7 km.
- Onder de inwoners van de hoogstedelijke gebieden is het aandeel trein toegenomen voor verplaatsingen over meer dan 7 km. Het aandeel trein in deze afstandsklasse was in 2005 10%.

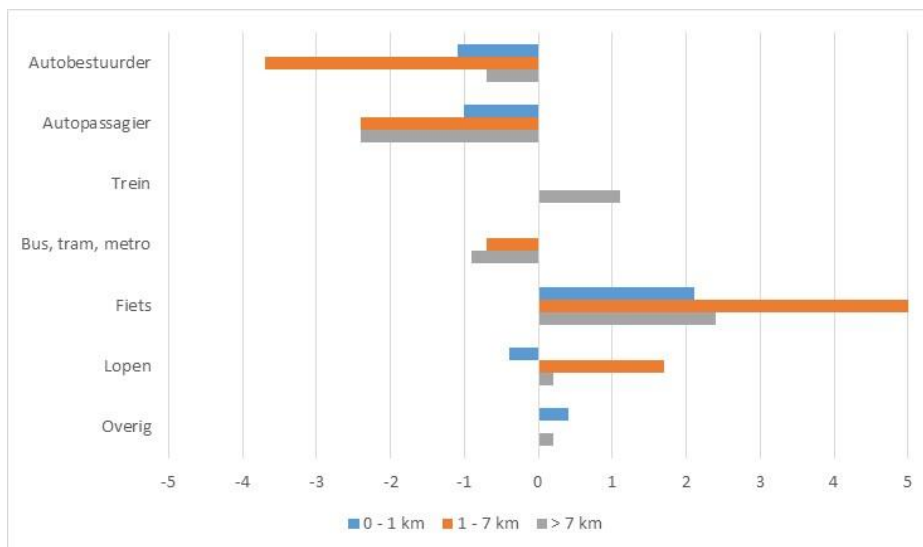
1.9.3 Ontwikkeling mobiliteit per inwoner in hoogstedelijk gebied van de vier stadsgewesten
 Inwoners van Amsterdam



Figuur P1.9.3 Verandering modal split, 2005-2015, op basis van verplaatsingen van inwoners van hoogstedelijk Amsterdam. Bron gebruikte data: CBS, MON, OViN, 2005-2015.

- Amsterdammers die wonen in hoogstedelijk gebied, zijn tussen 2005 en 2015 op de afstanden 1-7 km en meer dan 7 km minder vaak (-2%-punten) gaan reizen per bus, tram en metro. Gezien het aandeel bus, tram en metro in de modal split in 2005 (respectievelijk 8% voor de klasse 1-7 km en 11% voor de klasse meer dan 7 km) is dit een relatief grote daling.
- Opvallend voor inwoners van hoogstedelijk Amsterdam is dat het aandeel autobestuurder voor verplaatsingen over lange afstanden is toegenomen. De autobestuurders hadden in 2005 al het grootste aandeel in de in hoogstedelijk gebied gemaakte verplaatsingen (46%) in de afstandsklasse meer dan 7 km.

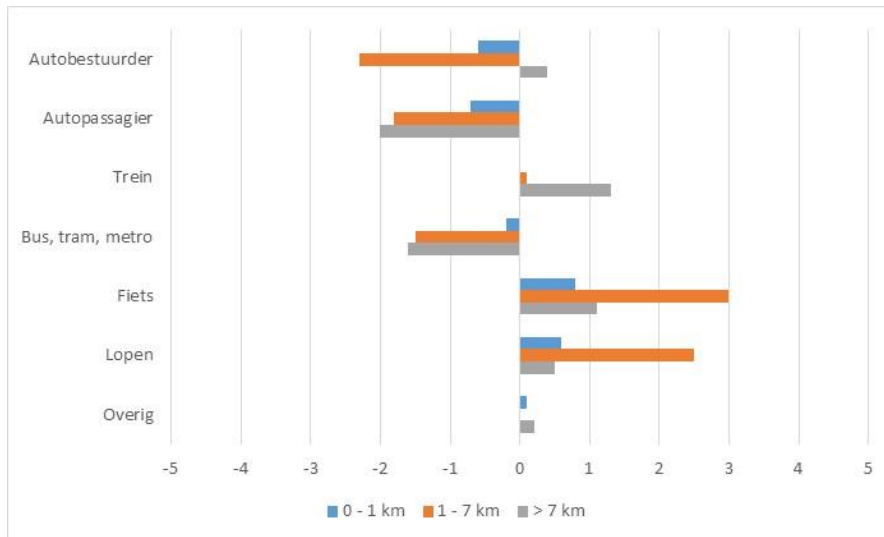
Inwoners van Utrecht



Figuur P1.9.4 Verandering modal split in %-punten, 2005-2015, op basis van verplaatsingen van inwoners van hoogstedelijk Utrecht. Bron gebruikte data CBS, MON, OViN, 2005-2015.

- Onder de inwoners van de hoogstedelijke gebieden in Utrecht neemt in de afstandsklasse 1-7 km het aandeel fiets tussen 2005 en 2015 toe met 5%-punten. In 2015 komt voor inwoners van hoogstedelijk Utrecht het aandeel fiets in deze afstandsklasse hiermee op ongeveer 43% te liggen.
- Onder de inwoners van hoogstedelijk Utrecht neemt het aandeel verplaatsingen van autobestuurders in de afstandsklasse 1-7 km wat sterker af dan onder de inwoners van hoogstedelijk Amsterdam.

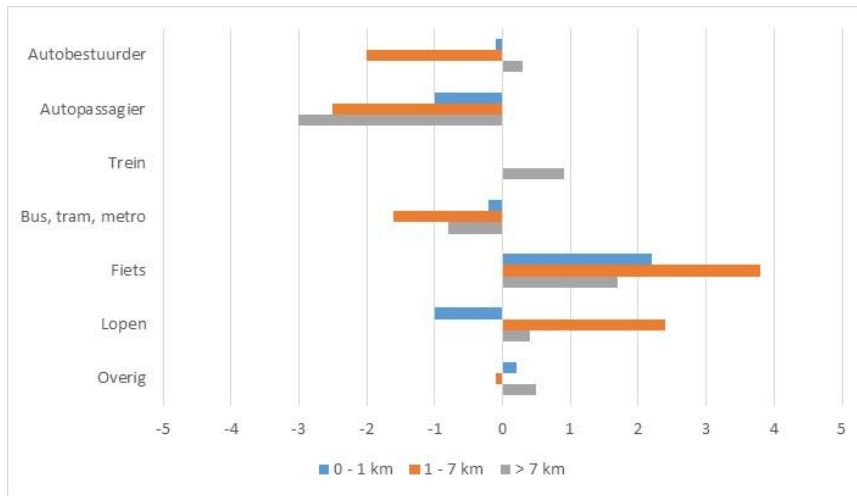
Inwoners van Rotterdam



Figuur P1.9.5. Verandering modal split in %-punten, 2005-2015, op basis van verplaatsingen van inwoners van hoogstedelijk Rotterdam. Bron gebruikte data: CBS, MON, OViN, 2005-2015.

- Voor de inwoners van hoogstedelijk Rotterdam zijn de verschuivingen van de aandelen van de vervoerwijzen over het algemeen minder uitgesproken dan voor de inwoners van hoogstedelijk Amsterdam en hoogstedelijk Utrecht.
- Voor de inwoners van hoogstedelijk Rotterdam is het aandeel fiets in 2005 in de afstandsklasse 1-7 km met 29% het laagste van alle stadsgewesten. De toename van het aandeel fiets is hier tussen 2005 en 2015 ongeveer 3%-punten.

Inwoners van Den Haag



Figuur P1.9.6. Verandering modal split in %-punten, 2005-2015, op basis van verplaatsingen van inwoners van hoogstedelijk Den Haag. Bron gebruikte data: CBS, MON, OViN, 2005-2015.

- Voor de inwoners van hoogstedelijk Den Haag neemt tussen 2005 en 2015 het aandeel fiets in de afstandsklasse 0-1 km toe en het aandeel lopen af.
- In de afstandsklasse 0-1 km is het aandeel fiets in 2005 26% en het aandeel lopen 55%.

Bronnen hoofdstuk 1

BOVAG-Rai (2019). *Fietsen in de statistiek 2011-2018 Nederland*.

<https://www.bovag.nl/BovagWebsite/media/BovagMediaFiles/Cijfers/2019/Fietsverkoopcijfers-2011-2018.pdf?ext=.pdf>

CBS (2010). *Motorbrandstoffen; adviesprijzen. Website bezocht in juni 2019*. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek. <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/7521/table?ts=1569490098400>

CBS (2011). *Onderzoek Verplaatsingen in Nederland 2011*. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.

CBS (2012). *Onderzoek Verplaatsingen in Nederland 2012*. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.

CBS (2013). *Onderzoek Verplaatsingen in Nederland 2013*. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.

CBS (2015). *Onderzoek Verplaatsingen in Nederland 2015*. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.

CBS (2016). *Onderzoek Verplaatsingen in Nederland 2016*. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.

CBS (2017). *Onderzoek Verplaatsingen in Nederland 2017*. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.

CBS (2018). *Pomprijzen motorbrandstoffen; brandstofsoort per dag. Website bezocht in juni 2019*. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.

<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/80416NED/table?fromstatweb>

CBS Statline (2019). *Arbeidsdeelname en werkloosheid per maand. Website bezocht in juni 2019*. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek. <https://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=80590ned&D1=2-3&D2=0&D3=0&D4=1-2%2c7%2c11%2c13%2c15&HDR=T&STB=G1%2cG2%2cG3&VW=T>

CBS Statline (2019). *Bevolking; kerncijfers. Website bezocht in juni 2019*. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen. <https://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=37296ned&D1=0&D2=54-55,60,64,66,I&HDR=G1&STB=T&VW=T>

CBS Statline (2019). *Personenauto's; voertuigkenmerken, regio's, 1 januari. Website bezocht in juni 2019*. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen.

<https://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=71405ned&D1=0&D2=0&D3=4-5,10,14,16,18&HDR=G1,G2&STB=T&VW=T>

CBS Statline (2019). *Inkomensgroepen; particuliere huishoudens, kenmerken, 2000-2014. Website bezocht in juli 2019*. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen.

<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/71013ned/table?ts=1552988344629>

CBS Statline (2019). *Inkomen van huishoudens; inkomensklassen, huishoudenskenmerken. Website bezocht in juni 2019*. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen.

<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/83932NED/table?fromstatweb>

CBS Statline (2019). *Consumentenprijzen; alle bestedingen; prijsindex 2015=100. Website bezocht in juni 2019*. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen.

<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/83131NED/table?ts=1552997362945>

CROW & KpVV (2017). *Staat van het regionaal OV 2017*.

Jonkeren, O., Wüst, H. & Haas, M. de (2019). *Mobiliteit in stedelijk Nederland*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

Loop, H. van der, Bakker, P., Savelberg, F., Kouwenhoven, M. & Helder, E. (2018). *Verklaring van de ontwikkeling van het ov-gebruik in Nederland over 2005-2016*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

- NS (2019). *NS Jaarverslag 2018*. Utrecht: Nederlandse Spoorwegen.
- OCW (2019). *Onderwijs in cijfers*. Web-publicatie. Den Haag: Ministerie van OCW.
- PBL (2019). *Klimaat- en Energieverkenning*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving
- Royal Schiphol Group, *Feiten & Cijfers*. Jaargangen 2004, 2005, 2010, 2014, 2016, 2017, 2018. Website bezocht in juni 2019. <https://www.schiphol.nl/nl/schiphol-group/pagina/feiten-en-cijfers/>
- Royal Schiphol Group (2019). *Feiten & Cijfers 2018*. Schiphol: Royal Schiphol Group.
- Royal Schiphol Group (2019). *Schiphol Jaarverslag 2018*. Schiphol: Royal Schiphol Group.
- RWS (2018). *Publieksrapportage Rijkswegennet. Jaaroverzicht 2017. 3^e periode 2017, 1 september-31 december*. Den Haag: Rijkswaterstaat.
- RWS (2019). *Rapportage Rijkswegennet. 3^e periode 2018, 1 september-31 december*. Den Haag: Rijkswaterstaat.
- Schiphol Group (2011). *Jaarverslag 2010*. Schiphol: Schiphol Group
- Vliegen, M. (2005). *Grootstedelijke agglomeraties en stadsgewesten afgebakend*. Voorburg/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.

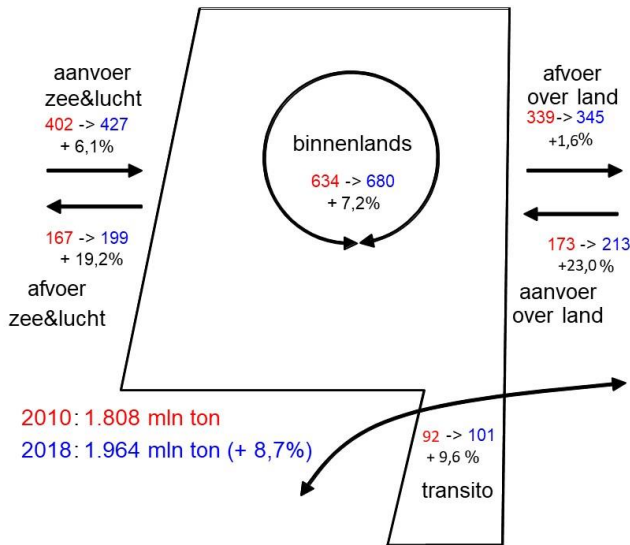
2 Goederenvervoer

Definities van de in dit hoofdstuk gehanteerde begrippen

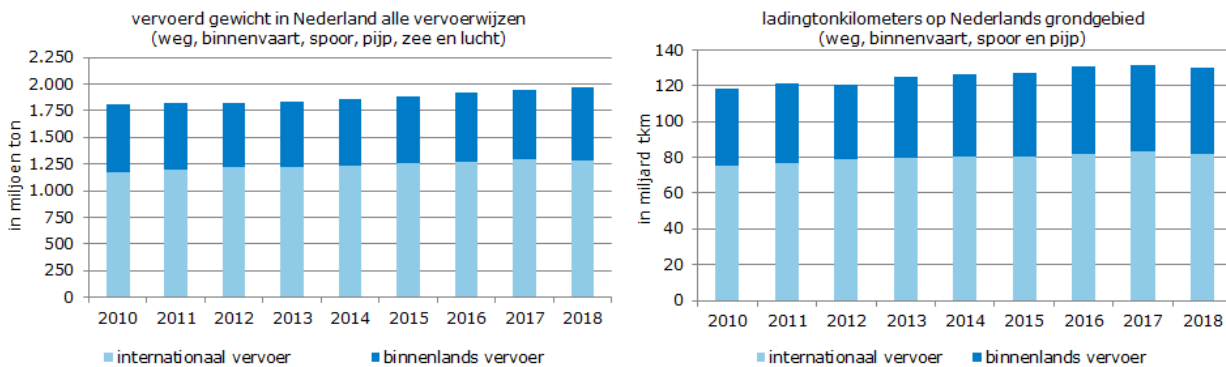
Binnenlands goederenvervoer	Goederenvervoer waarbij zowel de plaats van lading als de plaats van lossing in Nederland ligt. Hieronder valt ook het binnenlands goederenvervoer door buitenlandse voertuigen (cabotage door buitenlanders).
Internationaal goederenvervoer	Goederenvervoer tussen Nederland en het buitenland, waarbij óf de plaats van lading óf de plaats van lossing buiten Nederland ligt.
Transito	Vervoer waarbij Nederland alleen wordt doorkruist, zonder overlading
Vervoerd gewicht	Het bruto-plusgewicht van de vervoerde goederen, uitgedrukt in ton. Het gaat hierbij om het totale gewicht van de vervoerde goederen, alle verpakking, inclusief het leeggewicht van de transporteenheid – zoals (luchtransport)containers, wissellaadbakken en goederenpallets –, alsook – bijvoorbeeld bij Roll-on-/Roll-off-transport – wegvoertuigen voor goederenvervoer, goederenwagens of binnenschepen die op of in het voertuig, vaartuig of luchtvaartuig worden vervoerd. Het gaat hier om de goederen die in Nederland worden vervoerd over de weg, per binnenvaart, per spoor, per pijpleiding, over zee en door de lucht.
Vervoersprestatie	De vervoersinspanning gebaseerd op de afgelegde afstand en het vervoersvolume. De vervoersprestatie wordt voor het personenvervoer uitgedrukt in reizigerskilometers en voor het goederenvervoer in ladingtonkilometers, afgekort tonkm. Het gaat hier om de vervoersprestatie van weg, binnenvaart, spoor en pijpleidingen op Nederlands grondgebied. De vervoersprestatie in het buitenland wordt niet meegerekend, evenmin de vervoersprestatie van vervoer over zee en door de lucht.

2.1 Algemeen beeld goederenvervoer

2.1.1 Beschrijving ontwikkelingen



Figuur G.2.1.1: Goederenvervoerstromen in Nederland, in 2010 (rood) en 2018 (blauw), in miljoen ton. Bron gebruikte data: CBS Goederenvervoer; vervoerwijzen, vervoerstromen van en naar Nederland (<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/83101NED/table?ts=1567600671828>)



Figuur G2.1.2: Ontwikkeling van het binnenlands (exclusief binnenlands pijpleidingvervoer) en internationaal goederenvervoer in Nederland, in miljoen ton vervoerd gewicht (links) en miljard tonkm (rechts), 2010-2018. Bron: CBS en KiM.

Hoofdboodschap

Het vervoerd gewicht van het goederenvervoer is tussen 2010 en 2018 gegroeid met 8,7%, doordat de wereldhandel toenam en de bouwsector aantrok.

- Tussen 2010 en 2018 is het vervoerd gewicht⁶ in Nederland voor alle vervoerstromen (internationale aan- en afvoer, binnenlands en transito) tezamen toegenomen met 8,7% (inclusief transito) tot 1.964 miljoen ton. Het vervoerd gewicht in 2018 ligt 0,7% hoger dan in 2017.
- Deze afzwakking van de groei tussen 2017 en 2018 geldt niet voor het binnenlands vervoer. Het vervoerde gewicht in het binnenlands vervoer nam met 7,2% toe van 634 miljoen ton in 2010 tot 680 miljoen ton in 2018. Bijna de helft van deze groei werd gerealiseerd tussen 2017 en 2018, vooral doordat de bouwsector aantrok.
- De groei van de wereldhandel heeft er voor gezorgd dat er meer internationaal goederenvervoer plaatsvindt. In 2018 is het vervoerd gewicht toegenomen met 9,4% ten opzichte van 2010.
- De aanvoer over zee en door de lucht nam tussen 2010 en 2018 toe met 6,1%, van 402 tot 427 miljoen ton, terwijl de afvoer over zee en door de lucht toenam met 19,2%, van 167 tot 199 miljoen ton. Dat de

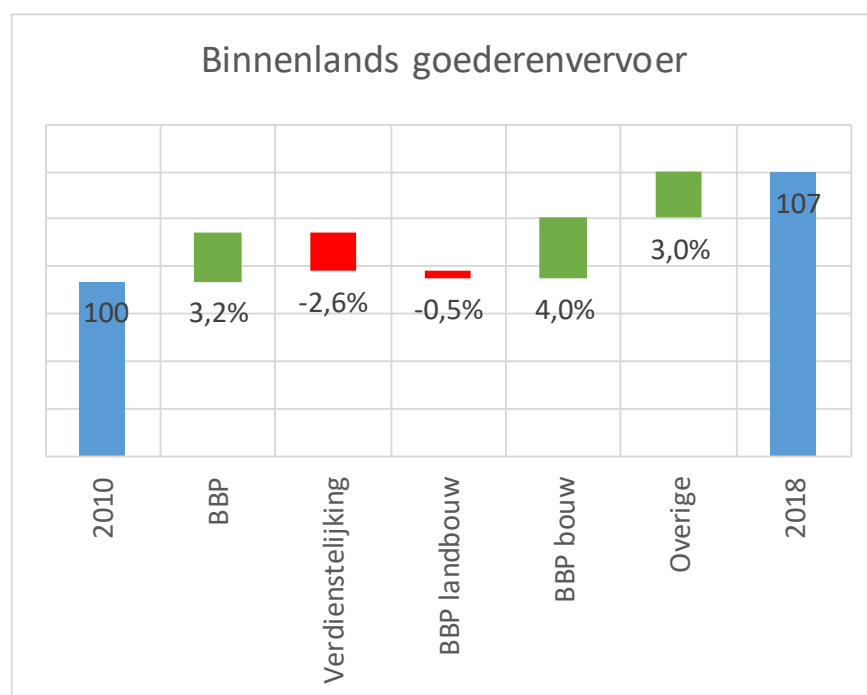
⁶ Zie begrippenlijst voor de definitie van vervoerd gewicht.

wereldhandel in 2018 trager groeit, is te merken. Tussen 2017 en 2018 neemt de aanvoer toe met slechts 0,6% en de afvoer met 1,9%.

- De afvoer over land nam tussen 2010 en 2018 toe van 339 tot 345 miljoen ton, oftewel met 1,6%. De aanvoer over land nam toe met 23%, namelijk van 173 tot 213 miljoen ton.
- De vervoersprestatie (het product van afstand en gewicht) op Nederlands grondgebied van weg, binnenvaart, spoor en internationaal pijpleidingvervoer, nam tussen 2010 en 2018 toe met 9,7%, van 118,6 miljard tonkm naar 130,2 miljard tonkm. De vervoersprestatie van het internationaal vervoer op Nederlands grondgebied nam in deze periode toe met 8,6%, van 75,2 naar 81,7 miljard tonkm, terwijl het binnenlands vervoer toenam met 11,7%, van 43,4 tot 48,5 miljard tonkm.
- In 2018 neemt de vervoersprestatie van het internationaal vervoer af met 2,1%, terwijl het binnenlands vervoer met 2,0% toeneemt. Hierdoor ligt de vervoersprestatie in 2018 met 0,6% onder die van 2017.

2.1.2 Analyse ontwikkelingen binnenlands goederenvervoer

- De aantrekkende bouwsector (+4,0%) is de belangrijkste drijvende kracht achter de groei van het binnenlands goederenvervoer (7,2%) tussen 2010 en 2018. Ook de algehele economische groei (+3,2%) levert hieraan een bijdrage. De groei van het binnenlands goederenvervoer wordt getemperd doordat het belang van de dienstensector in de Nederlandse economie toeneemt (-2,6%) en het belang van de landbouwsector afneemt (-0,5%). Deze vier factoren tezamen verklaren 4,2% van de groei. De rest van de groei van het binnenlands goederenvervoer (3,0%) komt door andere dan de geanalyseerde verklarende factoren.
- De vier factoren zijn afgeleid uit een tijdreeksanalyse van de ontwikkeling van het binnenlands goederenvervoer met mogelijke verklarende variabelen; verklarende variabelen die zijn geïdentificeerd met behulp van een literatuurstudie. Voor meer informatie over de tijdreeksanalyse zie de bijlage 'Methodiek om de ontwikkeling van het goederenvervoer te verklaren'.

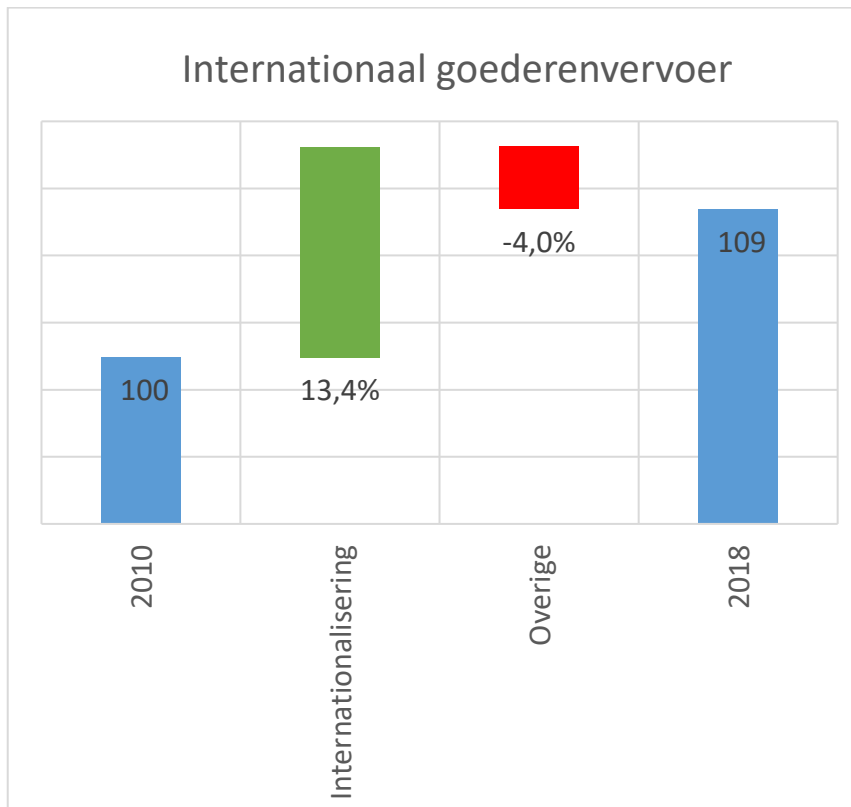


Figuur G2.1.3: Verklaring ontwikkeling van het vervoerd gewicht in het binnenlands goederenvervoer tussen 2010 en 2018 (index 2010 = 100). Bron gebruikte data: CBS en KiM.

- Een eerste verklarende factor voor het binnenlands goederenvervoer is de economische ontwikkeling in Nederland op basis van het bruto binnenlands product (bbp). De geschatte langetermijnelasticiteit van de economische ontwikkeling op het binnenlands goederenvervoer is 0,56. Dit betekent dat als de economie met 1% groeit, het binnenlands goederenvervoer op de lange termijn met 0,56% groeit. De economische groei droeg bij aan een toename van het binnenlands goederenvervoer met 3,2%-punten in de periode 2010-2018.
- Een tweede verklarende variabele is de toename van het belang van de dienstensector ten koste van de goederen producerende sectoren zoals industrie, landbouw en bouwnijverheid. Deze zogeheten verdienstelijking van de economie wordt bepaald door het aandeel van het bbp dat wordt verdiend in de dienstensector, te monitoren over de tijd. De verschuiving van fysieke goederenproductie naar dienstverlenende sectoren leidt tot minder goederenvervoer. De langetermijnelasticiteit van de verdienstelijking is geschat op -0,79. In de periode 2010-2018 droeg de verdienstelijking bij aan een daling van het binnenlands goederenvervoer met 2,6%-punten.
- Een derde verklarende variabele voor het binnenlands goederenvervoer is de omvang van de bouwsector, gecorrigeerd voor inflatie. Een groot deel van het in het binnenlands goederenvervoer vervoerd gewicht hangt samen met de bouwsector (KiM, 2016; BMVI, 2018). Circa 20-30% van het binnenlands goederenvervoer via de weg komt voor rekening van de bouwsector (CBS Statline, 2019). De laatste jaren trekt de bouwsector weer aan, nadat deze ten tijde van de recessie was gedaald. De kortetermijnelasticiteit is 0,34. De bouwsector droeg in de periode 2010-2018 met 4,0%-punten bij aan de groei van het binnenlands goederenvervoer.
- De laatste verklarende variabele voor het binnenlands goederenvervoer is de omvang van de landbouwsector, gecorrigeerd voor inflatie. De landbouwsector is verantwoordelijk voor circa 10% van het binnenlands goederenvervoer via de weg (CBS Statline, 2019). Doordat de landbouw door de jaren heen minder belangrijk is geworden, leidt dit tot een lichte daling (-0,5%) van het binnenlands goederenvervoer.

2.1.3 Analyse ontwikkelingen internationaal goederenvervoer

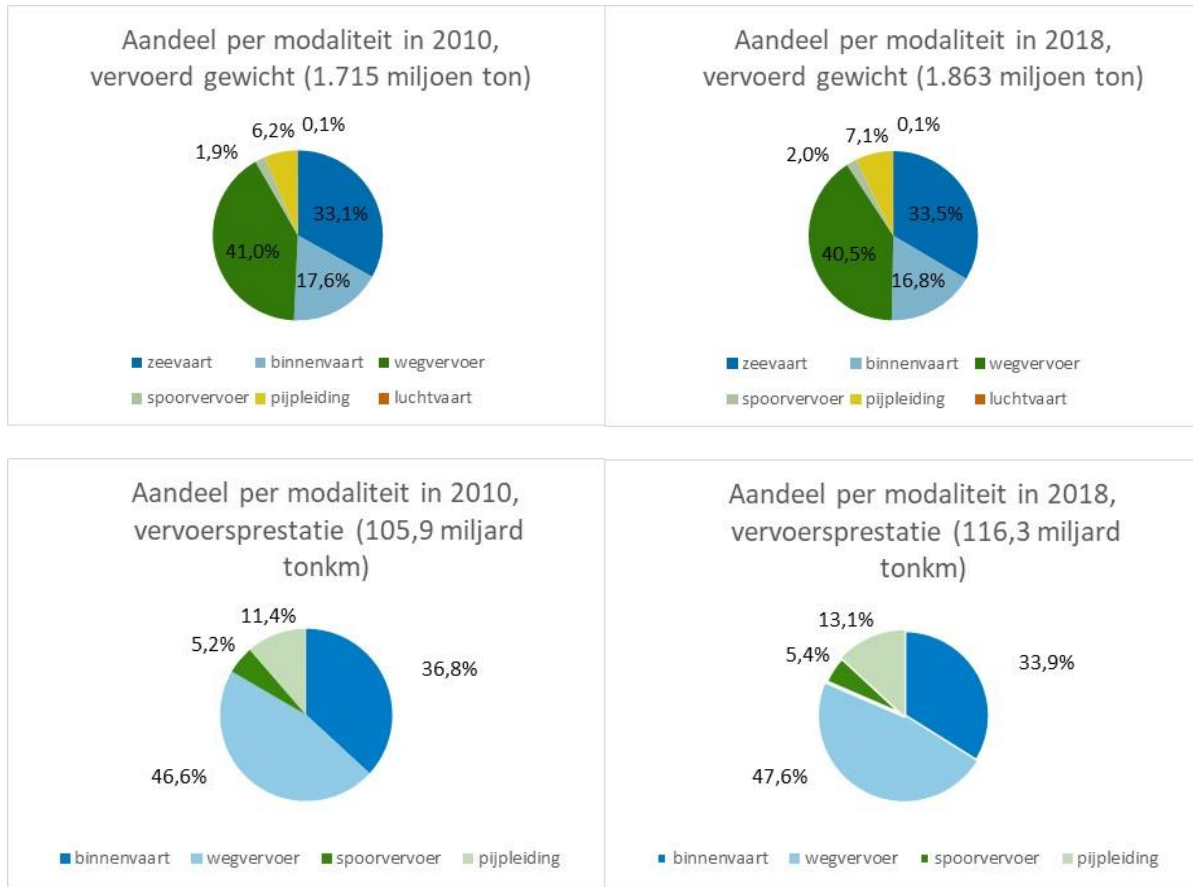
- De drijvende factoren achter het internationaal goederenvervoer verschillen van die achter het binnenlands goederenvervoer. Hierdoor zijn ook de verklarende variabelen anders.
- De groei tussen 2010 en 2018 van het internationaal goederenvervoer (9,4%) wordt geheel gedreven door de internationalisering (+13,4%). Internationalisering uit zich onder andere in de verplaatsing van onderdelen van de productieketen naar het buitenland, het concentreren en fragmenteren van productieprocessen in gespecialiseerde fabrieken in binnen- of buitenland (Hummels, 2009). Internationalisering heeft de afgelopen decennia geleid tot een sterke groei van het vervoerd gewicht en de vervoersprestatie van het internationaal goederenvervoer (Kupfer et al., 2017; Hummels, 2009). Verbeterde telecommunicatiemogelijkheden en de afname van handelsbarrières hebben hierbij een belangrijke rol gespeeld (Tavasszy et al., 2010).
- De internationalisering als verklarende factor is afgeleid uit een tijdreeksanalyse van de ontwikkeling van het internationaal goederenvervoer met mogelijke verklarende variabelen; verklarende variabelen die zijn geïdentificeerd met behulp van een literatuurstudie. Voor meer informatie over de tijdreeksanalyse zie de bijlage 'Methodiek om de ontwikkeling van het goederenvervoer te verklaren'.
- Als indicator voor de internationalisering gebruiken we de wereldhandelindex van het Centraal Planbureau (CPB). De kortetermijnelasticiteit van internationalisering op het internationale goederenvervoer is 0,55 en de langetermijnelasticiteit is 0,41. Dit betekent dat de groei van de wereldhandel op de korte termijn meer goederenvervoer creëert dan op de lange termijn. De internationalisering verklaart 13,4% van het internationaal goederenvervoer in de periode 2010-2018. Overige factoren veroorzaken een demping van de groei met 4,0%-punten.



Figuur G2.1.4: Verklaring ontwikkeling van het vervoerd gewicht van het internationaal goederenvervoer tussen 2010 en 2018 (index 2010 = 100). Bron gebruikte data: CBS en CPB.

2.2 Verdeling over vervoerwijzen

2.2.1 Beschrijving ontwikkeling



Figuur G2.2.1: Het aandeel van de modaliteiten zeevaart, binnenvaart, weg, spoorvervoer, in vervoerd gewicht (in ton) en de vervoersprestatie (in tonkm) voor binnenvaart, wegvervoer, spoor en pijpleiding, exclusief transit, in 2010 en 2018. Bron CBS/KiM.

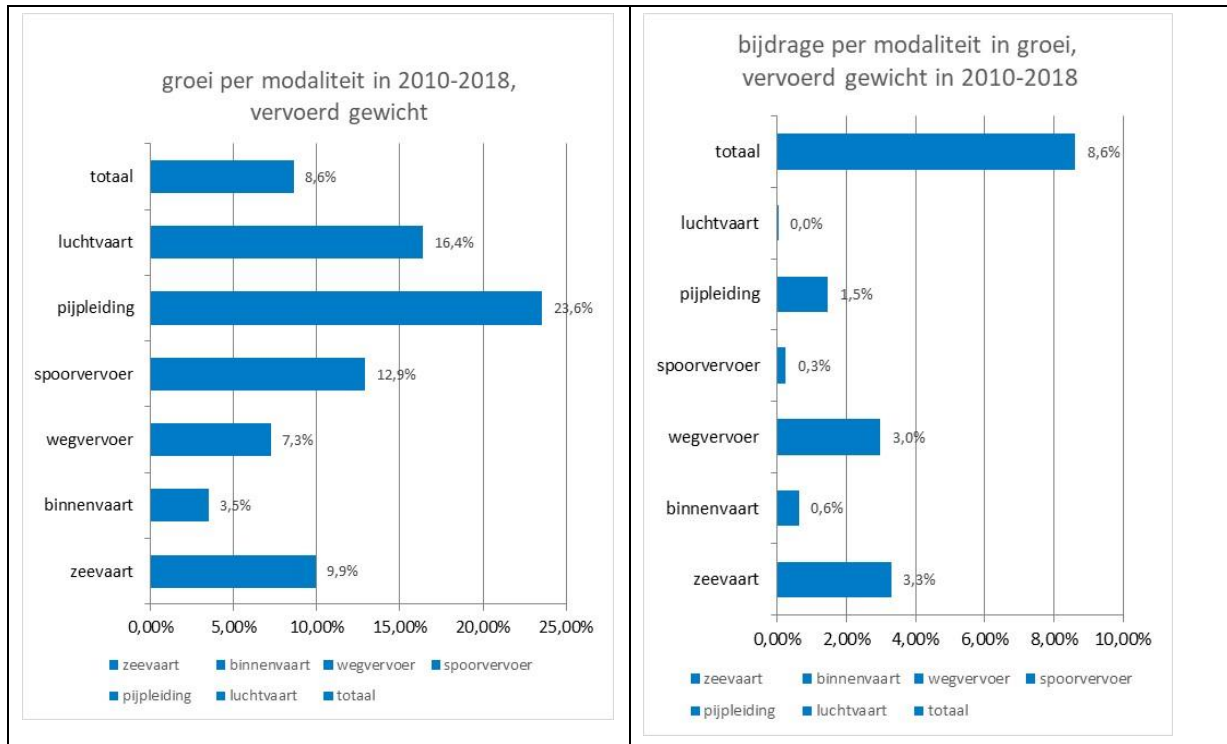
Hoofdboodschap:

Het aandeel van het spoor- en pijpleidingvervoer in het vervoerd gewicht en de vervoersprestatie van het goederenvervoer is tussen 2010 en 2018 toegenomen, terwijl het aandeel van de binnenvaart daalde.

- In vervoerd gewicht heeft het wegvervoer in 2018 het grootste aandeel in het goederenvervoer op Nederlands grondgebied (exclusief transit), namelijk 40,5%. In 2010 lag het aandeel van het wegvervoer iets hoger, namelijk 41,0%. Het aandeel van de binnenvaart is eveneens afgenomen, namelijk van 17,6% in 2010 tot 16,8% in 2018. De aandelen van het spoorvervoer en het pijpleidingvervoer nemen in deze periode toe van 1,9% tot 2,0%, respectievelijk van 6,2% tot 7,1%.
- Bij de vervoersprestatie op Nederlands grondgebied nam het aandeel van het wegvervoer toe tot 47,6% in 2018. In 2010 was dit aandeel nog 46,6%. Het aandeel van de binnenvaart is tussen 2010 en 2018 afgenomen van 36,8% naar 33,9%. Het aandeel van het spoorvervoer nam in dezelfde periode toe van 5,2% naar 5,4%. Ook de vervoersprestatie van het pijpleidingvervoer nam toe, namelijk van 11,4% in 2010 tot 13,1% in 2018.

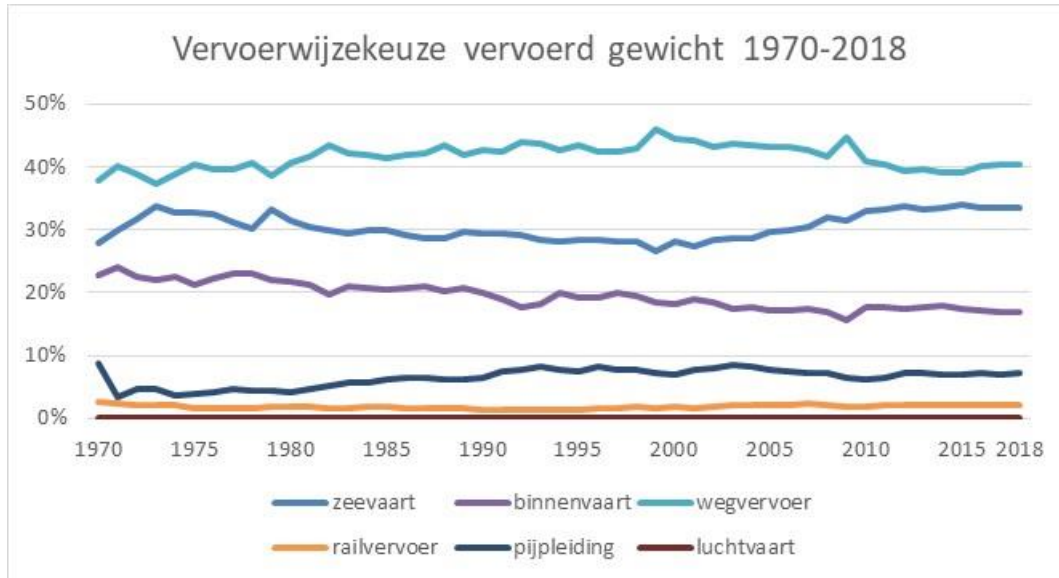
2.2.2 Analyse ontwikkeling

Groepercentage en bijdrage in de toename van het vervoerd gewicht



Figuur G2.2.2: De groei in % (links) van de modaliteiten en de bijdrage aan de totale groei in %-punten (rechts) op basis van het vervoerd gewicht in de periode 2010-2018 (exclusief transitovervoer). Bron: CBS.

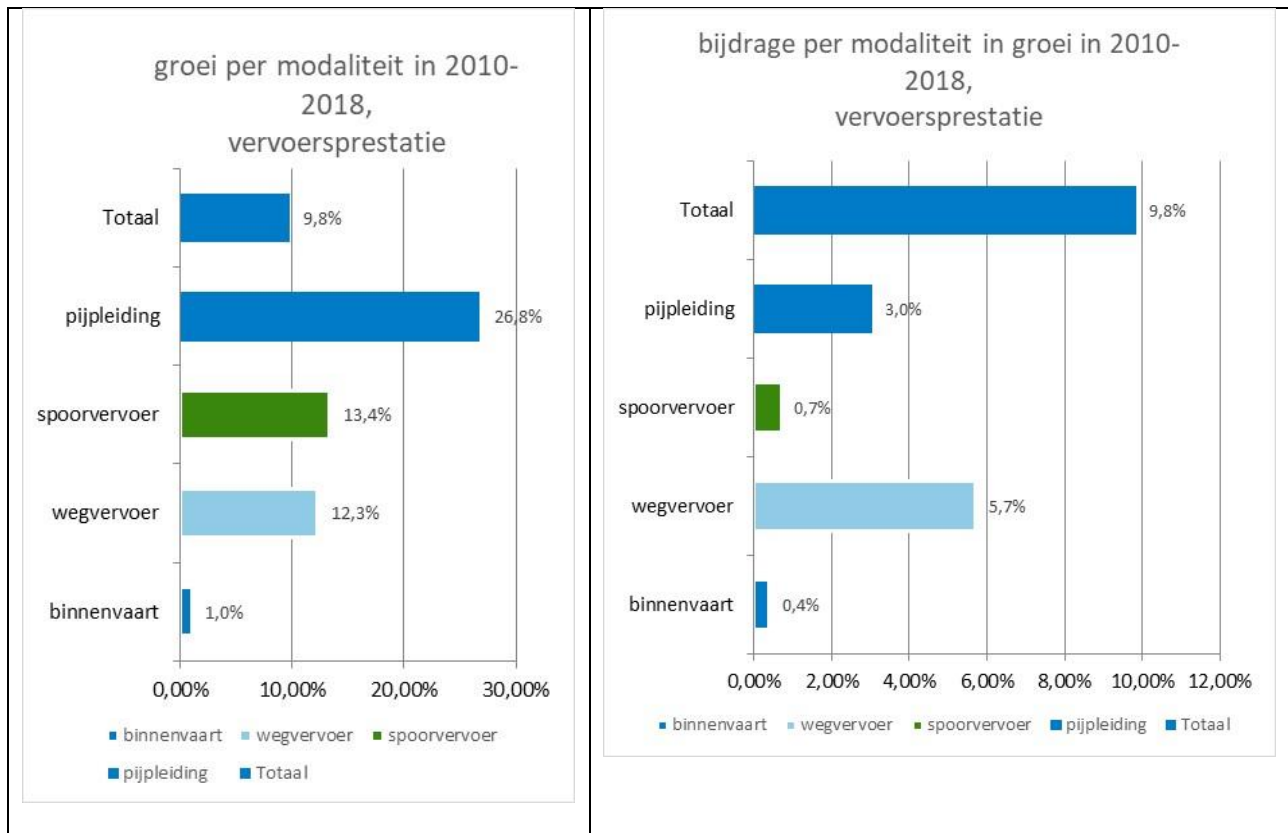
- In vervoerd gewicht groeide het totale goederenvervoer, exclusief het transitovervoer, tussen 2010 en 2018 met 8,6%.
- Het pijpleidingvervoer en de luchtvaart groeiden het hardst, namelijk met 23,6% respectievelijk 16,4%, terwijl het wegvervoer en de binnenvaart toenamen met 7,3% en 3,5%.
- De zeevaart en het wegvervoer leverden de grootste bijdrage aan de groei van het goederenvervoer, namelijk een bijdrage van 3,3 en 3,0 %-punten. De binnenvaart droeg 0,6 %-punten bij als gevolg van de beperkte groei van deze modaliteit. Het spoorvervoer heeft een veel kleiner aandeel, waardoor deze, ondanks de forse groei in de periode 2010-2018, maar 0,3 %-punten bijdroeg aan de groei van het goederenvervoer.



Figuur G2.2.3: De ontwikkeling van de aandelen in het vervoerd gewicht (exclusief transit) van de modaliteiten in Nederland over de langere periode 1970-2018, in %. Bron: CBS.

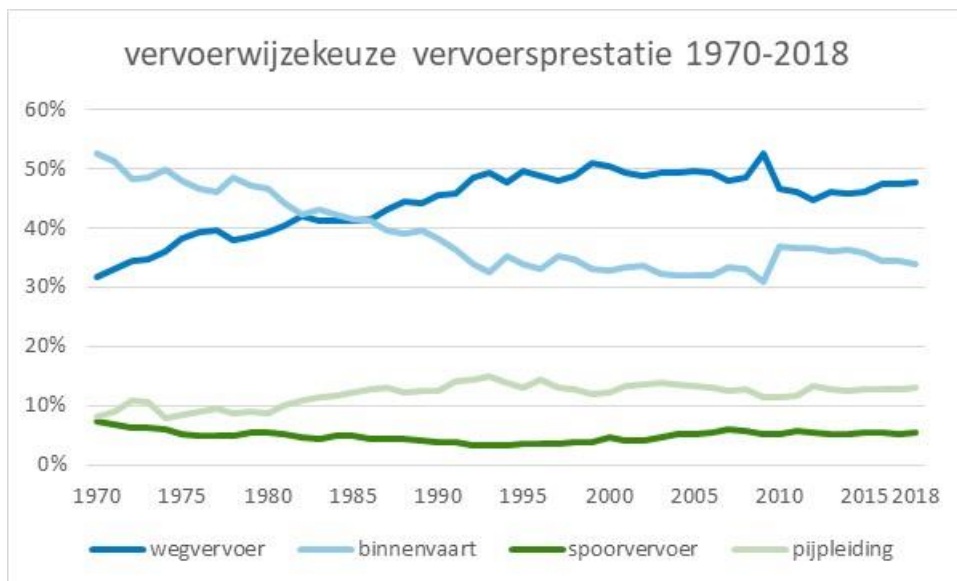
- De ontwikkeling van de aandelen van de vervoerwijzen tussen 2010 en 2018 vertoont geen trendbreuk met het verleden. Zeevaart en wegvervoer hebben over de langere periode 1970-2018 steeds het grootste aandeel en weten hun aandeel in deze periode te vergroten. In de periode 1970-2018 zijn wel enkele verschuivingen waarneembaar. Tot 2000 nam het aandeel van het vervoer over de weg toe, om na 2000 af te nemen en vanaf 2015 weer te groeien. Het aandeel van de binnenvaart nam tot 2009 langzaam af, om tussen 2009 en 2014 te groeien en sinds 2015 weer af te nemen. De aandelen van pijpleidingvervoer en het spoorvervoer nemen langzaam toe. Het aandeel van de luchtvracht in gewicht is klein, namelijk 0,1%, maar in monetaire waarde wel degelijk van belang. Ter illustratie: de waarde van de door de lucht in- en uitgevoerde goederen in de EU-27 (de 27 landen van de Europese Unie, EU) is gemiddeld 58 euro/kg tegenover gemiddeld ruim 1,6 euro/kg voor de totale extra EU-handel (zie Mobiliteitsbeeld 2014).
- De drijvende krachten achter deze ontwikkelingen van de aandelen van de vervoerwijzen, met name die van de zeevaart en het wegvervoer, zijn dezelfde als de krachten achter de groei van het goederenvervoer (zie paragraaf 2.1.2 'Analyse ontwikkelingen'), namelijk de toenemende wereldhandel en de verdienstelijking van de economie.

Groeipercantage en bijdrage in de toename van de vervoersprestatie



Figuur G2.2.4: De groei in % (links) van de modaliteiten en de bijdrage aan de totale groei in %-punten (rechts) op basis van de vervoersprestatie in de periode 2010-2018 (exclusief transitovervoer). Bron: CBS.

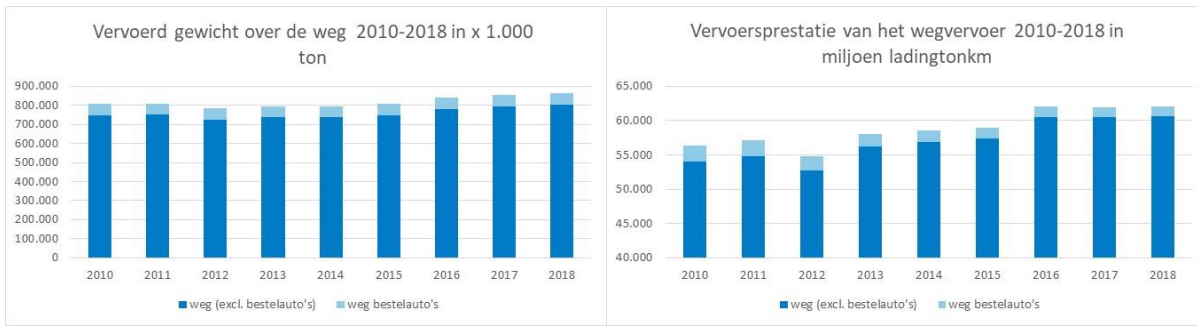
- De vervoersprestatie van het totale goederenvervoer tussen 2010 en 2018 groeide met 9,8%. Alle modaliteiten groeiden sneller dan het totaal. Alleen de binnenvaart is hierop een uitzondering, met een groei van 1,0% tussen 2010 en 2018. Het pijpleidingvervoer groeide het meest, namelijk met 26,8%.
- De grootste bijdrage aan de groei van het goederenvervoer komt van het wegvervoer, namelijk 5,7 %-punten van de 9,8%. Het pijpleidingvervoer droeg 3,0 %-punten bij, terwijl spoor en binnenvaart 0,7 en 0,4 %-punten bijdroegen.



Figuur G2.2.5: De ontwikkeling van de aandelen in de vervoersprestatie (tonkm) van de modaliteiten in Nederland tussen 1970 en 2018, in %. Bron: CBS.

- De aandelen van de verschillende vervoerwijzen in de vervoersprestatie over de periode 1970-2018 op Nederlands grondgebied (dus exclusief zeevaart en luchtvaart) laten een verschuiving zien tussen de modaliteiten weg en binnenvaart. Het aandeel van het vervoer over de weg nam over een langere periode steeds toe, met een piek in 2009. Vanaf 2009 leek het aandeel van het wegvervoer te dalen, maar vanaf 2015 groeit weer. In 1970 had de binnenvaart het grootste aandeel in de vervoersprestatie. Dit aandeel nam tot 2009 echter langzaam af, om vanaf 2010 te stabiliseren. Sinds 2014 neemt het aandeel weer af. Het aandeel van het internationaal pijpleidingvervoer nam tot 1994 toe, om vervolgens tot 2010 af te nemen en lijkt zich nu weer te herstellen. Het spoorvervoer nam tot 1994 langzaam af, maar neemt sinds die tijd weer toe.

2.3 Wegvervoer

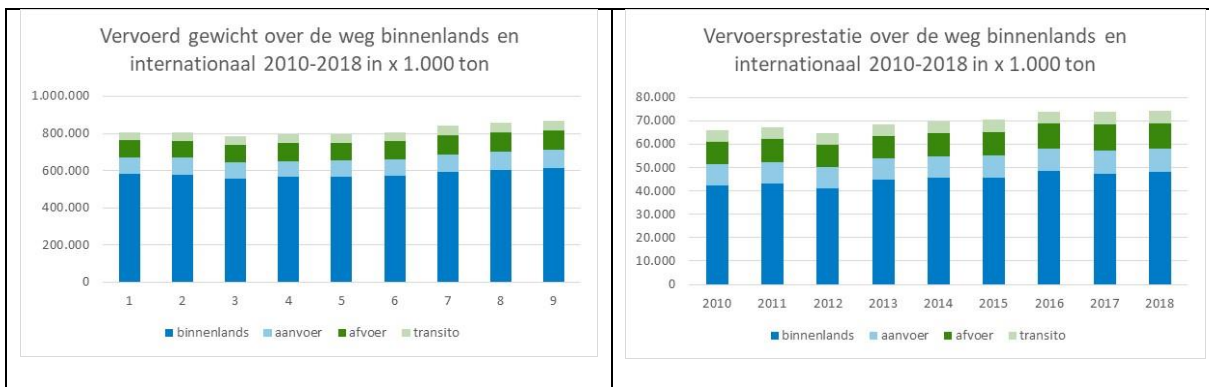


Figuur G2.3.1: Ontwikkeling van het goederenvervoer over de weg per vrachtauto en per bestelauto in Nederland, in miljoen ton vervoerd gewicht (links) en in miljard tonkm (rechts), 2010-2018. Bron: CBS en KiM.

Hoofdboodschap

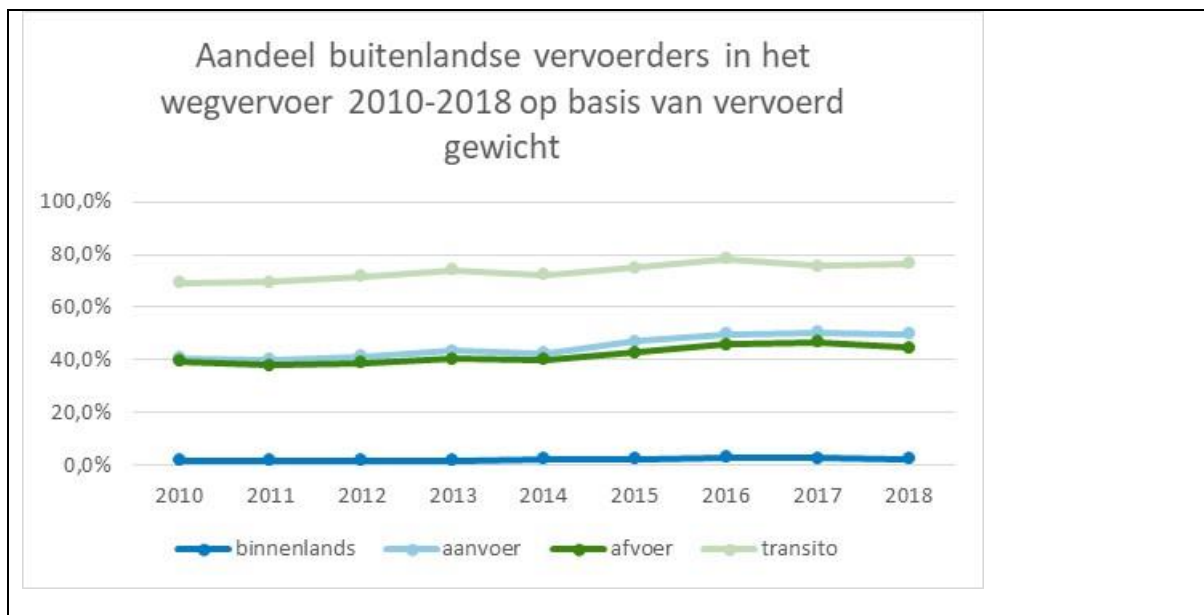
Het goederenvervoer over de weg nam tussen 2010 en 2018 toe, als gevolg van het economisch herstel

- In vervoerd gewicht groeide het wegvervoer tussen 2010 en in 2018 met 7,4%, van 806,6 miljoen ton in 2010 tot 866,3 miljoen ton in 2018. Het meeste gewicht wordt per vrachtauto vervoerd, namelijk 804,9 miljoen ton, oftewel bijna 93%. Dit aandeel nam toe omdat het vervoer per vrachtauto sneller groeide dan het vervoer per bestelauto. Het vervoer per vrachtauto nam tussen 2010 en 2018 toe met 7,5%. Het vervoer per bestelauto nam iets minder toe, namelijk met 5,7%. In 2018 groeit het vervoer per vrachtauto met 1,3% en het vervoer per bestelauto met 0,8%.
- De vervoersprestatie groeide in deze periode met 10,0%, van 56,3 miljard tonkm in 2010 naar 62,0 miljard tonkm in 2018. In 2018 valt de groei lager uit dan in de periode 2010-2017, namelijk 0,1%.



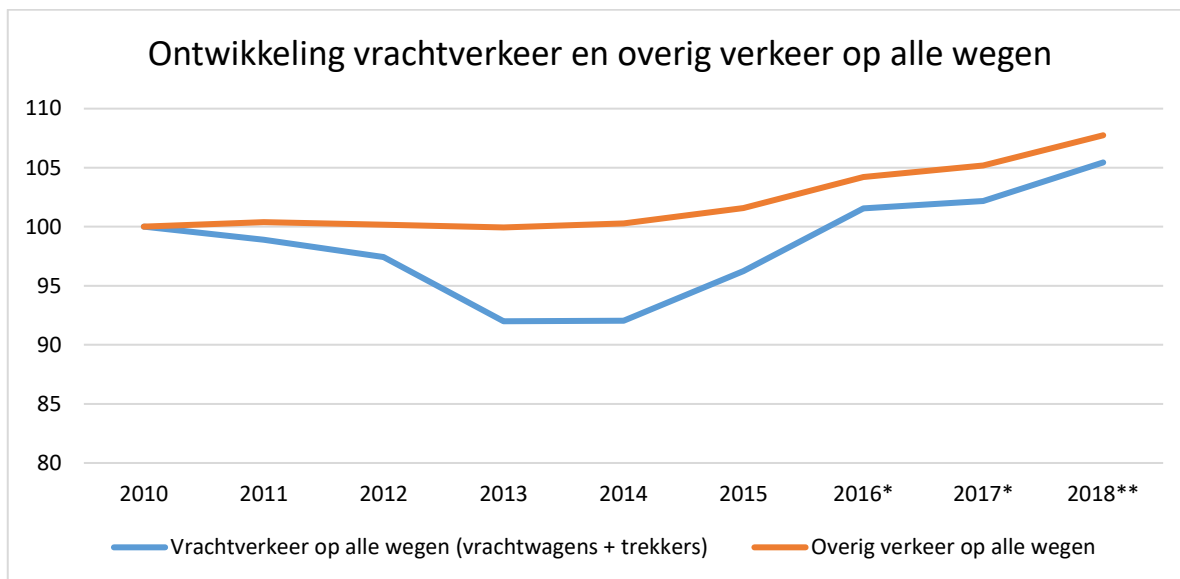
Figuur G2.3.2: Ontwikkeling van het goederenvervoer over de weg binnenlands en internationaal op Nederlands grondgebied, in miljoen ton bruto plus vervoerd gewicht (links) en miljard tonkm (rechts), 2010-2018. Bron: CBS en KiM.

- In vervoerd gewicht nam het binnenlands vervoer over de weg tussen 2010 en 2018 in totaal toe met 5,4%, en de internationale aan- en afvoer met respectievelijk 11,7% en 14%. In 2018 groeit het binnenlands vervoer nog met 2,3%, maar neemt de internationale aan- en afvoer af met 2,3% en 0,4%. De groei van het wegvervoer in 2018 is dus louter het gevolg van de toename van het binnenlands vervoer.
- De ontwikkeling van de vervoersprestaties in het wegvervoer is vergelijkbaar met die van het vervoerd gewicht. Alleen het binnenlands vervoer vormt hierop een uitzondering. De vervoersprestatie van het binnenlands vervoer over de weg groeide tussen 2010 en 2018 sneller dan die van het vervoerd gewicht, namelijk met 13%. In 2018 groeit de vervoersprestatie van het binnenlands vervoer echter minder, namelijk met 1,8%.



Figuur G2.3.3: Het aandeel van buitenlandse vervoerders in het wegvervoer op basis van vervoerd gewicht tussen 2010 en 2018. Bron: CBS en Eurostat.

- Het aandeel van de buitenlandse vervoerders in de aan- en afvoer is toegenomen van respectievelijk 40,8% en 39,3% in 2010 tot 49,8% en 44,6% in 2018.
- Het aandeel van de buitenlandse vervoerders in het binnenlands vervoer is laag, namelijk 2,3% in 2018. Dit was in 2010 1,8% en het hoogst in 2016, namelijk 3,0%.



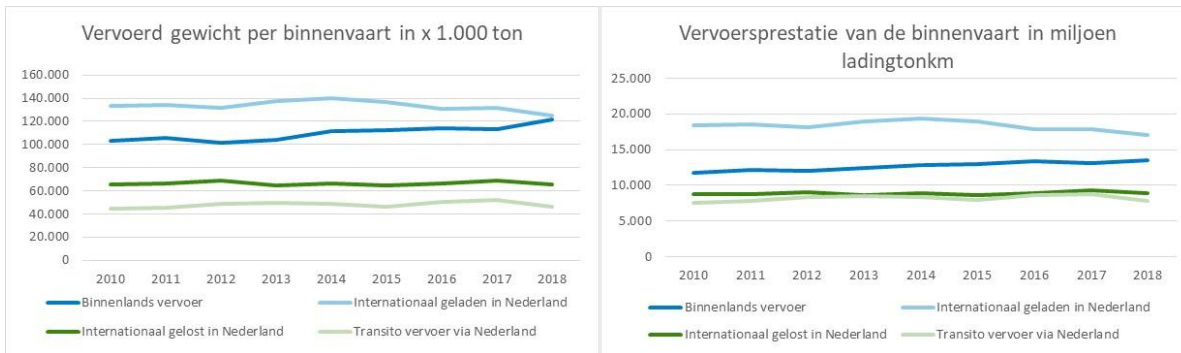
* Nader voorlopig cijfer

** Voorlopig cijfer, geschat door de jaarkilometrages van 2015 te vermenigvuldigen met de actuele gegevens van het motorvoertuigenpark van de RDW

Figuur G2.3.4: Ontwikkeling verkeersprestatie vrachtverkeer en overig verkeer op alle wegen 2010-2018. Bron: CBS.

- Over de periode 2010-2018 steeg het aantal door vrachtverkeer afgelegde kilometers op wegen in Nederland iets minder sterk dan de door het overige wegverkeer afgelegde kilometers (respectievelijk 6% en 8%; zie hoofdstuk Bereikbaarheid). Ten opzichte van 2017 is de verkeersprestatie van het vrachtverkeer in 2018 met 2,9% gestegen. Het overige verkeer nam in dezelfde periode toe met 1,8%.
- Het vrachtverkeer is gevoeliger voor conjuncturele ontwikkelingen dan het overige verkeer. Ten tijde van de economische crisis was een daling zichtbaar in de verkeersprestatie van het vrachtverkeer (tot en met 2013), terwijl de verkeersprestatie van het overige verkeer vrijwel gelijk bleef. Vanaf 2013 tot nu (de periode van economische opbloei) is een stijging zichtbaar. De ontwikkeling van het overige verkeer is meer constant over de gehele periode, maar laat tijdens de economische opbloei ook een sterkere ontwikkeling zien.

2.4 Binnenvaart



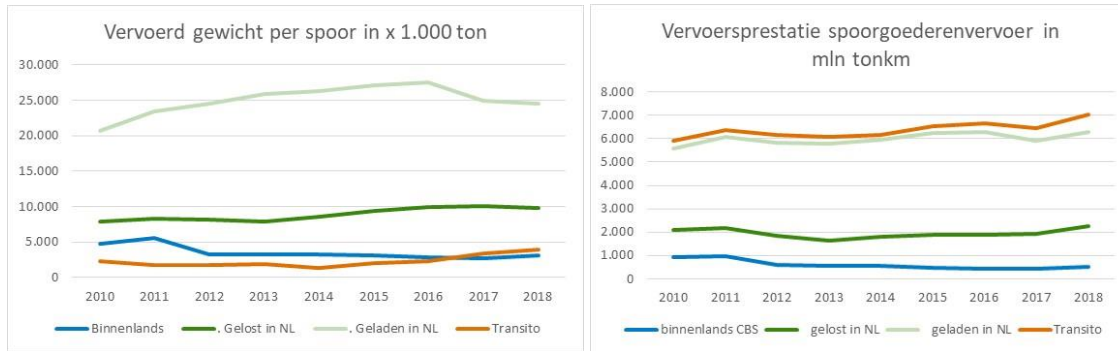
Figuur G2.4.1: Ontwikkeling van het binnenlands en internationaal goederenvervoer per binnenvaart in Nederland, in miljoen ton vervoerd gewicht (links) en miljard tonkm (rechts), 2010-2018. Bron: CBS en KiM.

Hoofdboodschap

Het goederenvervoer per binnenvaart groeide tussen 2010 tot 2017, om in 2018 af te nemen door de lage waterstanden

- In vervoerd gewicht groeide de binnenvaart tussen 2010 en 2018 met 3,6%, tot 359,4 miljoen ton. In 2018 doet deze groei zich niet voor; de binnenvaart neemt in dit jaar af met 1,7%. Deze daling is het gevolg van de afname van het internationaal vervoer per binnenvaart met 4,6%. Het binnenlands vervoer per binnenvaart neemt in 2018 wel toe, namelijk met 7,3%.
- De vervoersprestatie van de binnenvaart groeide in de periode 2010-2018 met 1,4%, tot 47,2 miljard tonkm. De afname van de vervoersprestatie van de binnenvaart in 2018 (met 3,5%) ligt ten grondslag aan deze bescheiden toename. Tussen 2010 en 2017 was de toename nog 5,2%.
- De afname van de binnenvaart is vooral te wijten aan de extreem lage waterstanden in de zomer en het najaar van 2018.

2.5 Spoorvervoer



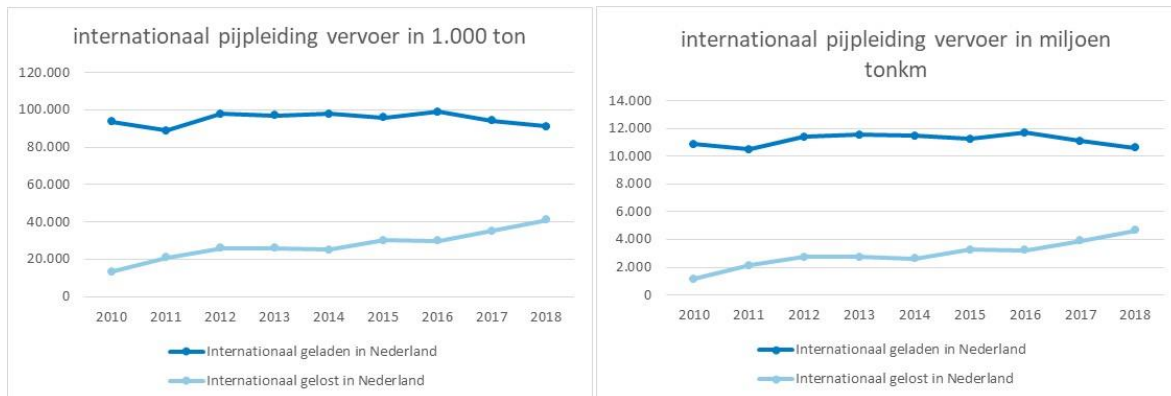
Figuur G2.5.1: Ontwikkeling van het binnenlands en internationaal goederenvervoer per spoor in Nederland, in miljoen ton vervoerd gewicht (links) en miljard tonkm (rechts), 2010-2018. Bron: CBS en KIM.

Hoofdboodschap

Het goederenvervoer per spoor fluctueert, maar neemt wel toe van 35,5 miljoen ton in 2010 tot 41,6 miljoen ton in 2018

- In vervoerd gewicht groeide het spoorvervoer, inclusief de transitio, tussen 2010 en in 2018 met 17,0% tot 41,6 miljoen ton. De piek lag in 2016 met 42,6 miljoen ton. In 2018 neemt het spoorvervoer toe met slechts 0,9%. Het binnenlands vervoer en het transitovervoer groeiden tussen 2010 en 2018 met 16,9% en 18,3%, terwijl het internationaal vervoer met 2% afnam.
- Het spoorvervoer is voornamelijk internationaal gericht: 32,9 miljoen ton internationaal vervoer tegenover 3,7 miljoen ton binnenlands vervoer in 2018.
- De vervoersprestatie groeide in de periode 2010-2018 met 18,6% tot 7,0 miljard tonkm. Deze toename werd vooral veroorzaakt door de groei van het internationale spoorvervoer en het transitovervoer met 25,7% respectievelijk 97%.
- Het spoorvervoer heeft kunnen profiteren van de belemmeringen in de scheepvaart door de droogte in de zomer en het najaar van 2018. Wel had het spoorgoederenvervoer last van capaciteitsbeperkingen op de Betuweroute als gevolg van de bouw aan het derde spoor tussen Zevenaar en Oberhausen.

2.6 Pijpleidingvervoer



Figuur G2.6.1: Ontwikkeling van het internationaal goederenvervoer per pijpleiding in Nederland, in miljoen ton vervoerd gewicht (links) en miljard tonkm (rechts), 2010-2018. Bron: CBS en KiM.

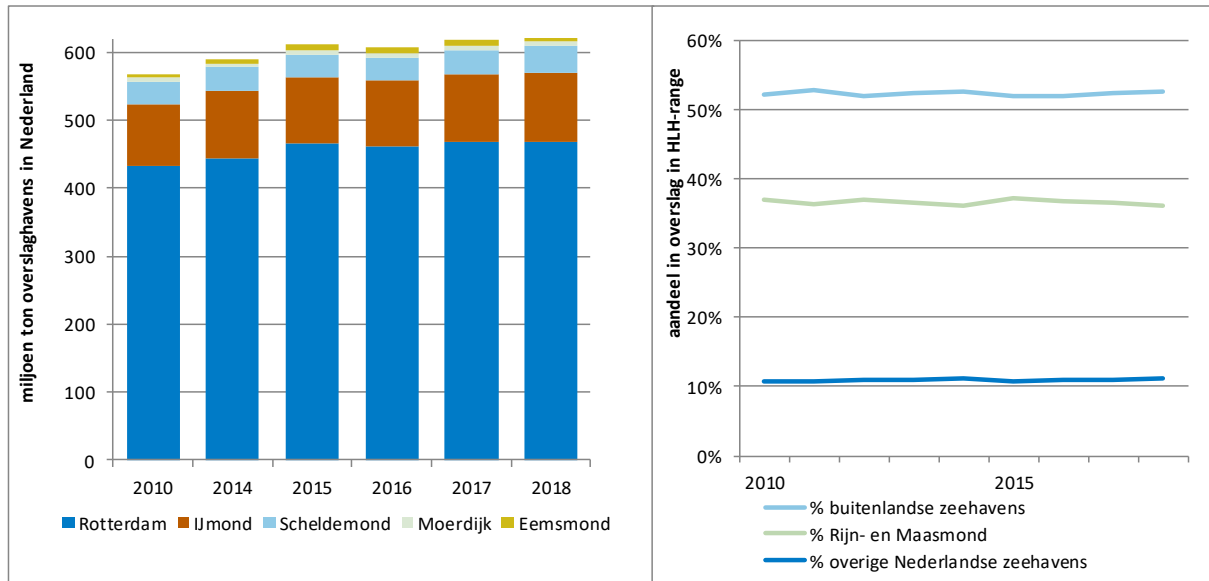
Hoofdboodschap

Het pijpleidingvervoer is gegroeid tussen 2010 en 2018 met 23,6%, voornamelijk door aanvoer vanuit het buitenland

- Tussen 2010 en 2018 nam de aanvoer naar Nederland per pijpleiding toe van 13,2 tot 41,1 miljoen ton. Deze groei is het gevolg van de toegenomen import van aardgas. De afvoer per pijpleiding vanuit Nederland naar het buitenland is nog steeds groter dan de aanvoer, namelijk 91 miljoen ton in 2018. Dit was in 2010 nog 93,7 miljoen ton. De uitgaande doorvoer van ruwe aardolie is in 2018 circa 2,7 miljoen ton kleiner dan in 2010. De export van aardgas per pijpleiding is de afgelopen jaren afgenomen en is in 2018 lager dan in 2010.
- De vervoersprestatie van het internationaal pijpleidingvervoer nam toe met 26,8%, van 12,0 miljard tonkm in 2010 tot 15,2 tonkm in 2018. Deze toename is het gevolg van de internationale aanvoer, die toenam van 1,2 miljard tonkm in 2010 tot 4,6 miljard tonkm in 2018. In dezelfde periode nam de internationale afvoer af van 10,9 naar 10,6 miljard tonkm.

2.7 Zeehavens

2.7.1 Nederlandse zeehavens



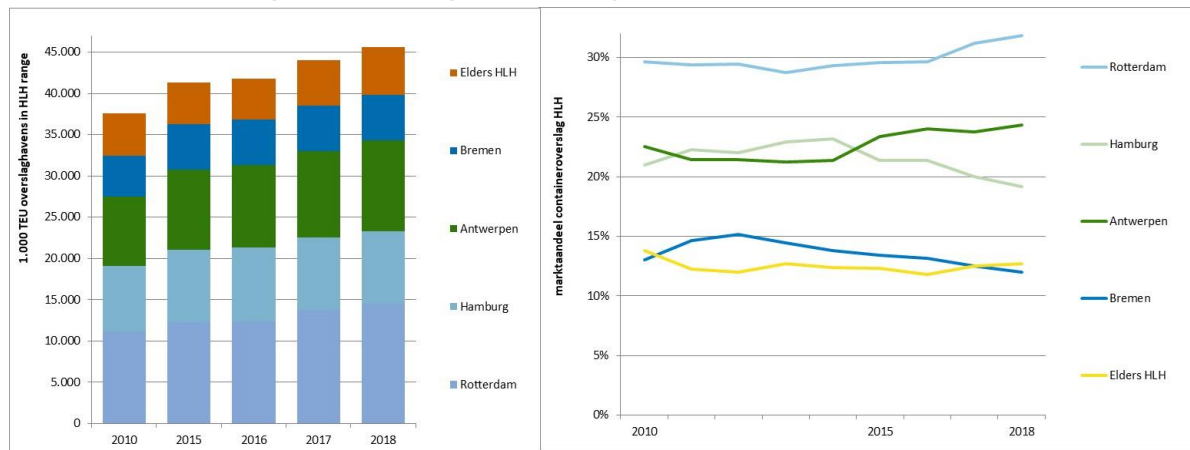
Figuur G2.7.1: Ontwikkeling van de overslag in de Nederlandse zeehavens, in miljoen ton, (links) en aandelen van de Nederlandse zeehavens vergeleken met het totaal van de buitenlandse zeehavens in het gebied tussen Hamburg en Le Havre (rechts), in de periode 2010-2018. Bron: Jaarverslagen Havenbedrijven.

Hoofdboodschap

De groei van de overslag in de zeehavens vlakt af, maar bereikt in 2018 met in totaal 625 miljoen wel opnieuw een record

- De totale overslag in de Nederlandse zeehavens is toegenomen met 10,2%, van 567 miljoen ton in 2010 tot 625 miljoen ton in 2018.
- In 2018 neemt de overslag in de Rijn- en de Maasmond nauwelijks toe (+0,4%), namelijk van 474,6 miljoen ton in 2017 naar 476,4 miljoen ton in 2018. Dat de overslag toch toeneemt, is het gevolg van de groei van de containeroverslag. De overslag van ruwe olie, minerale olieproducten en agrarische bulkgoederen daalt in 2018.
- De overslag in de andere Nederlandse zeehavens steeg van 143,6 miljoen ton in 2017 tot 148,7 miljoen ton in 2018 (+3,6%). De groei van de overige zeehavens heeft vooral te maken met de groei van de overslag in de Scheldemond, namelijk van 34,2 miljoen ton in 2017 tot 37,8 miljoen ton in 2018 (+10,5%). IJmond boekt met 101,8 miljoen ton een nieuw record doordat hier de overslag van agrarische bulk, containers en bouwproducten is toegenomen.
- Het marktaandeel van de Rijn- en de Maasmond over alle zeehavens van Hamburg tot Le Havre (de Hamburg-Le Havrerange, HLH) daalde van 37% in 2010 naar 36,1% in 2018. In 2017 was dit nog 36,5%. Het marktaandeel van de overige Nederlandse zeehavens steeg licht, van in totaal 10,8% in 2010 naar 11,3% in 2018.

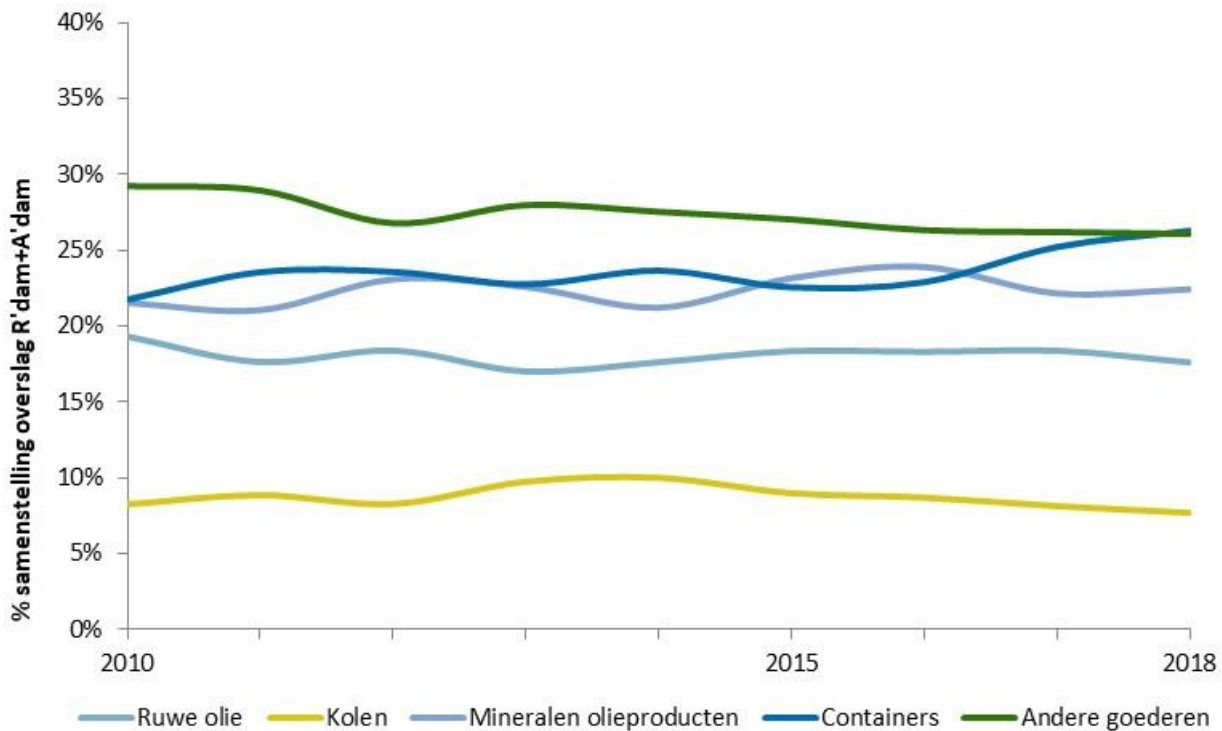
2.7.2 Containeroverslag in de Hamburg-Le Havrerange



Figuur G2.7.2: Ontwikkeling containeroverslag (links, in miljoen TEU) en aandelen havens (rechts) in de Hamburg-Le Havrerange (HLH), in de periode 2010-2018. Bron: HBR (2018).

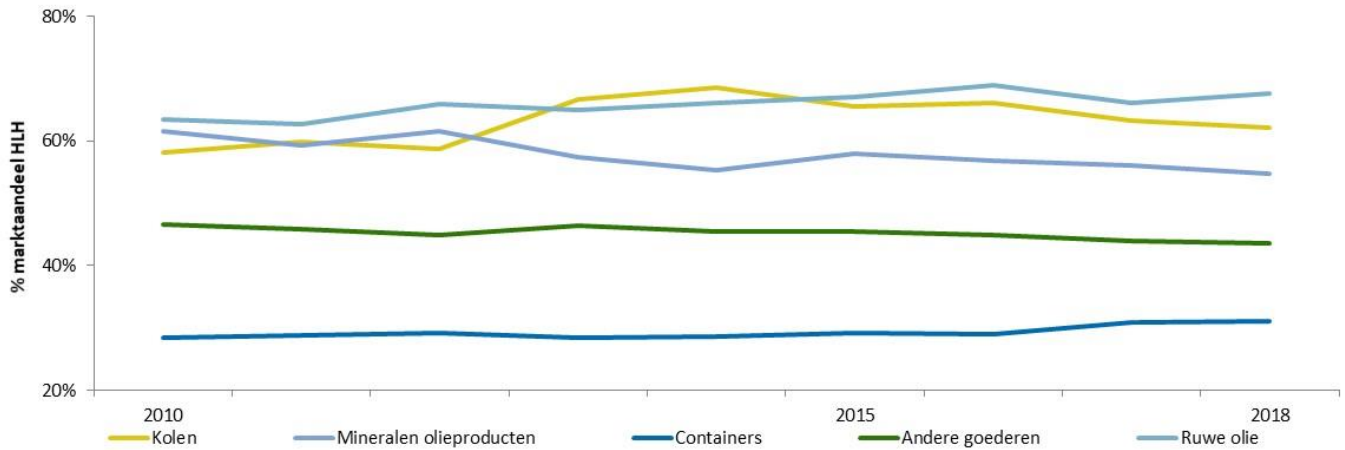
- De overslag van containers in de Hamburg-Le Havrerange (HLH) nam jaarlijks toe van 37,6 miljoen TEU (twenty foot equivalent units, de standaardmeeteenheid voor containers) in 2010 tot 45,6 miljoen TEU in 2018.
- De containeroverslag in Rotterdam neemt in 2018 toe met 5,7%, tot 14,5 miljoen TEU. In Hamburg en Bremen daalt de containeroverslag licht met 1,0% respectievelijk 0,8%, tot 8,7 miljoen TEU respectievelijk 5,5 miljoen TEU. Antwerpen groeit het hardst met 6,2%, tot 11,1 miljoen TEU. De ontwikkeling van het maritieme containervervoer wordt vooral bepaald door de ontwikkeling van de economie in Europa en de rest van de wereld (zie Achtergrond: 'De groei van de wereldwijde goederenstromen neemt af' en Achtergrond: 'De ontwikkeling van het maritieme containervervoer' linken aan deze documenten bij Mobibe 2016).
- Het aandeel van Rotterdam in de containeroverslag in de HLH-range stijgt tot 31,8%. In de periode 2010-2018 daalde dit aandeel van 29,7% in 2010 tot 28,7% in 2013, om zich in 2014 weer te herstellen en vervolgens jaarlijks te blijven toenemen.

2.7.3 Analyse ontwikkeling



Figuur G2.7.3: De ontwikkeling van de samenstelling van de overslag naar goederencategorie in Amsterdam en Rotterdam tussen 2010 en 2018. Bron: HBR (2018).

- Minder dan de helft van alle overslag in de havens van Rotterdam en Amsterdam heeft betrekking op energieproducten zoals kolen en aardolieproducten. De overslag van ruwe aardolie is in 2018 nagenoeg even groot als in 2010, namelijk 100 miljoen ton. De overslag van minerale olieproducten in de havens van Rotterdam en Amsterdam groeide tussen 2010 en 2018 van 112 miljoen ton naar 128 miljoen ton. De overslag van kolen groeide van 42,8 miljoen ton in 2010 tot 54,4 miljoen ton in 2014 en neemt vervolgens af tot 43,7 miljoen ton in 2018. Het aandeel van containers groeide van 21,7 % in 2010 tot 26,3 % in 2018. Dit is het gevolg van de forse groei van de overslag van containers, namelijk van 113 miljoen ton in 2010 tot 150 miljoen ton in 2018.

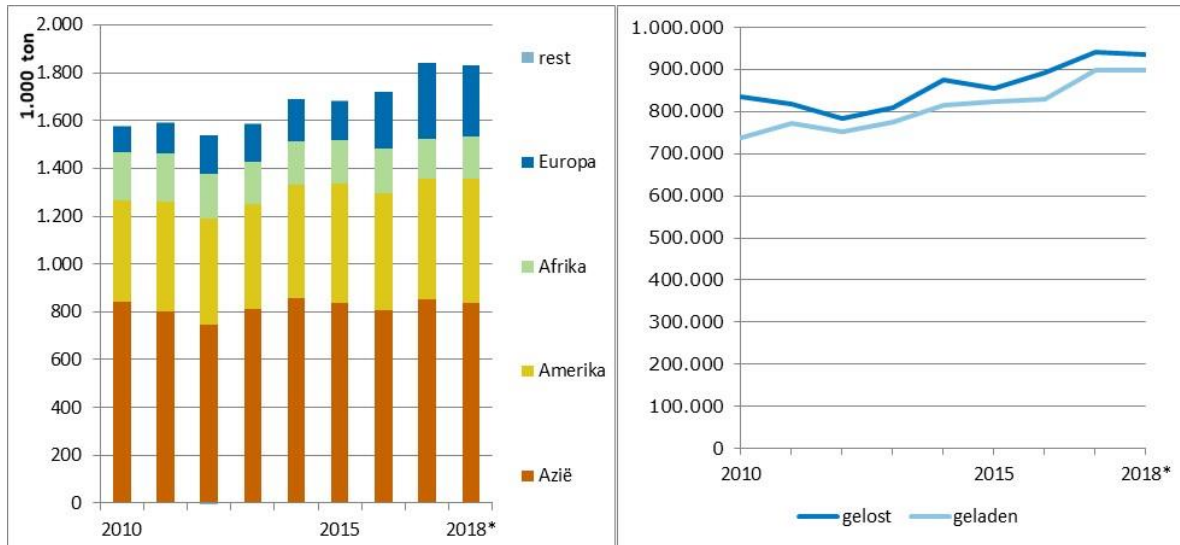


Figuur G2.7.4: De ontwikkeling van de marktaandelen van Amsterdam en Rotterdam in de Hamburg-Le Havrerange per goederencategorie tussen 2010 en 2018. Bron: HBR (2018).

- Bij het containervervoer nam het marktaandeel toe van 28% in 2010 tot 31% in 2018. Ondanks het afnemende vervoer van ruwe olie en kolen, steeg het marktaandeel van de Nederlandse zeehavens, en wel van 64% in 2010 tot 68% in 2018 voor olie, en van 58% naar 62% voor kolen.
- Bij minerale olieproducten daalde het marktaandeel van 62% in 2010 tot 55% in 2018. Ook het gezamenlijk marktaandeel van de andere goederen, waaronder agribulk, ertsen en kolen, overig massagoed en stukgoed, nam af, namelijk van 47% in 2010 naar 44% in 2018.

2.8 Luchthavens

2.8.1 Ontwikkeling

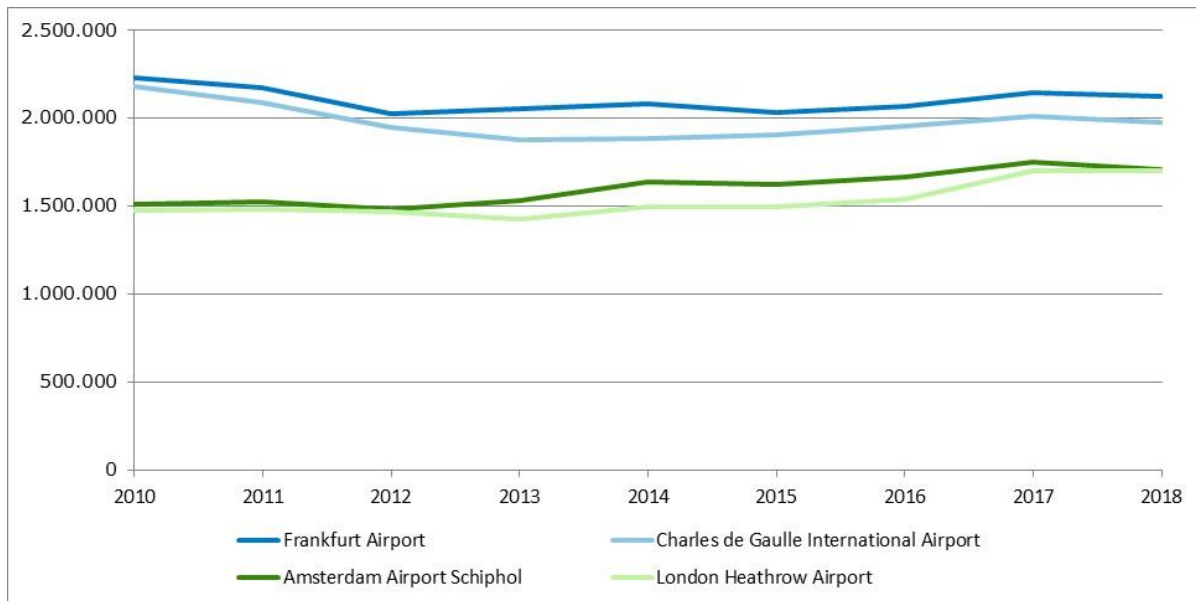


Figuur G2.8.1 Ontwikkeling luchtvrachtoverslag op de Nederlandse luchthavens per landengroep van herkomst of bestemming (in ton) en hoeveelheid geladen en gelost (in ton), in de periode 2010-2018. Bron CBS.

Hoofdboodschap

Tussen 2010 en 2018 is de overslag van luchtvracht op de Nederlandse luchthavens gegroeid. In 2018 stabiliseert de overslag, terwijl de luchtvracht op Schiphol afneemt

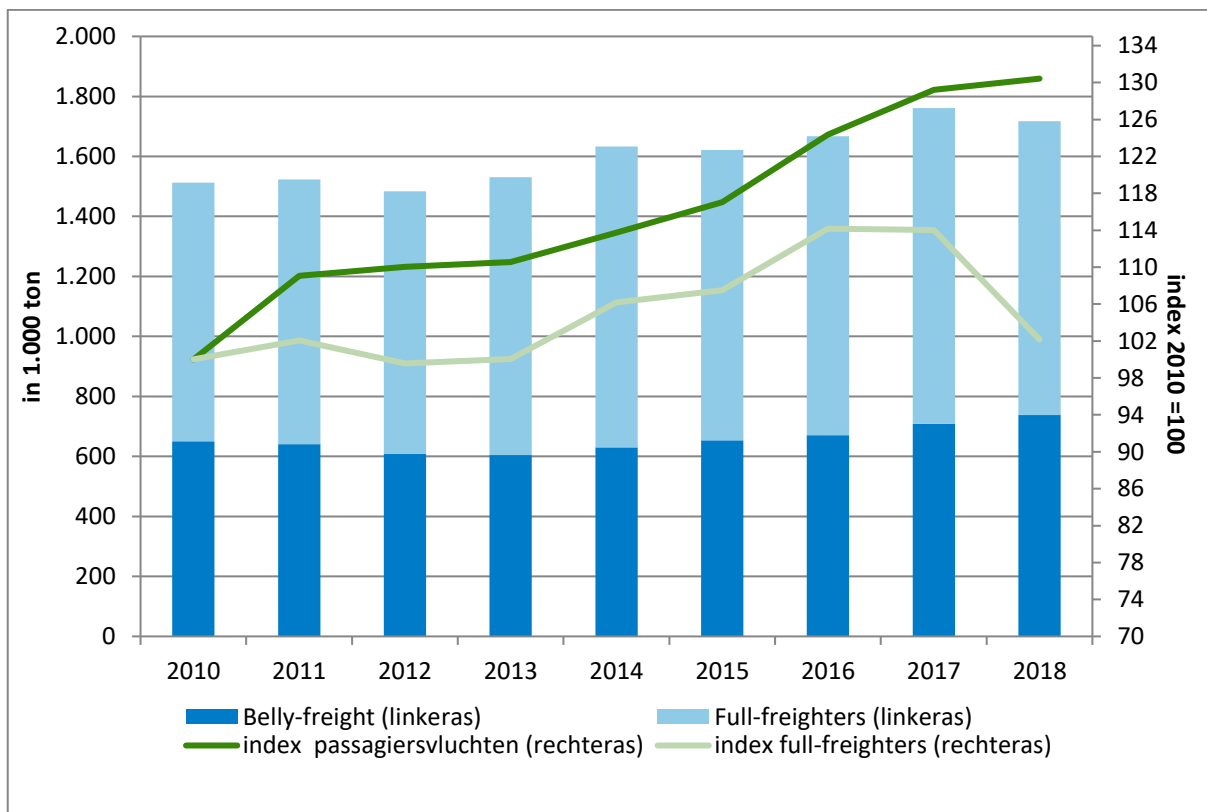
- Tussen 2010 en 2018 is de overslag van luchtvracht op de Nederlandse luchthavens toegenomen met 16,4%, van 1,6 miljoen ton in 2010 tot 1,8 miljoen ton in 2018.
- Ten opzichte van 2017 daalt de overslag op de Nederlandse luchthavens in 2018 licht, namelijk met 6.000 ton. De daling is licht, doordat de aanzienlijke afname van de luchtvracht op Schiphol (met 44.000 ton ten opzichte van 2017) grotendeels wordt gecompenseerd door een toename van de overslag van luchtvracht op Maastricht (met 38.000 ton).
- Het aandeel van Schiphol in de overslag van luchtvracht op de Nederlandse luchthavens neemt hierdoor af van 95,3% in 2017 naar 93,2% in 2018. Het aandeel van de luchthaven van Maastricht stijgt van 4,7% in 2017 naar 6,8% in 2018.
- Minder dan de helft van de luchtvracht in Nederland heeft een herkomst of bestemming in Azië. Het aandeel van en naar Azië neemt af van 53% in 2010 tot 46% in 2018. In 2008 piekte dit aandeel nog op 55%. De luchtvracht van en naar Europa heeft een aandeel van 16%. Dit aandeel nam jaarlijks toe, maar laat in 2018 een lichte daling zien. De luchtvracht van en naar Afrika, zo'n 28% van alle overslag, daalde vrijwel jaarlijks maar neemt in 2018 licht toe. Alleen de luchtvracht van en naar het Amerikaanse continent stijgt nog steeds jaarlijks.
- In de periode 2010-2018 zijn de uitgaande vrachtstromen sneller gegroeid dan de inkomende vrachtstromen, namelijk met 21,5% tegenover 11,9%. Hierdoor komen de inkomende en uitgaande vrachtstromen steeds meer in balans. Wel wordt er nog steeds meer luchtvracht gelost dan geladen, namelijk 0,93 miljoen ton gelost tegenover 0,89 miljoen ton geladen luchtvracht in 2018.
- De overslag van luchtvracht op de vier grote Europese hubluchthavens neemt in 2018 licht af, maar het meest op Schiphol, namelijk met 2,1%. De overslag op London Heathrow, Charles de Gaulle Parijs en Frankfurt nemen af met respectievelijk 0,8%, 1,1% en 1,4 % ten opzichte van 2017.



Figuur G2.8.2: De ontwikkeling van de luchtvracht (in miljoen ton) voor de vier grootste luchthavens van Europa, in de periode 2010-2018. Bron: Traffic Reviews Schiphol.

2.8.2 Analyse ontwikkeling

Luchtvracht op Schiphol in de laadruimte van vrachtvliegtuigen en passagiersvliegtuigen

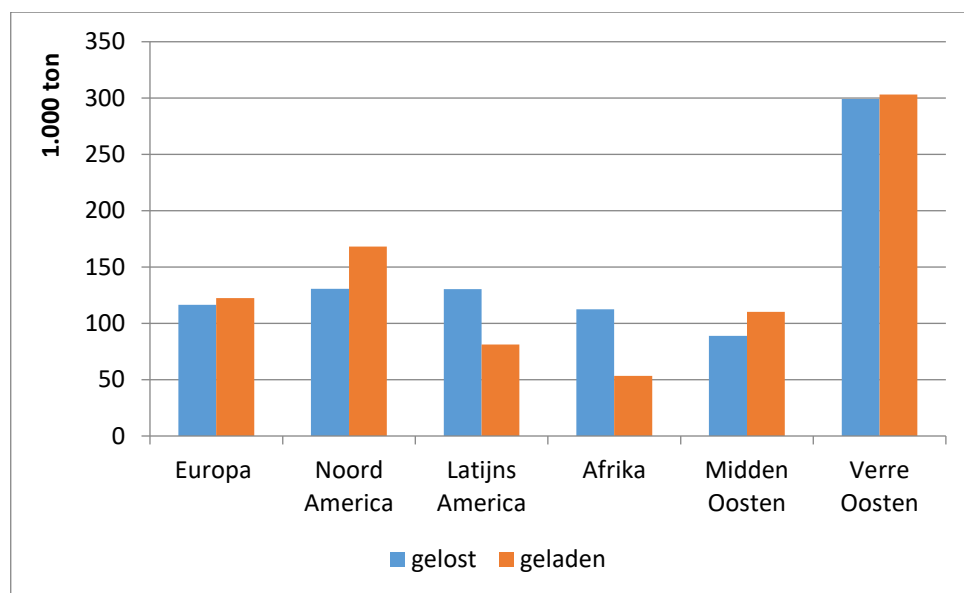


Figuur G2.8.3: Luchtvracht op Schiphol, uitgesplitst naar luchtvracht in de buik van passagiersvliegtuigen ('belly-freight') en in vrachtvliegtuigen ('full-freighters') (in 1.000 ton) en de ontwikkeling van het aantal passagiersvluchten en full-freighters (index 2010=100), in de periode 2010-2018. Bron: Schiphol.

- Tussen 2010 en 2018 nam de in vrachtvliegtuigen vervoerde vracht ('full freighters') en de in passagiersvliegtuigen vervoerde vracht ('belly freight') bijna evenveel toe, namelijk met 13,6% respectievelijk 13,5%. In 2018 werd 57% van de vracht vervoerd met full freighters en 43% als belly freight; dit is evenveel als in 2010. Vanaf 2010 nam het aandeel van de full freighters toe tot 61% in 2014, waarna het constant bleef op 57%. Het aantal vluchten met full freighters op Schiphol nam toe van 15.605 in 2010 tot 17.796 in 2017: een toename van 14%. In 2018 daalt dit aantal tot 15.942, oftewel met 10% ten opzichte van 2017.

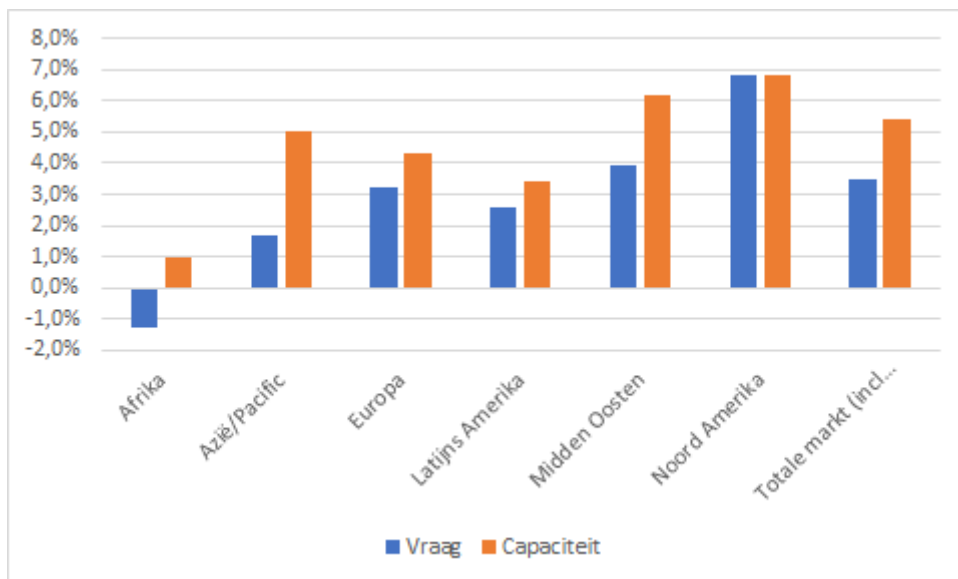
Goederenstromen op Schiphol naar werelddeel

- Per continent zijn er belangrijke verschillen tussen de inkomende goederenstroom en de uitgaande goederenstroom op de Nederlandse luchthavens. Vanuit Afrika wordt vooral ingevoerd (het verschil tussen lossen en laden is 36%), terwijl er naar Noord-Amerika vooral luchtvracht uit gaat; er wordt in 2018 13% meer geladen dan gelost. Jarenlang was er veel meer inkomende dan uitgaande luchtvracht op de relatie met het Verre Oosten, maar dit verschil is inmiddels klein. Wel wordt er in 2018 meer geladen dan gelost, namelijk 0,6%.



Figuur G2.8.4: Verschil tussen inkomende en uitgaande luchtvracht (in miljoen ton) op Schiphol naar wereldregio, 2018. Bron: Schiphol.

- Opvallend is dat de luchtvracht op Schiphol in 2018 afneemt, terwijl de luchtvracht wereldwijd in 2018 wél groeit, namelijk met 3,5%. De groei in 2018 is lager dan in 2017, toen deze 9,7% bedroeg. De luchtvracht in Europa groeit met 3,4%. De luchtvracht neemt het sterkst toe in, van en naar Noord-Amerika, namelijk met 6,8%, met het Midden-Oosten op de tweede plek, met 6,2%. De relatief bescheiden groei van de luchtvracht is te verklaren door de zwakkere wereldeconomie en wereldhandel (IATA, 2018). De beschikbare capaciteit groeit mondiaal met 5,4 %.



Figuur G2.8.5: De groei in de vraag naar luchtvrachtvervoer en beschikbare capaciteit van luchtvaartmaatschappijen per continent in % in 2018, gemeten in luchtvrachttonkm. Bron: IATA (2018).

Bronnen hoofdstuk 2

BMVI (2018). *Gleitende Mittelfristprognose für den Güter- und Personenverkehr Mittelfristprognose Winter 2017/2018*. In opdracht van Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), FE-Nr. 97.0348/2015. Keulen.

CPB. Geraadpleegd via <https://www.cpb.nl/worldtrademonitor>

CBS. *Goederenvervoer; vervoerwijzen, vervoerstromen van en naar Nederland*. Geraadpleegd via <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/83101NED/table?ts=1567600671828>

CBS Statline (2019). *Wegvervoer; vervoerd gewicht naar goederensoort NSTR*. Laatst geüpdatet op 6 maart 2019. Geraadpleegd via <https://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=83080ned&D1=0&D2=0&D3=0,2-6&D4=0&D5=a&HDR=T,G3,G2&STB=G1,G4&VW=T>

Eurostat. Geraadpleegd via <https://ec.europa.eu/eurostat/web/transport/overview>

HBR (2018). Havenbedrijf Rotterdam. Geraadpleegd via <https://www.portofrotterdam.com/nl/onze-haven/feiten-en-cijfers/feiten-en-cijfers-over-de-haven/goederenoverslag>

Hummels, D. (2009). Globalization and freight transport costs in maritime shipping and aviation. *International Transport Forum* 2009-3, 1-62.

IATA (2018). Geraadpleegd via <https://www.iata.org/publications/economics/Reports/freight-monthly-analysis/freight-analysis-dec-2018.pdf>

KiM (2014). *Mobiliteitsbeeld 2014*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

KiM (2016). *Mobiliteitsbeeld 2016*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

Kupfer, F., Meersman, H., Onghena, E. & van de Voorde, E. (2017). The underlying drivers and future development of air cargo. *Journal of air transport management*, 64, 6-14.

Schiphol Group. Geraadpleegd via <https://www.schiphol.nl/nl/schiphol-group/pagina/traffic-review/>

Tavasszy, L., Ruijgrok, Kl. & Davydenko, I. (2010). *Incorporating logistics in freight transportation models: state of the art and research opportunities*. 12th WCTR in Lissabon, Portugal.

3 Bereikbaarheid

Definities van de in dit hoofdstuk gehanteerde begrippen

Verkeersomvang

De afgelegde afstand op het hoofdwegennet (in kilometers).

Reistijdverlies (in voertuigverliesuren – VVU100)

Het reistijdverlies wanneer een snelheid van 100 kilometer per uur niet kan worden gehaald. Het reistijdverlies van voertuigen wordt berekend door het rijden in files (tot 50 km/uur) en een vertraagde afwikkeling van het verkeer (tussen 50 en 100 km/uur) af te zetten tegen een referentiesnelheid van 100 km/uur. De referentiesnelheid benadert de gemiddelde snelheid bij de vrije afwikkeling van het verkeer. Deze maat (voertuigverliesuren/VVU100) wordt gebruikt om het totale reistijdverlies op het hoofdwegennet weer te geven.

Reistijdverlies per kilometer

Het reistijdverlies gedeeld door de verkeersomvang.

Reistijdonbetrouwbaarheid

De mate waarin de reistijd langer of korter is dan de reiziger voorafgaand aan de rit verwachtte (OECD, 2010). De maat waarin de onbetrouwbaarheid kan worden uitgedrukt, is de standaarddeviatie (SD) van de verdeling van de reistijd. De spreiding van de reistijd wordt elke kalendermaand gemeten per wegvak en per kwartier van de werkdagen. De gemiddelde reistijd per wegvak per kwartier wordt beschouwd als de verwachting.

Extreme reistijden

Situaties waarin mensen extreem lang onderweg zijn, bijvoorbeeld vanwege incidenten of extreme drukte. Het gaat hier methodologisch gezien om situaties waarbij de reistijd meer dan drie standaarddeviaties afwijkt van het gemiddelde. De extreme reistijd kan worden gezien als een indicator voor de robuustheid van het netwerk.

Het Nieuwe Werken (HNW)

Nieuwe werkvormen waardoor iemand op een andere locatie kan werken dan het vaste werkadres buitenshuis of op andere momenten. De componenten van HNW zijn: 1) werken op een andere werklocatie dan het vaste werkadres (thuis, op een andere vestiging van het bedrijf of op een flexkantoor), 2) de werktijd op het vaste werkadres aanpassen om de spits met de auto of openbaar vervoer te mijden, 3) zakelijke reizen met de auto vermijden (door bijvoorbeeld te televergaderen) en 4) werken tijdens de reis (in de trein).

Smalle spits

Op werkdagen 's ochtends van 7.00 uur tot 9.00 uur en 's middags van 16.00 uur tot 18.00 uur.

Brede spits

Op werkdagen 's ochtends van 6.00 uur tot 10.00 uur en 's middags van 15.00 uur tot 19.00 uur.

Value of time

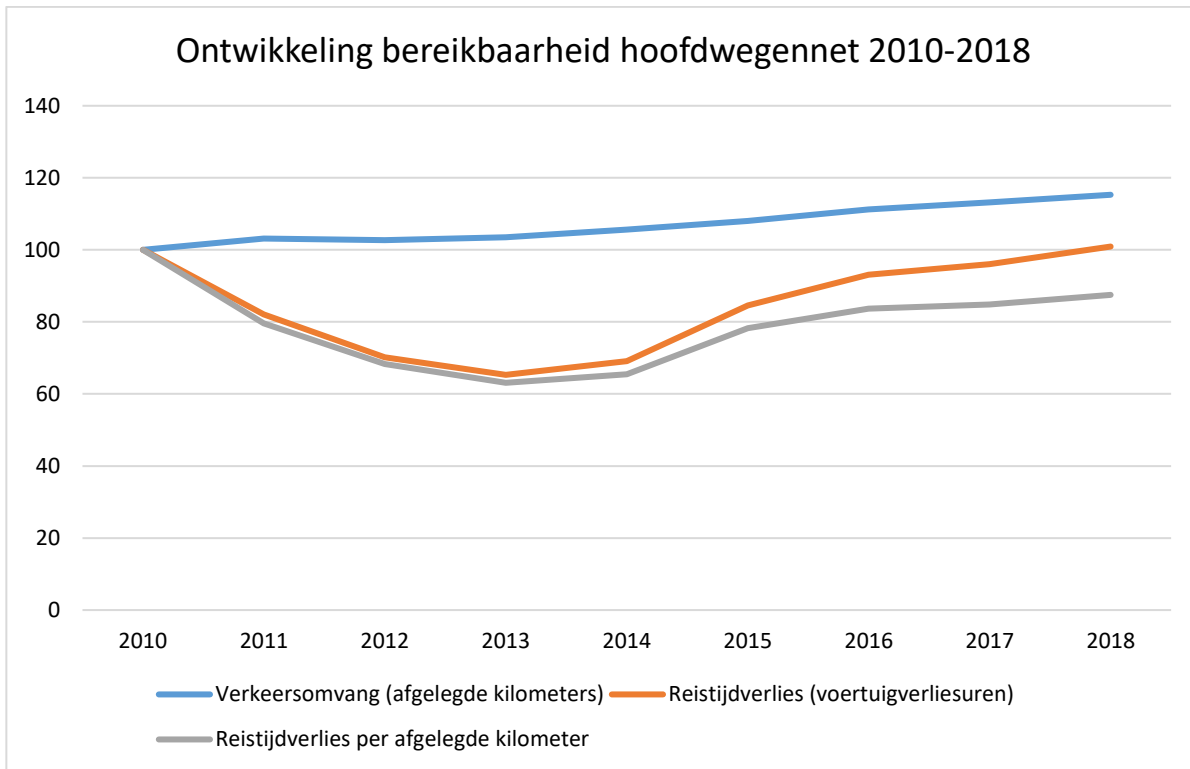
De Value-of-time (VoT) oftewel de reistijdwaardering is de waarde in geld die personen toekennen aan een marginale reistijdverandering. De VoT verschilt per motief (woon-werkverkeer, zakelijk motief en overige) en per vervoerswijze (trein, auto en bus, tram en metro).

3.1 Bereikbaarheid op het hoofdwegennet

3.1.1 Verkeersomvang en reistijdverlies hoofdwegennet

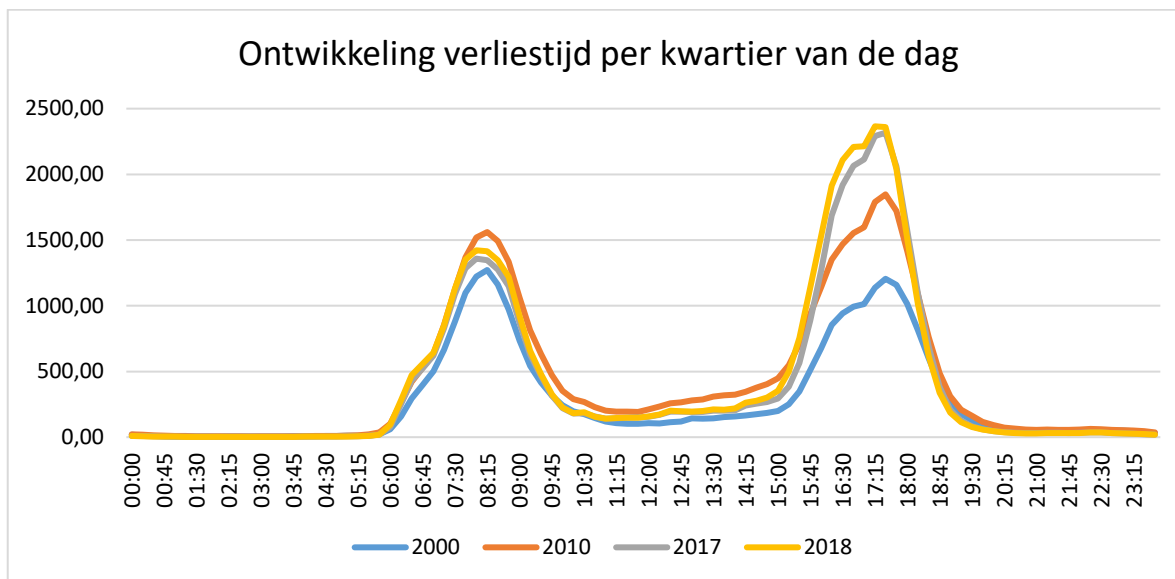
Hoofdboodschap

Het reistijdverlies per afgelegde kilometer is in 2018 gedaald met 12% ten opzichte van 2010



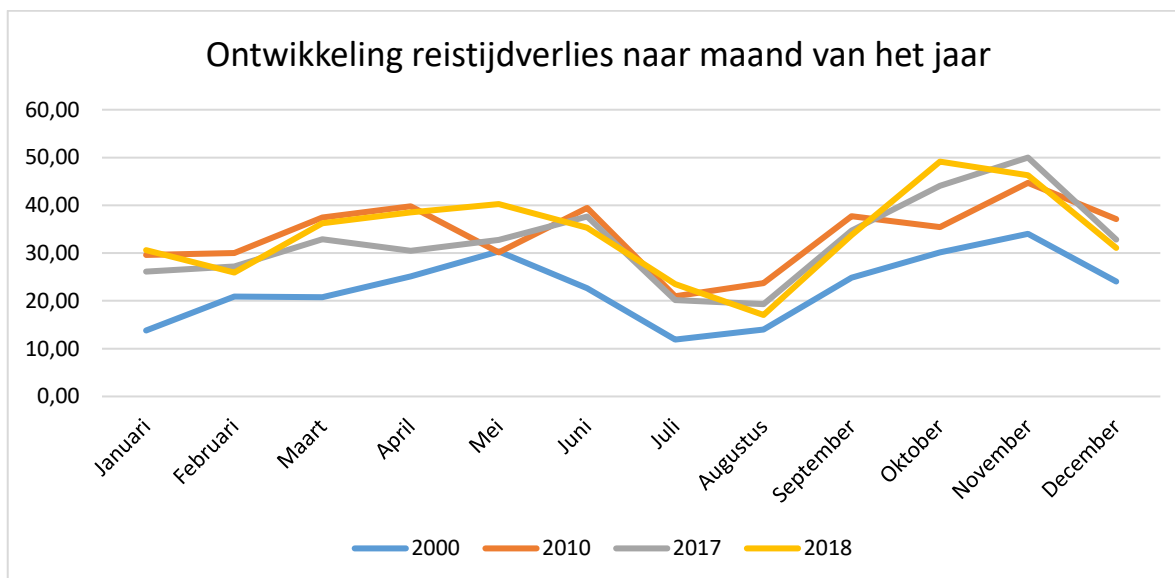
Figuur B3.1.1: Ontwikkeling verkeersomvang, reistijdverlies en reistijdverlies per afgelegde kilometer op het hoofdwegennet, 2010-2018. Bron: Rijkswaterstaat publieksrapportage.

- In de periode 2010-2018 nam het reistijdverlies per kilometer af met 12,4% (figuur B3.1.1). Ten opzichte van 2017 is in 2018 wél een toename zichtbaar, namelijk van 3,2%.
- Het totale reistijdverlies nam in de periode 2010-2018 toe met 1%. Na een daling in de periode 2010-2013 is de congestie sinds 2013 weer gestegen. De tijdelijke daling heeft deels te maken met de economische crisis, waardoor er met name minder vrachtverkeer op de weg was (zie ook paragraaf 2.3). Een andere oorzaak van de daling is dat het wegennet in deze periode fors is uitgebreid met extra rijstroken (vooral in de Randstad; zie ook figuur B3.1.6), waardoor de wegcapaciteit toenam.
- De verkeersomvang nam tussen 2010 en 2018 toe met zo'n 15%. Deze ontwikkeling is minder beïnvloed door de economische crisis, al is in de crisisperiode wel een stabilisatie waarneembaar. In dezelfde periode zien we ook een lichte stijging van het aantal door autobestuurders gereden kilometers (zie paragraaf 1.2.1). Omdat de afgelegde afstand sterker is toegenomen dan de congestie, is het aantal verliesuren per afgelegde kilometer afgenomen.



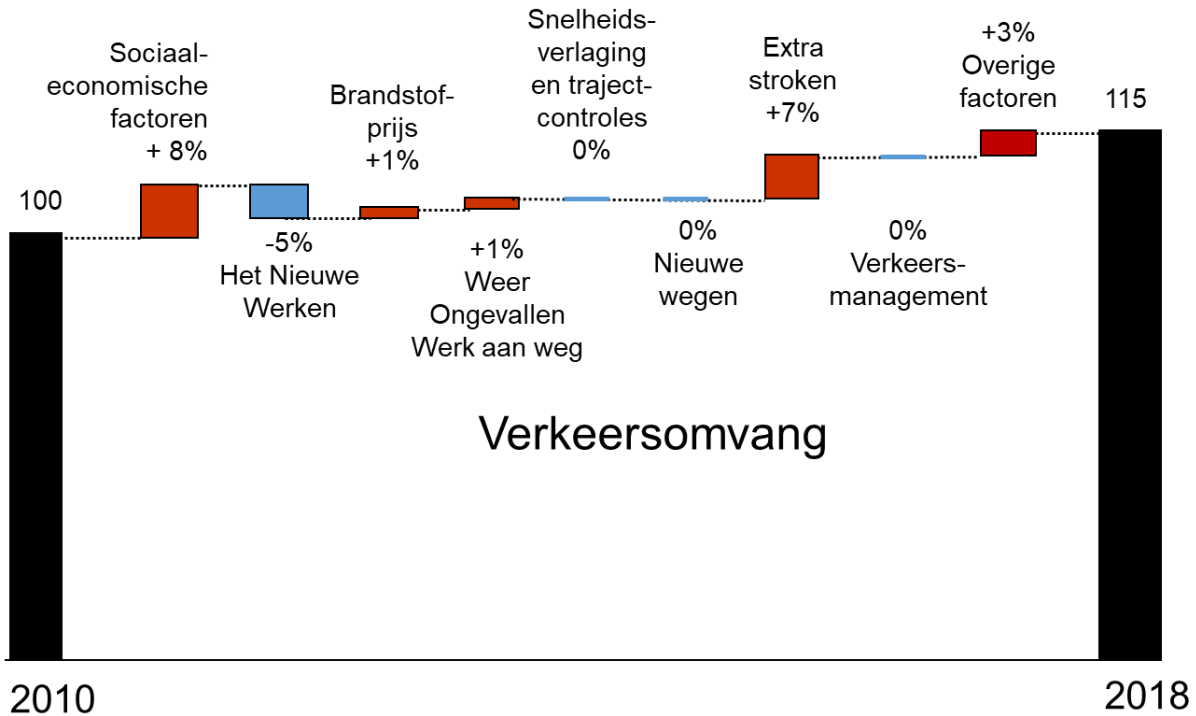
Figuur B3.1.2: Verdeling van reistijdverlies naar tijdvak op hoofdwegen, 2000, 2010, 2017 en 2018 (in uren x 1.000 per kwartier op werkdagen).

- In vergelijking met 2000 heeft het zwaartepunt van het reistijdverlies zich verplaatst van de ochtendspits naar de avondspits (figuur B3.1.2). Sinds 2010 is met name het reistijdverlies in de avondspits toegenomen, terwijl de verliestijd in de ochtendspits juist is afgenomen. Het overgrote deel van de reizigers in de ochtendspits reist voor woon-werkdoeleinden. In de avondspits is dit beeld meer gemêleerd en wordt een relatief groter deel van de reizen gemaakt voor sociaal-recreatieve motieven (zie o.a. Goudappel Coffeng, 1997).
- Ten opzichte van 2017 is het reistijdverlies in 2018 vooral toegenomen in de vroege ochtendspits en de vroege avondspits. In de late avondspits is juist een kleine daling zichtbaar.

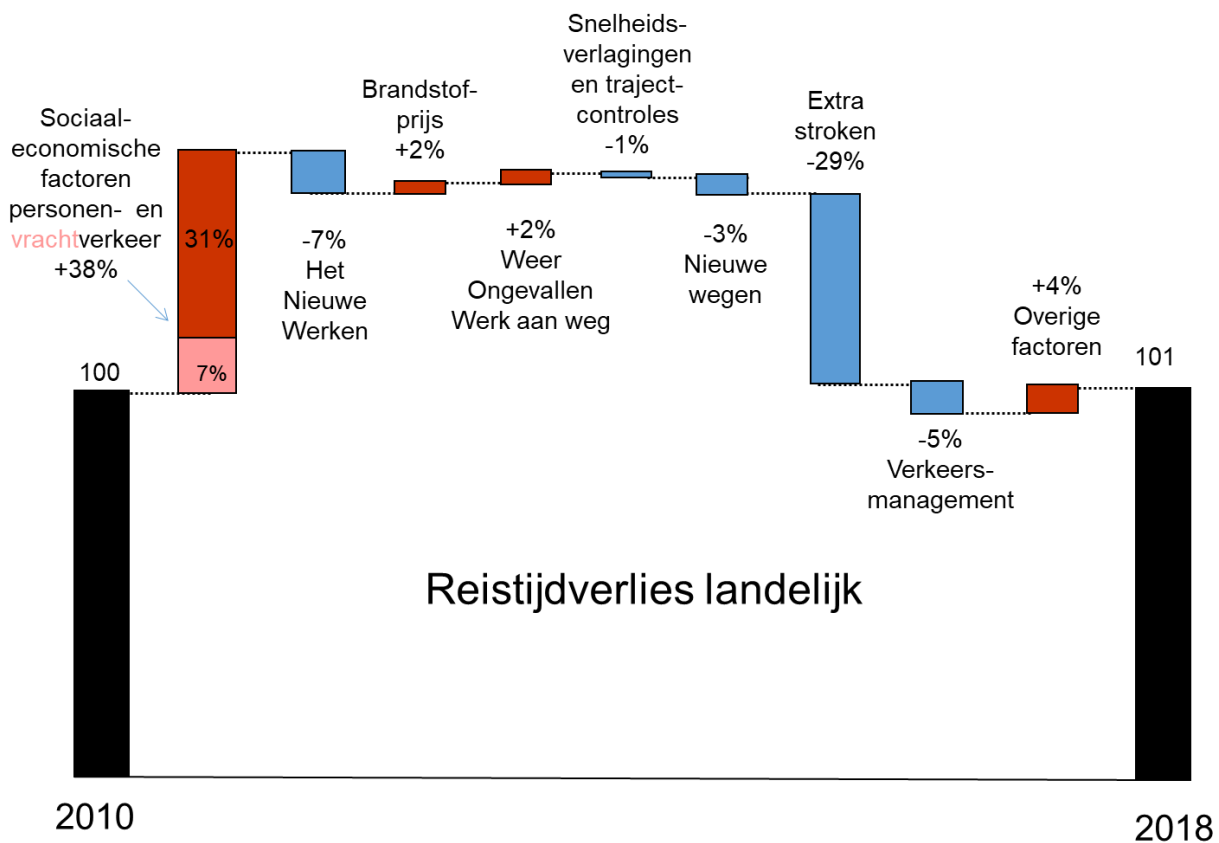


Figuur B3.1.3: Reistijdverlies op hoofdwegen naar maand, 2000, 2010, 2017 en 2018 (in uren x 100.000).

- Het reistijdverlies per maand fluctueert (figuur B3.1.3). De zomermaanden (juli, augustus) kennen over het algemeen de minste voertuigverliesuren. De vakanties in de zomerperiode, waardoor het rustiger is op de weg, en de gunstige weersomstandigheden in deze periode spelen hierbij een rol. In het voorjaar (maart, april) en vooral in het najaar (oktober, november) is het reistijdverlies het hoogst. In 2018 zijn de meeste verliesuren gemaakt in oktober, in 2017 was dit in november. Het reistijdverlies op de hoofdwegen ligt in 2018 in de periode maart-juni beduidend hoger dan in 2017.



Figuur B3.1.4: Verklaring van de ontwikkeling van de verkeersomvang op hoofdwegen, 2010-2018.



Figuur B3.1.5: Verklaring van de ontwikkeling van het reistijdverlies op hoofdwegen, 2010-2018.

Tabel B3.1.1 Verklaring verandering verkeersomvang en reistijdverlies, 2017-2018, in %. Bron: KiM.

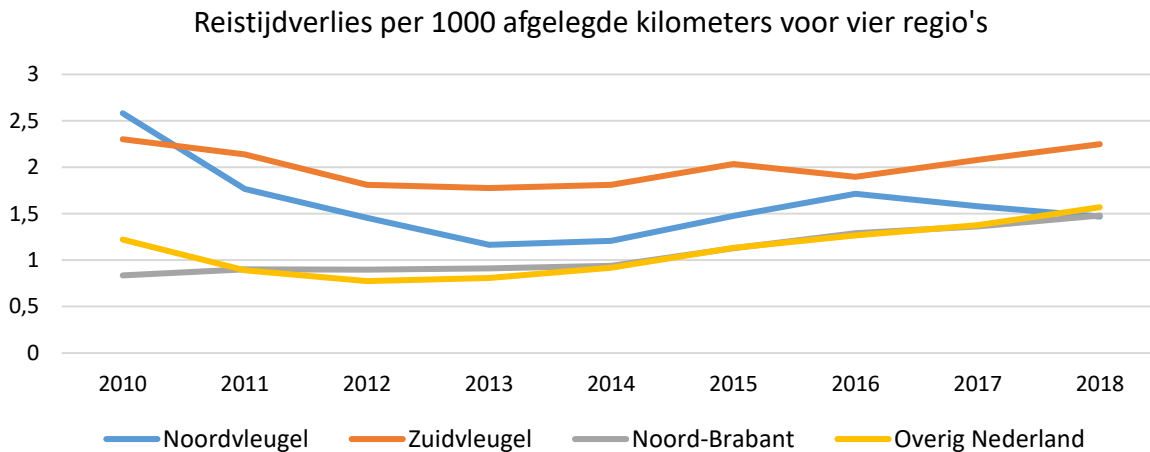
Factor	Effect op ontwikkeling reistijdverlies 2017-2018	Effect op ontwikkeling verkeersomvang 2017-2018
Bevolking, banen, autobezit	10	2
Het Nieuwe Werken	-1	-1
Weer, ongevallen, werkzaamheden	-3	0
Brandstofprijs	-1	-1
Nieuwe wegen	0	0
Extra stroken	-3	0
Verkeersmanagement	0	0
Snelheidsverlaging/trajectcontroles	0	0
Overige factoren	3	2
Totaal	+5%	+2%

- De groei van de verkeersomvang (figuur B3.1.4) wordt onder andere beïnvloed door sociaaleconomische factoren en de aanleg van extra rijstroken. Beide hebben de verkeersomvang in de periode 2010-2018 zo'n 7 á 8% laten groeien. Een deel van de toename door de aanleg van extra stroken (ca. een kwart) is bestaand verkeer en afkomstig van provinciale wegen (Van der Loop, 2015). Een ander deel is verkeer dat zonder de aanleg van extra stroken niet de weg op was gegaan (de zogenoemde latente vraag). Door de toename van het Nieuwe Werken, en dan met name het thuiswerken, is de verkeersomvang met zo'n 5% minder toegenomen. Veranderingen in de brandstofprijs, weer, werk en ongevallen, snelheidsverlagende maatregelen en verkeersmanagement (gemeten door te kijken naar dynamische route-informatiepanelen/drips en toeritdoseringsinstallaties/tdi's) hadden in de periode 2010-2018 slechts in beperkte mate effect op de verkeersomvang.
- De ontwikkeling van het reistijdverlies over de periode 2010-2018 is vooral beïnvloed door sociaaleconomische factoren. Met name de toename van het autobezit, en in iets mindere mate de groei van de bevolking en van het aantal banen, heeft geleid tot een toename van het reistijdverlies (figuur B3.1.5). Verder heeft een dalende brandstofprijs in de periode 2010-2018 gezorgd voor een lichte stijging van het reistijdverlies (+2%). Wegwerkzaamheden, weersomstandigheden en ongevallen (incidentmeldingen) zorgden eveneens voor zo'n 2% groei in deze periode.
- De uitbreiding van het wegennet met extra stroken heeft een belangrijke dalende werking gehad op de ontwikkeling van het reistijdverlies (figuur B3.1.5). Ook verkeersmanagement – hier gemeten door te kijken naar drips en tdi's – bracht het reistijdverlies omlaag. Met name extra investeringen in drips en bermdrips en in iets mindere mate in tdi's zorgden in de periode 2010-2018 voor een daling van het reistijdverlies met zo'n 5%. De aanleg van nieuwe wegen en snelheids- en trajectcontroles leidden op hun beurt tot een afname van het reistijdverlies met respectievelijk zo'n 3% en 1%. Zonder de groei van het Nieuwe Werken (thuiswerken, spitsmijden en het werken op andere plekken dan op kantoor) zou het reistijdverlies zo'n 7% hoger zijn geweest. Oftewel: het stimuleren van tijd- en plaatsonafhankelijk werken heeft een gunstig effect op het reistijdverlies.
- Tussen 2017 en 2018 (tabel B3.1.1) zijn het reistijdverlies en de verkeersomvang het meest beïnvloed door sociaaleconomische ontwikkelingen (+10%), en met name door de groei van het aantal banen – met als gevolg meer woon-werkverkeer. De stijgende brandstofprijs in deze periode dempt de groei van de verkeersomvang en de verliesuren in deze periode licht (-1%). Verder leidt de aanleg van een aantal extra rijstroken tot een kleine afname van het reistijdverlies (-3%). Dit is een combinatie van in 2018 nieuw aangelegde stroken (bij de A1, de A6 respectievelijk de A7) en een naijleffect van enkele in 2017 aangelegde stroken. Ook zorgen betere weersomstandigheden en een lichte afname van het aantal incidentmeldingen voor een lichte daling van het reistijdverlies (-3%).

3.1.2 Regionale verschillen reistijdverlies hoofdwegennet

Hoofdboodschap

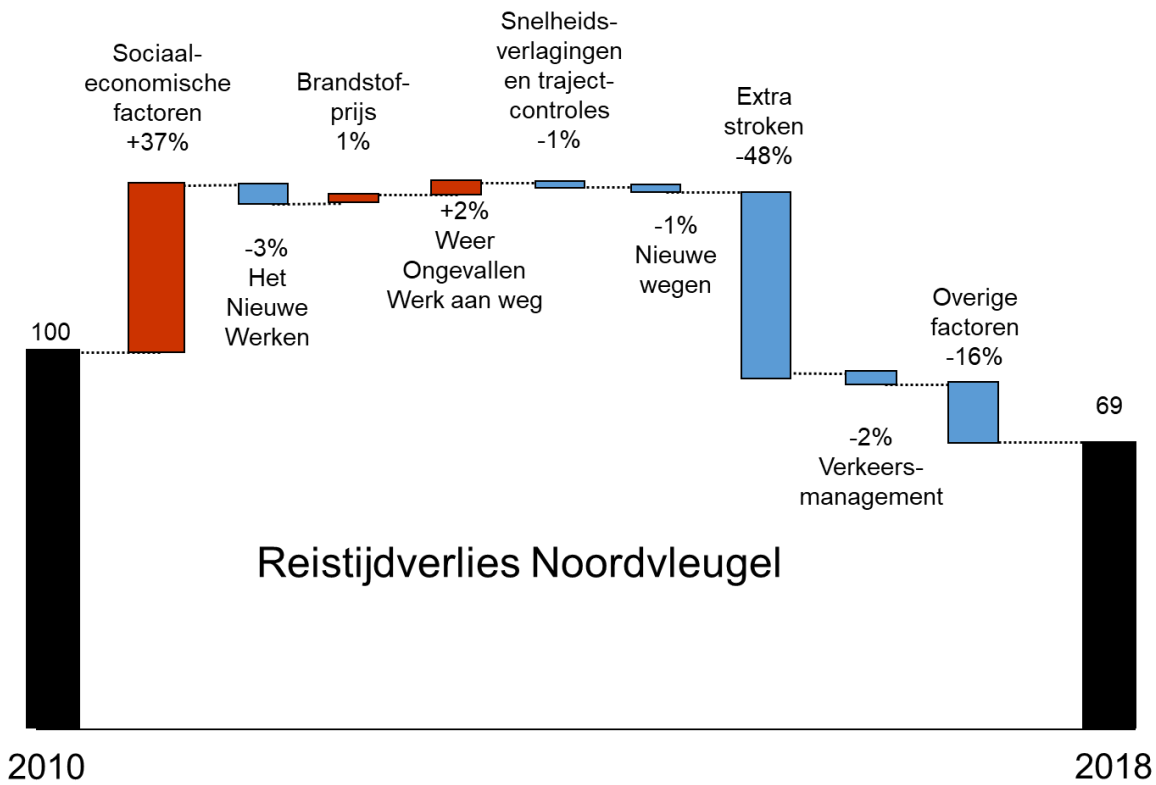
Het reistijdverlies per afgelegde kilometer is sterk afgenomen in de Noordvleugel en toegenomen in Noord-Brabant en overig Nederland



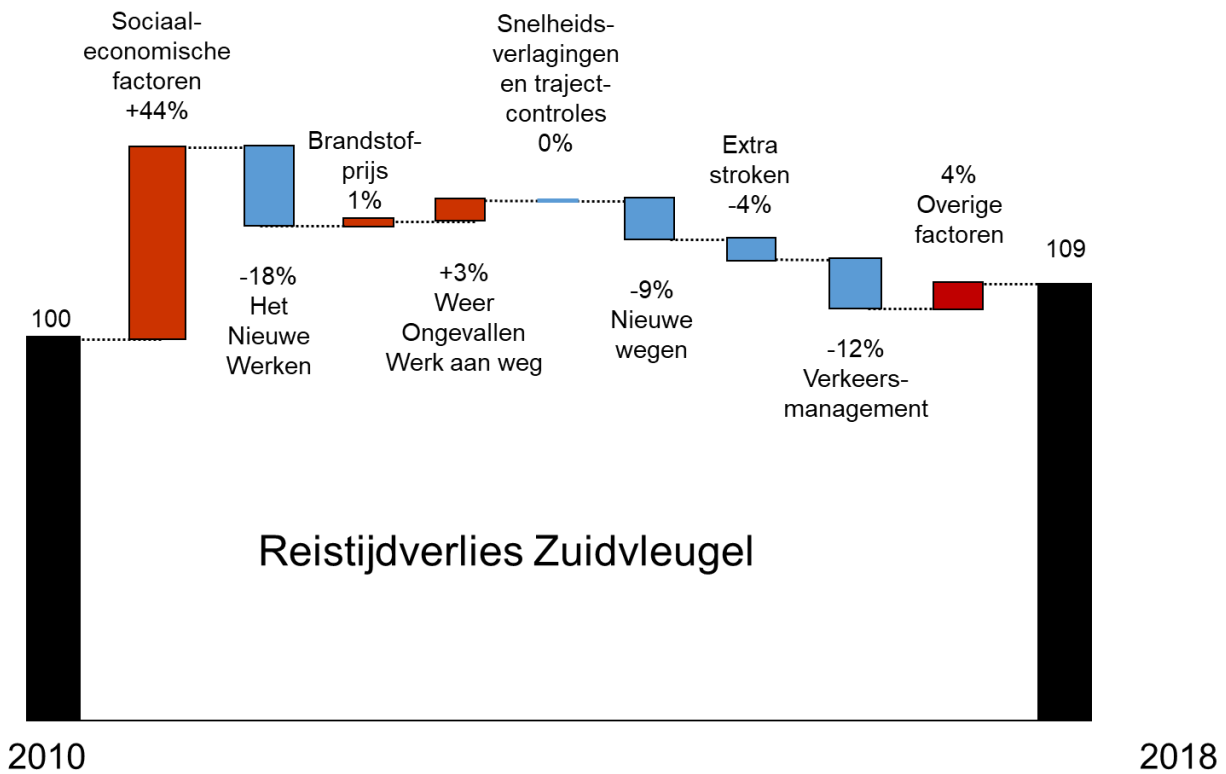
Figuur B3.1.6: Ontwikkeling van het verliestijd per gereden afstand (VVU/1.000 km) op hoofdwegen in vier regio's (in werkdaggemiddelden).
Bron: Rijkswaterstaat.

- De ontwikkeling van de verkeersomvang en het reistijdverlies op het hoofdwegennet tussen 2010 en 2018 verschilt sterk tussen de in de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR) onderscheiden regio's (figuur B3.1.6). Het tijdverlies per afgelegde kilometer is in 2018 het hoogst in de Zuidvleugel. Het reistijdverlies per kilometer in de Noordvleugel daalt in 2018 tot het niveau van Noord-Brabant en overig Nederland. In Noord-Brabant en in iets mindere mate in overig Nederland is het tijdverlies per kilometer in de afgelopen acht jaar gegroeid.
- De daling van het reistijdverlies in de Noordvleugel wordt voor een groot deel verklaard door de aanleg van extra rijstroken (-48%) (figuur B3.1.7). In mindere mate dragen verkeersmanagement (-2%), de aanleg van nieuwe wegen (-1%), snelheids- en trajectcontroles (-1%) en de groei van het Nieuwe Werken (-3%) bij aan deze daling. De groei van de bevolking, het aantal banen en het autobezit (sociaaleconomische factoren) hebben een toenemend effect gehad op het reistijdverlies (+37%). Ook werkzaamheden (+2%) en de gestegen brandstofprijzen (+1%) hebben een kleine stijgende werking gehad.
- De toename van het reistijdverlies in de Zuidvleugel is vooral bepaald door sociaaleconomische factoren (+44%). Met name de groei van het aantal banen heeft bijgedragen aan deze toename. In tegenstelling tot de Noordvleugel spelen met name de groei van het Nieuwe Werken (-18%), verkeersmanagement (-12%) en de aanleg van nieuwe wegen (-9%) een belangrijke rol bij de daling van het reistijdverlies in de Zuidvleugel. Zo heeft de aanleg van delen van de A4 in deze regio ertoe geleid dat het reistijdverlies is gedaald. Dit, terwijl er in de periode 2010-2018 in de Noordvleugel geen nieuwe wegen zijn gekomen.⁷ De aanleg van extra stroken heeft in de Zuidvleugel in vergelijking met de Noordvleugel veel minder effect gehad, mede omdat er in de periode 2010-2018 in de Zuidvleugel minder extra stroken zijn aangelegd dan in de Noordvleugel. Dat het effect van het Nieuwe Werken in de Zuidvleugel behoorlijk groter is ten opzichte van de Noordvleugel, heeft vooral te maken met een sterkere groei van de congestie in de Zuidvleugel in de periode 2010-2018. Hierdoor zijn er meer verliesuren te besparen en heeft een vermeden kilometer in deze regio door het Nieuwe Werken een groter effect (zie figuur B3.1.7).
- Wanneer wordt gekeken naar de ontwikkeling van de verkeersomvang en het reistijdverlies in het Randstedelijk gebied in de periode 2017-2018 zijn ruimtelijke verschillen in de spits waarneembaar (figuur B3.1.8). Over het algemeen neemt het reistijdverlies sterker toe dan de verkeersomvang, vooral rond Rotterdam en Den Haag. In Amsterdam en Utrecht doet zich over het geheel genomen (op de bemeten wegvakken in de analyse) juist een lichte daling van het reistijdverlies voor. Uitschieters op het niveau van wegvakken worden vaak veroorzaakt door werkzaamheden in één van beide jaren.

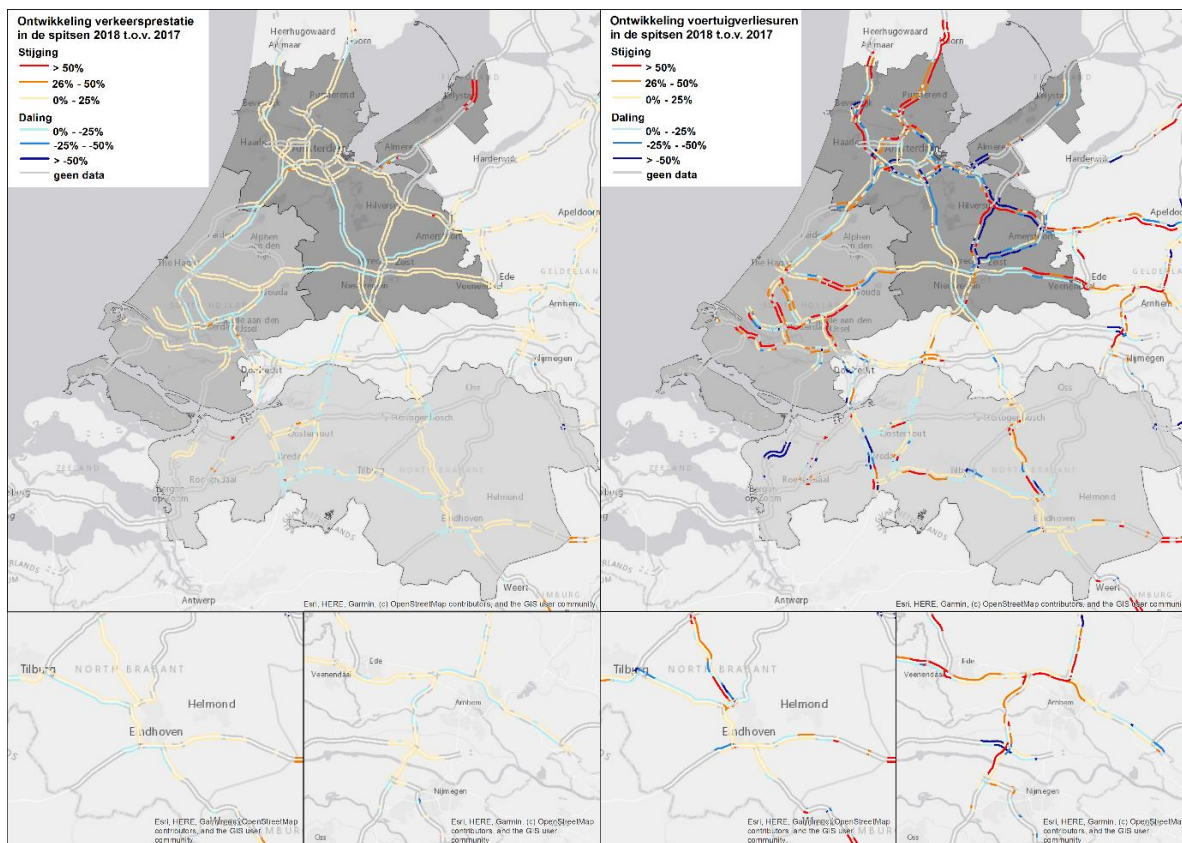
⁷ De -1% in de waterval voor de Noordvleugel voor 'nieuwe wegen' betreft een najleffect als gevolg van in de periode ervoor aangelegde wegen.



Figuur B3.1.7a: Verklaring van de ontwikkeling van het reistijdverlies in de Noordvleugel, 2010-2018.



Figuur B3.1.7b: Verklaring van de ontwikkeling van het reistijdverlies in de Zuidvleugel, 2010-2018.

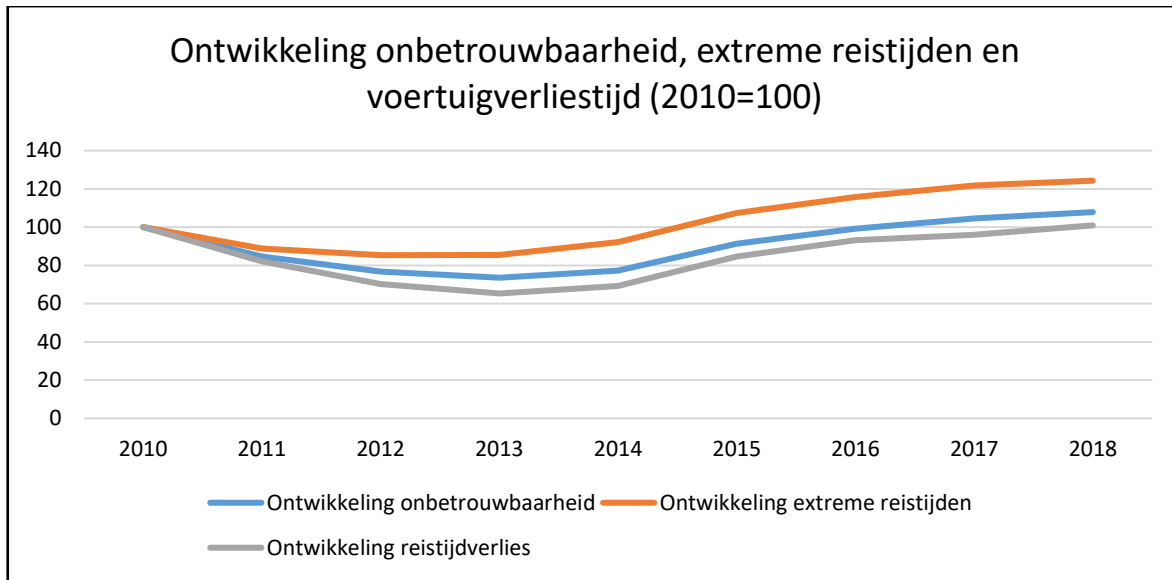


Figuur B3.1.8: Ontwikkeling van verkeer (links) en reistijdverlies (rechts) in Noordvleugel (donkergrijs), Zuidvleugel (grijs) en Noord-Brabant (lichtgrijs) op werkdagen tussen 06.00-10.00 uur en 15.00-19.00 uur op hoofdwegen in 2018 ten opzichte van 2017.

3.1.3 Onbetrouwbaarheid en extreme reistijden

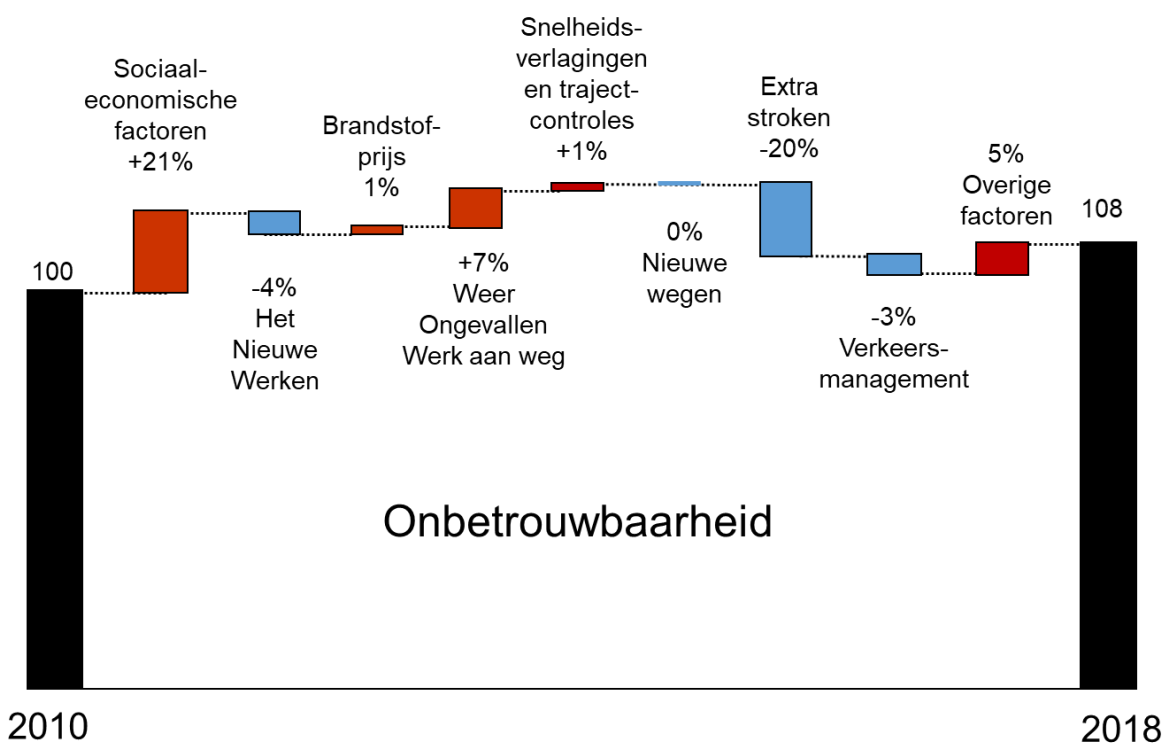
Hoofdboodschap

In de periode 2010-2018 zijn de extreme reistijden en onbetrouwbaarheid op het hoofdwegenet sterker gestegen dan de voertuigverliesuren



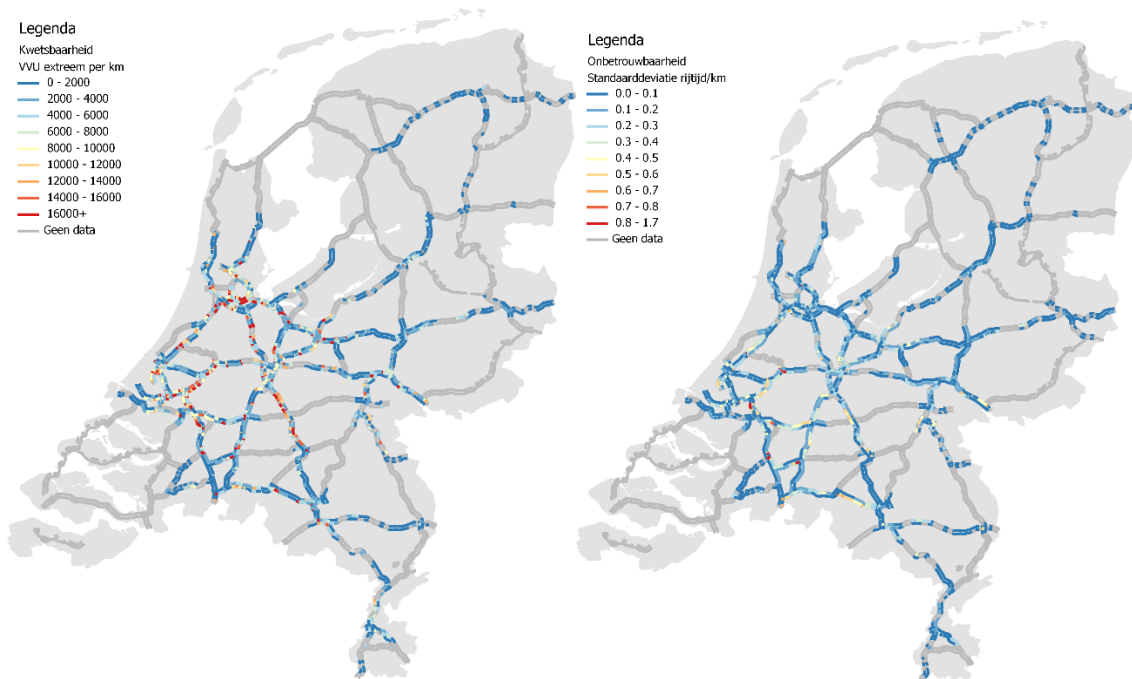
Figuur B3.1.9: Ontwikkeling van extreme reistijden en onbetrouwbaarheid op het hoofdwegenet (2010=100).

- De onbetrouwbaarheid (de variatie in de reistijd per kilometer) en de extreme reistijden (situaties waarin de reistijd per kilometer extreem hoog is) zijn in de periode 2010-2018 sterker gestegen dan het reistijdverlies (figuur B3.1.9). Dit verschil is voornamelijk ontstaan in de periode 2011-2013, toen de onbetrouwbaarheid en met name de extreme reistijden minder sterk afnamen dan het reistijdverlies. De verliestijd in deze periode daalde vooral door de aanleg van extra stroken. Waarom dit slechts een beperkt effect heeft gehad op de onbetrouwbaarheid en de extreme reistijden, is niet geheel duidelijk. Zo'n 25% van het totale reistijdverlies kan in 2018 als 'extreem' worden aangemerkt.



Figuur B3.1.10: Verklaring van de ontwikkeling van de onbetrouwbaarheid op het hoofdwegennet, 2010-2018.

- De ontwikkeling van de onbetrouwbaarheid wordt méér dan die van het reistijdverlies beïnvloed door weersomstandigheden, werkzaamheden en ongevallen (figuur B3.1.10). Met name de laatste categorie heeft er in de periode 2010-2018 voor gezorgd dat de onbetrouwbaarheid is toegenomen. Net als bij de verklaring van het reistijdverlies spelen sociaaleconomische factoren (+21%) en de aanleg van extra rijstroken (20%) een belangrijke rol bij respectievelijk de stijging en de daling van de onbetrouwbaarheid. De ingebruikname van extra rijstroken heeft de robuustheid van het netwerk dus versterkt. Ook de inzet van drips en tdi's (verkeersmanagement) heeft een gunstig effect gehad op de onbetrouwbaarheid op het hoofdwegennet in de periode 2010-2018 (-3%). Bij de ontwikkeling van de extreme reistijden spelen soortgelijke factoren een rol. De afname van het aantal sneeuwdagen heeft in de periode 2010-2018 een wat gunstiger effect gehad op de extreme reistijden dan op de onbetrouwbaarheid.
- De extreem lange reistijden doen zich vooral voor op de snelwegen rond de grote steden en op de snelwegen in en rond de Randstad (figuur B3.1.11, links). Dit duidt erop dat het wegennetwerk op deze punten het kwetsbaarst is. In Zuid-Holland en Noord-Brabant is de reistijd het meest onbetrouwbaar (figuur B3.1.11, rechts).

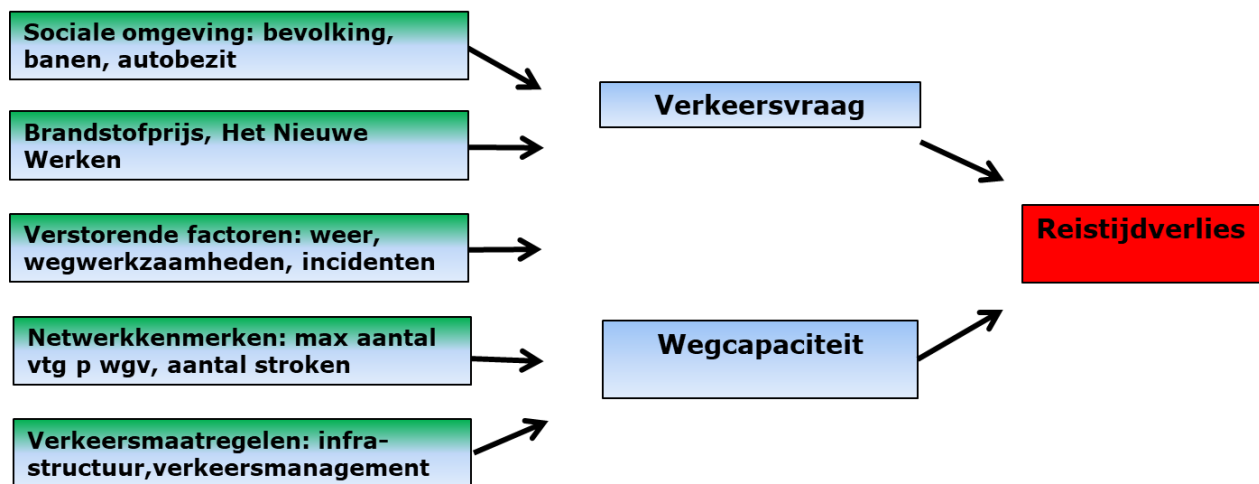


Figuur B3.1.11: Ruimtelijke spreiding van de absolute extreme reistijdverliezen (links) en onbetrouwbaarheid (rechts), in 2018.

Toelichting: verklaringsmethodiek bereikbaarheid hoofdwegennet

In dit achtergronddocument geven we aan de hand van de zogenoemde 'watervalmethodiek' een beknopte beschrijving van de methodiek die we hebben gehanteerd om de ontwikkelingen op het gebied van de bereikbaarheid te verklaren.

Om de verklaring van de ontwikkelingen binnen de bereikbaarheid op het hoofdwegennet te visualiseren past het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) al jaren de zogenoemde 'watervalmethodiek' toe. Deze methodiek gaat er vanuit dat verschillende indicatoren de vraag naar en het aanbod van wegcapaciteit beïnvloeden. Deze indicatoren betreffen respectievelijk sociaaleconomische factoren, brandstofprijzen, versturende factoren zoals weer, wegwerkzaamheden en incidenten, netwerkkenmerken en verkeersmaatregelen. Praktisch gezien bestaat de methodiek uit een set van empirische analyses waardoor wordt geschat welk effect de verschillende indicatoren hebben op de *ontwikkeling* van het reistijdverlies. Deze analyses worden uiteindelijk samengevoegd in watervalfiguren voor respectievelijk de ontwikkeling in voertuigverliesuren, verkeersprestatie, onbetrouwbaarheid en extreme reistijden.



Figuur B3.1.12: Conceptueel model verklaring ontwikkeling reistijdverlies.

Data

Verschillende databronnen liggen ten grondslag aan de analyses. Rijkswaterstaat levert verkeersdata, ongevallendata (incidentmeldingen) en weerdata aan. Ook de berekening van het reistijdverlies (in voertuigverliesuren) die ten grondslag ligt aan de analyses op het hoofdwegennet, wordt gemaakt door Rijkswaterstaat. Onbetrouwbaarheid en extreme reistijden worden berekend uit de door Rijkswaterstaat aangeleverde data. De achterliggende methode is te vinden in de bijlage 'Verklaringsmethodiek bereikbaarheid hoofdwegennet'. De sociaaleconomische gegevens en de gegevens die nodig zijn voor de analyses van de brandstofprijzen en het Nieuwe Werken, komen van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en uit het LISA-bestand (werkgelegenheidsdata). Alle bovengenoemde gegevens worden samengevoegd in een bestand met data op maandniveau voor de periode 2000-2018.

Analyses

De zogenoemde 'maandanalyse' en de 'externe analyse' vormen de basis voor de analyses. Met de maandanalyse kunnen we schatten wat het effect is van beleidsmaatregelen, ongevallen en verkeersmaatregelen op de ontwikkeling van de bereikbaarheid in een bepaalde periode. De externe analyse schat het effect van een aantal sociaaleconomische factoren (ontwikkeling bevolking, banen en autobezit) op de ontwikkeling van de bereikbaarheid. Beide analyses worden tot dusver niet geïntegreerd in één analyse, omdat een maandmodel met jaar- en maandummies in plaats van met sociaaleconomische factoren de ontwikkelingen tot dusver beter modelleert. De maandanalyse en de externe analyse worden aangevuld met afzonderlijke losse analyses om het effect van het Nieuwe Werken en brandstofprijzen te bepalen. Meer informatie over de methodiek is te vinden in de bijlage 'Verklaringsmethodiek bereikbaarheid hoofdwegennet'.

Doorrekening

Op basis van de coëfficiënten uit de analyse(s) berekenen we voor de verschillende indicatoren de bijdrage in de ontwikkeling van het reistijdverlies. Deze effecten worden doorgerekend ten opzichte van het gekozen basisjaar. De procentuele toename van het aantal voertuigverliesuren vanaf het basisjaar tot en met het jaar van doorrekening splitsen we hierbij uit naar de verschillende verklarende variabelen. Ditzelfde basisjaar houden we aan voor het doorrekenen van de effecten van het Nieuwe Werken en het effect van brandstofprijzen.⁸

Van analyse naar waterval

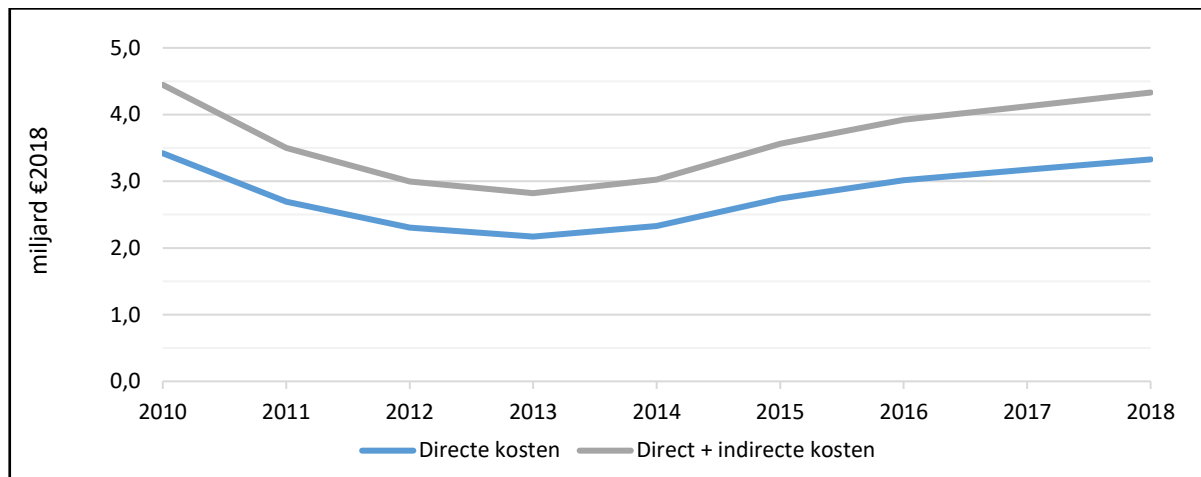
In de verklarende watervallen die we in het Mobiliteitsbeeld presenteren, komen de verschillende analyses samen. De doorgerekende effecten uit de maandanalyse en de externe analyse voegen we hier samen met de effecten van het Nieuwe Werken en de brandstofprijzen voor hetzelfde basisjaar. Het verschil tussen de som van de geanalyseerde effecten en de ontwikkeling van respectievelijk de voertuigverliestijd, de verkeersprestatie, de extreme reistijden en de onbetrouwbaarheid in dezelfde periode vormt het effect voor de overige factoren.

⁸ Meer gedetailleerde informatie over de berekeningswijze achter de maandanalyse en externe analyse is opvraagbaar bij het KiM.

3.2 Maatschappelijke kosten files en vertragingen

Hoofdboodschap

De maatschappelijke kosten door files en vertragingen op de hoofdwegen zijn bijna terug op het niveau van 2010



Figuur B3.2.1: Ontwikkeling van maatschappelijke kosten door files en vertragingen op hoofdwegen in Nederland.

- De totale maatschappelijke kosten die worden veroorzaakt door files en vertragingen op het Nederlandse hoofdwegennet, worden voor 2018 geraamd op 3,3 à 4,3 miljard euro (rekening houdend met een bandbreedte voor de raming van de indirecte kosten). Hiermee zijn ze vergelijkbaar met ongeveer 0,5% van het bruto binnenlands product (bbp). Deze en alle andere kosten in dit hoofdstuk zijn gemeten in prijzen van 2018.
- De directe maatschappelijke kosten door files en vertragingen (ongeveer 3,3 miljard euro) zijn de effecten van files en vertragingen op het wegverkeer op het hoofdwegennet. Deze kosten ontstaan door reistijdverliezen, door onbetrouwbaarheid van de reistijd en door uitwijkgedrag. In 2018 bedragen deze kosten respectievelijk circa 1,2 miljard euro, 0,7 miljard euro en 1,4 miljard euro. De indirecte maatschappelijke kosten door files en vertragingen (tussen 0 en 1,0 miljard euro) zijn de effecten op andere markten dan het wegverkeer. Files kunnen er bijvoorbeeld toe leiden dat mensen later arriveren op hun werk, waardoor hun productiviteit daalt. Deze economische schade is indirect het gevolg van de files.
- Ongeveer een derde van de totale maatschappelijke kosten van files en vertragingen (1,1 à 1,4 miljard euro) hangt samen met de kosten voor het vrachtverkeer.
- Vergeleken met 2017 liggen de maatschappelijke kosten door files en vertragingen in 2018 circa 5% hoger. Deze stijging is te verklaren door zowel de toename van het reistijdverlies, de geringere betrouwbaarheid van de reistijden en het toegenomen aandeel vrachtverkeer. De toename van het aantal voertuigverliesuren draagt voor ongeveer 70% bij aan de stijging van de maatschappelijke kosten.
- Tussen 2010 en 2018 namen de maatschappelijke kosten van files af met circa 3%, gemeten in prijzen van 2018. In deze periode waren de maatschappelijke kosten door files en vertragingen het laagst in 2013. Sinds 2013 stijgen de kosten weer door de opkomende economie en de hiermee samenhangende groei van het reistijdverlies.
- De maatschappelijke kosten zijn berekend op basis van waarderingskengetallen voor reistijd ('value of time') en de betrouwbaarheid hiervan ('value of reliability'). Voor een nadere uitleg over de methodiek, zie Data en methodiek: 'Berekening van de maatschappelijke kosten door files en vertragingen'.

3.3 Maatschappelijke kosten van verstoringen op het spoor

3.3.1 Overzicht maatschappelijke kosten

Hoofdboodschap

De maatschappelijke kosten van verstoringen op het spoor bedragen in 2018 tussen de 400 en 500 miljoen euro

	Belanghebbende	Kostenpost	Resultaat
1	Reizigers	Vertraging met treinen op het hoofdrailnet (HRN)	€ 131 miljoen
2	Reizigers	Vertraging andere treinen	€ 5 miljoen
3	Reizigers	Effecten deur-tot-deur	€ 9 miljoen
4	Reizigers	Onzekerheid	€ 176 à € 237 miljoen
5	Reizigers	Uitwijkgedrag	€ 46 à € 81 miljoen
6	Reizigers	Zitplaatskans	€ 0
7	Verladers	Vertragingen goederenvervoer	€ 47 miljoen
8	Vervoerders	Kosten personenvervoerders	Niet gekwantificeerd
9	Vervoerders	Kosten goederenvervoerders	Inbegrepen in item 7
10	Infrabeheerder	Beheerskosten infrastructuur	Niet gekwantificeerd

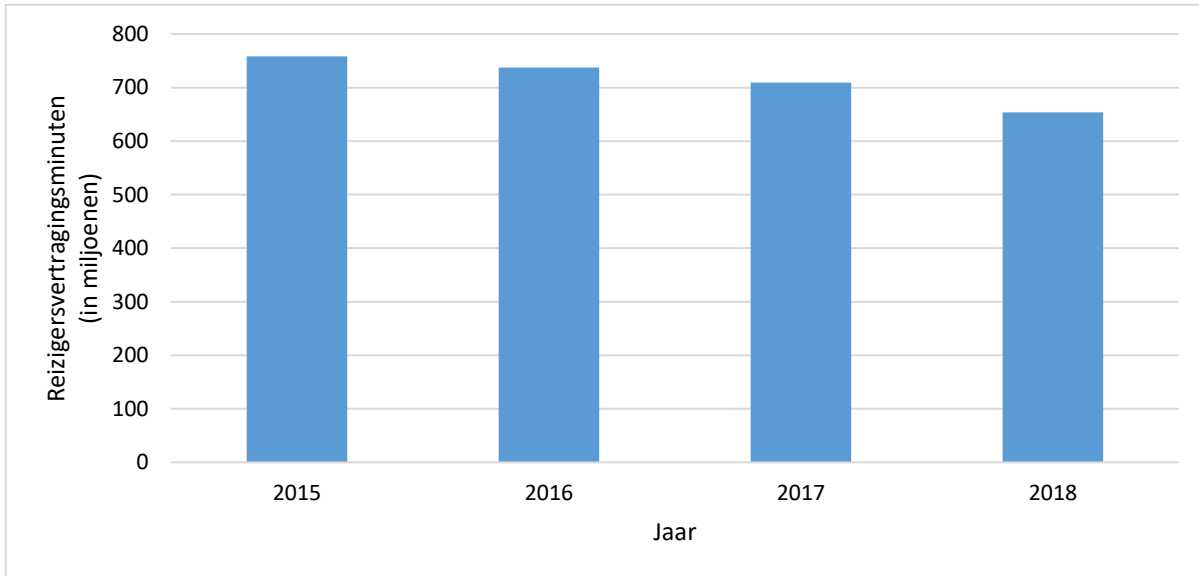
Tabel B3.3.1: Overzicht van maatschappelijke kosten door verstoringen op het spoor.

- Niet alleen op de weg leiden reistijdverlies en onbetrouwbaarheid tot maatschappelijke kosten, ook op het spoor is dit het geval. De voor het spoor gevolgde berekeningswijze sluit zoveel mogelijk aan bij de manier waarop we de filekosten op het hoofdwegennet hebben bepaald.
- De structurele vertragingstijd binnen een geplande dienstregeling als gevolg van de drukte op het spoor en de beschikbaarheid van de infrastructuur is niet meegenomen. In dit Mobiliteitsbeeld rapporteren we hier uitsluitend over vertragingen ten opzichte van de beloofde dienstregeling. De binnen de geplande dienstregeling ingecalculerde extra reistijd, bijvoorbeeld doordat een trein moet worden gepland met langere haltetijden of een lage snelheid om de dienstregeling passend te maken op het drukke spoor, is hierin niet meegenomen.
- De totale maatschappelijke kosten van extra reistijd door verstoringen op het spoor bedragen in 2018 tussen de 400 en 500 miljoen euro. Omdat enkele kostenposten niet kunnen worden gekwantificeerd, vormen deze bedragen een ondergrens en zijn ze afgerond om de schijn van absolute nauwkeurigheid te vermijden.
- Het bedrag aan maatschappelijke kosten door verstoringen op het spoor bestaat uit kosten voor reizigers, vervoerders en verladers en wordt uitgedrukt in het prijspeil van 2018.
- Bij reizigers hebben we niet alleen gekeken naar de kosten van het te laat aankomen op het bestemmingsstation, maar ook naar de effecten op de deur-tot-deur-reistijd, de gevolgen van onzekerheid over de reistijd, het kleiner worden van de zitplaatskans bij vertragingen en de noodzaak om bij grote verstoringen uit te wijken naar alternatieven (uitwijkgedrag).

- Behalve met tijdskosten kunnen reizigers en verladers ook te maken krijgen met extra uitgaven. Hetzelfde geldt voor vervoerbedrijven en voor de infrastructuurbeheerder.
- Ongeveer 146 miljoen euro (de posten 1, 2 en 3 uit tabel B3.3.1 bij elkaar opgeteld) heeft te maken met een langere reistijd als gevolg van vertraagde of uitgevallen treinen. Te laat aankomen op het aankomststation wil overigens niet automatisch zeggen dat reizigers ook te laat op hun eindbestemming zijn. Soms biedt de overstaptijd enige speelruimte voor vertraging. De berekening gaat uit van de complete deur-tot-deur-reis.
- Aan de onbetrouwbaarheid van de reis en de onzekerheid over de daadwerkelijke aankomsttijd die deze met zich meebrengt voor reizigers, is een bedrag toe te kennen van tussen de 176 miljoen en 237 miljoen euro.
- Bij grote verstoringen die vooraf bekend zijn, kunnen reizigers hun reisgedrag aanpassen: op een andere tijd reizen, een ander vervoermiddel kiezen of helemaal afzien van de reis. Soms leidt dit zogenoemde uitwijkgedrag tot extra kosten die nog niet in de hiervoor genoemde vertragingkosten zijn meegenomen. Deze extra kosten liggen in 2018 tussen de 46 miljoen en 81 miljoen euro.
- Vertraging en uitval van treinen leiden vaak tot drukker treinen, waardoor de zitplaatskans en het comfort afnemen. In de beleving van de reizigers duurt zo'n reis dan extra lang. Op grond van de beschikbare gegevens blijkt dit effect over het hele land bekeken marginaal ten opzichte van de andere kosten. Bij afzonderlijke treindiensten kan dit uiteraard anders liggen.
- De extra uitgaven door personenvervoerbedrijven betreffen grotendeels uitgaven die worden doorgegeven naar andere partijen, zoals de regeling 'Geld terug bij vertraging' of de kosten van vervangend busvervoer of van hotels. Tegenover een uitgave voor de ene partij staan inkomsten met dezelfde omvang voor de andere. Ze zijn daarom niet te bestempelen als *maatschappelijke* kosten. Andere kosten, zoals overwerk van het personeel, zijn niet gekwantificeerd, omdat hierover geen gegevens beschikbaar zijn.
- De extra kosten in het goederenvervoer zijn geraamd op ongeveer 47 miljoen euro. Deze zijn gebaseerd op vertragingen en uitval van internationale goederentreinen, het overgrote deel van de spoorgoederenmarkt. Het gaat om kosten voor zowel vervoerders als verladers. Kosten voor vervoerders hebben betrekking op extra personeel, materieel, energie en herplanning bij lange omleidingen.
- De infrastructuurbeheerder moet extra kosten maken om bijvoorbeeld het treinverkeer bij te sturen na een verstoring. Hieronder vallen ook de personeelskosten die worden gemaakt in het geval van een verstoring. Deze kosten zijn niet gekwantificeerd.
- De extra reistijd wordt omgerekend naar kosten op basis van waarderingskengetallen voor de reistijd (*value of time*); zie Warffemius (2013). Deze waarden verschillen al naargelang het reismotief: een plezierreis heeft een lagere waarde dan een zakelijke reis. Ook bij het goederenvervoer wordt een tijdwaardering toegepast.
- In het Achtergronddocument 'Bepaling van de maatschappelijke kosten van verstoringen op het spoor' lichten we de berekening toe.

3.3.2 Ontwikkeling reizigersvertragingen

In KiM (2017) worden voor het eerst de reizigersvertragingen besproken. Om een beeld te krijgen van het verloop hiervan zijn in figuur B3.3.1 de reizigersvertragingen van 2015 tot en met 2018 weergegeven voor het hoofdrailnet (HRN). Deze waarden zijn afkomstig van NS en opgehoogd voor niet-verchipte kaartsoorten. Over de jaren 2015-2018 blijken de reizigersvertragingen af te nemen.



Figuur B3.3.1:

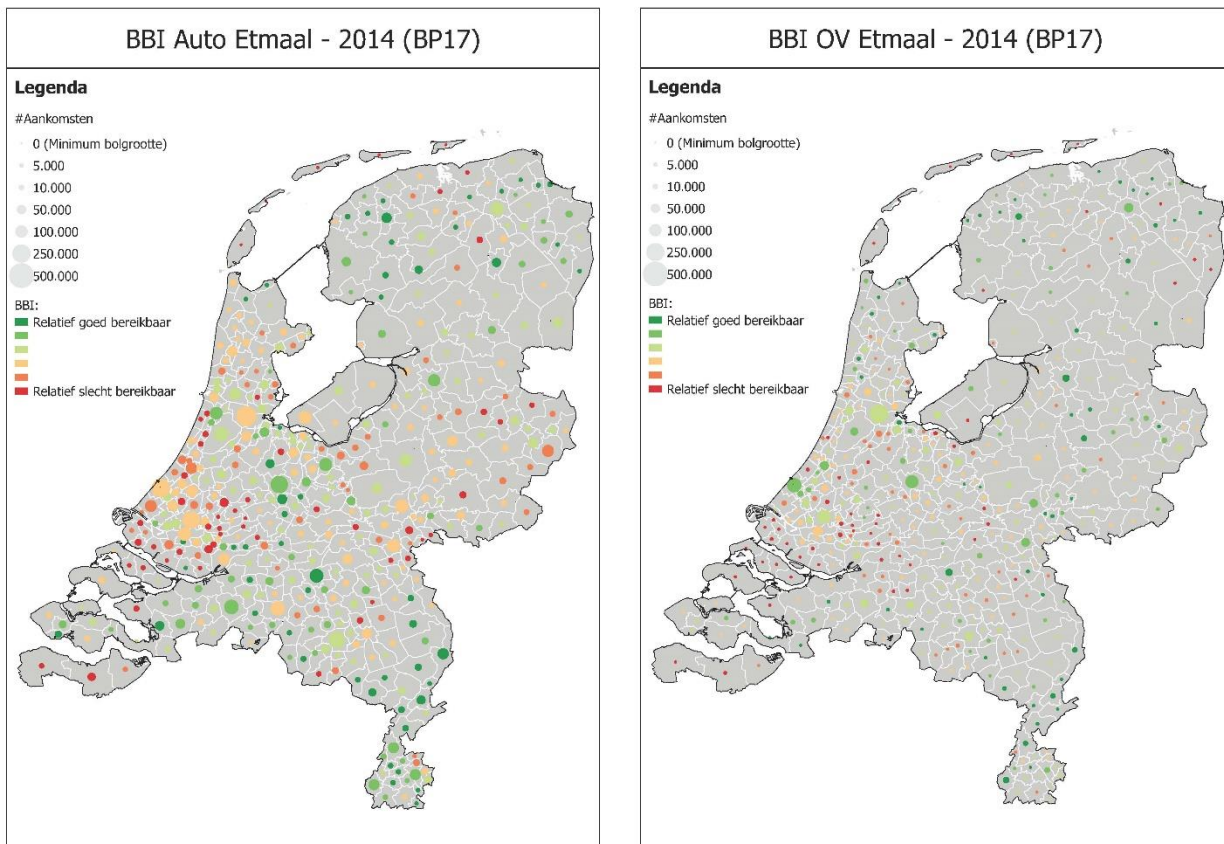
Reizigersvertragingen hoofdrailnet, 2015-2018.

3.4 Andere bereikbaarheidsindicatoren

3.4.1 Bereikbaarheidsindicator BBI

Hoofdboodschap

Per auto is de bereikbaarheid in een groot deel van de brede Randstad minder dan gemiddeld in Nederland; per openbaar vervoer is de bereikbaarheid in de grote steden beter dan gemiddeld in Nederland



Figuur B3.4.1: Bereikbaarheid volgens de bereikbaarheidsindicator (BBI) op etmaalniveau, BBI-index voor auto (links) en openbaar vervoer (rechts) voor 2014, op basis van LMS-basisjaar 2014. De grootte van de cirkels geeft het aantal verplaatsingen met de betreffende vervoerwijze (respectievelijk auto en openbaar vervoer) naar de zone weer. De kleur van de cirkels drukt de bereikbaarheidskwaliteit uit. Groene cirkels geven aan dat de gemiddelde snelheid over de hemelsbreed gemeten afstand van verplaatsingen naar deze gemeenten hoog is ten opzichte van de referentiesnelheid (het landelijk gemiddelde voor deze afstand). Rode cirkels geven aan dat de snelheden relatief laag zijn. Hiermee wordt zichtbaar welke gemeenten op de bereikbaarheid beter of slechter scoren dan het landelijk gemiddelde. De BBI is dus geen absolute maatstaf of norm, maar een relatieve maat. De bijna 400 gemeenten zijn op basis van hun indexwaarden verdeeld over zes groepen, die respectievelijk 12,5%, 12,5%, 25%, 25%, 12,5%, 12,5% van de totale populatie omvatten, en waarbij zij aflopen van de 12,5% best bereikbare (donkergroen) naar de 12,5% slechtst bereikbare (donkerrood) gemeenten. De BBI geeft niet de exacte locatie van het achterliggende knelpunt aan. Als een gemeente 'rood kleurt', hoeft dit nog niet te betekenen dat de oorzaak van de relatief lage score zich in de gemeente zelf bevindt. Bron: 4CAST.

- In de *Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte* (SVIR) van 2012 introduceert de overheid een nieuwe indicator voor de bereikbaarheid: de bereikbaarheidsindicator (BBI). Deze indicator zet in de bereikbaarheid niet alléén de mate van congestie in gebieden centraal, zoals we in de voorgaande paragrafen hebben gedaan, maar geeft aan wat de relatieve bereikbaarheid van gebieden is, als resultante van het *totaal* van de omliggende ruimtelijke structuur, de netwerken en de verkeerskwaliteit. Dit alles gegeven de herkomst van de naar het gebied gemaakte reizen. De voor de SVIR ontwikkelde indicator voor de autobereikbaarheid is doorontwikkeld, zodat deze ook toepasbaar is voor het openbaar vervoer (Bakker & Warffemius, 2017). Onder 'Data en methodiek: Berekening van de bereikbaarheidsindicator (BBI)' staat een korte beschrijving van de methodiek.
- Niet alle deelaspecten van de 'reisweerstand' kunnen in de BBI goed worden meegenomen. Dit geldt alleen voor die aspecten die zich laten vertalen naar 'reistijd' (zie Bakker & Warffemius, 2017).
- De bereikbaarheidsindicator (BBI) voor de automobiliteit (figuur B3.4.1, links) laat in grote lijnen vooral zien dat de bereikbaarheid in veel gemeenten in de brede Randstad (met uitzondering van Utrecht en omgeving) minder is dan gemiddeld. Hier zal vooral de mate van congestie een rol spelen, aangezien het netwerk er dicht is en de ruimtelijke structuur geen probleem vormt. Rode cirkels in de meer perifere gebieden, zoals Zeeuws-Vlaanderen, de Kop van Noord-Holland en delen van Overijssel, zijn daarentegen vooral terug te voeren op de ruimtelijke structuur en het netwerk. In deze gebieden moet het autoverkeer in veel richtingen eerst omrijden via een beperkt aantal tunnels of bruggen, of er zijn geen snelwegen.
- De BBI voor het openbaar vervoer (figuur B3.4.1, rechts) laat zien dat vooral de grote steden relatief goed bereikbaar zijn met het openbaar vervoer. Gemeenten met een treinstation scoren beter dan het landelijk gemiddelde. Capaciteitsproblemen die resulteren in een verminderde zitplaatskans of een verminderde betrouwbaarheid van het openbaar vervoer, zijn niet in deze BBI terug te zien. Dit komt doordat regionale data over zitplaatskans en betrouwbaarheid voor het openbaar vervoer niet of slechts beperkt beschikbaar zijn en daarom niet zijn uitgewerkt in de verkeersmodellen, waaronder het hier gebruikte Landelijke Model Systeem, LMS (Hofman, 2017).
- De omvang van het autoverkeer is beduidend groter dan die van het openbaar vervoer (zie het verschil in de omvang van de cirkels op de auto- en de ov-kaart). De grote steden hebben een groot aandeel in de in Nederland gemaakte ov-verplaatsingen. Voor het openbaar vervoer bevinden zich in de drie klassen met de grootste bolomvang geen rode of oranje cirkels: de gebieden met veel ov-aankomsten zijn dus ook relatief goed per openbaar vervoer te bereiken.

Toelichting: Berekening van de bereikbaarheidsindicator (BBI)

- De bereikbaarheidsindicator (BBI) is voor de in het kaartbeeld gepresenteerde analyse precies hetzelfde uitgevoerd als voor de Nationale Markt- en Capaciteitsanalyse (NMCA) 2017. Om de actuele situatie te benaderen, is de BBI nu echter bepaald voor het meest recente LMS-basisjaar (2014) in plaats van voor toekomstige jaren, zoals in de NMCA.
- De BBI meet de bereikbaarheid als alle moeite die reizigers en de verladers en vervoerders van vracht moeten doen om een bepaalde bestemming te bereiken. Een verplaatsing van een herkomst naar een bestemming gaat namelijk niet vanzelf. De reiziger, vervoerder of verlader voelt weerstand tegen de reis, omdat zijn budget aan geld, tijd en inspanning voor reizen beperkt is. Het begrip 'bereikbaarheid' wil alle weerstand vangen die de reiziger heeft om van zijn herkomst naar zijn bestemming te komen. De weerstand om een bestaande bestemming te bereiken bestaat uit de volgende deelaspecten:
 - De uitgaven die de reiziger moet doen om deze reis te maken (de kosten van bijvoorbeeld de trein- of busrit);
 - De benodigde reistijd;
 - De onbetrouwbaarheid van de reistijd (kun je plannen?);
 - Het gemak en reiscomfort (vraagt het reizen om veel inspanning van de reiziger? kun je de reistijd in het ov gebruiken om te werken, te ontspannen of te genieten van de reis?).

Voor iedere reisrelatie is in theorie de totale reisweerstand in beeld gebracht. En voor iedere set van reizen kan deze vervolgens worden opgeteld. De verschillende deelaspecten van de reisweerstand kunnen op één noemer worden gebracht door ze zo goed als mogelijk alleen in 'kosten' of 'tijd' uit te drukken. Vervolgens kunnen ze worden opgeteld tot de zogenoemde 'gegeneraliseerde reis- of tijdskosten'. Hoe lager de reisweerstand op een verbinding (in een netwerk, op een corridor, naar een stad of iets dergelijks) is, hoe beter de bereikbaarheid. De BBI wil in beeld brengen wat de relatieve bereikbaarheidskwaliteit van gebieden is: hoe zijn gebieden met relatief goede en relatief slechte bereikbaarheid verdeeld over de kaart? Hiervoor tellen we de reisweerstand van alle reizen naar een gebied op en vergeleken we deze met het landelijke gemiddelde.

- Gemeenten met een treinstation scoren voor de bereikbaarheid per openbaar vervoer beter dan het landelijk gemiddelde, omdat de gemiddelde reissnelheid per openbaar vervoer van en naar deze gemeenten relatief hoog is, en treinreizen gemiddeld sneller verlopen dan reizen met bus, tram of metro.
- Het is logisch dat er voor het openbaar vervoer in de drie klassen met de grootste bolomvang (de grote steden) geen rode of oranje cirkels staan. Daar waar veel vraag is, kan een vervoerbedrijf een aantrekkelijk ov-product aanbieden, wat weer extra vraag (en hierdoor extra aanbod) uitlokt (het zogenoemde Möhring-effect).

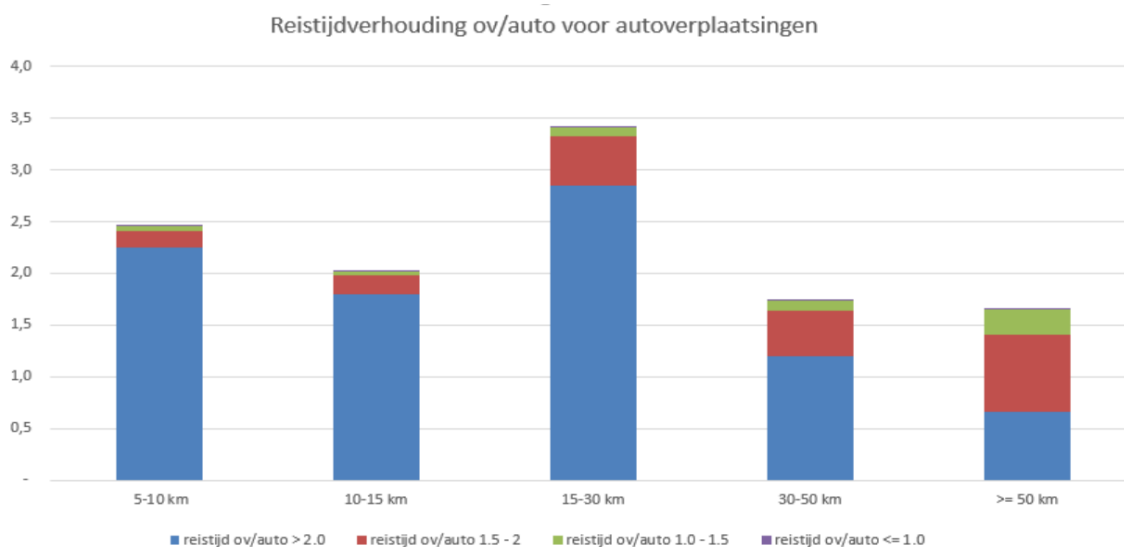
Reistijdverhouding ov/auto sterk bepalend voor ov-gebruik

De BBI maakt het mogelijk om gebieden onderling te vergelijken op hun bereikbaarheid, zowel met de auto als met het openbaar vervoer. Het is van belang om hierbij te bedenken dat openbaar vervoer andere reizigers trekt dan de auto, en ook andere verplaatsingsmogelijkheden biedt naar plaats en in tijd. De bolomvang in figuur B3.4.1, die de omvang van het verkeer voor de vervoerwijze naar een gebied aan geeft, laat voor auto en openbaar vervoer een ander kaartbeeld zien. Zo is zichtbaar dat reizigers het openbaar vervoer, vanwege zijn specifieke kenmerken, kiezen voor een bepaald deel van alle verplaatsingen.

De deur-tot-deur-reissnelheid die het openbaar vervoer biedt ten opzichte van de auto, is sterk bepalend voor het gebruik van het openbaar vervoer. Deze deur-tot-deursnelheid die het openbaar vervoer tussen een herkomst en een bestemming kan behalen, hangt weer nauw samen met de specifieke kenmerken van een ov-reis: bij zo'n ov-reis gaat een deel van de tijd op aan voor- en/of natransport, wachten en overstappen. Hilbers et al. (2009) laten bijvoorbeeld zien dat de ov-reiziger in de Randstad slechts bijna een derde van de reistijd doorbrengt in het voertuig; de rest van de reistijd bestaat uit voor- en natransport (lopen, fietsen), wachten en overstappen. Op korte afstanden loopt het aandeel van de reistijd in het openbaar vervoer zelfs terug tot minder dan 20%.

Daar waar minder tijd is gemoeid met voor- en natransport, neemt het ov-gebruik toe: zie in figuur B3.4.1 (rechterkaart) de groene cirkels in gemeenten met een station en gemeenten met een dicht ov-netwerk. De kaartbeelden van de BBI gaan alleen over de aankomstgemeenten. Ze laten dus niet zien dat er ook een belangrijke relatie is met de reisafstand. Figuur 1 maakt dit wel zichtbaar. Deze figuur geeft weer hoe alle op een gemiddelde werkdag door het LMS voorspelde autoreizen (bestuurder en passagier) zijn verdeeld over vijf afstandsklassen en vier categorieën reistijdverhouding openbaar vervoer/auto.⁹ Naarmate de afstanden toenemen, neemt het aandeel rijtijd toe en verbetert de reistijdverhouding van het openbaar vervoer ten opzichte van de auto.

Naarmate de reisafstanden toenemen, is het voor de reiziger minder bezwaarlijk om gebonden te zijn aan een dienstregeling en een beperkt aantal haltes. Mede hierdoor heeft het openbaar vervoer een groter aandeel in de verplaatsingen wanneer de reisafstand toeneemt. Het ov-gebruik per inwoner is ook veel groter in de directe omgeving van treinstations en bus-, tram- en metrohaltes. Veel automobilisten zullen het openbaar vervoer niet als passend alternatief ervaren, doordat maar een beperkt deel van alle autoverplaatsingen vertrekt van een bestemming vlakbij het openbaar vervoer naar een bestemming die zonder overstappen kan worden bereikt. Overigens is voor de keuze van de reiziger vooral het totaal van de ervaren reistijd doorslaggevend: een hoog bedieningsniveau (frequenties!) maakt het acceptabeler om afstanden naar de halte in het voor- en natransport te overbruggen en om over te stappen (zie KiM, 2016). Ook zijn er naast de reistijd nog andere factoren die medebepalen of de reiziger de auto en het openbaar vervoer als uitwisselbare alternatieven ervaart. Denk aan het moeten meenemen van veel bagage, of het vooruitzicht van een heen- of terugreis in de nachtelijke uren als er nauwelijks ov-aanbod is (zie KiM, 2015).



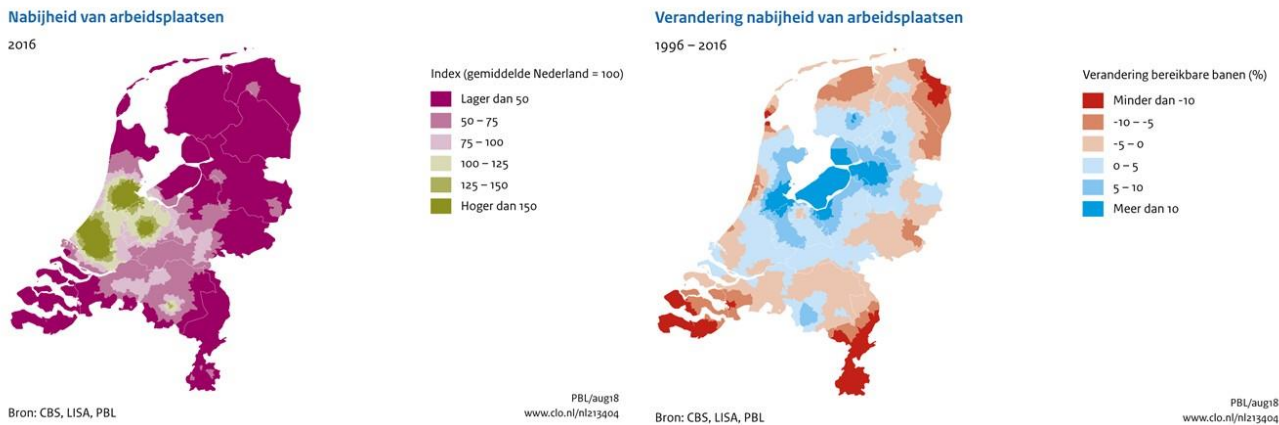
Figuur B3.4.2. Aantal autoverplaatsingen (in miljoenen per gemiddelde werkdag) met een verschillende reistijdverhouding ov/auto, naar afstandsklasse en categorie reistijdverhouding ov/auto. Bron: LMS 2014, bewerking 4CAST.

⁹ Reistijden auto op basis van maatgevende (drukste) spits, reistijden voor openbaar vervoer volgens de BBI-methode (gegeneraliseerde reistijden).

3.4.2 Nabijheid van wonen en werken

Hoofdboodschap

De regionale verschillen in nabijheid zijn groot



Figuur B3.4.3: Bereikbaarheid van het aantal arbeidsplaatsen in 2016 (index) en de verandering in de bereikbare banen tussen 1996 en 2016 (op basis van de nabijheidsindicator). Bron: PBL (2018).

- Agglomeratievoordelen worden behaald door korte reistijden voor woon-werkverkeer en zakelijk verkeer. Reistijden kunnen worden verkort door een hogere snelheid én door een kortere afstand. Nabijheid is zo een andere manier om naar bereikbaarheid te kijken.
- Nabijheid is hier uitgedrukt in het percentage banen in Nederland dat op een acceptabele hemelsbrede afstand van de woonlocatie ligt. Hoe korter de afstand tussen woning en baan, hoe groter de bereidheid deze te overbruggen, en hoe groter het gewicht dat in de kaart aan deze baan wordt toegekend.¹⁰
- Wanneer bereikbaarheid wordt beoordeeld op basis van de te halen reissnelheid (zie paragraaf 3.4.1 'Bereikbaarheidsindicator BBI'), dan resulteert dit in relatief hoge scores in de periferie van ons land en lage scores in het westen. De nabijheidsindicator geeft juist aan dat in het westen de meeste arbeidsplaatsen binnen bereik liggen, rekening houdend met de ruimtelijke spreiding van arbeidsplaatsen en de haalbare snelheid van verplaatsen. De werkgelegenheidsverdeling over ons land is hierbij zeer bepalend. De verschillen in reissnelheid binnen Nederland zijn veel minder groot dan de verschillen in arbeidsplaatsen. De snelheid in de Randstad ligt weliswaar wat lager, maar de grotere nabijheid van arbeidsplaatsen weegt hier ruimschoots tegenop.
- De nabijheid van wonen en werken is in Nederland tussen 1996 en 2016 met ongeveer 4% verbeterd. Tot 2002 nam de nabijheid toe doordat banen zich ruimtelijk meer concentreerden, na 2008 is dit het geval door een grotere ruimtelijke concentratie van bevolking in de steden.
- In het westen van Nederland liggen de meeste arbeidsplaatsen binnen het bereik van een inwoner (zie figuur B3.4.3, links). In Zuid-Holland heeft een inwoner gemiddeld zes tot zeven keer zoveel banen binnen een acceptabele afstand als in Zeeland. Binnen Amsterdam kan het aantal banen op acceptabele afstand oplopen tot 3,3 maal het nationaal gemiddelde.
- Binnen de regio's bestaan ook grote verschillen. De nabijheid is in het centrum van Amsterdam ruim vier keer zo groot als in Almere Hout. En in het centrum van Eindhoven is de nabijheid van banen ruim vier keer zo groot als in Maarheeze.
- Over de periode 1996-2016 (verandering van de nabijheid van arbeidsplaatsen) blijkt dat er vooral in de Noordvleugel van de Randstad, met een ruime zone naar het noordoosten toe (Amsterdam, Utrecht, Amersfoort, Flevoland, Zwolle), en rond Eindhoven meer banen binnen een goed bereikbare afstand zijn gekomen. Daarentegen is het aandeel op een goed bereikbare afstand gelegen banen in Oost-Groningen, Limburg en Zeeland afgenomen.

¹⁰ Op basis van het aantal banen (van 12 uur of meer) per viercijferig postcode gebied, de hemelsbrede afstand tussen postcodegebieden en de bereidheid om in het woon-werkverkeer bepaalde afstanden te overbruggen, is uitgerekend welk deel van de Nederlandse banen vanuit elk postcodegebied op een acceptabele afstand ligt. Vervolgens is op basis van het aantal inwoners per postcodegebied berekend welk deel van de Nederlandse banen voor de gemiddelde Nederlander binnen een acceptabele afstand ligt.

Toelichting: Berekening van de nabijheidsindicator

Nabijheid is een bereikbaarheidsindicator afkomstig uit de op activiteiten/ruimte gerichte benadering, die het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) vaak hanteert. Bij de nabijheidsindicator (of geografische bereikbaarheid, effectieve bereikbaarheid) staat niet het functioneren van de mobiliteitsnetwerken (het mobiliteitssysteem) centraal. Nabijheid is geoperationaliseerd in termen van het aantal bereikbare banen, rekening houdend met de bereidheid van een potentiële werknemer om de afstand tussen de woon- en de werkplek te overbruggen. Hoe korter de afstand tussen woning en baan, hoe groter de bereidheid deze te overbruggen en hoe groter het gewicht dat zo'n baan krijgt in de bepaling van de nabijheid. Afhankelijk van het type nabijheid dat wordt bekeken, zou ook het aantal bereikbare scholen, zorginstellingen of winkels in de berekening kunnen worden meegenomen.

De nabijheidsindicator beschouwt het functioneren van het mobiliteitssysteem dus niet op zichzelf, maar in relatie tot nabijheid. Dit kan worden gezien als een indicatie voor het functioneren van een stedelijke economie, maar ook als een indicatie voor de ontplooiingsmogelijkheden van individuen en bedrijven. Dan gaat het niet alleen om netwerksnelheden, maar ook om de nabijheid (hier van woningen en arbeidsplaatsen). Dus ondanks dat de netwerksnelheden in de stad laag zijn, hebben stedelingen een veel grotere keuze aan banen en woningen (agglomeratievoordeel). De nabijheidsindicator is veel meer een indicator van concurrentiekracht, agglomeratiekracht of economisch ontwikkelingspotentieel en gerelateerd aan het eerste nationaal belang in de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte.

Bronnen hoofdstuk 3

Autoweek (2019). *Verbruiksmonitor*. Geraadpleegd via: <http://www.autoweek.nl/verbruiksmonitor>.

Bakker, P. & Warffemius, P. (2017). *De bereikbaarheidsindicator uitgewerkt voor openbaar vervoer: BBI-ov. Het beleidskader, uitwerking en toepassing*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM).

CBS (2018). *Databestanden Onderzoek Verplaatsingsgedrag in Nederland (OviN) 2017*. Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.

Fosgerau, M. (2016). *The Valuation of Travel Time Variability*. Discussion Paper 2016-4, prepared for the ITF. OECD.

Goudappel Coffeng (1997). *Marktprofiel van de filerijder*. Deventer.

Hilbers, H., Coevering, P. van de & Hoorn, A. van (2009). *Openbaar vervoer, ruimtelijke structuur en flankerend beleid: de effecten van beleidsstrategieën*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

INWEVA (2019). *Intensiteiten Wegvakken*. Delft: Rijkswaterstaat. Geraadpleegd via: <https://nis.rijkswaterstaat.nl>.

KiM, 2016. *De Keuze van de Reiziger*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM).

Bakker, P., Loop, H. van der & Savelberg, F. (2015). *Uitwisseling gebruikersgroepen 'auto-ov'*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM).

Hofman, F. (2017). *Landelijk Model Systeem (LMS)*. Utrecht: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving (RWS, WVL)

KiM (2017). *Mobiliteitsbeeld 2017*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

Koopmans, C.C. & Kroes, E.P. (2004). *Werkelijke kosten van files tweemaal zo hoog*. Economisch Statistische Berichten, 2-4-2004, 154-155.

Koopmans, C. (2010). *Beoordeling Lifecyclemanagement ProRail*. Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.

Loop, H. van der, Waard, J. van der, Haaijer, R. & Willigers, J. (2015). *Induced demand: new empirical findings and consequences for economic evaluation*. Washington (USA): Transportation Research Board, Annual Meeting, 2016.

MuConsult (2016). *Reistijdverlies op provinciale en stedelijke wegen 2011-2014*. Amersfoort: MuConsult.

OECD (2010). *Improving reliability on surface transport networks*. Parijs: OECD.

PBL (2018). *Monitor infrastructuur en Ruimte 2018: Zicht op de effecten van de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

ProRail (2019). *Jaarverslag 2018*. Utrecht: ProRail.

Rietveld, P., Bruinsma, F.R. & Vuuren, D. van (2001). Coping with unreliability in public transport chains: a case study for Netherlands. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 35 (6), 539-559.

Savelberg, F. & Bakker, B. (2017). *Maatschappelijke kosten van verstoringen op het spoor*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM).

VenW & EZ (2004). *Indirecte effecten infrastructuur. Aanvulling op de Leidraad OEI*. Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat en ministerie van Economische Zaken.

Warffemius, P. (2013). *De maatschappelijke waarde van kortere en betrouwbaardere reistijden*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM).

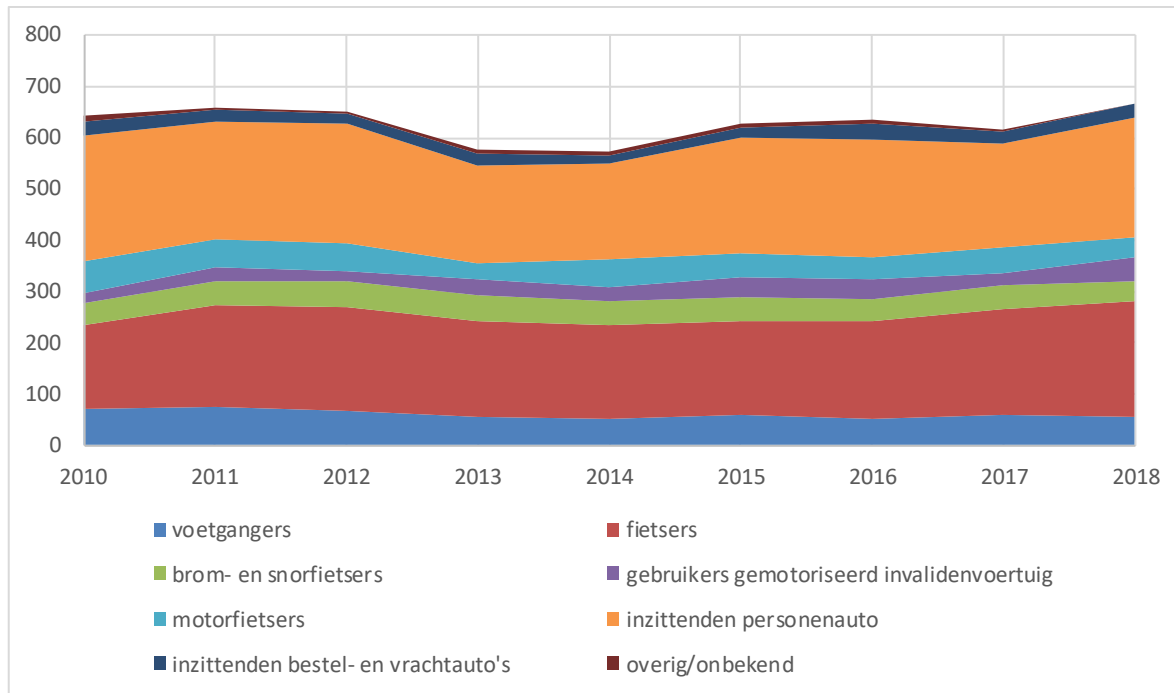
4 Verkeersveiligheid



4.1 Ontwikkeling aantal verkeersdoden

Hoofdboodschap

In 2018 vallen er 678 doden in het verkeer. Deze stijging met 6% ten opzichte van 2010 (640) komt vooral voor rekening van fietsers en gebruikers van gemotoriseerde invalidervoertuigen; onder auto-inzittenden, voetgangers, brom-/snorfietsrijders en motorrijders is het aantal verkeersdoden in 2018 lager dan in 2010.



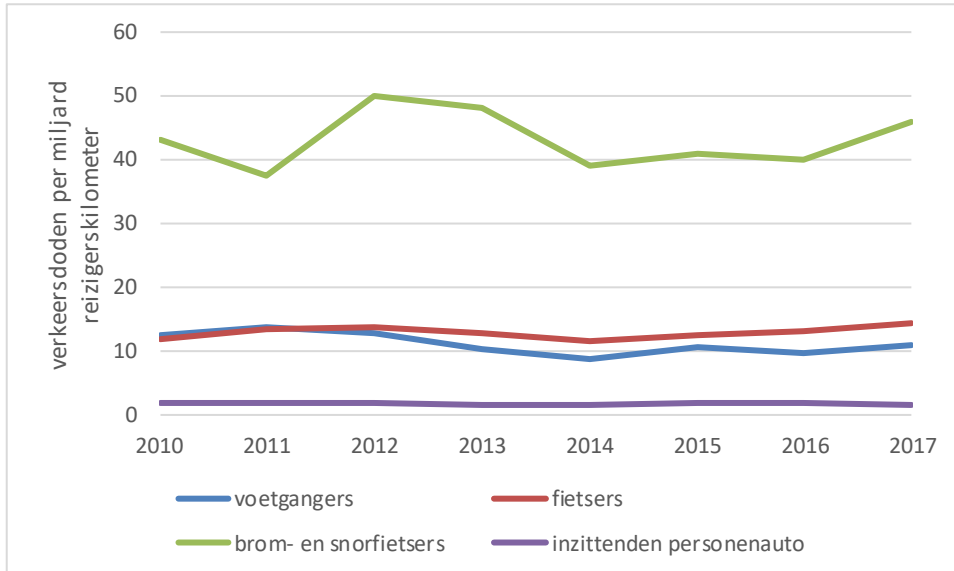
Figuur V4.1.1: Ontwikkeling aantal verkeersdoden, 2010-2018. Bron: CBS Statline.

- In vergelijking met 2010 (toen er 640 verkeersdoden vielen) is het aantal verkeersdoden in 2018 gestegen met 6%. De bevolking groeide in deze periode met 4%. In de periode 2010-2018 was het aantal verkeersdoden het laagst in 2013 en 2014, namelijk 570 in beide jaren. Ten opzichte van deze jaren ligt het aantal verkeersdoden in 2018 bijna 19% hoger. Jaar-op-jaarfluctuaties moeten echter met voorzichtigheid worden bekeken. Overlijden in het verkeer is ook een stochastisch proces, waarbij toeval (zeker bij lage aantallen) een belangrijke rol speelt.
- In de periode 2010-2018 doen zich grote verschillen voor tussen de vervoersmodaliteiten. Zo steeg het aantal fietsdoden in deze periode met ruim 40%, terwijl het aantal verkeersdoden onder inzittenden van personenauto's met 5% daalde. Berijders van een gemotoriseerd invalidervoertuig (zoals de scootmobiel) zijn in 2018 ruim twee keer zo vaak dodelijk slachtoffer als in 2010 (een stijging van 19 doden in 2010 naar 44 doden in 2018).
- Al met al is het aandeel kwetsbare verkeersdeelnemers (voetgangers, fietsers, brom- en snorfietsers, gebruikers van een gemotoriseerd invalidervoertuig) in het totale aantal verkeersdoden toegenomen van 46% in 2010 naar 54% in 2018. Het aandeel inzittenden van een personen-, bestel- of vrachtauto en het aandeel motorrijders in het aantal verkeersdoden daalde in deze periode van 53% naar 44%.
- In 2018 zijn er – met de kanttekening die van toepassing is op de jaar-op-jaarfluctuaties – 11% meer verkeersdoden dan in 2017. Onder de gebruikers van een gemotoriseerd invalidervoertuig stijgt het aantal verkeersdoden van 25 in 2017 naar 44 in 2018, een toename met 76%. Deze toename komt (grotendeels) door een relatief laag aantal verkeersdoden onder gebruikers van gemotoriseerde invalidervoertuigen in 2017. Het aantal verkeersdoden onder fietsers is in 2018 11% hoger en onder inzittenden van personenauto's 16% hoger dan in 2017. Onder voetgangers, brom- en snorfietsers en motorfietsers zijn in 2018 minder verkeersdoden te betreuren dan in 2017.

4.2 Ontwikkeling risico

Hoofdboodschap

In vergelijking met 2010 is onder fietsers het aantal verkeersdoden per gefietste kilometer gestegen met 20%. Onder inzittenden van auto's daalde het aantal verkeersdoden per gereden kilometer met 15%.



Figuur V4.2.1: Ontwikkeling aantal verkeersdoden per afgelegde afstand door Nederlandse voetgangers, fietsers, brom- en snorfietzers en auto-inzittenden, 2010-2017. Bron: CBS Statline.

- Per afgelegde afstand¹¹ is het aantal verkeersdoden het laagst onder inzittenden van een personenauto¹²: in 2017 viel er één dode per 690 miljoen door auto-inzittenden afgelegde kilometers. Onder voetgangers, fietsers en brom-/snorfietzers is dit respectievelijk één dode per 93 miljoen km, één dode per 70 miljoen km en één dode per 22 miljoen km.
- In vergelijking met 2010 is het risico (aantal verkeersdoden per afgelegde afstand) bij fietsers flink gestegen: 20%. Ook bij brom-/snorfietzers is dit het geval, maar minder dan bij fietsers (7%). Onder personenauto-inzittenden en voetgangers is de tendens omgekeerd. Het aantal verkeersdoden per afgelegde afstand daalde tussen 2010 en 2017 met 15% (auto) respectievelijk 13% (voetgangers).

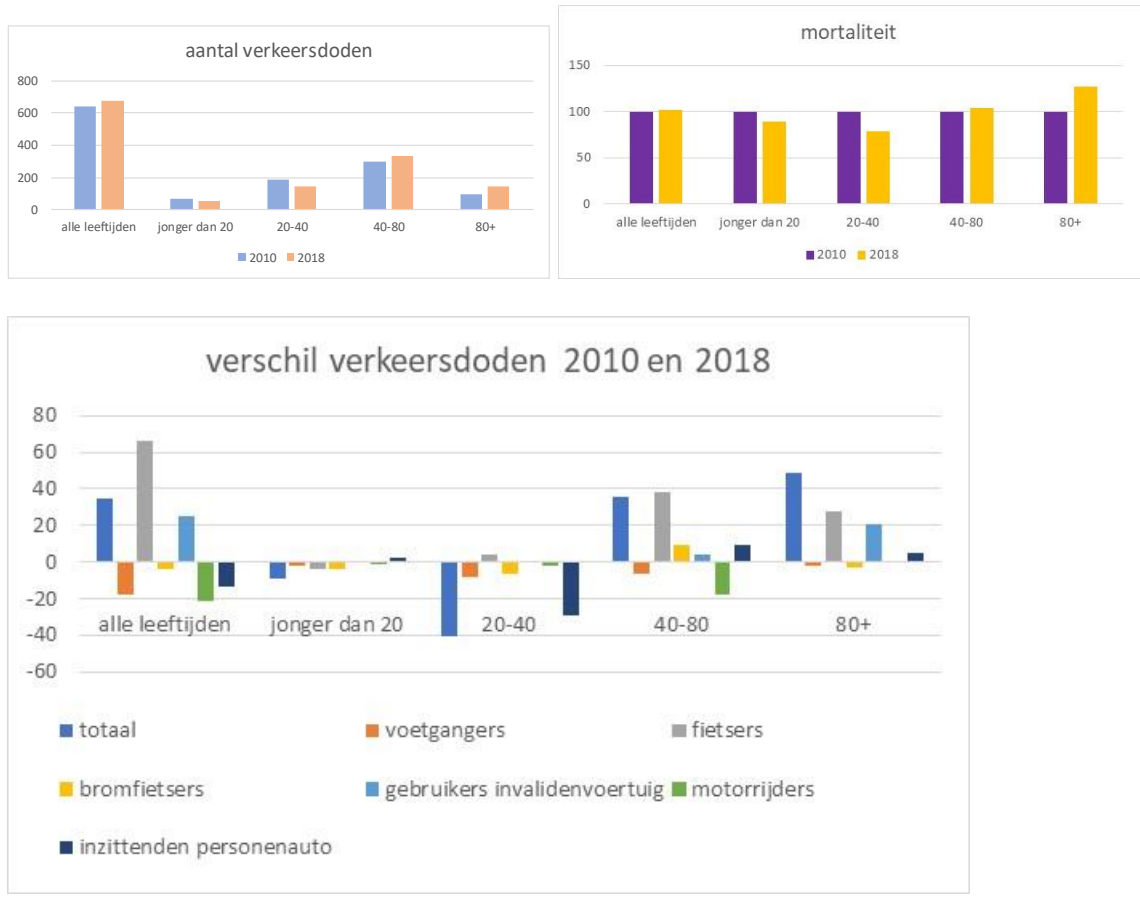
¹¹ Het gaat om afstanden die Nederlanders binnen Nederland afleggen (CBS, OViN). De afstanden die buitenlanders in Nederland afleggen, zijn buiten beschouwing gelaten, omdat hierover geen informatie bekend is. De aantallen doden per afgelegde afstand in de figuur moeten daarom worden gezien als een bovengrens.

¹² De afgelegde afstand van inzittenden van bestel- en vrachtwagens is uit het OViN niet bekend.

4.3 Verkeersdoden per leeftijdscategorie

Hoofdboodschap

Het aantal verkeersdoden onder 80-plussers is sinds 2010 harder toegenomen dan de omvang van deze groep; in de categorie 40-80-jarigen bleef het aantal verkeersdoden per persoon vrijwel gelijk, terwijl het bij de leeftijdscategorieën 0-20 jaar en 20-40 jaar daalde.



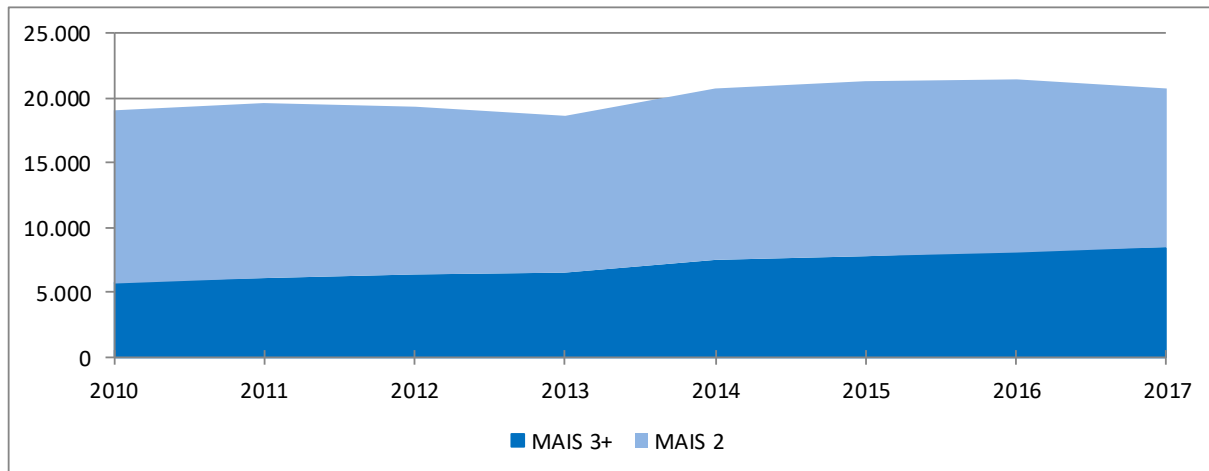
Figuur V4.3.1: Het totale aantal verkeersdoden (linksboven) en het aantal verkeersdoden per persoon (de mortaliteit) (rechtsboven; 2010=100) per leeftijdsgroep in 2010 en 2018 en het verschil in verkeersdoden tussen 2010 en 2018 verdeeld over de leeftijdsgroepen en modaliteiten (onder). Bron: CBS Statline.

- In 2018 verongelukken 52% meer 80-plussers in het verkeer dan in 2010. Deze stijging komt vooral voor rekening van 80-plussers op de fiets of als gebruiker van een invalidervoertuig (zoals een scootmobiel). In de leeftijdscategorie van 40-80 jaar stijgt het aantal verkeersdoden met 11%, vooral door het toegenomen aantal fietsdoden. In de leeftijdsgroepen jonger dan 20 jaar en 20-40 jaar daalt het aantal verkeersdoden voor vrijwel alle modaliteiten.
- Aangezien de groep 80-plussers tussen 2010 en 2018 in omvang is gegroeid, is de groei van de verkeersmortaliteit (het aantal verkeersdoden per 80-plusser) minder sterk dan de absolute groei van 52%, namelijk 27%; het aantal fietsdoden per 80-plusser steeg met 44%. Bij de 40-80-jarigen nam het aantal verkeersdoden per persoon tussen 2010 en 2018 licht toe (4%) en steeg het aantal fietsdoden per persoon met 32%. Bij de leeftijdscategorieën 0-20 jaar en 20-40 jaar daalde de verkeersmortaliteit en nam de mortaliteit voor fietsers af (19%) respectievelijk toe (29%).

4.4 Ernstig verkeersgewonden

Hoofdboodschap

Over de periode 2010-2017 steeg het aantal ernstig verkeersgewonden met 9%; het aantal ernstig verkeersgewonden met zwaar letsel steeg met bijna 50%.



Figuur V4.4.1: Ontwikkeling aantal ernstig gewonden naar letselernst, 2010-2017 (2017 is het laatste jaar waarover gegevens bekend zijn). Deze ontwikkeling is weergegeven voor twee letselgroepen: MAIS 2 en MAIS 3 en hoger. Bron: SWOV.

- Sinds 2014 is het aantal ernstig verkeersgewonden redelijk stabiel, met gemiddeld zo'n 20.000 ernstig gewonden per jaar. Vergeleken met 2016 is het aantal ernstig gewonden in 2017 licht gedaald.
- Het aantal ernstig verkeersgewonden met de zwaardere letsels – MAIS 3 en hoger – is sinds 2010 jaarlijks toegenomen. In 2017 heeft ongeveer 40% van de ernstig gewonden MAIS 3 of hoger en ongeveer 60% MAIS 2 (zie hieronder 'Verdeling ernstig gewonden over letselcategorieën'), in 2010 was de verhouding ongeveer 30% voor MAIS 3+ tegenover 70% voor MAIS 2.
- Een deel van de ernstig gewonden valt in ongevallen waarbij een motorvoertuig is betrokken. In 2017 is het aandeel van de ernstig gewonden dat bij zo'n ongeval gewond raakt, circa 43%; bij de overige 57% van de ernstig gewonden is geen motorvoertuig bij het ongeval betrokken. In vergelijking met 2010 is het aandeel van de gewonden dat valt in een ongeval waarbij een motorvoertuig betrokken is, circa 4%-punt lager (47% versus 43%) (SWOV, 2018a).
- Door de beperkte politieregistratie zijn de gegevens over aantallen ernstig gewonden niet nauwkeurig. Ze moeten dan ook met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd (SWOV, 2018b). Over de aantallen ernstig verkeersgewonden per modaliteit of leeftijdsgroep is sinds 2009 geen goede informatie meer voorhanden (SWOV, 2018b).

Verdeling over letselcategorieën

Voor gewonden bestaan er internationale letselcategorieën, MAIS (Maximum Abbreviated Injury Scale), die de ernst van het letsel aanduiden: MAIS 0 = geen; MAIS 1 = licht; MAIS 2 = matig; MAIS 3 = ernstig; MAIS 4 = zwaar; MAIS 5 = levensgevaarlijk; MAIS 6 = dodelijk.

In Nederland zijn ernstig verkeersgewonden gedefinieerd als verkeersgewonden met een letselernst MAIS 2+ (2 en hoger). De Europese definitie gaat uit van een letselernst MAIS 3+. Van de ernstig gewonden (MAIS 2+) ondervindt ongeveer 20% blijvend letsel (SWOV, 2014).

4.5 Maatschappelijke kosten

Hoofdboodschap

De maatschappelijke kosten van verkeersonveiligheid zijn tussen 2010 en 2018 gestegen van 16 miljard naar 17 miljard euro.

	2010	2018
Medische kosten	0,4	0,4
Productieverlies	1,0	1,0
Immateriële kosten	9,0	9,5
Materiële kosten	4,2	4,4
Afhandelingskosten	1,4	1,5
Filekosten	0,3	0,3
Totaal	15,0 - 16,3 - 17,7	15,8 - 17,1 - 18,6

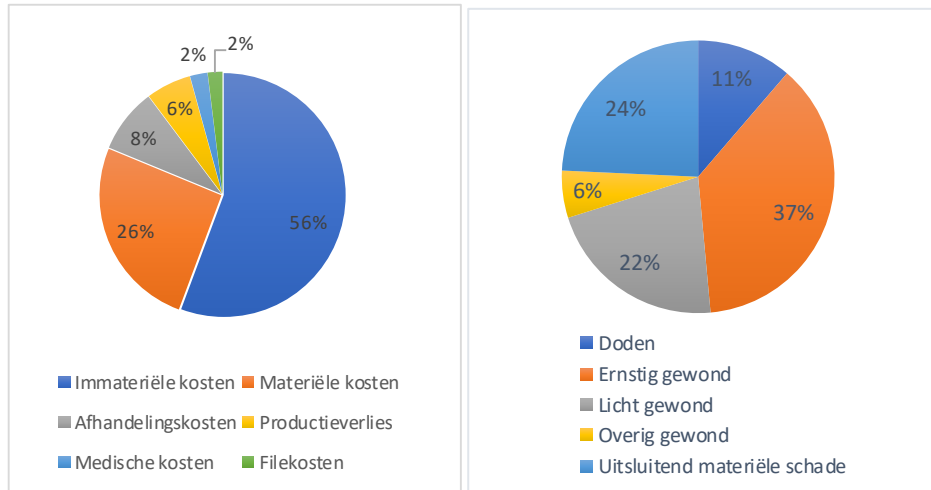
Tabel V4.5.1: Maatschappelijke kosten van verkeersongevallen in 2010 en 2018, in miljard euro (prijspeil 2018). Berekening KiM, in samenwerking met Wim Wijnen (W2Economics).

- De maatschappelijke kosten van verkeersongevallen in Nederland worden voor 2018 geschat op ongeveer 17 miljard euro, met een bandbreedte van 16 tot 19 miljard euro. Omdat het aantal verkeersgewonden in 2018 nog niet bekend is, hebben we in deze berekening aangenomen dat het aantal verkeersgewonden in 2018 even groot is als in 2017. Dit bedrag is vergelijkbaar met ruim 2% van het bruto binnenlands product (bbp). De kosten zijn circa 5% hoger dan in 2010 (ruim 16 miljard euro in constante prijzen). Twee derde van deze stijging (ruim 0,5 miljard euro) wordt veroorzaakt door een hoger aantal ernstig verkeersgewonden ten opzichte van 2010 en dan met name door de immateriële kosten van deze ernstig verkeersgewonden (zie Data en Methodieken: 'Berekening maatschappelijke kosten verkeersongevallen').
- Ten opzichte van voorgaande edities van het Mobiliteitsbeeld hebben we de immateriële kosten van lichtgewonden toegevoegd, zowel voor 2010 als voor 2018. Hiermee komt de inschatting op één lijn met die in andere Europese landen, waar het al gebruikelijk is om immateriële kosten van lichtgewonden mee te nemen in de berekeningen (Wijnen et al., 2017). De immateriële kosten – en daarmee ook de totale kosten – zijn met deze toevoeging bijna 3 miljard euro hoger dan in de eerdere schattingen.
- De filekosten komen ook terug in de maatschappelijke kosten van files en vertragingen. Zie *Maatschappelijke kosten files en vertragingen*.

4.5.1 Verdeling over kostenposten en letselernst

Hoofdboodschap

Ruim de helft van de maatschappelijke kosten voor verkeersongevallen zijn immaterieel. Ongeveer twee derde van deze kosten ontstaan door ernstig gewonden.



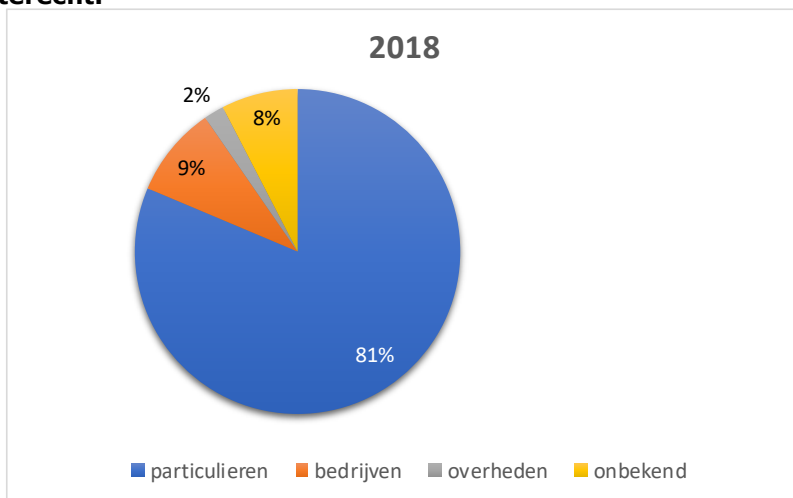
Figuur V4.5.1: Verdeling maatschappelijke kosten van verkeersongevallen in 2018 over kostenposten (links) en naar letselernst (rechts).

- Ruim de helft (58%) van de maatschappelijke kosten voor verkeersongevallen zijn immateriële kosten: kosten van verlies van levensjaren en verlies van kwaliteit van leven die in geld kunnen worden uitgedrukt. Hiernaast is materiële schade aan voertuigen een grote kostenpost: ruim een kwart van de totale kosten. Andere substantiële kostenposten zijn afhandelingskosten (voor politie, brandweer, verzekeraars en justitiële organisaties) en het verlies van productie dat ontstaat doordat verkeersslachtoffers (al dan niet tijdelijk) niet meer kunnen werken. De kosten van medische behandeling van verkeersslachtoffers en kosten van files door ongevallen zijn relatief gering.
- De kosten per verkeersdode bedragen naar schatting 2,8 miljoen euro in 2018, die per ernstig verkeersgewonde ruim 300.000 euro en die per lichtgewonde 37.000 euro. Hiervan zijn de immateriële kosten naar schatting 2,2 miljoen euro voor een dode, 250.000 euro voor een ernstig gewonde en 28.000 euro voor een lichtgewonde. Het productieverlies bedraagt naar schatting respectievelijk 0,6 miljoen euro, 23.000 euro en 1.200 euro (zie Data en Methodieken: 'Berekening maatschappelijke kosten verkeersongevallen').
- Ongeveer twee derde van de totale kosten (11 miljard euro) ontstaat door gewonden, waarbij met name de ernstig verkeersgewonden een groot aandeel in de kosten hebben (zie figuur V4.5.1). Het aandeel van verkeersdoden in de totale kosten is veel kleiner (circa 1,9 miljard euro).

4.5.2 Verdeling over kostendragers

Hoofdboodschap

Het overgrote deel van de maatschappelijke kosten van verkeersonveiligheid komt bij particulieren terecht.



Figuur V4.5.2: Verdeling maatschappelijke kosten van verkeersongevallen in 2018 over particulieren, bedrijven en overheden. Bron: Wijnen et al. (2014).¹³

- Verreweg het grootste deel van de maatschappelijke kosten, naar schatting ongeveer 14 miljard euro in 2018, wordt gedragen door particulieren. Het gaat hierbij om onder meer immateriële schade voor verkeersslachtoffers, schade aan voertuigen, verzekeringskosten en filekosten. Bedrijven en overheden dragen een relatief klein deel van de kosten: respectievelijk 1,5 en 0,3 miljard euro. Bij bedrijven gaat het om schade aan bedrijfsvoertuigen, verzekeringskosten en filekosten. Kosten die voor rekening komen van overheden, zijn de kosten van politie, brandweer, juridische kosten en een deel van de medische kosten. Voor sommige kosten, waaronder productieverlies, is de verdeling over de kostendragers niet goed bekend.

¹³ Dit is een onderzoek naar de verdeling over kostendragers in 2009. Het aandeel van een kostendrager in een kostenpost in 2009 is toegepast op de omvang van deze kostenpost in 2018. Immateriële kosten van lichtgewonden zijn toegevoegd en de verdeling is hierop aangepast.

Bronnen hoofdstuk 4

SWOV (2014). *Lasten van verkeersletsel ontleed. Basis voor een nieuwe benadering van verkeersveiligheid. R-2014-25*. Den Haag: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid.

SWOV (2018a). *Ernstig verkeersgewonden in Nederland*. Factsheet 6 december 2018. Den Haag: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid. Geraadpleegd via <https://www.swov.nl/feiten-cijfers/factsheet/ernstig-verkeersgewonden-nederland>.

SWOV (2018b). *Ernstig verkeersgewonden 2017. R-2018-18*. Den Haag: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid.

Wijnen, W. (2014). *Financieringsmogelijkheden voor 'Opschakelen naar meer verkeersveiligheid': een verkenning. Kostendragers en baathebbers in verkeersveiligheid. R-2014-40*. Den Haag: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid.

Wijnen, W., Weijermars, W., Vanden Berghe, W., Schoeters, A., Bauer, R., Carnis, L., Elvik, R., Theofilatos, A., Filtness, A., Reed, S., Perez, C., Martensen, H. (2017). *Crash cost estimates for European countries*, Deliverable 3.2 of the H2020 project SafetyCube.

Wit, M. de & Methorst, R. (2012). *Kosten verkeersongevallen in Nederland. Ontwikkelingen 2003 – 2009*. Delft: Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart.

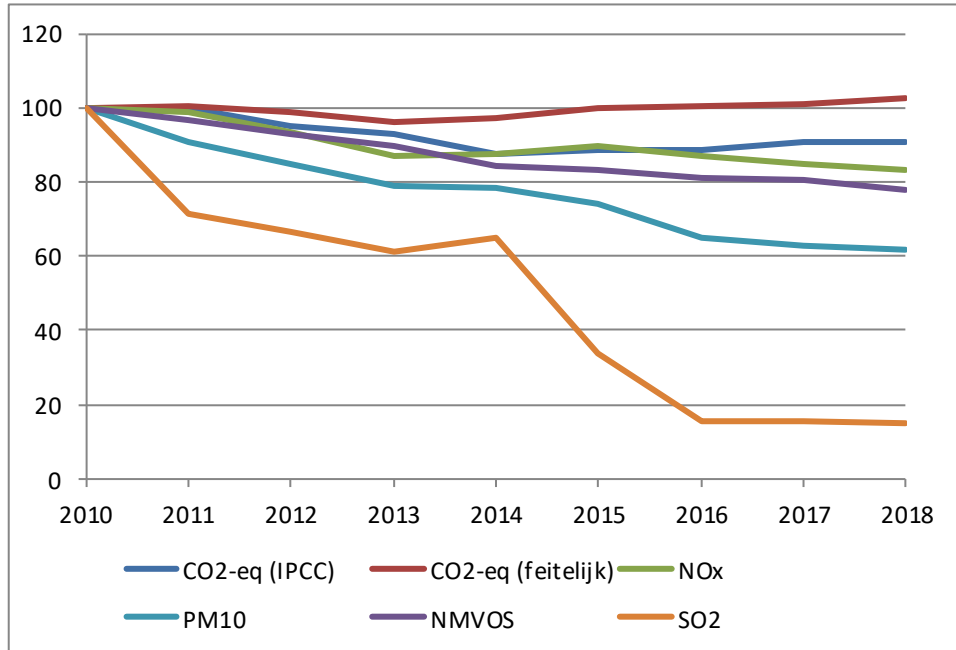
5 Emissies



5.1 Ontwikkeling emissies 2010-2018

Hoofdboodschap

Sinds 2010 zijn alle emissies door de sector verkeer en vervoer gedaald, met uitzondering van de CO₂-emissies; de CO₂-emissies gemeten volgens het IPCC-voorschrift, waarbij niet alle CO₂-emissies meetellen, zijn wél gedaald.



Figuur E5.1.1: Geïndexeerde ontwikkeling (2010=100) van de belangrijkste (tank-to-wheel) emissies van verkeer en vervoer in Nederland en op het Nederlands Continentaal Plat, 2010-2018. Data voor 2018 zijn voorlopig. Bron: CBS Statline/Emissieregistratie. Zie bijlage 2 (Begrippenkader en scope) voor de gehanteerde definitie van verkeer en vervoer en voor uitleg van de begrippen in de figuur.

Figuur E5.1.1 geeft de geïndexeerde ontwikkeling van de emissies tussen 2010 en 2018. Bij CO₂ volgens het IPCC-perspectief gaat het alleen om modaliteiten die meedoen in de sectoroelstelling van maximaal 25 megaton broeikasgas in 2030 (SER-Energieakkoord); internationale lucht- en scheepvaart zijn hiervan dus uitgesloten.¹⁴ Voor de absolute uitstoot per modaliteit, zie 'Ontwikkeling emissies verkeer en vervoer'.

NO_x, fijnstof (PM₁₀), NMVOS en SO₂

- Bij NO_x, fijnstof (PM₁₀), niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) en SO₂ dalen de emissies door de sector verkeer en vervoer sinds 2010 gestaag, en wel met respectievelijk 17%, 38%, 22% en 85%. Dit zijn stoffen waaraan de sector in Nederland een relatief grote bijdrage levert. Zie 'Aandeel verkeer en vervoer in totaal'. In bijlage 2 (Begrippenkader en scope) staat kort beschreven welke milieuschade de verschillende stoffen veroorzaken.

¹⁴ Met uitzondering van de emissies tijdens de landing-and-take-off-fase (LTO-fase) van binnenlandse vluchten, de enige luchtvaartemissies die meetellen binnen het IPCC-voorschrift. Deze zijn zeer gering.

Broeikasgassen (CO₂, N₂O en CH₄)

- Voor de uitstoot van broeikasgassen bestaan er twee perspectieven: de uitstoot volgens IPCC-voorschrift en de feitelijke uitstoot. Het IPCC-perspectief is bruikbaar om na te gaan of (internationale) afspraken over broeikasgasreductie worden gehaald. Zo zijn IPCC-emissies de maat in het Parijs-akkoord, het SER-Energieakkoord en het Klimaatakkoord. Het perspectief van de feitelijke emissies is bruikbaar om na te gaan hoe het brandstofgebruik (en, in combinatie met de verkeersprestatie, de brandstofefficiëntie¹⁵) van de sector verkeer en vervoer zich in Nederland ontwikkelt.¹⁶
- Vanuit het IPCC-perspectief gezien neemt de uitstoot van broeikasgassen tussen 2010 en 2018 met ruim 9% af. De broeikasgasuitstoot in 2018 is 35 megaton CO₂-equivalenten. Volgens het SER-Energieakkoord mogen emissies van de sector verkeer en vervoer in 2030 maximaal 25 megaton bedragen (SER, 2013). Ten opzichte van 2010 is hiervoor een daling nodig van in totaal 25%. Hiervan is in 2018 dus 9% gerealiseerd.
- Vanuit het perspectief van de feitelijke emissies nam de CO₂-uitstoot van verkeer en vervoer sinds 2010 bijna 3% toe.
- In paragraaf 5.3 (*Ontwikkeling per modaliteit*) gaan we in op de absolute uitstoot van het IPCC-perspectief en de feitelijke emissies per modaliteit en proberen we de verschillen tussen het IPCC- en het feitelijk-perspectief te duiden. Dit gaat het best door te kijken naar de afzonderlijke modaliteiten. In paragraaf 5.5 (*Ontwikkeling personen-, bestel- en vrachtauto's*) bekijken we nader hoe de stijging van de CO₂-emissies in het feitelijk-perspectief zich verhoudt tot de omvang van het wegverkeer. Hiermee krijgen we inzicht in hoe de brandstofefficiëntie van het wegverkeer zich ontwikkelt.

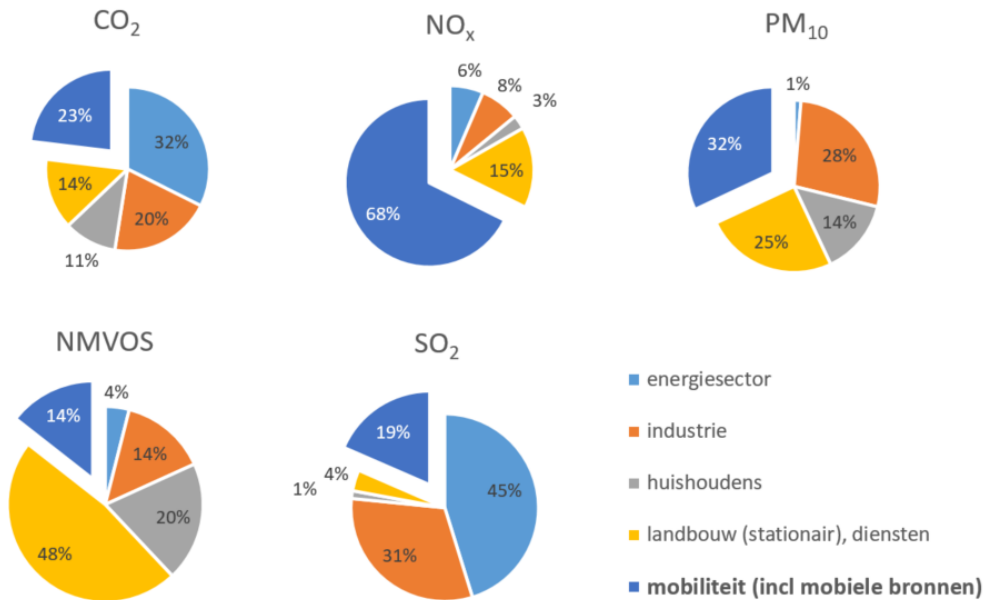
¹⁵ Gemeten als CO₂-uitstoot per kilometer.

¹⁶ Bij het IPCC-perspectief gaat het bij het wegverkeer om CO₂-emissies van brandstof die in Nederland is getankt, bij het feitelijke perspectief om CO₂-emissies van brandstof die in Nederland is gebruikt; bij IPCC wordt gebruik van biobrandstof gezien als emissieloos, bij feitelijk niet. Feitelijk geeft dus een beeld van het daadwerkelijk brandstofgebruik van het wegverkeer in Nederland, terwijl IPCC het tankgedrag van weggebruikers weerspiegelt. Bij IPCC tellen emissies van de zeescheepvaart en de luchtvaart niet mee, met uitzondering van de emissies tijdens de landing-and-take-off-fase (LTO) van binnenlandse vluchten. Emissies van de binnenvaart tellen bij IPCC alleen mee voor zover het om binnenlandse reizen gaat (herkomst en bestemming in Nederland).

5.2 Aandeel verkeer en vervoer in totaal

Hoofdboodschap

De sector verkeer en vervoer veroorzaakt meer dan twee derde van de totale uitstoot van NO_x en een derde van de totale uitstoot van fijnstof (PM₁₀) binnen Nederland. Aan de stikstofdepositie in Nederland draagt de sector verkeer en vervoer circa 10% bij.



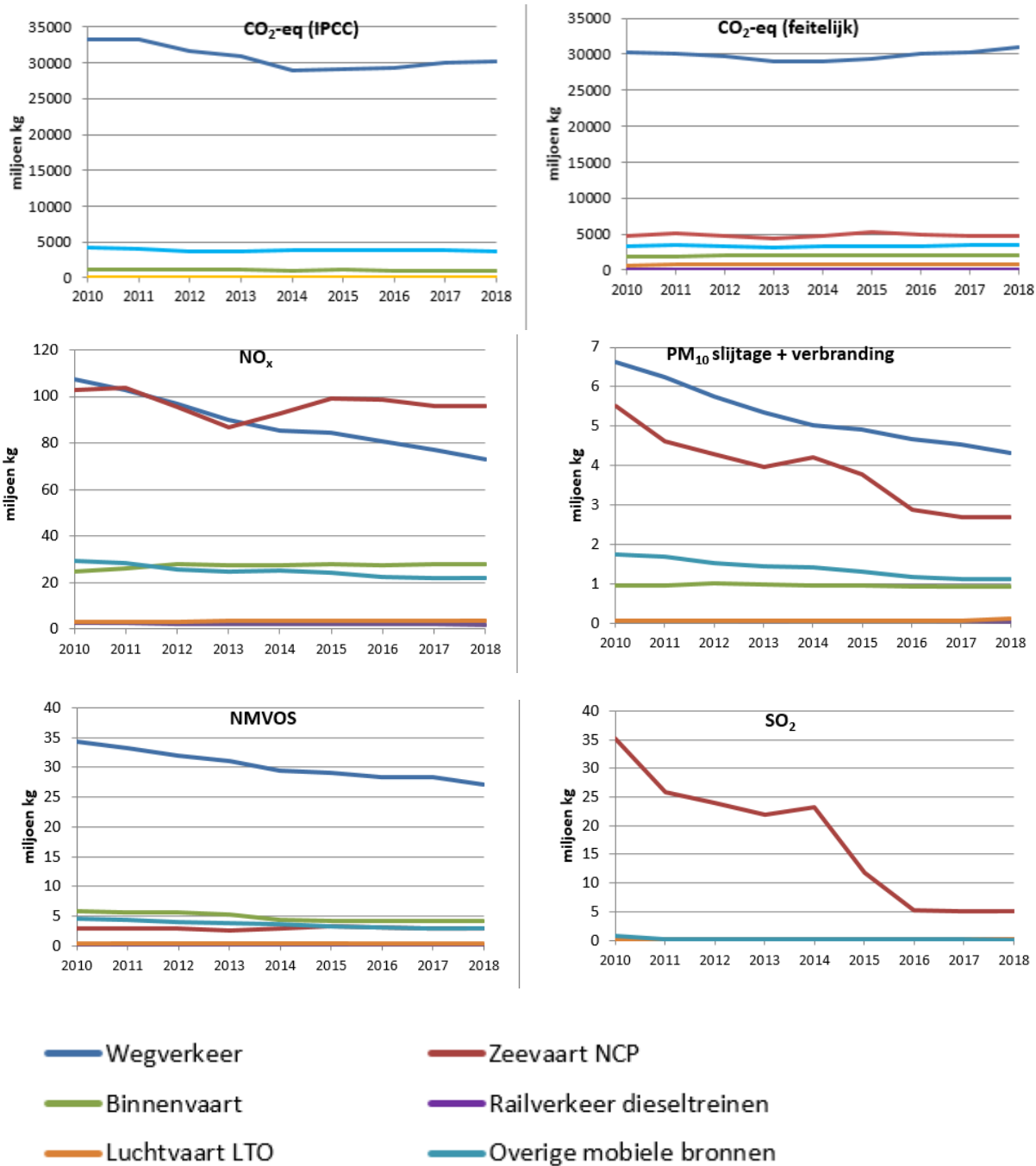
Figuur E5.2.1: Relatieve bijdrage van de sector verkeer en vervoer (inclusief zeescheepvaart op het Nederlands Continentaal Plat en luchtvaart in de LTO-fase) aan de totale emissies van CO₂, NO_x, PM₁₀, NMVOS en SO₂ in Nederland in 2018. Bron: CBS Statline.

- De sector verkeer en vervoer is de grootste bron van NO_x-emissies binnen Nederland (68%). Via de uitstoot van NO_x draagt de sector verkeer en vervoer ongeveer 10% bij aan de totale stikstofdepositie binnen Nederland (RIVM, 2019). Naast NO_x draagt ook ammoniak bij aan de stikstofdepositie, in een verhouding van één derde staat tot twee derde (CBS/PBL/RIVM/WUR, 2019a). De grootste binnenlandse bron van ammoniak is de landbouw (86%; CBS); verkeer speelt bij ammoniak nauwelijks een rol. Ook buitenlandse emissiebronnen dragen aanzienlijk bij aan de stikstofdepositie in Nederland (bij NO_x circa 48% en bij ammoniak circa 22%; CBS/PBL/RIVM/WUR, 2019b).
- Aan de Nederlandse emissies van CO₂ draagt de sector verkeer en vervoer 23% bij en aan fijnstof (PM₁₀) bijna een derde. Bij NMVOS en SO₂ is de bijdrage respectievelijk 14% en 19%. Bij SO₂ komt vrijwel de volledige bijdrage (meer dan 90%) van de zeescheepvaart. Zie de volgende paragraaf (*Ontwikkeling per modaliteit*).

5.3 Ontwikkeling per modaliteit

Hoofdboodschap

Het wegverkeer stoot de meeste CO₂, NMVOS en fijnstof uit, maar deze emissies dalen wel. Bij NO_x zijn de emissies van het wegverkeer sinds 2010 gedaald tot onder het niveau van de zeescheepvaart op het Nederlands Continentaal Plat.



Figuur E5.3.1: Ontwikkeling van emissies (tank-to-wheel) per modaliteit in miljoen kg per jaar, 2010-2018. Data voor 2018 zijn voorlopig. Bron: CBS Statline/Emissieregistratie. Zie bijlage 2 (Begrippenkader en scope) voor uitleg van de begrippen in de figuur.

Noot: Bij wegverkeer gaat het om emissies die in de praktijk, op de weg, zijn gerealiseerd en dus niet om emissies volgens de typekeuring van wegvoertuigen, die in veel gevallen te rooskleurige emissiewaarden geeft.

- Binnen de sector verkeer en vervoer is het wegverkeer de grootste bron van vervuilende emissies en broeikasgassen. Alleen voor NO_x en SO₂ geldt dat de zeescheepvaart op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) de grootste emissiebron binnen het verkeer is. De zeevaart stoot van alle beschouwde modaliteiten verreweg de meeste SO₂ uit, al is deze uitstoot sinds 2014 wel sterk gedaald door de steeds strengere wettelijke eisen aan het zwavelgehalte van scheepsbrandstof.

Broeikasgassen (CO₂, N₂O en CH₄)

- Er zijn twee perspectieven om naar de broeikasgasuitstoot te kijken: 'IPCC' en 'feitelijk'.¹⁷ Het wegverkeer levert in beide perspectieven verreweg het grootste aandeel aan de totale uitstoot, maar de hoogte en de ontwikkeling van de emissies in de twee perspectieven verschilt.
- In het perspectief van de *feitelijke* emissies van broeikasgassen stoot het wegverkeer in 2018 31 van de 42 megaton CO₂-equivalenten uit. De rest van de emissies wordt veroorzaakt door de binnenvaart, de luchtvaart in de LTO-fase, dieseltreinen, mobiele bronnen in de landbouw en visserij en de zeevaart op het NCP. Tussen 2010 en 2018 namen de feitelijke emissies van het wegverkeer toe met 0,6 megaton. Omdat het wegverkeer in deze periode ook (en meer) in omvang groeide, werd het per saldo wel brandstofefficiënter. Zie paragraaf 5.5 (*Ontwikkeling personen-, bestel- en vrachtauto's*).
- In het IPCC-perspectief stoot het wegverkeer in 2018 30 van de in totaal 35 megaton broeikasgassen (in CO₂-equivalenten¹⁸) uit. De rest wordt veroorzaakt door de lucht- en binnenvaart met een herkomst en bestemming binnen Nederland, dieseltreinen en mobiele bronnen in de landbouw en visserij. Dit zijn dezelfde emissiebronnen die meetellen in de Nederlandse sectorklimaatdoelstelling van 25 megaton in 2030 (SER-Energieakkoord).
- De IPCC-emissies daalden tussen 2010 en 2018 met in totaal 3,6 megaton. Ruim 80% van deze daling komt voor rekening van het wegverkeer (met tussen 2010-2014 een daling en in de periode erna weer een stijging van de emissies). Voor de ontwikkeling bij het wegverkeer is een aantal mogelijke oorzaken aan te wijzen, zonder dat we het effect van elke oorzaak precies kunnen kwantificeren:
 - Het aandeel biobrandstof in de brandstof voor het wegverkeer is tussen 2010 en 2018 gegroeid van ongeveer 3%¹⁹ naar ongeveer 5%.²⁰ De (feitelijke) CO₂-uitstoot van biobrandstof telt binnen het IPCC-voorschrift als nihil.
 - Het tankgedrag van weggebruikers is veranderd (meer of minder tanken in het buitenland).²¹
 - De brandstofefficiëntie van het wegverkeer is verbeterd, dat wil zeggen dat de CO₂-uitstoot per kilometer is verminderd; zie hierboven bij de feitelijke emissies van het wegverkeer

NO_x

- Binnen de sector verkeer en vervoer zijn het wegverkeer en de zeescheepvaart de grootste bronnen van NO_x. Van beide zijn de NO_x-emissies sinds 2010 gedaald (wegverkeer -32%; zeescheepvaart -7%). Bij het wegverkeer daalden vooral de emissies van vrachtauto's, doordat de Europese norm voor uitlaatgassen van vrachtwagens effectief werd aangescherpt, van Euro V naar Euro VI. Ook bij dieselpersonen- en bestelauto's werd de norm voor uitlaatgassen aangescherpt, maar deze aanscherping was veel minder succesvol, onder andere door 'dieselgate'.²² Hiernaast daalden ook van de overige mobiele bronnen de NO_x-emissies sterk (-25% sinds 2010); deze categorie bestaat met name uit mobiele werktuigen in de bouw en landbouw. Bij de binnenvaart, daarentegen, steeg de uitstoot van NO_x (+13% sinds 2010). Ook per tonkilometer nam de NO_x-uitstoot van de (vracht)binnenvaart toe; zie paragraaf 5.6 (*Vergelijking vrachtauto's, binnenvaart en goederentreinen*).

¹⁷ Bij het IPCC-perspectief gaat het bij wegverkeer om emissies van brandstof die *in Nederland is getankt*, bij het feitelijke perspectief om emissies van brandstof die *in Nederland is gebruikt*; bij IPCC wordt gebruik van biobrandstof gezien als emissieloos, bij feitelijk niet. Feitelijk geeft dus een beeld van het brandstofgebruik van het wegverkeer in Nederland, terwijl IPCC het tankgedrag van weggebruikers weerspiegelt.

¹⁸ De optelling van CO₂, N₂O en CH₄ naar de mate waarin ze bijdragen aan het broeikaseffect. Zie verdere toelichting in *bijlage 2 (Begrippenkader en scope)*.

¹⁹ In 2011 was het aandeel biobrandstof 3,5% (NEa, 2012).

²⁰ Eigen berekening KiM op basis van NEa (2019). De jaarverplichting van 8,5% bijmenging van biobrandstof is gehaald, waarbij het gaat om 16% enkeltellende biobrandstof en 83% dubbeltellende biobrandstof. Binnen het IPCC-voorschrift, waar dubbeltellend geen waarde heeft, betekent dit een verlaging van de CO₂-emissies met 5% (8,5%*(16%+41,5%)).

²¹ Hierin zijn rond 2014 veranderingen opgetreden: het overschot van de verkoop ten opzichte van het gebruik (van 20% à 30%) bij diesel voor het wegverkeer halveerde, benzine werd vanaf 2014 6% minder getankt dan gebruikt in Nederland (extra in het buitenland getankt dus), terwijl de verkoop en het gebruik van benzine tot die tijd in evenwicht waren (Geilenkirchen et al., 2017). Dit substantiële effect is grotendeels toe te schrijven aan brandstofprijverschillen tussen Nederland en zijn buurlanden (Geilenkirchen et al., 2017).

²² Als dieselpersonen- en bestelauto's wel hadden voldaan aan de Europese norm, hadden de NO_x-emissies van het wegverkeer de laatste jaren ongeveer 20 kiloton lager kunnen zijn (Klein & Geilenkirchen, 2016).

Fijnstof (PM₁₀)

- De fijnstof-emissies (PM₁₀) daalden relatief het meest bij de zeevaart (-51% sinds 2010), de overige mobiele bronnen (-36%) en het wegverkeer (-35%).

NMVOS

- De emissies van niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) daalden sinds 2010 relatief het sterkst bij de overige mobiele bronnen en de binnenvaart.

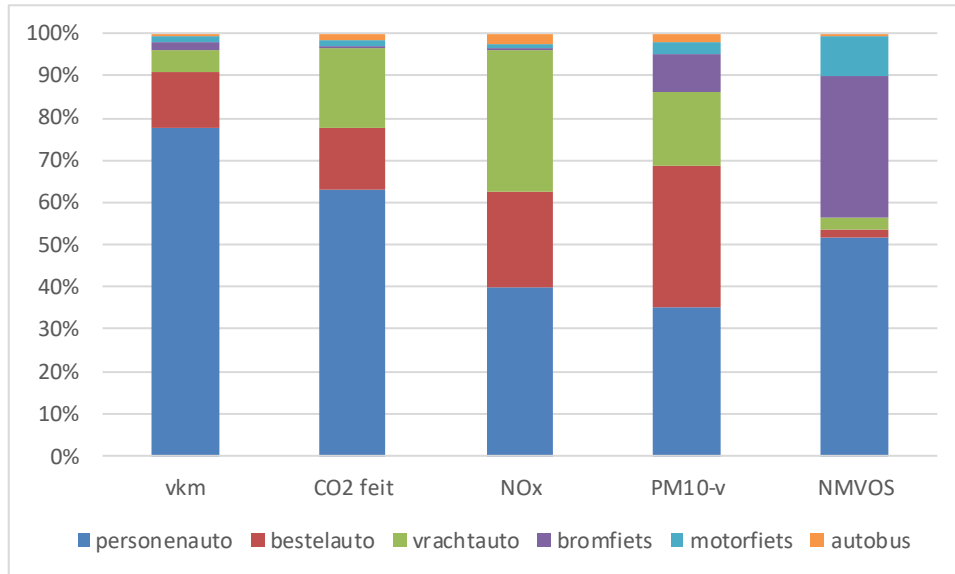
SO₂

- De SO₂-emissies daalden relatief het sterkst bij de overige mobiele bronnen (-91%) en de zeevaart (-86%). Bij het wegverkeer waren de SO₂-emissies al laag; sinds 2010 zijn deze niet meer gedaald.

5.4 Aandelen en afgelegde afstand wegverkeer

Hoofdboodschap

Personenauto's hebben binnen het wegverkeer een aandeel in de emissies dat kleiner is dan op basis van hun aandeel in de afgelegde afstand zou worden verwacht.



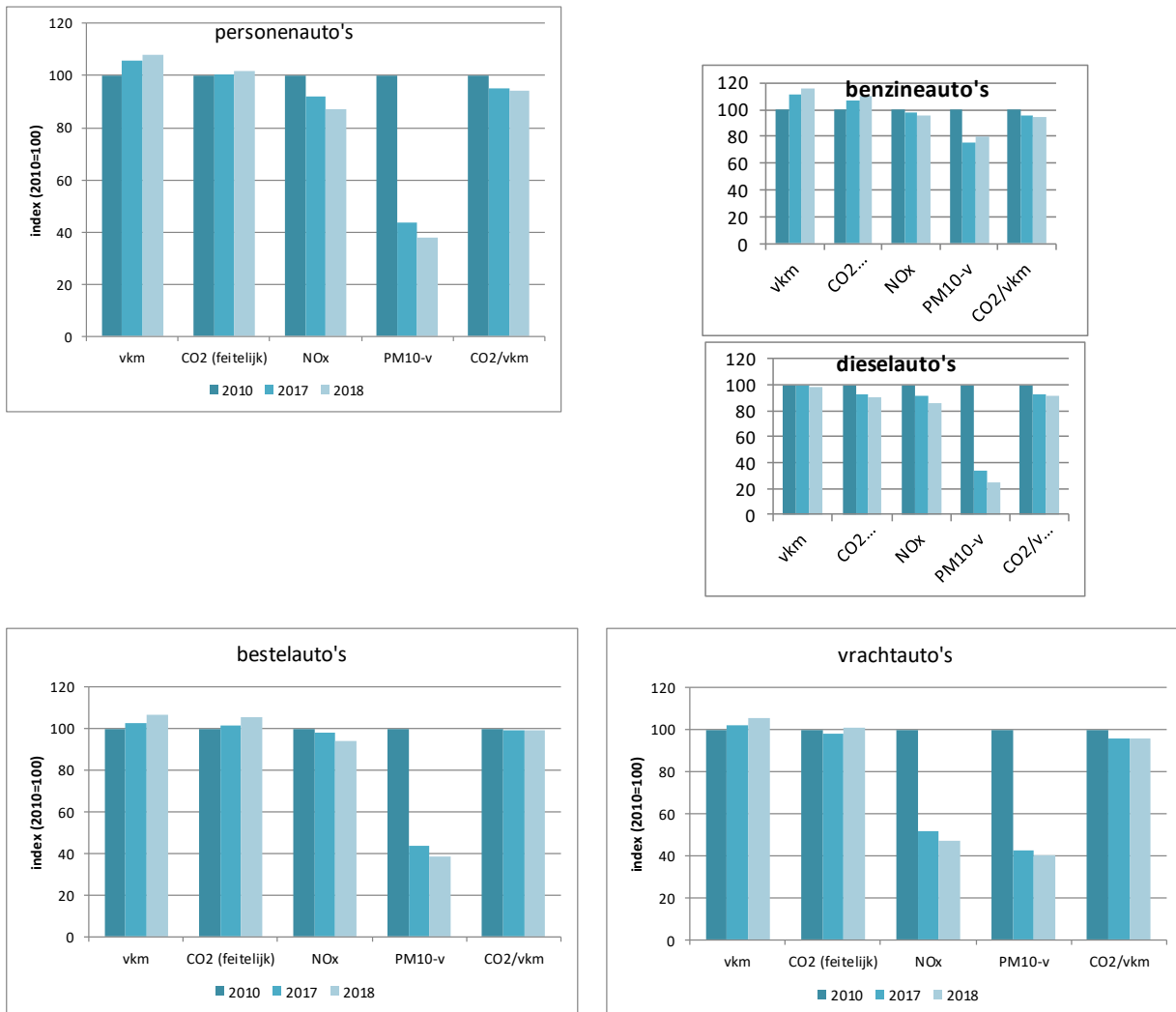
Figuur E5.4.1: Aandeel in afgelegde afstand door wegvoertuigen en emissies (tank-to-wheel) voor verschillende wegmodaliteiten, 2018 (voorlopig). Bron: CBS/Emissieregistratie.

- Personenauto's nemen het grootste deel van de door wegvoertuigen afgelegde afstand voor hun rekening, gevolgd door bestelauto's en vrachtauto's. Het aandeel van personenauto's in de uitstoot van emissies is geringer dan op basis van hun afgelegde afstand zou worden verwacht.
- Opvallend in figuur E5.4.1 is de hoge bijdrage van bromfietsen aan de uitstoot van NMVOS. Met name tweetaktbrommers stoten veel NMVOS uit. Het gaat om kleine druppeltjes brandstof die niet zijn verbrand. Ook op het gebied van fijnstof is de uitstoot van brommers relatief groot. Dit gaat deels om dezelfde stof als NMVOS: als vluchtige organische stoffen vrijkomen in vloeibare vorm (brandstofdruppeltjes), vallen ze onder fijnstof.

5.5 Ontwikkeling personen-, bestel- en vrachtauto's

Hoofdboodschap

Ondanks de toegenomen afgelegde afstand daalt de NO_x-uitstoot zowel bij personenauto's (-13%) als bij bestelauto's (-6%) en vrachtauto's (-53%). De fijnstofuitstoot daalt eveneens (resp. -62%, -62% en -60%).



Figuur E5.5.1: Geïndexeerde ontwikkeling 2010-2018 (2010=100) van afgelegde afstand per wegvoertuigtype, CO₂ feitelijk (absoluut en relatief per voertuigkilometer), NO_x en verbrandingsfijnstof (PM_{10-v}) van personen-, bestel- en vrachtauto's. Bron: CBS/Emissieregistratie.

Noot: Deze figuur gaat over emissies die in de praktijk zijn gerealiseerd en dus niet om emissies volgens de typekeuring van voertuigen, die vaak aanzienlijk lagere waarden aangeeft dan de werkelijke emissies op de weg.²³

²³ Bijvoorbeeld wat betreft CO₂ verschilde de CO₂-uitstoot/km tussen typekeuring en praktijk voor nieuwe voertuigen in 2015 circa 45% (Ligterink & Smokers, 2016).

Personenauto's

- De met personenauto's afgelegde afstand nam tussen 2010 en 2018 toe met ruim 8%. Het aandeel van benzineauto's in de door personenauto's afgelegde afstand steeg in deze periode van 65% naar 70%; het aandeel van dieselauto's in de afgelegde afstand daalde van 31% naar 28% (tegelijkertijd nam het aandeel dieselauto's in het park in deze periode af van 17% naar 15%; hun absolute aantal daalde van 1,30 miljoen naar 1,28 miljoen voertuigen; zie paragraaf 5.7 (*Ontwikkeling samenstelling personenautopark*). Er is dus voorzichtig sprake van ontdieseling. De rest van de afstand werd voornamelijk afgelegd met lpg-auto's.
- De CO₂-uitstoot (*feitelijk*) van personenauto's steeg tussen 2010 en 2018 met bijna 2%.²⁴ Ook de afgelegde afstand nam toe. De verhouding tussen beide, CO₂-uitstoot en afgelegde afstand, is een maat voor de brandstofefficiëntie van voertuigen. Deze brandstofefficiëntie steeg tussen 2010 en 2018 met 6% voor alle personenauto's samen, met 5% voor benzineauto's en met 8% voor dieselauto's. De toename van de brandstofefficiëntie betekent dat het gemiddelde motorrendement van de auto's in het park sinds 2010 is verbeterd.²⁵ Een belangrijke oorzaak hiervan zijn de Europese CO₂-normen voor personenauto's²⁶, waardoor bijvoorbeeld het aantal hybride- en plug-inhybrideauto's in het autopark toenam. Zie paragraaf 5.7 (*Ontwikkeling samenstelling personenautopark*).
- De NO_x-uitstoot van het personenautopark daalde tussen 2010 en 2018 met bijna 13%, waarvan een derde deel in het laatste jaar. Drie kwart van de daling kwam voor rekening van de dieselauto's in het park. Hun totale uitstoot nam tussen 2010 en 2018 af met bijna 14%, tegenover een daling van 4% bij de benzinepersonenauto's. De daling bij de dieselauto's had veel groter kunnen zijn als de emissies in de praktijk steeds de typekeuringseisen hadden gevolgd (Klein & Geilenkirchen, 2016). In een test op de weg met nieuwe Euro 6-dieselpersonenauto's in 2016 was de uitstoot 2 tot 16 maal hoger dan de limietwaarde van 80 mg/km (Heijne et al., 2016). Pas de laatste jaren is er sprake van een inhaalslag. Sinds 2017 geldt voor nieuwe dieselpersonenauto's een strengere norm, de Euro 6d-Temp.
- De uitstoot van *verbrandingsfijnstof* (PM_{10-v}) door het personenautopark is in 2018 ruim 62% lager dan in 2010. Dieselauto's in het park realiseren vrijwel de volledige daling (ruim 90%). Hun uitstoot nam tussen 2010 en 2018 af met 75%, die van benzineauto's met 20%. Benzineauto's waren al schoner dan dieselauto's en zijn dat nog steeds. Al in 2010 stootte de gemiddelde benzineauto de helft uit van het fijnstof van de gemiddelde dieselauto nu.

Naast verbrandingsfijnstof veroorzaken auto's ook slijtagefijnstof (PM_{10-s}), dat afkomstig is van banden, remmen en wegdek. PM_{10-s} is in figuur E5.5.1 niet meegenomen. De omvang (massa) hiervan is evenredig aan het aantal gereden kilometers en steeg dus sinds 2010 met circa 8%.

Bestelauto's

- De met bestelauto's afgelegde afstand is in 2018 circa 7% hoger dan in 2010. De NO_x-uitstoot daalde intussen met ruim 6%. Dit betekent dat bestelauto's gemiddeld per voertuigkilometer ongeveer 10% minder NO_x uitstoten dan acht jaar geleden. Deze daling valt toe te schrijven aan de Europese typekeuringseisen voor uitlaatgassen (Euronormen), ondanks dat nieuwere bestelbussen de typekeuringseisen in de praktijk niet haalden. De daling van de NO_x-uitstoot had hoger kunnen zijn als bestelbussen wel steeds aan de typekeuringseisen hadden voldaan (Klein & Geilenkirchen, 2016). Verder heeft de Euronorm-aanscherping geleid tot winst met de fijnstofuitstoot (PM_{10-v}). De fijnstofuitstoot van bestelauto's daalde sinds 2010 per gereden afstand met 62%.
- Bestelauto's zijn in 2018 gemiddeld vrijwel even energiezuinig als in 2010: de gemiddelde CO₂-uitstoot per kilometer bleef vrijwel gelijk. Er geldt een Europese CO₂-norm voor bestelauto's.

²⁴ Gemeten volgens het IPCC-voorschrift (CO₂ IPCC) daalden CO₂-emissies van personenauto's tussen 2010 en 2018 met 7%. Dit verschil wordt veroorzaakt door de manier van berekenen: IPCC-emissies zijn gerelateerd aan de *getankte* in plaats van de *gebruikte* brandstof in Nederland en gebruik van biobrandstof geldt als emissieloos. Om die reden zijn de IPCC CO₂-emissies/km geen maat voor de energiezuinigheid.

²⁵ Twee belangrijke verklarende factoren voor een verandering in de brandstofefficiëntie van een voertuig zijn: 1) een verandering in het voertuiggewicht en 2) een verandering in het motorrendement (Van den Brink & Van Wee, 2001). Personenauto's zijn sinds 2010 gemiddeld 2% zwaarder geworden (CBS Statline). Per gereden kilometer van het wagenpark is het autogewicht meer dan 2% toegenomen. Er komen namelijk jaarlijks meer auto's bij door nieuwverkoop dan door import (Elstgeest et al., 2018) en nieuwe auto's rijden over het algemeen meer dan oudere auto's (Traa et al., 2014). Een stijging van de totale brandstofefficiëntie betekent dus dat het motorrendement is verbeterd.

²⁶ Ondanks de discrepantie tussen praktijkemissies (gerealiseerd op de weg) en de emissies volgens de typekeuring.

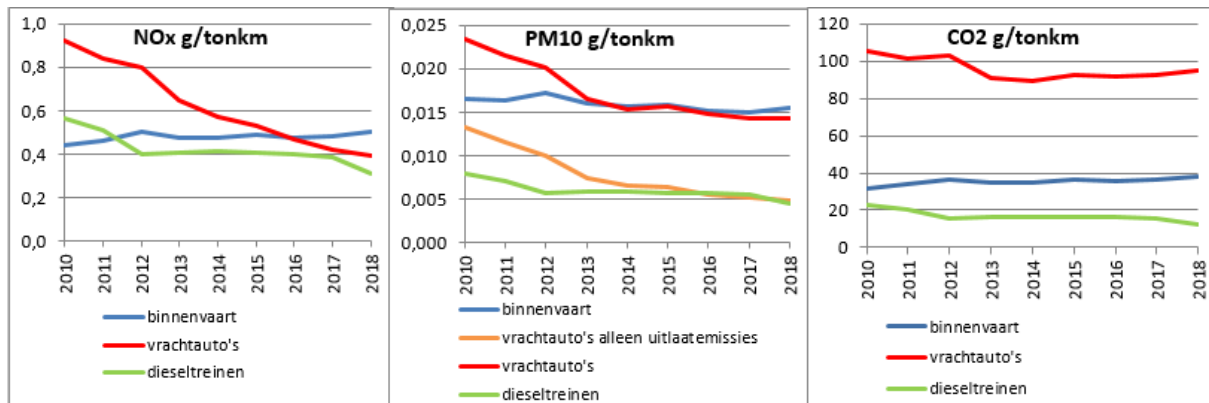
Vrachtauto's

- Vrachtauto's leggen in 2018 in Nederland een afstand af die 5,5% hoger is dan in 2010. De uitstoot van NO_x en verbrandingsfijnstof daalde tussen 2010 en 2018 met 53% respectievelijk 60%. Dit komt vooral door de aanscherping van de Europese norm voor uitlaatgassen (de 'Euronorm'), die sinds 1992 periodiek wordt aangescherpt. Het probleem dat emissies op de weg niet overeenkomen met de limietwaarden van de normering, speelt bij vrachtwagens geen rol, in tegenstelling tot bij dieselpersonenauto's en bestelauto's.
- Vrachtauto's zijn in 2018 gemiddeld ruim 4% energiezuiniger dan in 2010, gemeten naar de feitelijke CO₂-uitstoot per kilometer. Anders dan bij personen- en bestelauto's is er voor vrachtwagens geen Europese CO₂-norm. Dit gaat binnenkort veranderen (EC, 2019). Voor de emissies per tonkilometer van vrachtauto's in vergelijking tot de binnenvaart en het goederenvervoer per dieseltrein, zie paragraaf 5.6 (*Vergelijking vrachtauto's, binnenvaart en goederentreinen*).

5.6 Vergelijking vrachtauto's, binnenvaart en goederentreinen

Hoofdboodschap

In de periode 2010-2018 is het vrachtverkeer over de weg per tonkilometer schoner geworden dan de binnenvaart als het gaat om de uitstoot van NO_x en fijnstof, maar niet als het gaat om de CO₂-uitstoot.



Figuur E5.6.1: Ontwikkeling van de NO_x-, PM₁₀- en feitelijke CO₂-emissies (tank-to-wheel) in g/tonkm op Nederlands grondgebied van vrachtvervoer met vrachtauto's, dieseltreinen en binnenvaart, 2010-2018. Data voor 2018 zijn voorlopig. Bron emissiedata: CBS/Emissieregistratie; bron voertuigprestatie: CBS/KiM (2019). Emissies van elektriciteitsproductie ten behoeve van elektrische goederentreinen vinden buiten de transportsector plaats; goederenvervoer met elektrische treinen is daarom niet meegeteld.²⁷

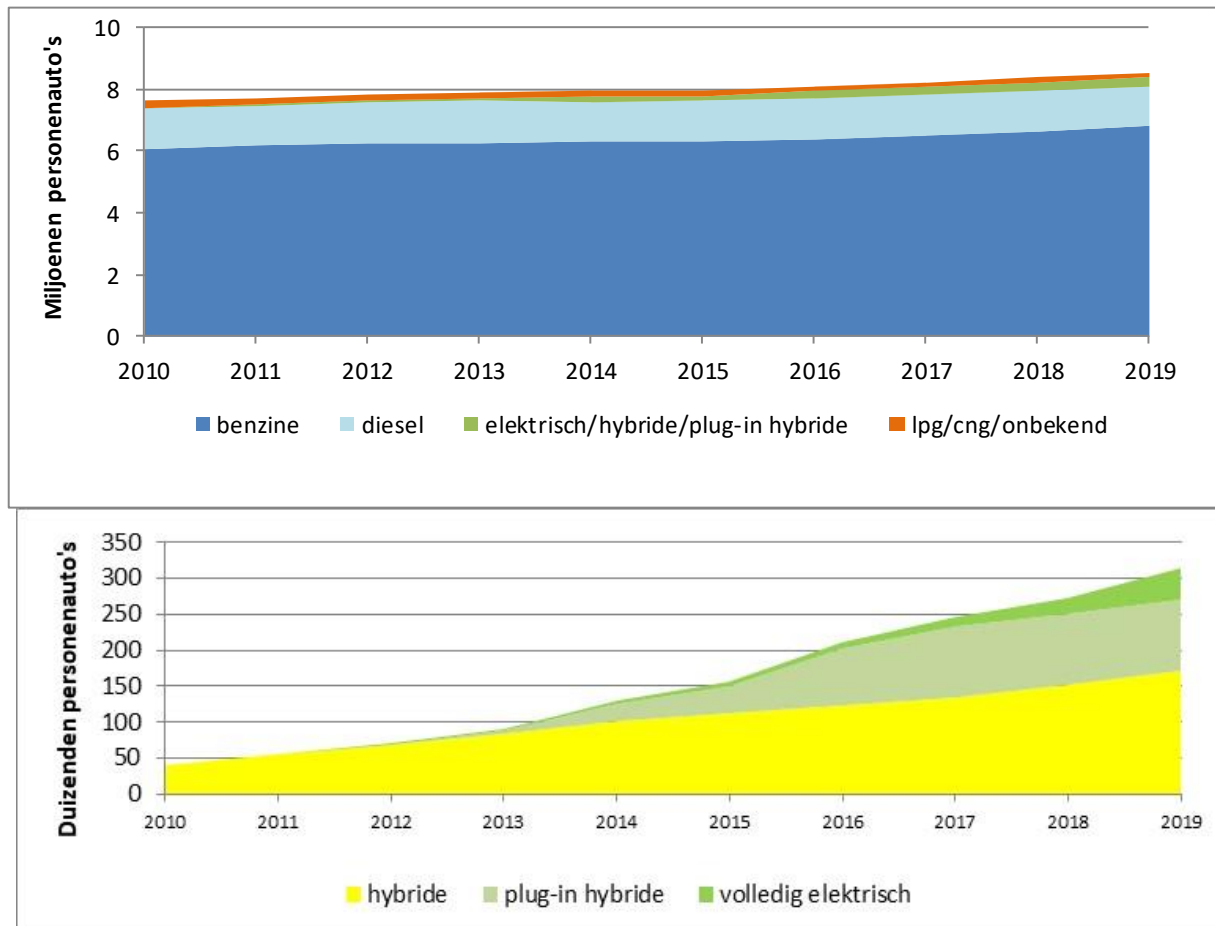
- Bij vrachtwagens hebben de emissies van NO_x en fijnstof (PM₁₀) per tonkilometer zich de afgelopen jaren gunstig ontwikkeld: ze daalden met respectievelijk 60% en 40%. De strengere regelgeving, zorgt ervoor dat de nieuwste vrachtwagens veel schoner zijn dan de oude die werden vervangen. Dieseltreinen en de binnenvaart laten in de periode 2010-2018 een veel geringere daling zien van de emissies van NO_x en PM₁₀ per tonkilometer; bij de binnenvaart zijn de NO_x-emissies per tonkilometer zelfs gestegen.
- Vrachtwagens veroorzaken nu per tonkilometer minder NO_x en fijnstof dan binnenvaartschepen. Bij fijnstof is dit extra opmerkelijk, omdat vrachtwagens een bron van fijnstof hebben die de binnenvaart niet heeft: het slijten van remmen, banden en wegdek. Op het gebied van uitlaatemissies van fijnstof zijn vrachtwagens per tonkilometer zelfs aanzienlijk schoner dan de binnenvaart. Alleen het vervoer met dieseltreinen is nog steeds schoner dan dat met vrachtwagens.
- De gunstige ontwikkeling met NO_x en PM₁₀ bij vrachtwagens is het gevolg van de steeds verder aangescherpte Euronormen. Deze normen gelden voor nieuwe vrachtwagens. Slijtagestof van vrachtwagens wordt niet gereguleerd. De omvang hiervan is ongeveer evenredig met de afgelegde afstand. Ook voor (nieuwe) motoren van binnenvaartschepen bestaan Europese normen. Vrachtwagens worden gemiddeld sneller vervangen dan binnenvaartschepen, waardoor aanscherping van de normen bij vrachtwagens sneller een effect laat zien in het totale park dan bij de binnenvaart (Moorman, 2015).
- De CO₂-uitstoot per tonkilometer is bij alle drie de modaliteiten in de periode 2010-2018 weinig veranderd. Deze is voor vrachtwagens meer dan twee keer zo hoog als die voor de binnenvaart en meer dan vier keer zo hoog als die voor dieseltreinen. Er bestaan op dit moment nog geen Europese uitlaattnormen voor de CO₂-uitstoot van vrachtwagens, zoals die er wel zijn voor personen- en bestelauto's. De CO₂-uitstoot van binnenvaartschepen en dieseltreinen is evenmin gereguleerd.

²⁷ Aangenomen is dat elektrische goederentreinen 54% van de totale tonkilometers over het Nederlandse spoor voor hun rekening nemen en dieselgoederentreinen 46%, conform Schroten et al. (2014).

5.7 Ontwikkeling samenstelling personenautopark

Hoofdboodschap

Het aandeel van benzineauto's in het personenautopark is stabiel op 80%. Het aandeel diesel nam licht af van 17% naar 15%; het dieselaandeel in de gereden afstand is relatief groot, maar daalde tussen 2010 en 2018 van 31% naar 28%.



Figuur E5.7.1: Ontwikkeling samenstelling personenautopark in miljoenen (boven) en duizenden (onder) auto's naar verschillende brandstoffen, 2010-2019, steeds op 1 januari van het betreffende jaar. Bron: CBS Statline en RVO (2019).

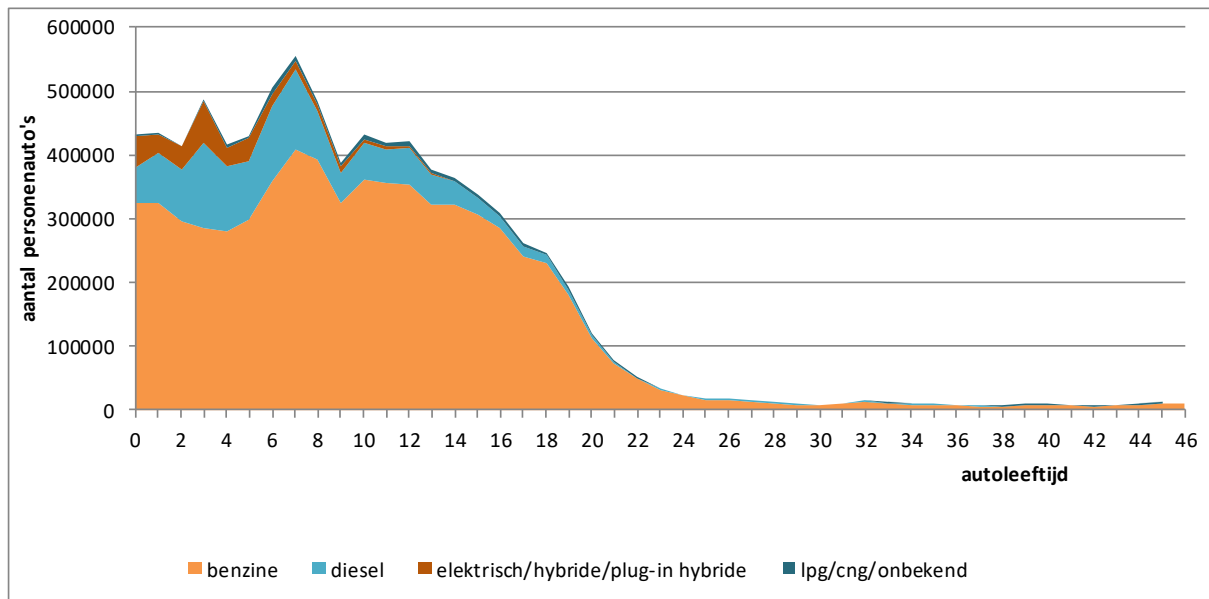
- Eind 2018 zijn er in Nederland 8,5 miljoen personenauto's, 800.000 meer dan eind 2010. Het aantal dieselauto's nam in deze periode licht af: van 1,30 miljoen naar 1,28 miljoen (en kende een piek in de periode 2012-2013, met ongeveer 1,34 miljoen dieselauto's) (CBS Statline). Het aandeel dieselauto's in het Nederlandse wagenpark is sinds 2010 licht gedaald, van 17% naar 15%. Het aantal auto's dat volledig op benzine rijdt, nam tussen eind 2010 en eind 2018 toe van 6,17 miljoen naar 6,80 miljoen. Het aandeel auto's dat volledig op benzine rijdt, was in deze periode steeds rond 80% (CBS Statline). Het aandeel lpg- en cng-auto's halveerde, van 2,9% naar 1,5%.
- De met dieselauto's afgelegde afstand is relatief groter dan met de met benzineauto's gereden afstand. Dieselauto's reden in 2010 31% en in 2018 28% van alle personenautokilometers (CBS/Emissieregistratie).
- Nederland is in 2016 een van de EU-landen met het laagste aandeel dieselauto's in het wagenpark: 17% (EEA, 2019) tegenover een EU-gemiddelde van 43%. Alleen Griekenland (6%), Slowakije (8%) en Cyprus (14%) scoren lager. Frankrijk heeft in 2016 met 69% van alle EU-landen het hoogste aandeel diesels. Ook buurland België scoort hoog, met 60%.
- De auto's die geheel of deels elektrisch rijden – de hybrides, plug-inhybrides en volledig elektrische auto's – hebben eind 2018 een aandeel van 3,7% in het Nederlandse wagenpark; in 2010 was dit nog maar een 0,5%. Eind 2018 zijn er 45.000 volledig elektrische auto's, meer dan tweemaal zoveel als het jaar ervoor (RVO, 2019).
- In verhouding tot andere Europese landen worden in Nederland jaarlijks relatief veel nieuwe plug-inhybrides en volledig elektrische auto's geregistreerd; zie paragraaf 5.9 (*Nederland in Europa op het gebied van Elektrische en plug-inhybride auto's*).

- Van alle stekkerauto's (volledig elektrisch en plug-inhybride samen) reed in 2015 85% bedrijfsmatig (CBS, 2017). Auto's die eigendom zijn van een (lease)bedrijf, rijden gemiddeld meer kilometers dan auto's in particulier bezit.

5.8 Leeftijdsopbouw personenautopark

Hoofdboodschap

Niet eerder in de periode 2010-2018 was de nieuwverkoop van dieselauto's zo laag als in 2018: 57.000. Het totale personenautopark bestaat in 2018 voor 15% uit diesels, die gemiddeld drie jaar jonger zijn dan benzineauto's.



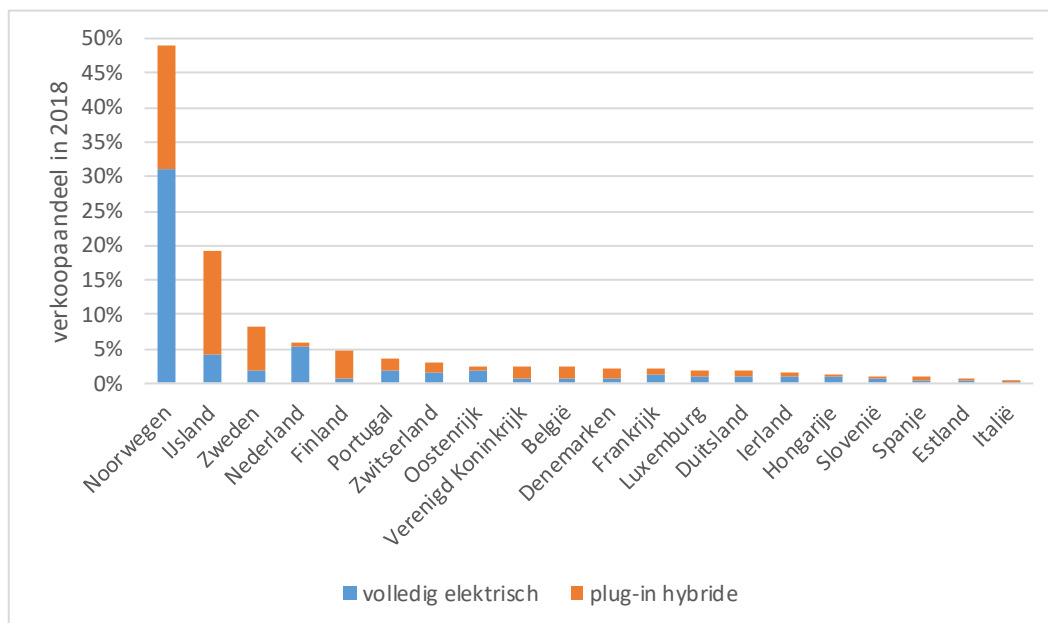
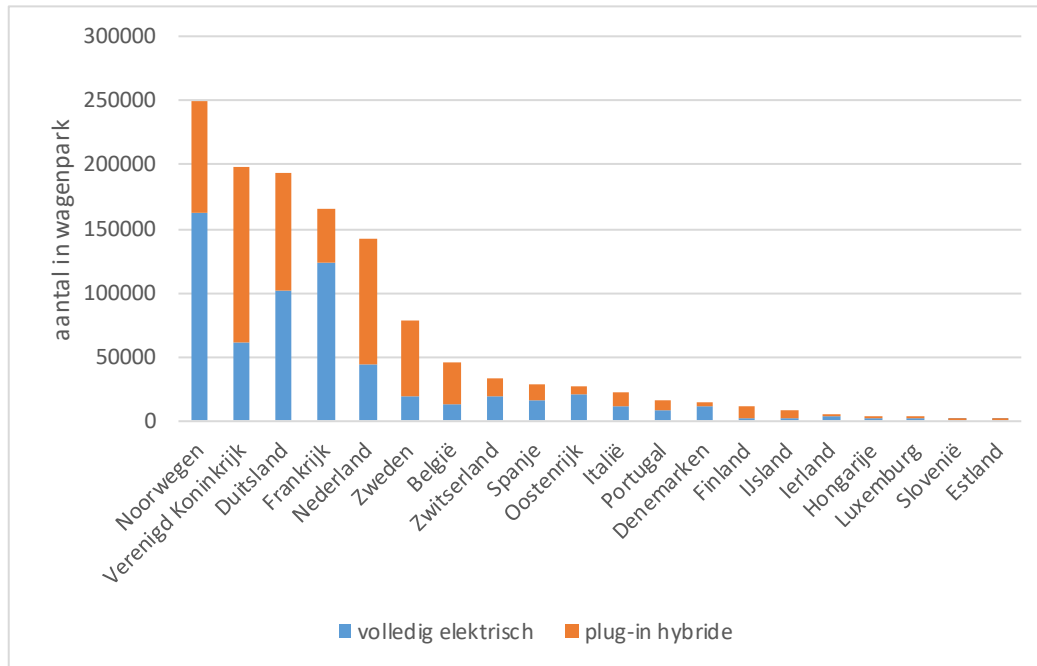
Figuur E5.8.1: Aantal auto's per leeftijd (in jaar) en brandstofsoort in het Nederlandse wagenpark, op 1 januari 2019. Bron: CBS Statline.

- Het totale personenautopark bestaat eind 2018 voor 15% uit dieselauto's en voor 80% uit benzineauto's. De diesels hebben een gemiddelde leeftijd van 8 jaar (berekening KiM op basis van CBS). Dit is drie jaar jonger dan de gemiddelde leeftijd van benzineauto's: 11 jaar. Dat dieselauto's in Nederland relatief jong zijn, komt voornamelijk doordat het hierbij vaak om leaseauto's gaat, die op jonge leeftijd in grote aantallen worden geëxporteerd. De auto's die deels of volledig op elektriciteit rijden – de hybrides, plug-inhybrides en volledig elektrische auto's – vormen eind 2018 3,7% van het totale wagenpark en hebben een gemiddelde leeftijd van 4,5 jaar.
- Aan het aantal jonge dieselauto's in figuur E5.8.1 en aan de verkoopcijfers van dieselauto's (BOVAG RAI, 2019a; 2019b) is te zien dat diesel de laatste jaren aan populariteit heeft ingeboet. In 2018 is de nieuwverkoop van diesels zelfs lager dan ooit in de periode 2010-2018: er werden 57.000 nieuwe dieselauto's verkocht. Dit is drie keer zo weinig als in topjaar 2011, toen er 156.000 nieuwe dieselauto's werden verkocht (te zien in figuur E5.8.1 als 'dieselpiek' bij een autoleeftijd van 7 jaar). Sinds topjaar 2011 zijn de aantallen nieuwe diesels bijna jaar op jaar afgenomen, met alleen in 2015 een kortstondige opleving (BOVAG RAI, 2019a; 2019b). Het aandeel dieselauto's in de nieuwverkoop is in 2018 13%, zes keer zo laag als dat van benzineauto's (75%).
- Ook de populariteit van plug-inhybrides, de auto's die zowel een stekker als een brandstoftank hebben, neemt af. In topjaar 2015 werden er 40.000 verkocht, in 2018 nog maar iets meer dan 3.000 (BOVAG RAI, 2019a; 2019b). Dit heeft te maken met veranderingen in de autofiscaliteit, waardoor plug-inhybrides fiscaal minder aantrekkelijk werden. Het aandeel van hybrides, plug-inhybrides en volledig elektrische auto's in de nieuwverkoop is in 2018 respectievelijk 5,2%, 0,7% en 5,4% (BOVAG RAI, 2019a).
- De ontwikkeling in de samenstelling van het wagenpark sinds 2010 is te vinden in paragraaf 5.7 (*Ontwikkeling samenstelling personenautopark*).

5.9 Nederland in Europa op het gebied van elektrische en plug-inhybrideauto's

Hoofdboodschap

Met in totaal 143.000 elektrische en plug-inhybrideauto's in het personenautopark in 2018 staat Nederland in Europa op de vijfde plaats. Het aandeel van de elektrische auto's in de nieuwverkoop van personenauto's bereikt in 2018 een nieuw Nederlands record van 5,4%. Het aandeel in de nieuwverkoop van elektrische en plug-inhybrideauto's samen was 6%; in Europa staat Nederland hiermee op de vierde plek na Noorwegen (49%), IJsland (19%) en Zweden (8%).



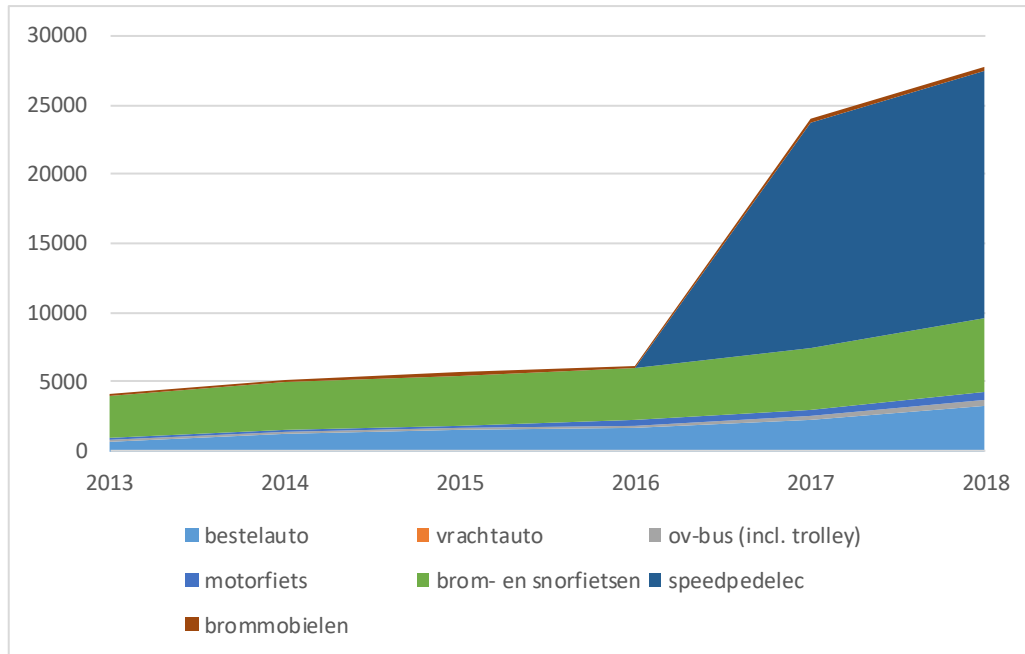
Figuur E5.9.1: Boven: Aantal volledig elektrische en plug-inhybridepersonenauto's in het wagenpark in 2018 binnen de top-20 van EU-28+Noorwegen+Zwitserland+IJsland. Onder: Aandeel van volledig elektrische en plug-inhybridepersonenauto's in de registraties van nieuwe voertuigen in 2018 in deze 20 landen. Bronnen: Eafo (2019), ACEA (2019).

- Nederland heeft in 2018 in Europa op vier landen na (Noorwegen, Verenigd Koninkrijk, Duitsland en Frankrijk) het grootste aantal volledig elektrische en plug-inhybridepersonenauto's in zijn wagenpark. Het verkoopaandeel van nieuwe elektrische en plug-inhybrideauto's is in 2018 alleen in Noorwegen, IJsland en Zweden hoger dan in ons land.
- In 2018 zijn in Nederland 24.000 nieuwe volledig elektrische auto's geregistreerd, een aandeel van 5,4% in de totale nieuwverkoop van personenauto's (444.000) (BOVAG RAI, 2019a). Dit is een grote stijging ten opzichte van de jaren hiervoor. Nog maar twee jaar geleden, in 2016, werd de mijlpaal van 1% nieuwe volledig elektrische auto's bereikt (KiM, 2017). Van het totale Nederlandse personenautopark maken volledig elektrische personenauto's in 2018 0,6% uit (Eafo/ACEA).
- In 2018 zijn ruim 3.100 nieuwe plug-inhybrides geregistreerd; ze hebben hiermee een aandeel van 0,7% in alle nieuwe registraties (BOVAG RAI, 2019a). Plug-inhybrides rijden gemiddeld circa 30% van de afstanden in de elektrische modus en de overige 70% op benzine of diesel (Ligterink & Smokers, 2016). Plug-inhybrides haalden in 2015 onder invloed van een gunstig fiscaal regime, hun top in de nieuwverkoop van personenauto's: 9% van het totaal, voornamelijk gerealiseerd binnen het leasesegment. Met ingang van 2016 trad een fiscale versoering in, met een geringere verkoop van plug-inhybrides als gevolg.

5.10 Andere elektrische wegvoertuigen

Hoofdboodschap

Het aantal elektrische ov-bussen is tussen 2013 en 2018 bijna verzesvoudigd. De aantallen elektrische bestelauto's en motorfietsen zijn sinds 2013 gegroeid met een factor 5. In vergelijking met de elektrische personenauto gaat het hierbij om geringe aantallen.



Figuur E5.10.1: Aantallen elektrische wegvoertuigen anders dan personenauto's, 2013-2018 (2013 is het eerste jaar waarover gegevens bekend zijn). Bron: Nederland Elektrisch (2019).

- Eind 2018 rijden er in Nederland 404 elektrische ov-bussen, inclusief trolleys (Nederland Elektrisch, 2019). Dit is circa 5% van het totale aantal ov-bussen. Hiermee groeide het aantal elektrische ov-bussen met een factor 6 ten opzichte van 2013, toen er 73 dergelijke ov-bussen (inclusief trolleys) in Nederland waren.
- Ook bij andere wegmodaliteiten is het aantal elektrische voertuigen sinds 2013 gegroeid: bij bestelauto's en motorfietsen met een factor 5, bij brom- en snorfietsen met 69%. Sinds 2017 zijn ook de speedpedelecs sterk in opkomst: in twee jaar tijd is hun aantal toegenomen van 0 naar 18.000 (Nederland Elektrisch, 2019).

5.11 Maatschappelijke kosten

Hoofdboodschap

De maatschappelijke milieukosten van verkeer zijn tussen 2010 en 2018 gedaald van 13 miljard naar 11 miljard euro.

	2010			2018		
	laag	midden	hoog	laag	midden	hoog
CO ₂ -eq (feitelijk), tweegradendoel	3,0	4,0	15,0	3,4	4,6	17,1
<i>waarvan zeevaart</i>	0,4	0,5	1,8	0,4	0,5	0,0
NO _x	3,7	5,2	8,1	2,9	4,2	6,5
<i>waarvan zeevaart</i>	1,1	1,6	2,5	1,1	1,5	2,3
PM ₁₀ -verbranding	1,3	1,9	2,9	0,6	0,9	1,4
<i>waarvan zeevaart</i>	0,4	0,6	0,9	0,2	0,3	0,4
PM ₁₀ -slijtage	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
<i>waarvan zeevaart</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NMVOS	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2
<i>waarvan zeevaart</i>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
SO ₂	0,5	0,8	1,2	0,1	0,1	0,2
<i>waarvan zeevaart</i>	0,5	0,7	1,1	0,1	0,1	0,2
Geluid						
<i>wegverkeer</i>	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5
<i>rail, luchtvaart</i>	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Totaal	10,0	13,4	28,9	8,7	11,4	26,9
<i>waarvan zeevaart</i>	2,4	3,4	6,3	1,7	2,4	3,0

Tabel E5.11.1: Maatschappelijke kosten van milieueffecten door verkeer en vervoer in miljard euro, bij alle emissies behalve CO₂ in constante prijzen (prijsspeil 2018). Inclusief luchtvaart in de LTO-fase en zeevaart op het NCP. Bron: KiM, op basis van emissiedata van CBS/Emissieregistratie gecombineerd met milieuprijzen voor NO_x, PM₁₀, NMVOS en SO₂ uit Van Essen et al. (2019), de CO₂-prijs uit CPB en PBL (2016) en geluidsprijzen per modaliteit uit Schroten et al. (2014). De emissiedata voor 2018 zijn voorlopig. De bandbreedte (laag/hoog) voor de milieuprijzen is gebaseerd op De Bruyne et al. (2017).

- De maatschappelijke kosten die gepaard gaan met de milieueffecten door het verkeer, daalden tussen 2010 en 2018 van 13 miljard euro naar 11 miljard euro, een daling van 15%. De maatschappelijke milieukosten kennen een grote onzekerheid.
- Vooral de kosten van luchtvervuiling (NO_x, PM₁₀-verbranding, NMVOS en SO₂) daalden, in lijn met de dalende emissietrends. Zie hiervoor paragraaf 5.1 (*Ontwikkeling emissies verkeer en vervoer*). De kosten van slijtgestof (PM₁₀-slijtage) stegen licht doordat het wegverkeer in omvang toenam en hiermee de slijtage van banden, remmen en wegdek.
- De geluidskosten van het wegverkeer zijn in 2018 vrijwel even hoog als in 2010. Ook de verdeling van de geluidskosten over de verschillende wegmodaliteiten is in beide jaren vrijwel gelijk: personenauto's 39%, bestelauto's 8%, vrachtauto's 16%, bussen 6%, motorfietsen 8% en brommers 24%. Bij de kostenberekening voor geluid hebben we gerekend met gemiddelde kosten per afgelegde afstand (euro/km) van de verschillende wegmodaliteiten. Hierbij is geen rekening gehouden met maatregelen die geluidhinder op specifieke locaties verminderen, zoals woningsisolatie en geluidschermen. De kostenstijging tussen 2010 en 2018 is dan ook uitsluitend een gevolg van de groei van het wegverkeer in deze periode.
- Het begrip 'CO₂-eq (feitelijk)' lichten we toe in bijlage 2 (*Begrippenkader en scope*). De kosten per eenheid emissie zijn te vinden in *Data en Methodieken 'Maatschappelijke milieukosten per eenheid'*. De kosten per eenheid emissie zijn over de jaren heen constant verondersteld (constante prijzen); *alleen CO₂ vormt hierop een uitzondering*.²⁸ Op deze wijze wordt de bijdrage van de verschillende emissies aan de totale milieukosten zichtbaar gemaakt, zonder dat het effect van prijsinflatie het beeld vertroebelt.

²⁸ De CO₂-prijs is constant verondersteld tussen 2010 en 2015, vanaf 2015 geldt een prijsstijging van 3,5% per jaar conform De Bruyne et al. (2017). 2015 is het jaar waarin het Klimaatakkoord van Parijs is gesloten en er mondiaal afspraken zijn gemaakt over het beperken van de mondiale temperatuurstijging tot 2 graden Celsius.

Bronnen hoofdstuk 5

- ACEA (2019). Geraadpleegd via <https://www.acea.be/press-releases/article/passenger-car-registrations-0.1-in-2018-8.4-in-december>
- BOVAG RAI (2019a). *Kerncijfers Auto en Mobiliteit 2019*. Bunnik: Stichting BOVAG-RAI Mobiliteit. Geraadpleegd via <https://raivereniging.nl/artikel/marktinformatie/statistieken/kerncijfers-auto-en-mobiliteit-2019.html>
- BOVAG RAI (2019b). *Mobiliteit in cijfers Auto's 2019-2020*. Bunnik: Stichting BOVAG-RAI Mobiliteit. Geraadpleegd via <https://bovagrai.info/auto/2019/registraties/registraties-verkopen-van-nieuwe-motorvoertuigen/>
- Brink, R. van den & Wee, B. van (2001). Why has car-fleet specific fuel consumption not shown any decrease since 1990? Quantitative analysis of Dutch passenger car-fleet specific fuel consumption. *Transportation Research Part D* 6 (2001), 75-93.
- Bruyne, S. de, Ahdour, S., Bijleveld, M., Graaff, M., Schroten, A., & Vergeer, R. (2017). *Handboek Milieuprijzen 2016*. Delft: CE Delft.
- CBS (2017). Geraadpleegd via <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2016/45/een-op-de-75-kilometer-wordt-gereiden-met-stekkerauto>
- CBS/PBL/RIVM/WUR (2019a). *Vermestende depositie, 1990-2017* (indicator 0189, versie 17, 4 juni 2019). Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen. Geraadpleegd via www.clo.nl.
- CBS/PBL/RIVM/WUR (2019b). *Herkomst vermestende depositie, 2017* (indicator 0507, versie 11, 12 juni 2019). Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen. Geraadpleegd via www.clo.nl.
- CPB/PBL (2016). *WLO-klimaatscenario's en de waardering van CO2-uitstoot in MKBA's*. CPB/PBL Achtergronddocument. Den Haag: Centraal Planbureau/Planbureau voor de Leefomgeving.
- Eafo (2019). Geraadpleegd via <https://www.eafo.eu/vehicles-and-fleet/m1#>
- EC (2019). Webbericht. Geraadpleegd via https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/heavy_en#tab-0-0.
- Essen, H. van & Schroten, A. (2014). *Externe en infrastructuurkosten van verkeer. Een overzicht voor Nederland in 2010*. Delft: CE Delft.
- Essen, H. van, Wijngaarden, L. van, Schroten, A., Bruyn, S. de, Suttler, D., Bieler, C., Maffi, S., Brambilla, M., Fiorello, D., Fermi, F., Parolin, R. & Beuyrouy, K. el (2019). *Handbook on the external costs of transport - Version 2019*. Delft: CE Delft.
- EEA (2019). Geraadpleegd via <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/size-of-the-vehicle-fleet/size-of-the-vehicle-fleet-9>.
- Elstgeest, M., Heijne, V. & Ligterink, N. (2018). *Nederlandse wagenparksamenstelling 2017*. Den Haag: TNO.
- Geilenkirchen, G., Traa, M. & Hoen, M. 't (2017). *Verkeer en vervoer in de nationale energieverkenning 2016*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Heijne, V., Kadijk, G., Ligterink, N., Mark, P. van der, Spreen, J. & Stelwaten, U. (2016). *NOx emissions of fifteen Euro 6 diesel cars: Results of the Dutch LD road vehicle emission testing programme 2016*. Delft: TNO.
- Klein, J. & Geilenkirchen, G. (2016). Emissies stikstofoxiden van dieselauto's. In CBS (2016), *Transport en Mobiliteit 2016* (hoofdstuk 10). Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- Moorman, S. (2015). *De lucht klaren*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.
- NEa (2012). *Naleving jaarverplichting 2011 hernieuwbare energie vervoer en verplichting brandstoffen luchtverontreiniging*. Den Haag: Nederlandse Emissieautoriteit.

NEa (2019). *Rapportage Energie voor Vervoer in Nederland 2018*. Den Haag: Nederlandse Emissieautoriteit.

Nederland Elektrisch (2019). Geraadpleegd via <https://nederlandelektrisch.nl/actueel/verkoopcijfers>.

RIVM (2019). *Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland. Rapportage 2019*. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

RVO (2018). *De milieuprestatie van openbaar vervoer bussen en ontwikkelingen rondom elektrisch openbaar vervoer bussen in Nederland*. Utrecht: Rijksdienst voor ondernemend Nederland.

RVO (2019). *Elektrisch Rijden – Personenauto's en laadpunten, Analyse over 2018*. Utrecht: Rijksdienst voor ondernemend Nederland.

SER (2013). *Energieakkoord voor duurzame groei*. Den Haag: Sociaal-Economische Raad.

Traa, M., Geilenkirchen, G. & Hilbers, H. (2014). *Het kortetermijnramingsmodel voor het bezit en gebruik van personenauto's in Nederland (KOTERPA). Modelbeschrijving*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

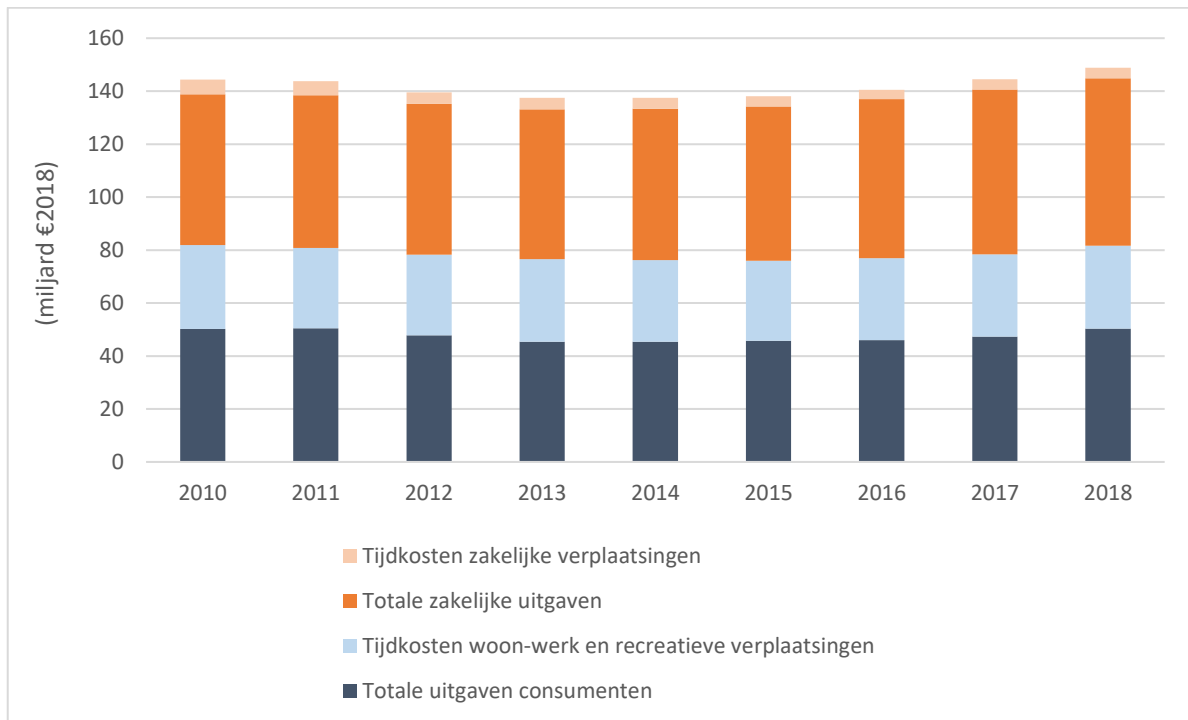
6 Maatschappelijk belang



Maatschappelijk belang

Hoofdboodschap

De tijd en het geld die burgers en bedrijven jaarlijks aan mobiliteit besteden, nemen licht toe



Figuur MB6.1.1. Het maatschappelijk belang van mobiliteit gemeten op basis van uitgaven en bestede tijd (gemonetariseerd) in miljard euro door burgers en bedrijven (in constante prijzen van 2018). Bron: CBS/KiM.

6.1 Ontwikkeling maatschappelijk belang

Het maatschappelijk belang van mobiliteit kan worden uitgedrukt in de besteding van tijd en geld voor de gemaakte verplaatsingen. Burgers en bedrijven hebben er in 2018 149 miljard euro voor over om mobiel te zijn. Alle bedragen in dit hoofdstuk, inclusief dit bedrag, zijn uitgedrukt in constante prijzen met het prijspeil van 2018. Van deze 149 miljard euro betalen burgers en bedrijven bijna 114 miljard euro in de vorm van geld (kosten en uitgaven²⁹ voor verkeer en vervoer) en de rest in de vorm van de tijd om onderweg te zijn (tijdskosten van 35 miljard euro). Deze zogenoemde 'bestedingsbereidheid' voor mobiliteit, in de vorm van geld en tijd, is een graadmeter voor het maatschappelijk belang van mobiliteit (zie 'Berekening maatschappelijk belang'). Het maatschappelijk belang van mobiliteit kan hoger zijn dan dit bedrag, maar niet lager (zie toelichting). Het maatschappelijk belang van mobiliteit bedraagt in 2018 dus minimaal 149 miljard euro.

Terugkijkend over de periode 2010-2018 bevindt het maatschappelijk belang van mobiliteit zich in 2013 en 2014 absoluut gezien op het laagste punt, namelijk 137 miljard euro; dit is 8% lager dan in 2018. Vervolgens is het weer gaan stijgen. In 2018 ligt het maatschappelijk belang 3% boven het niveau van 2010.

Relatief gezien lijkt het maatschappelijk belang van mobiliteit door de jaren licht af te nemen. In 2018 is het maatschappelijk belang van mobiliteit in omvang vergelijkbaar met ongeveer 19% van het bruto binnenlands product (bbp), terwijl dit in de periode 2010-2014 nog 20% was.³⁰

Van het maatschappelijk belang van (minimaal) 149 miljard euro in 2018 wordt ruim 81 miljard euro besteed door burgers en ruim 67 miljard euro door bedrijven.

De 81 miljard euro die burgers uitgeven, is de optelsom van:

- De uitgaven van burgers aan vervoer: circa 50 miljard euro. Deze uitgaven zijn de afgelopen tien jaar relatief constant op 9-10% van de totale consumptieve bestedingen door huishoudens;
- De in geld uitgedrukte tijd waarin zij onderweg zijn met auto, bus, tram, metro en trein: circa 31 miljard euro (zie 'Tijdkosten voor burgers en bedrijven').

²⁹ Niet alle kosten zijn uitgaven. Een uitgave is bijvoorbeeld de prijs die iemand betaalt voor een treinreis of brandstof. Reistijd en de jaarlijkse afschrijvingen aan vrachtwagens zijn bijvoorbeeld wel kosten maar geen uitgaven.

³⁰ Hierbij moet worden opgemerkt dat niet alle bestedingen die in het maatschappelijk belang voor mobiliteit zitten, deel uitmaken van het bbp. Het belangrijkste voorbeeld hiervan zijn de tijdskosten.

Ook met de tijd die een reiziger fietsend of lopend onderweg is, zijn tijdsinvesteringen gemoeid. In 2017 besteedden Nederlanders 2,0 miljard uur aan lopen en fietsen, en 3,4 miljard uur aan verplaatsingen per auto, bus, tram, metro en trein (OVIN, 2017). Voor tijdsinvesteringen voor lopen en fietsen zijn echter geen goede reistijdwaarderingen beschikbaar. Dit betekent dat we niet weten hoeveel geld mensen over hebben voor een uur minder loop- of fietstijd. Door de grote tijdsbestedingen die gemoeid gaan met lopen en fietsen, zou het maatschappelijk belang echter significant toenemen als ook de tijdsbesteding voor lopen en fietsen wordt uitgedrukt in geld.

De 67 miljard euro die Nederlandse bedrijven betalen, is de optelsom van drie componenten:

- Inkoop van transportdiensten: 33,4 miljard euro;
- Additionele kosten (eigen vrachtvervoer, zakelijk bestelverkeer en de auto van de zaak): 29,8 miljard euro;
- Tijdkosten van het zakelijk verkeer per auto en per openbaar vervoer: circa 4,0 miljard euro (zie *'Tijdkosten voor burgers en bedrijven'*).

Toelichting

De kosten en uitgaven die burgers en bedrijven hebben voor mobiliteit (149 miljard euro in 2018) is een ondergrens van het maatschappelijk belang. Als het belang van een verplaatsing geringer zou zijn dan de kosten ervan (inclusief de tijdkosten), zouden burgers en bedrijven immers niet kiezen voor deze verplaatsing dan wel het betreffende transport. Er zijn ook burgers en bedrijven die bereid zijn om meer te betalen voor hun mobiliteit dan de in rekening gebrachte kosten: het consumentensurplus.³¹

³¹ Het consumentensurplus is het verschil tussen de prijs die een consument (burger of bedrijf) bereid is te betalen voor een goed of dienst en de prijs die daadwerkelijk wordt betaald.

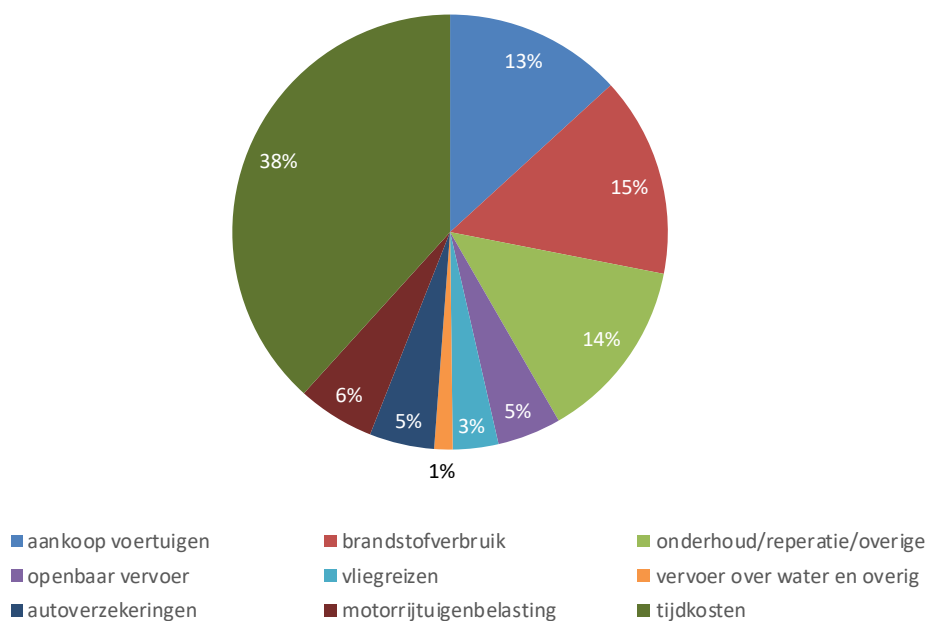
6.2 Verdeling mobiliteitsbestedingen burgers

De totale vervoersuitgaven van huishoudens bedragen in 2018 50 miljard euro. Voor het grootste deel, zo'n 42 miljard euro, gaat het hierbij om consumptieve bestedingen aan vervoer, zoals de aankoop van voertuigen en brandstoffen (CBS, 2019). Zo geven huishoudens in 2018 iets meer uit aan vervoer dan aan recreatie en cultuur (40 miljard euro). Hiernaast hebben huishoudens te maken met uitgaven aan autoverzekeringen (3,9 miljard euro) en motorrijtuigenbelasting (4,7 miljard euro) die samenhangen met vervoer. Bovenop deze uitgaven komen nog de tijdskosten à 31 miljard euro. Dit maakt dat de totale kosten en uitgaven van burgers in 2018 81 miljard euro bedragen. Voor een toelichting op de gebruikte bronnen, zie 'Berekening maatschappelijk belang'.

Figuur MB6.2.1 geeft de verdeling van de mobiliteitsbestedingen over de verschillende posten:

- consumptieve bestedingen (42 miljard euro; 51%), bestaande uit:
 - aankoop voertuigen³² (10,8 miljard euro; 13%);
 - brandstofverbruik (12,1 miljard euro; 15%);
 - onderhoud/reparatie/overig³³ (11,1 miljard euro; 14%);
 - openbaar vervoer (3,9 miljard euro; 5%);
 - vliegreizen (2,8 miljard euro; 3%);
 - vervoer over water en overig (1,1 miljard euro; 1%);
- autoverzekeringen (3,9 miljard euro; 5%);
- motorrijtuigenbelasting (4,7 miljard euro; 6%);
- tijdskosten van auto en openbaar vervoer verplaatsingen (31 miljard euro; 38%).³⁴

De mobiliteitsbestedingen kunnen we ook uitsplitsen per inwoner. Het gaat dan om 4.740 euro per persoon in 2018. Na de correctie voor inflatie geven Nederlanders gemiddeld per persoon 3,5% meer uit aan mobiliteit in 2018 dan in 2017 en 4% minder dan in 2010.



Figuur MB6.2.1. Verdeling van de totale geld- en tijdsbestedingen van Nederlandse burgers aan mobiliteit in Nederland, 2018. Dit is een graadmeter voor het maatschappelijk belang van mobiliteit voor burgers. Bron: CBS, KiM; bewerking KiM.

³² Ook fietsen.

³³ Hieronder vallen ook parkeerkosten.

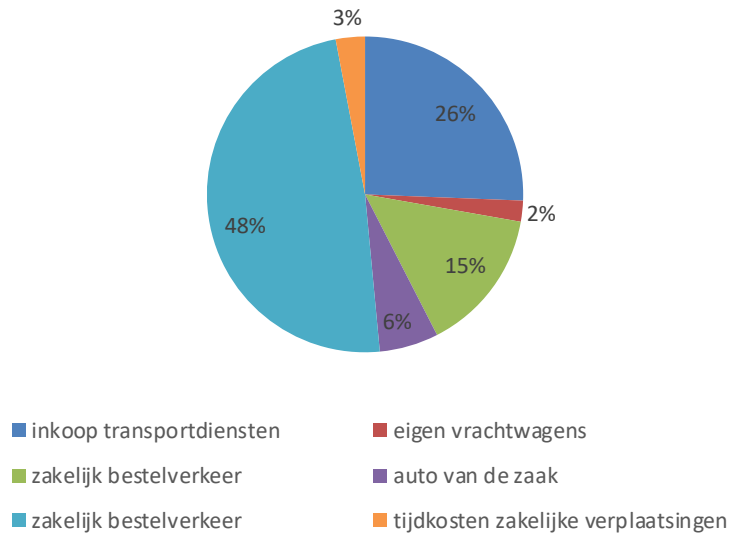
³⁴ Alleen tijdskosten van woon-werk- en overig verkeer met auto en openbaar vervoer, niet van lopen of fietsen.

6.3 Verdeling mobiliteitsbestedingen bedrijven

Figuur MB6.3.1 geeft de verdeling van de totale kosten en uitgaven van bedrijven aan mobiliteit (63 miljard euro), namelijk:

- inkoop transportdiensten (33,4 miljard euro);
- additionele kosten (29,8 miljard euro);
- de tijdskosten van het zakelijk verkeer (3,9 miljard euro).

De additionele kosten die bedrijven maken, betreffen het zogenoemde 'eigen vervoer' door bedrijven met eigen vrachtwagens (deze vrachtwagens zijn eigendom van het bedrijf, niet zijnde een transportbedrijf), de kosten aan vervoer van het zakelijk bestelverkeer en de kosten aan auto's van de zaak, waaronder leaseauto's (ECORYS, 2011). De waarde van deze drie posten bedraagt in 2018 respectievelijk circa 2,8 miljard euro, 19,2 miljard euro en 7,9 miljard euro. Voor een toelichting op de gebruikte bronnen en de gedane aannames, zie 'Berekening maatschappelijk belang'.



Figuur MB6.3.1. Verdeling van totale tijds- en geldbestedingen van Nederlandse bedrijven aan mobiliteit in Nederland, 2018. Dit is een graadmeter voor het maatschappelijk belang van mobiliteit voor bedrijven. Bron: CBS/KiM.

6.4 Tijdskosten voor burgers en bedrijven

Tijdskosten voor burgers

Behalve de concrete uitgaven voor aanschaf, brandstof, onderhoud, autoverzekeringen, motorrijtuigenbelasting, ov-chipkaart en dergelijke, zijn ook de tijdskosten van verplaatsingen een component die moet worden betrokken bij de inschatting van het maatschappelijk belang van mobiliteit.

In 2017 reizen burgers met de auto en het openbaar vervoer circa 7,5 miljard keer voor het woon-werk- en overig³⁵ verkeer, met een totaal tijdsbeslag van circa 3,4 miljard uur. Dit komt overeen met gemiddeld circa 440 verplaatsingen per persoon per jaar en een tijdsinvestering van circa 200 uur per persoon per jaar. Deze tijdsinvestering is ook gebruikt om het maatschappelijk belang voor 2018 te berekenen, omdat recentere data uit ODIN2018 nog niet beschikbaar zijn. Om uit de tijdsinvestering de maatschappelijke waarde (tijdskosten) van de reistijd te bepalen, hebben we de meest recente *values of time* (VoT) gehanteerd (KiM, 2013). Deze VoT of reistijdwaarde is de waarde in geld die personen toekennen aan een marginale reistijdverandering.³⁶ Rekening houdend met de verdeling naar modaliteit (auto, openbaar vervoer³⁷) en reismotief (woon-werk, overig), leidt dit tot een totale waarde van circa 31 miljard euro in 2018; zie tabel MB6.4.1.³⁸ Dit komt overeen met ruim 1.800 euro per inwoner van Nederland per jaar. De hier gebruikte reistijdwaarderingen per vervoerwijze en motief worden beschreven in Data en Methodieken: 'Reistijdwaardering'.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Reisduur (miljard uur)	3,5	3,4	3,4	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4 ^a
Tijdskosten (miljard euro)	31,6	30,3	30,4	31,3	30,8	30,1	30,9	30,9	31,0

^a Reisduren zijn gebaseerd op OViN2017, aangezien ODIN2018 ten tijde van de analyse nog niet beschikbaar was.

Tabel MB6.4.1. Berekening tijdskosten woon-werk- en overig verkeer met auto en ov, 2010-2018 (in miljard euro in constante prijzen met prijspeil 2018). Bron: reisduren op basis van OViN.

Tijdskosten voor bedrijven

Om het maatschappelijk belang van mobiliteit te kunnen inschatten, zijn ook de tijdskosten voor bedrijven van belang. De waarde van ingekochte transportdiensten, eigen vervoer met vrachtwagens en zakelijk bestelverkeer omvat alle tijdskosten die met het vervoer zijn gemoeid. Hiernaast zijn er tijdskosten gemoeid met het zakelijk verkeer per auto en per openbaar vervoer. In 2017 waren er 162 miljoen zakelijke verplaatsingen per auto en per openbaar vervoer, met een totale reisduur van 129 miljoen uur. Om deze uren te waarderen, moeten we ze vermenigvuldigen met de bijbehorende VoT voor het zakelijk motief. Rekening houdend met de verdeling naar vervoerwijze, levert dit een totale waarde op van 3,9 miljard euro in 2018 (zie tabel MB6.4.2). De gebruikte reistijdwaarderingen per vervoerwijze en motief worden beschreven in Data en Methodieken: 'Reistijdwaardering'.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Reisduur (miljoen uur)	178	168	139	138	132	125	112	129	129 ^a
Tijdskosten (miljard euro)	5,6	5,2	4,4	4,3	4,1	3,9	3,5	3,9	3,9

^a Reisduren zijn gebaseerd op OViN2017, aangezien ODIN2018 ten tijde van de analyse nog niet beschikbaar was.

Tabel MB6.4.2. Berekening tijdskosten zakelijk verkeer per auto en ov, 2010-2018 (in miljard euro in constante prijzen met prijspeil 2018). Bron: reisduren op basis van OViN.

³⁵ Overig verkeer bestaat uit: verkeer voor de motieven winkelen, onderwijs, visite en ander sociaal-recreatief verkeer.

³⁶ Het KiM veronderstelt in dit geval dat elk uur van de totale reistijd per jaar dezelfde waarde heeft als een marginale reistijdverandering van een uur. Hoewel dit niet helemaal correct is, is een betere benadering niet beschikbaar.

³⁷ Voor andere vervoerwijzen zijn geen tijdwaarderingen beschikbaar. De raming van de totale tijdskosten is dus een ondergrens.

³⁸ De gemiddelde waardering voor het vermijden van reistijd varieert in principe over de ruimte, de tijd van de dag en voor het doel van de reis. In deze berekening hebben we aangenomen dat dit voor de hele dag gelijk is, maar maken we wel een uitsplitsing voor een aantal hoofdmotieven.

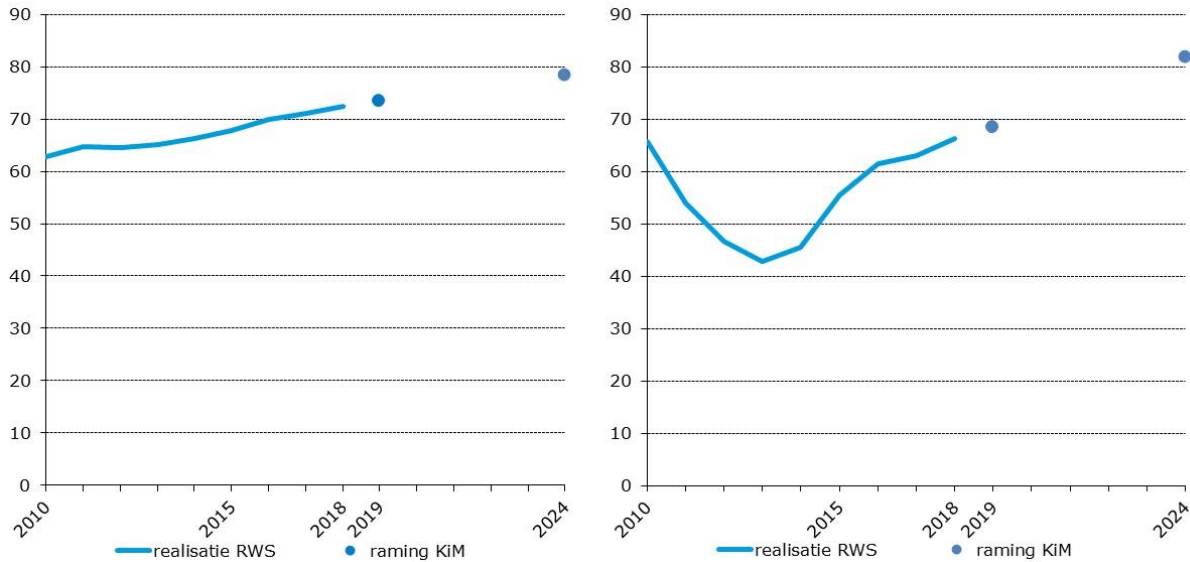
7 Toekomstbeeld 2019-2024



7.1 Wegverkeer

Hoofdboodschap

Wegverkeer groeit gestaag en reistijdverlies loopt verder op.



Figuur 7.1.1: Ontwikkeling van het verkeersvolume (in miljard voertuigkm - links) en van het reistijdverlies (in miljoen voertuigverliesuur - rechts) op het hoofdwegennet op de middellange termijn. Bron: Rijkswaterstaat/KiM.

7.1.1 Verwachtingen voor het wegverkeer

- Eind augustus 2019 is het verkeersvolume op het hoofdwegennet 0,7% hoger dan eind 2018 en het congestieniveau 1,8% hoger. Op basis van deze ontwikkeling raamt het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) de totale toename van het wegverkeer op het hoofdwegennet in 2019 op 1,4% en die van de voertuigverliesuren op 3,2%. Doordat het reistijdverlies sneller stijgt dan het verkeersvolume op het hoofdwegennet, zal het relatieve reistijdverlies (in uur/km) in 2019 naar verwachting toenemen met 1,8% ten opzichte van 2018.
- Voor de totale periode 2019-2024 verwachten we een groei van 8% van het wegverkeersvolume op het hoofdwegennet en van 5% voor het totale wegverkeer op Nederlands grondgebied. Deze groei wordt veroorzaakt door, in volgorde van belangrijkheid: de economische groei, het groeiende aantal inwoners en de wegcapaciteit. De stijgende reële brandstofprijzen drukken de groei van het verkeersvolume.
- Een uitbreiding van de wegcapaciteit zal de verwachte groei van 8% van het wegverkeer op het hoofdwegennet slechts gedeeltelijk opvangen. Het totale reistijdverlies op het hoofdwegennet zal hierdoor in 2024 naar verwachting zijn toegenomen met 23% in vergelijking met 2018. Het reistijdverlies per afgelegde kilometer op het hoofdwegennet zal in 2024 zijn toegenomen met 14% ten opzichte van 2018.
- De middellangetermijnramingen voor het volume van het wegverkeer hebben we opgesteld met behulp van een error-correctiemodel. De congestieramingen, op basis van een toedeling van het verkeersvolume voor het jaar 2024 aan het hoofdwegennet, zijn opgesteld door 4Cast in opdracht van RWS (RWS, 2019a). Een toelichting op de methodiek en de aannames is te vinden in de bijlage 'MLT-model voor het wegverkeer'.
- Deze ramingen voor de toekomst zijn per definitie onzeker. Een eerste vorm van onzekerheid zit in de raming van de verklarende variabelen, zoals economische ontwikkeling en brandstofprijzen. Deze vorm van onzekerheid hebben we niet gekwantificeerd. Een tweede vorm van onzekerheid zit in het gebruikte model. Deze onzekerheid leidt er toe dat het 90%-betrouwbaarheidsinterval voor de groei van het totale wegverkeer in de periode 2018-2024 tussen de 4% en 6% bedraagt en voor die van het wegverkeer op het hoofdwegennet tussen de 7% en 9%. De toelichting op de berekening van de betrouwbaarheidsintervallen staat in 'MLT-model voor het wegverkeer'.

- Voor het reistijdverlies op het hoofdwegennet is een dergelijke gevoeligheidsanalyse niet beschikbaar. De onzekerheid zal hier groter zijn dan bij het verkeersvolume omdat hier zowel de onzekerheid van de ontwikkeling van het verkeersvolume een rol speelt als de onzekerheid van de schatting van het reistijdverlies.

7.1.2 Toelichting verwachtingen voor het wegverkeer

De groeiverwachting voor het wegverkeer en de congestie in 2019 is gebaseerd op de ontwikkeling in de eerste acht maanden van 2019 (RWS, 2019b). Voor de groeiverwachting van het wegverkeer in de jaren 2020 tot en met 2024 hebben we de resultaten gebruikt van het middellangetermijnmodel (MLT-model) voor het wegverkeer van het KiM (zie bijlage ‘MLT-model voor het wegverkeer’). De verwachting voor de ontwikkeling van de congestie tot en met 2024 is het resultaat van een netwerktoedeling van de door ons verwachte omvang van het wegverkeer in 2024. Deze netwerktoedeling is gemaakt door 4Cast in opdracht van RWS (4Cast, 2019).

Voor de toekomststraming gebruiken we projecties (zie tabel 7.1.1) van de verklarende variabelen:

- De ontwikkeling van de brandstofprijs en het bruto binnenlands product (bbp) is gebaseerd op de projectie van de Klimaat- en Energieverkenning van het PBL (PBL, 2019).
- De capaciteitsvariabele is gebaseerd op de ontwikkeling van de rijstrooklengte van het hoofdwegennet. Deze projectie komt uit het laatst vastgestelde Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport (MIRT2019; MinlenW, 2018). De lengte van spits- en doelgroepstroken tellen we niet volledig mee maar voor slechts twee derde.
- De bevolkingsomvang in de leeftijd van 20-65 jaar komt uit de jaarlijkse langetermijnbevolkingsprognose (de meest waarschijnlijke toekomstige ontwikkeling van de Nederlandse bevolking) naar leeftijd en geslacht (CBS, 2018).

	bron	2018	2019	2024	2024 2018=100
Bevolking 20-65 jaar (in miljoen)	CBS	10,131	10,178	10,245	101
Capaciteit HWN (rijstrookkm)	KiM	13.810	13.882	14.370	104
		% mutatie per jaar		2019-2024	
Bruto binnenlands product	PBL	2,6	1,5	1,4	109
Reële gemiddelde brandstofprijs	PBL	5,1	0,6	1,4	109

Tabel 7.1.1: Aannames voor de verklarende variabelen³⁹, 2018-2024. Bron: PBL/KiM.

De resultaten voor de trendprognose van de totale verkeersprestatie, de verkeersprestatie en het reistijdverlies op het hoofdwegennet staan in tabel 7.1.2.

	bron	2018	2019	2019-2024	2024 2018=100
		% mutatie per jaar			
Wegverkeer totaal (afstand)	KiM	2,5	1,4	0,8	105
Wegverkeer HWN (afstand)	KiM	1,9	1,4	1,3	108
Reistijdverlies HWN (uur)	RWS	5,1	3,2	3,6	123

Tabel 7.1.2: Ontwikkeling van het wegverkeer en de congestie, 2018-2024. Bron: KiM/RWS.

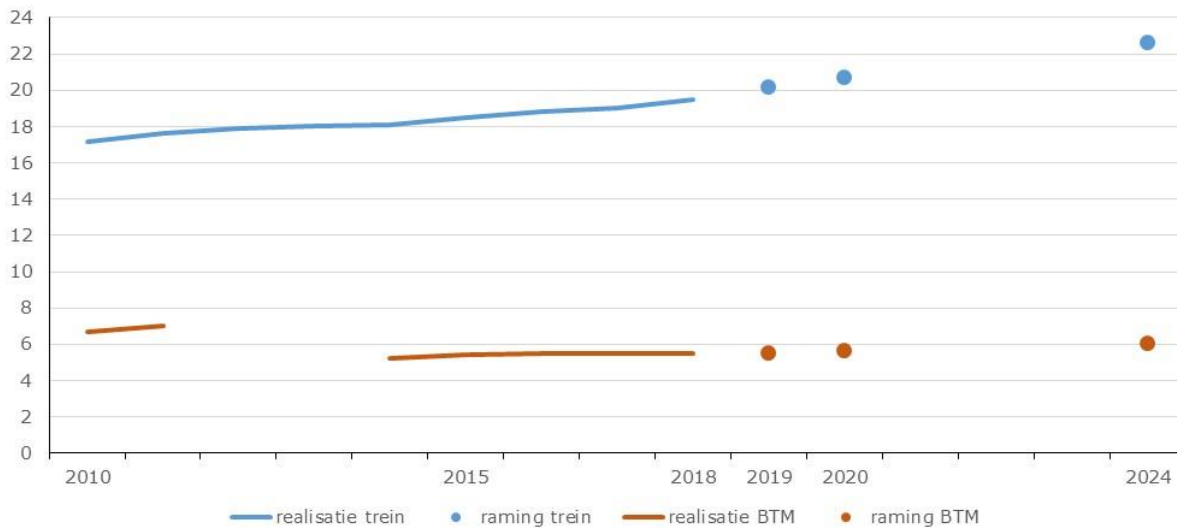
De verwachting is dat de verkeersprestatie op het hoofdwegennet (8%) aanzienlijk sneller groeit dan de totale verkeersprestatie op Nederlands grondgebied (5%). Dit betekent dat het aandeel verkeer op het hoofdwegennet naar verwachting zal stijgen van 51% in 2018 naar 53% in 2024.

³⁹ De uitgangspunten voor de omgevingsontwikkeling tot en met 2024 zijn iets anders dan die waarvan het KiM eerder uitging in de *Trendprognose wegverkeer 2019-2024 voor RWS* (Knoope & Francke, 2019).

7.2 Openbaar vervoer

Hoofdboodschap

Het treingebruik groeit verder.



Figuur 7.2.1: Ontwikkeling van het gebruik van bus, tram en metro (btm) en treingebruik (in miljard reizigerskm) in de nabije toekomst.

7.2.1 Verwachtingen voor het openbaar vervoer

- In de eerste helft van 2019 stijgt het treingebruik (in reizigerskm) bij NS met 4,6% ten opzichte van dezelfde periode in het voorgaande jaar. Het KiM verwacht dat de afgelegde afstand op het spoor in de tweede helft van 2019 iets minder sterk zal toenemen dan in de eerste helft. We ramen de groei van de afgelegde afstand per spoor voor het gehele jaar 2019 daarom op 3,6%.
- De afgelegde afstand met bus, tram en metro (btm) neemt in 2019 naar verwachting toe met 0,7%. Omdat we deze verwachting niet kunnen ramen op basis van al bekende ontwikkelingen van bus, tram en metro in 2019, doen we dit met een elasticiteitenmodel dat is afgeleid uit het Landelijk Model Systeem (LMS) en dat ook wordt gebruikt om de ontwikkelingen in het openbaar vervoer te verklaren (zie bijlage 'Verklaring van het bus, tram, metro - en treingebruik'). Dit elasticiteitenmodel gebruiken we ook voor de raming van de met het openbaar vervoer afgelegde afstand in 2020 en 2024.
- In 2020 groeit de afstand die reizigers afleggen met de trein en met bus, tram en metro met respectievelijk 2,6% en 2,0%.
- Het gebruik van de trein groeit tussen 2018 en 2024 naar verwachting met 16%. Deze groei wordt vooral veroorzaakt door, in volgorde van belangrijkheid: een stijging van het reële inkomen, de bevolkingsgroei en een betere kwaliteit van het treinproduct.
- Het gebruik van bus, tram en metro groeit tussen 2018 en 2024 naar verwachting met 10%. Deze groei komt, net zoals bij de trein, vooral door een stijging van het reële inkomen, een groeiende bevolking en kwaliteitsverbeteringen van het openbaar vervoer. De groei van het btm-gebruik is lager dan die van het treingebruik, onder andere doordat kwaliteitsverbeteringen minder bijdragen aan de groei. Het autobezit is een iets minder belangrijke factor in het elasticiteitenmodel, waarbij een toename van het autobezit een sterker drukkend effect op heeft op het btm-gebruik dan op het treingebruik.
- Deze ramingen voor de toekomst zijn per definitie onzeker, waardoor de feitelijke ontwikkeling meerdere %-punten hoger of lager kan uitvallen. Doordat de ramingen zijn opgesteld met een elasticiteitenmodel dat is afgeleid van het LMS, is het niet mogelijk om rond de verwachting een bandbreedte te kwantificeren. Wel zijn er

verschillende onderzoeken uitgevoerd die inzicht geven in de onzekerheid van LMS-ramingen (De Jong et al., 2005; Significance, 2019c).

Toelichting verwachtingen voor het openbaar vervoer

- De toekomstraming is gebaseerd op een elasticiteitenmodel. De elasticiteiten uit dit model zijn bepaald door voor een aantal jaren in het verleden met het Landelijk Model Systeem (LMS) een simulatie uit te voeren voor het openbaar vervoer. Een dergelijke simulatie wordt ook wel een 'backcast' genoemd (zie bijlage 'Verklaring van het bus, tram, metro - en treingebruik'). Voor een tiental verklarende factoren hebben we in de backcast afzonderlijke elasticiteiten bepaald voor de verandering van het trein- en btm-gebruik.
- In Tabel 7.2.1 en Tabel 7.2.2 staan de verklarende factoren en de bijbehorende elasticiteiten voor trein- respectievelijk btm-gebruik. Een inkomenselasticiteit van bijvoorbeeld 0,65 betekent dat de afgelegde afstand op het spoor met 0,65% groeit als het inkomen (de verklarende variabele) met 1% groeit.
- De elasticiteiten die zijn gebruikt om de toekomst te ramen, zijn gebaseerd op de periode 2004-2014. Het is echter onzeker in hoeverre de verbanden uit het verleden ook geldig zijn voor de toekomst. Hiernaast zijn de ramingen onzeker omdat ook de toekomstraming voor de verklarende variabelen onzeker is; denk aan de economische groei, de brandstofprijzen en de kwaliteitsverbetering van het openbaar vervoer. Deze twee vormen van onzekerheid maken dat de toekomstramingen meerdere %-punten hoger of lager kunnen uitvallen.
- Voor het treingebruik nemen we de voor het lopende jaar verwachte groei (3,6%) mee in de toekomstraming. De groei van 12% tussen 2020 en 2024 is bepaald met behulp van elasticiteiten. Deze twee waarden samen leiden tot een groei van het treingebruik met 16% voor de periode 2019-2024. Voor het btm-gebruik is de groei voor de gehele periode 2019-2024 geraamd met behulp van het elasticiteitenmodel. Deze andere periode verklaart het verschil in parameterontwikkeling tussen de tabellen 7.2.1 en 7.2.2.
- Voor de trein wordt de verwachte groei van de afgelegde afstand vooral veroorzaakt door de inkomensgroei, de toename van de bevolking en de betere treinkwaliteit. Verder leiden ook het grotere aantal files, de hogere brandstofkosten, een grotere werkgelegenheid en een groeiend aantal Schipholpassagiers naar verwachting tot een iets hoger treingebruik. Het aantal Schipholpassagiers is een verklarende factor, omdat de trein een belangrijke rol speelt in het voor- en natransport van de luchthaven Schiphol. Een groter aantal Schipholpassagiers (3,6%) leidt hierdoor tot een toename van het treingebruik. De groei van het treingebruik wordt naar verwachting getemperd door het hogere autobezit en een iets lager aantal studenten.
- Voor bus, tram en metro wordt de verwachte groei in de afgelegde afstand bepaald door, in volgorde van belangrijkheid: de toename van het reële inkomen, de bevolkingsgroei en een kwaliteitsverbetering van het openbaar vervoer. Hiernaast leiden ook meer files, hogere brandstofkosten, een grotere werkgelegenheid en een groeiend aantal Schipholpassagiers tot een iets hoger geraamd btm-gebruik. Ook het btm-gebruik wordt beïnvloed door de groei van het voor- en natransport van Schiphol, maar in minder mate dan het treingebruik. Het btm-gebruik wordt getemperd door de naar verwachting stijgende tarieven, het hogere autobezit en een iets lager aantal studenten.
- De middellangetermijnramingen voor het openbaar vervoer zijn opgesteld met behulp van elasticiteiten die zijn afgeleid uit drie modelruns van het LMS. Een toelichting op deze methodiek en de aannames is te vinden in de bijlage 'Methodiek toekomstraming trein en btm'.

Tabel 7.2.1: LMS-elasticiteiten en de ontwikkeling van de verklarende factoren van het treingebruik (in reizigerskm), in 2020-2024.

	Parameterontwikkeling	Elasticiteiten	Effect
Studenten	-1,1%	0,23	-0,3%
Inwoners	2,2%	1,38	3,0%
Banen	0,6%	0,29	0,2%
Inkomen	7,5%	0,65	4,8%
Autobezit	5,5%	-0,02	-0,1%
Schipholpassagiers	3,6%	0,05	0,2%
Congestie	20%	0,03	0,6%
Brandstofkosten	4,7%	0,11	0,5%
Treintarief	0,0%	-0,63	0,0%
Treinkwaliteit	n.a.	n.a.	2,7%
Totaal	n.a.	n.a.	12,1%

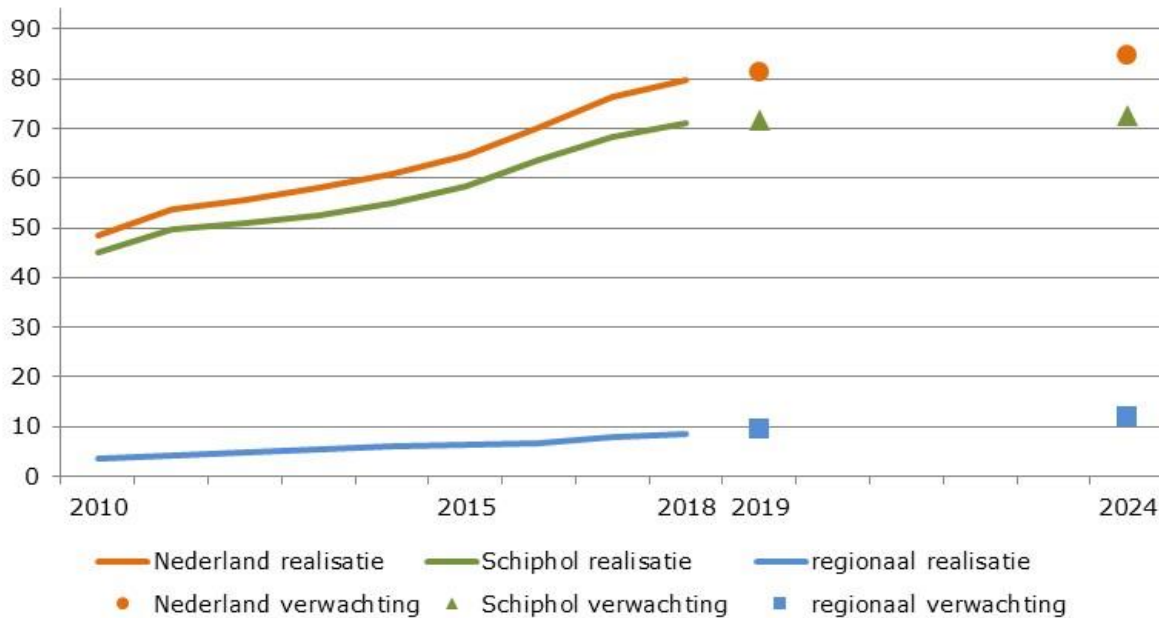
Tabel 7.2.2: LMS-elasticiteiten en de ontwikkeling van de verklarende factoren van btm-gebruik (in reizigerskm), in 2019-2024.

	Parameterontwikkeling	Elasticiteiten	Effect
Studenten	-1,2%	0,30	-0,4%
Inwoners	2,8%	2,15	6,1%
Banen	1,6%	0,11	0,2%
Inkomen	9,2%	0,69	6,3%
Autobezit	7,5%	-0,18	-1,3%
Schipholpassagiers	4,6%	0,02	0,1%
Congestie	23%	0,02	0,4%
Brandstofkosten	4,2%	0,07	0,3%
Btm-tarief	4,2%	-0,43	-1,8%
Ov-kwaliteit	n.a.	n.a.	1,1%
Totaal	n.a.	n.a.	10,2%

7.3 Luchtvaart

Hoofdboodschap

Capaciteitsrestricties remmen de groei van de luchtvaart.



Figuur 7.3.1.

Verwachte ontwikkeling van het aantal passagiers (in miljard reizigersbewegingen) op vliegvelden in Nederland.

Bron: CBS/KiM/Significance.

7.3.1 Verwachtingen voor de luchtvaart

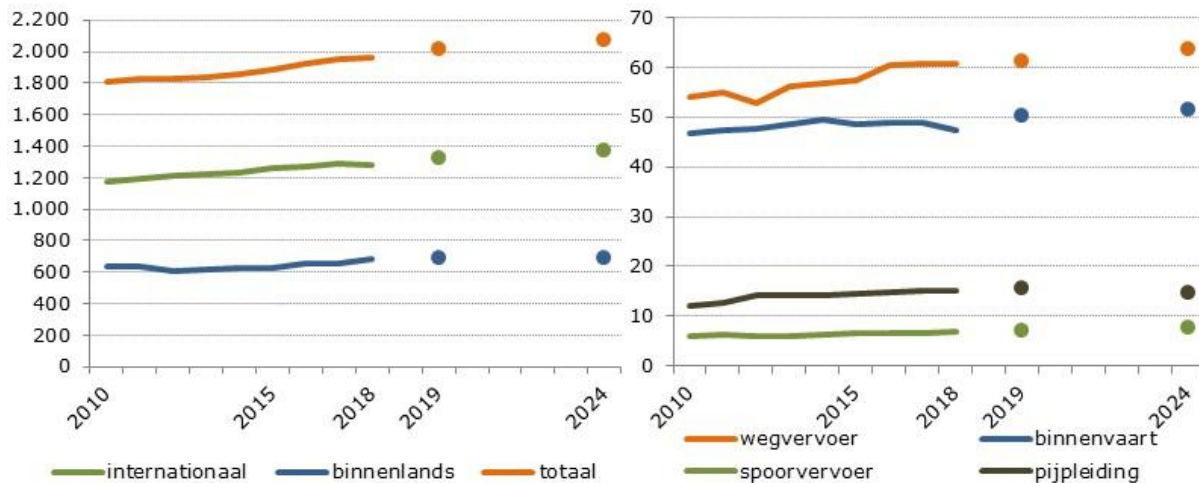
- De passagiersgroei op de Nederlandse luchthavens neemt af. Dit blijkt wanneer we het aantal reizigersbewegingen op de vliegvelden in de eerste zeven maanden van 2019 vergelijken met die in de voorgaande jaren. Naar verwachting groeit het aantal passagiers op Schiphol over heel 2019 met 1,2%. Dit betekent dat het aantal passagiers eind 2019 71,8 miljoen bedraagt. Voor 2019 wordt voor de regionale luchthavens een groei verwacht van 9%, namelijk tot 9,4 miljoen passagiers. Het totaal aantal passagiers op de Nederlandse luchthavens komt daarmee in 2019 op 81,2 miljoen.
- Tussen 2019 en 2024 neemt het aantal passagiers voor alle Nederlandse luchthavens naar verwachting toe tot 84,7 miljoen in 2024; dit is een toename van 3,5 miljoen passagiers. De regionale luchthavens nemen het grootste deel van deze toename voor hun rekening. Het aantal passagiers op de regionale luchthavens (inclusief Lelystad) zal in 2024 zijn toegenomen tot 11,9 miljoen.

- Schiphol heeft de capaciteitsrestrictie van maximaal 500.000 vluchten per jaar bijna bereikt. Het aantal passagiersbewegingen tot 2024 kan hierdoor alleen nog iets toenemen als er per vlucht meer passagiers worden vervoerd. Voor 2024 worden voor Schiphol 72,7 miljoen passagiers verwacht.
- Deze verwachtingen zijn opgesteld met het AEOLUS-model (Significance, 2019a) in opdracht van het KiM voor het Mobiliteitsbeeld en van het PBL voor de Klimaat- en Energieverkenning (PBL, 2019). De prognosemethodiek houdt rekening met de capaciteitsrestricties op de luchthavens. Zonder restricties zal het aantal vluchten op Schiphol en Eindhoven in 2024 naar verwachting ruim boven het huidige capaciteitsplafond van 500.000 respectievelijk 43.000 uitkomen. Zonder restricties kan het aantal passagiers in 2024 10 miljoen hoger uitkomen. Een deel van deze niet-geacommodeerde vraag naar luchtreizen op Schiphol wordt opgevangen met de openstelling van vliegveld Lelystad. Bovendien is de verwachting dat het aantal passagiers per vlucht toeneemt door een gecombineerd effect van een hogere bezettingsgraad, meer stoelen in hetzelfde vliegtuigtype en de inzet van grotere vliegtuigen.
- Deze ramingen voor de toekomst zijn per definitie onzeker vanwege de onzekerheden in het AEOLUS-model en de onzekerheid in de aannames over de toekomstige ontwikkeling van de verklarende variabelen. Het is op dit moment niet mogelijk om een bandbreedte aan te geven rond de raming als gevolg van deze verschillende toekomstonzekerheden. De feitelijke ontwikkeling kan door deze onzekerheden meerdere %-punten hoger of lager uitvallen.

7.4 Goederenvervoer

Hoofdboodschap

Groei goederenvervoer onder druk in onzekere tijden



Figuur 7.4.1:

Ontwikkeling goederenvervoer (totaal vervoerd gewicht van weg, binnenvaart, spoor, pijpleiding, zeevaart en luchtvaart) per stroom (links, in miljoen ton) en per vervoerwijze (rechts, in miljard ladingtonkm) op Nederlands grondgebied. Bron: CBS/Significance/KiM.

7.4.1 Verwachtingen voor de luchtvaart

- Het KiM verwacht voor de periode 2019-2024 dat in het binnenlands goederenvervoer het vervoerd gewicht groeit met gemiddeld 0,3% per jaar. Voor het internationale vervoer zal deze groei gemiddeld 1,1% per jaar bedragen. Dit resulteert in een totale toename van het binnenlands en internationaal goederenvervoer met respectievelijk 2% en 7% procent tussen 2018 en 2024.
- De verwachting is dat in de periode 2019 en 2024 de vervoersprestatie in ladingtonkilometers bij het spoorvervoer het sterkst zal groeien, namelijk met gemiddeld 1,6% per jaar. Het wegvervoer groeit met gemiddeld 0,8% per jaar en de binnenvaart met gemiddeld 1,4% per jaar. Voor het internationale pijpleidingvervoer, dat vooral bestaat uit aardgas en aardolie(producten), verwachten we een daling van gemiddeld 0,5% per jaar, als gevolg van de energietransitie en de afbouw van de aardgaswinning.
- De overslag in de Nederlandse zeehavens is in het eerste halfjaar van 2019 gestegen met 4% in vergelijking met het eerste halfjaar van 2018. Voor het gehele jaar 2019 verwachten we een toename van de zeehavenoverslag met 3% en voor de gehele periode 2019-2024 een toename met 6%.
- In de eerste zeven maanden van 2019 is de luchtvracht op Schiphol gedaald met bijna 9% in vergelijking met dezelfde periode in 2018. Een klein deel van deze luchtvracht is verplaatst naar Maastricht, waar de overslag 6% hoger is dan in 2018. Voor het gehele jaar 2019 verwachten we een daling van 7% in de overslag op de Nederlandse luchthavens. Als er op Schiphol weer wat ruimte komt door de voorgenomen openstelling van Lelystad Airport, kan de luchtvracht er weer wat toenemen. Voor de gehele periode 2019-2024 verwachten we een totale groei van de luchthavenoverslag van 6%.

- De verwachtingen voor de ontwikkeling in 2019 zijn afgeleid uit de gegevens over het eerste halfjaar van 2019, voor zover beschikbaar bij het CBS en de havenbedrijven (zeehavenoverslag).
- De groeiverwachtingen voor de periode 2020-2024 zijn opgesteld met het BASGOED-model en het AEOLUS-model (Significance, 2019b en 2019a), in opdracht van het KiM voor het Mobiliteitsbeeld en van het PBL voor de Klimaat- en Energieverkenning.
- Deze ramingen voor de toekomst zijn per definitie onzeker vanwege de onzekerheden in het AEOLUS- respectievelijk BASGOED-model en de onzekerheid in de aannames over de toekomstige ontwikkeling van de verklarende variabelen. Het is op dit moment niet mogelijk om een bandbreedte aan te geven rond de raming als gevolg van deze verschillende toekomstonzekerheden. De feitelijke ontwikkeling kan door deze onzekerheden meerdere %-punten hoger of lager uitvallen.

Bronnen hoofdstuk 7

4Cast (2019). *Methodiek congestieramingen MLT 2019 HWN*. Leiden: 4Cast.

CBS (2018). *Prognose bevolking; geslacht en leeftijd, 2018-2060*. Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek.

Geraadpleegd via

<http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=84345NED&D1=2&D2=0&D3=a&HD=190408-1359&HDR=T&STB=G1,G2n>

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.

MinlenW (2018). *Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport 2019*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Geraadpleegd via: <https://www.mirtoverzicht.nl/mirt-overzicht>

Knoope, M. & Francke, J. (2019). *Trendprognose wegverkeer 2019-2024 voor RWS*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

PBL (2019). *Klimaat- en Energieverkenning*. Den Haag: Planbureau van de Leefomgeving.

RWS (2019a). *Congestieraming MLT 2019 HWN*. Den Haag: Rijkswaterstaat.

RWS (2019b). *2e Rapportage Rijkswegennet 2019*. Den Haag: Rijkswaterstaat.

Significance (2019a). *AEOLUS berekening t.b.v. KEV 2019 en MoBiBe 2019*. Den Haag: Significance.

Significance (2019b). *BASGOED runs KEV 2019*. Den Haag: Significance.

Significance (2019c). *Backcast LMS*. Rapport voor Rijkswaterstaat WVL. Den Haag: Significance.

8 Data en Methodieken

8.1 Personenvervoer

8.1.1 Methodiek decompositie-analyse

Verandering naar drie componenten

Om de ontwikkelingen in het vervoerwijzegebruik nader te duiden, hebben we deze op basis van een zogenoemde decompositie-analyse uiteengelegd in de componenten 'meer mensen', 'vaker' en 'verder'. Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) gebruikt deze analysemethode om de ontwikkelingen in de mobiliteit te verklaren. De decompositie-analyse rafelt de groei van de mobiliteit uiteen in drie componenten:

1. 'Meer mensen': door de bevolkingsgroei neemt het aantal mensen dat verplaatsingen maakt toe;
2. 'Vaker': per persoon maken Nederlanders voor een activiteit gemiddeld vaker een verplaatsing. Dit effect kan op drie manieren ontstaan:
 - een groter deel van de bevolking neemt deel aan een activiteit;
 - een individu neemt vaker deel aan een activiteit;
 - iemand kiest er vaker voor om met een bepaald vervoermiddel naar een activiteit te gaan; het totale aantal reizen voor deze activiteit neemt dus toe.
3. 'Verder': per verplaatsing legt een reiziger meer kilometers af. Een voorbeeld: doordat werknemers steeds verder van hun werk wonen, neemt per werkende de gemiddelde reisafstand voor woon-werkverkeer toe.

Toelichting op methodiek en componenten

De groei van het autogebruik of van andere modaliteiten wordt uitgedrukt in de groei van het aantal afgelegde kilometers. Deze groei wordt bepaald op basis van cijfers uit het Onderzoek Verplaatsingen in Nederland (OVIN), 2010-2017. Vervolgens wordt de afzonderlijke bijdrage van de drie bovengenoemde componenten bepaald.

Het aantal kilometers in jaar t is:

$$(1) \quad km_t = \frac{km_t}{vpl_t} \times \frac{vpl_t}{inw_t} \times inw_t$$

Het aantal kilometers in jaar t wordt dus bepaald door de verplaatsingsafstand (km/vpl) te vermenigvuldigen met het aantal verplaatsingen per inwoners (vpl/inw) en het aantal inwoners (inw).

De groei van het aantal kilometers, uitgedrukt in de verhouding van de kilometrages in eindjaar $t=2$ en beginjaar $t=1$, wordt dan:

$$(2) \quad \frac{km_2}{km_1} = \frac{\frac{km_2}{vpl_2} \frac{vpl_2}{inw_2} inw_2}{\frac{km_1}{vpl_1} \frac{vpl_1}{inw_1} inw_1}$$

De verplaatsingsafstand (km/vpl), de verplaatsingsfrequentie (vpl/inw) en het aantal inwoners (inw) veranderen van jaar tot jaar en vormen daarmee de basis voor de afleiding van de gewenste componenten.

1. Veranderingen in de demografie (component 'meer')

De demografische bijdrage aan de groei van de mobiliteit wordt berekend onder de aanname dat alleen de bevolking verandert. Oftewel, wat zou de groei zijn geweest als de verplaatsingsafstand en -frequentie niet wijzigen? Met deze aanname wordt het aantal kilometers in jaar 2 als volgt berekend:

$$(3) \quad km_2^{meer} = \frac{inw_2}{inw_1} \times km_1$$

Voor de bijdrage van de component 'meer' aan de groei van het aantal kilometers geldt dan:

$$(4) \quad \Delta km^{meer} = km_2^{meer} - km_1 = \frac{inw_2}{inw_1} km_1 - km_1 = \left(\frac{inw_2}{inw_1} - 1 \right) km_1$$

2. Veranderingen in de verplaatsingsfrequentie (component 'vaker')

Op analoge wijze wordt de extra bijdrage door de verandering van de verplaatsingsfrequentie berekend. Vergelijking (2) wordt dan:

$$(5) \quad \frac{km_2^{meer+vaker}}{km_1} = \frac{\frac{vpl_2}{inw_2} inw_2}{\frac{vpl_1}{inw_1} inw_1}$$

Omdat in (5) ook de verandering van het aantal inwoners wordt meegenomen, moet hier nog voor worden gecorrigeerd. Daarmee wordt de – extra – bijdrage aan het kilometersverschil van de component 'vaker':

$$(6) \quad \Delta km^{vaker} = km_2^{meer+vaker} - km_2^{meer} = \frac{\frac{vpl_2}{inw_2} inw_2}{\frac{vpl_1}{inw_1} inw_1} km_1 - \frac{inw_2}{inw_1} km_1 = \left(\frac{vpl_2}{vpl_1} - \frac{inw_2}{inw_1} \right) km_1$$

3. Veranderingen in de afgelegde afstanden (component 'verder')

Op analoge wijze wordt de extra bijdrage van de verandering van de verplaatsingsafstand bepaald door:

$$(7) \quad km_2^{meer+vaker+verder} - km_2^{meer+vaker}$$

Omdat volgens vergelijking (2) $km_2^{meer+vaker+verder}$ gelijk is aan het uiteindelijke aantal kilometers in jaar 2, wordt dit vereenvoudigd tot:

$$(8) \quad km_2 - km_2^{meer+vaker} = \frac{km_2}{vpl_1} \frac{vpl_2}{inw_1} \frac{inw_2}{inw_1} km_1 - \frac{vpl_2}{vpl_1} \frac{inw_2}{inw_1} km_1 = \left(\frac{km_2}{km_1} - \frac{vpl_2}{vpl_1} \right) km_1$$

Het kilometersverschil tussen begin- en eindjaar ($km_2 - km_1$) kan nu worden uitgedrukt in de gewenste decompositie, als de som van de vergelijkingen (4), (6) en (8):

$$(9) \quad km_2 - km_1 = \left(\frac{km_2}{km_1} - \frac{vpl_2}{vpl_1} \right) km_1 + \left(\frac{vpl_2}{vpl_1} - \frac{inw_2}{inw_1} \right) km_1 + \left(\frac{inw_2}{inw_1} - 1 \right) km_1$$

Disaggregatie naar deelsegmenten

Om de decompositie volgens vergelijking (9) te kunnen berekenen zijn gegevens nodig over het aantal kilometers, het aantal verplaatsingen en het aantal inwoners in het beginjaar en in het eindjaar. Hierbij kunnen landelijke of regionale totaalcijfers worden gebruikt, bijvoorbeeld voor de fietsmobiliteit of voor de automobiliteit.

Een decompositie waarin rekening wordt gehouden met deelsegmenten, kan behoorlijk afwijken van een decompositie waarin alleen naar de totaalcijfers wordt gekeken. Dit komt doordat ontwikkelingen van deelsegmenten zeer sterk uiteenlopen. Illustratief zijn de verschillen tussen jongere en oudere leeftijdsgroepen, die zowel een verschillende ontwikkeling kennen in het mobiliteitsgedrag (componenten 'verder' en 'vaker') als in de demografische ontwikkeling (component 'meer'). Ook uiteenlopende ontwikkelingen van de verschillende reismotieven tussen leeftijdsgroepen kunnen dit effect veroorzaken. Hetzelfde geldt voor verschillen tussen gebieden of steden.

8.1.2 Nabewerking CBS-Mobiliteitstrends

Inleiding

Met ingang van 2019 gebruikt het KiM trendreeksen van de mobiliteit die gemaakt zijn door het CBS. De CBS-trends zijn gebaseerd op gegevens van de verplaatsingsonderzoeken OVG, MON en OViN⁴⁰ over de periode 1999 tot en met 2017. Informatie over het door het CBS gebruikte trendmodel, inclusief een beknopte samenvatting, zal op korte termijn op CBS StatLine verschijnen.

Bij de opzet van het CBS-model is uitgegaan van de eerder door het KiM gebruikte indelingen naar vervoerwijze, motief, leeftijdsklasse en geslacht. Om complicaties tijdens het modelbouwproces te voorkomen heeft het KiM in overleg met het CBS besloten om een aantal motieven en leeftijdsklassen samen te voegen:

- De motieven Vrijetijd en Overig in het CBS-model zijn samengevoegd tot het motief genaamd *Other*.
- De leeftijdsklassen 18-24 jaar en 25-29 jaar zijn samengevoegd tot de leeftijdsklasse 18-29 jaar.
- De leeftijdsklasse 60-64 jaar is opgegaan in de leeftijdsklasse 60-69 jaar. Dit houdt tevens in dat de eerder door het KiM gehanteerde leeftijdsklasse 65 jaar en ouder in het CBS-model verdeeld is over de leeftijdsklassen 60-69 jaar en 70 jaar en ouder.

Bijlage 1 geeft een overzicht van de door het KiM en door het CBS gebruikte klassenindelingen.

Het KiM gebruikt de resultaten van het CBS-trendmodel onder andere voor toepassing van de KiM-decompositiemethodiek (KiM, 2019). De nauwkeurigheid van de decomposities neemt toe met de fijnheid van de klassenindelingen van leeftijd en motief. Daarom wil het KiM kunnen beschikken over de motieven Vrijetijd en Overig en de leeftijdsklassen 18-24, 25-29, 60-64 en 65-69 jaar. Daarom zijn de resultaten van het CBS-trendmodel door het KiM nabewerkt, waarbij het samengevoegde motief *Other* en de samengevoegde leeftijdsklassen 18-29 jaar en 60-69 jaar zijn gesplitst in de door KiM gewenste motieven en leeftijdsklassen. Door deze splitsingen neemt het aantal leeftijdsklassen toe van 9 tot 11 en het aantal motieven van 4 naar 5 (zie bijlage 1).

De nabewerking is gedaan voor zowel het aantal ritten en als voor de ritafstand.

De uit de OVG-, MON- en OViN-bestanden afgeleide aandelen zijn niet geschikt voor directe toepassing vanwege de aanwezigheid van twee methodebreuken. Het gaat om de methodebreuken ten gevolge van de overgang van OVG naar MON in 2004 en de overgang van MON naar OViN in 2010. De aandelen zijn alleen praktisch bruikbaar na correctie voor deze methodebreuken. Voor een betrouwbare methodebreukcorrectie is de inzet van modellen nodig.

Daarnaast vertonen veel van de aandelenreeksen een niet-lineair verloop in de tijd. De te gebruiken modellen moeten dus ook niet-lineaire verlopen in de tijd kunnen schatten.

In het onderstaande wordt de aanpak van de nabewerking van de resultaten van het CBS-trendmodel beschreven en worden de daarbij gebruikte modellen gespecificeerd en toegelicht. Hierbij wordt regelmatig Engelse statistische terminologie gebruikt, bij gebrek aan gangbaar Nederlands jargon.

⁴⁰ Tot en met 2003: Onderzoek VerplaatsingsGedrag (OVG). Van 2004 tot en met 2009: MobiliteitsOnderzoek Nederland (MON). Van 2010 tot en met 2017: Onderzoek Verplaatsingen in Nederland (OViN).

Aanpak van de nabewerking

Voor de splitsing van de resultaten van het CBS-trendmodel wordt gebruikt gemaakt van de aandelen van de twee samenstellende KiM-delen binnen de te splitsen leeftijds- of motiefklasse⁴¹. De benodigde gegevens om de aandelen te bepalen kunnen eenvoudig uit de OVG-, MON- en OVIIn-verplaatsingsenquêtes worden afgeleid door aggregatie over de juiste klassencombinaties. De aandelen worden vervolgens vermenigvuldigd met de resultaten van het CBS-trendmodel voor de te splitsen leeftijds- of motiefklasse.

De splitsingen van het aantal ritten kunnen als volgt in formulevorm worden uitgedrukt. Splitsing van het aantal ritten van leeftijdsklasse 18-29 jaar:

$$\begin{aligned} ritaantal_{18-24}^{KiM} &= ritaandeel_{18-24 \text{ in } 18-29}^{ovg-mon-ovin} * ritaantal_{18-29}^{CBS} \\ ritaantal_{25-29}^{KiM} &= ritaandeel_{25-29 \text{ in } 18-29}^{ovg-mon-ovin} * ritaantal_{18-29}^{CBS} \end{aligned}$$

Splitsing van het aantal ritten van leeftijdsklasse 60-69 jaar:

$$\begin{aligned} ritaantal_{60-64}^{KiM} &= ritaandeel_{60-64 \text{ in } 60-69}^{ovg-mon-ovin} * ritaantal_{60-69}^{CBS} \\ ritaantal_{65-69}^{KiM} &= ritaandeel_{65-69 \text{ in } 60-69}^{ovg-mon-ovin} * ritaantal_{60-69}^{CBS} \end{aligned}$$

En splitsing van het aantal ritten van motief *Other*:

$$\begin{aligned} ritaantal_{vrijetijd}^{KiM} &= ritaandeel_{vrijetijd \text{ in } Other}^{ovg-mon-ovin} * ritaantal_{Other}^{CBS} \\ ritaantal_{overig}^{KiM} &= ritaandeel_{overig \text{ in } Other}^{ovg-mon-ovin} * ritaantal_{Other}^{CBS} \end{aligned}$$

Omdat per splitsing de som van de twee ritaandelen gelijk is aan 1, is de som van de twee ritaantallen links van het gelijkteken exact gelijk aan de - opgesplitste - CBS-ritaantallen (de laatste term in de formules).

Voor ritafstanden worden op dezelfde manier drie splitsingen uitgevoerd.

Omdat de som van de aandelen per splitsing 1 is, hoeft slechts één van de aandelen gemodelleerd te worden. Gekozen is voor het modelleren van de aandelen van:

- 1) De leeftijdsklasse 18-24 jaar binnen de leeftijdsklasse 18-29 jaar⁴²,
- 2) De leeftijdsklasse 60-64 jaar binnen de leeftijdsklasse 60-69 jaar,
- 3) Het motief Vrijetijd binnen het motief *Other*.

Het uiteindelijke aantal modellen is zes omdat bovenstaande drie modellen toegepast worden voor zowel ritten als ritafstanden.

De groepsindelingen van de te modelleren aandelenreeksen is afhankelijk van de volgorde van de nabewerking van de CBS-resultaten. Het gaat om de vraag of eerst de leeftijdsklassen gesplitst worden en daarna het motief *Other*, of eerst het motief *Other* en daarna de leeftijdsklassen.

⁴¹ De aandelen worden bij de splitsing van een leeftijdsklasse bepaald voor elke combinatie van geslacht, vervoerwijze en motief, en bij de motiefsplitsing voor elke combinatie van geslacht, vervoerwijze en leeftijdsklasse. De aandelen worden uiteraard per jaar bepaald.

⁴² Het aandeel van de leeftijdsklasse 25-29 jaar binnen de leeftijdsklasse 18-29 jaar kan eenvoudig worden afgeleid door het aandeel van de (gemodelleerde) leeftijdsklasse 18-24 jaar binnen de leeftijdsklasse 18-29 jaar van de waarde 1 af te trekken (omdat de som van beide aandelen 1 is). Volgens hetzelfde principe kunnen de aandelen worden afgeleid van de leeftijdsklasse 65-69 jaar binnen de leeftijdsklasse 60-69 jaar en van het motief Overig binnen het motief *Other*.

De eerstgenoemde verwerkingsvolgorde (eerst de leeftijdsklassen) is uiteindelijk gebruikt omdat deze tot betere resultaten leidt.

Bij de gekozen verwerkingsvolgorde horen de volgende groepsindelingen:

- De splitsing van de leeftijdsklassen wordt uitgevoerd voor 56 aandelenreeksen; voor alle combinaties van 7 vervoerwijzen, 4 motieven en twee geslachten.
- De splitsing van motief *Other* wordt uitgevoerd voor 150 aandelenreeksen; voor alle combinaties van 7 vervoerwijzen, 11 leeftijdsklassen en twee geslachten (de 4 combinaties van de twee geslachten en de leeftijdsklassen 0-5 en 6-11 jaar voor vervoerwijze Autobestuurder ontbreken).

Vanwege de invloed van de steekproefruis, in combinatie met de aanwezigheid van twee methodebreuken, niet-lineaire verlopen in de tijd en de relatief korte reekslengte, is aparte modellering van elk van de in totaal 206 aandelenreeksen verre van optimaal. Voor een effectieve modellering is een modelprincipe nodig waarmee de gemeenschappelijkheden tussen de verschillende reeksen benut kunnen worden om de destabiliserende invloed van de steekproefruis te verminderen; dat wil zeggen, om te voorkomen dat de steekproefruis een ongewenst grote en nadelige invloed heeft op de schattingen van de tijdverlopen en de methodebreuken. Er is voor gekozen om hiërarchische modellen⁴³ te gebruiken, die voor dit doel zeer geschikt zijn.

Modellering

De aandelenreeksen zijn gemodelleerd met het statistische programma R (R Core Team, 2018). Daarbij is gewerkt met de (hiërarchische) gegeneraliseerde additieve modellen van het R-pakket *mgcv* (Wood, 2017). Dit type modellen biedt een flexibele vorm van multi-pele regressie waarbij regressierelaties zo nodig als niet-lineair kunnen worden geschat. Deze flexibiliteit is nodig omdat veel van de te modelleren aandelenreeksen niet-lineair zijn.

Het R-pakket *mgcv* biedt tevens de gewenste mogelijkheid om gemeenschappelijkheden binnen en tussen groepen te benutten.

Daarnaast biedt het pakket de mogelijkheid om de invloed van de steekproefruis extra te beperken door het gebruik van zogenaamde *random effects* componenten. Dit zijn componenten waarvan de te schatten coëfficiënten zelf worden gemodelleerd (de term hiërarchisch duidt op een extra modelleerlaag). De te schatten coëfficiënten (bijvoorbeeld methodebreuken) binnen een bepaalde groep (bijvoorbeeld vervoerwijzen) worden gemodelleerd met een (normale) verdeling waarvan gemiddelde en spreiding worden geschat op basis van de beschikbare gegevens. De coëfficiënten van de afzonderlijke vervoerwijzen worden daardoor naar hun gemeenschappelijke gemiddelde "getrokken"⁴⁴. Dit leidt potentieel tot betrouwbaardere coëfficiëntschattingen.

Random effects componenten zijn gebruikt voor het modelleren van methodebreuken en korte termijn (jaar-op-jaar) variaties.

Componenten waarvan de coëfficiënten niet gemodelleerd worden maar direct geschat, zoals in "klassieke" regressiemodellen, worden in het vervolg *fixed effects* componenten genoemd.

Pedersen et al. (2019) geven een relatief beknopte en toegankelijke uitleg van het gebruik van het *mgcv*-pakket die goed aansluit op de voor de nabewerking van de resultaten van het CBS-trendmodel gebruikte *mgcv*-modellen.

In de volgende paragraaf wordt ingegaan op het modelbouwproces.

⁴³ Hiërarchische modellen staan ook bekend onder vele andere namen, waaronder "multilevel modellen" of "mixed effects modellen".

⁴⁴ Dit principe staat ook bekend als *shrinkage*, (Efron & Morris, 1977) of als *partial pooling*, zie o.a. Gelman & Hill, (2007).

Technische beschrijving van de aanpak van de modellering

Het modelbouwproces bestaat per model uit het bepalen van de combinatie van modelcomponenten inclusief de instelling van de bijbehorende componentopties waarvoor het model de aandelenreeksen het “best⁴⁵” beschrijft.

Voor de samenstelling van een model zijn in het R-pakket *mgcv* de volgende soorten modelcomponenten beschikbaar:

- Intercepts, die de gemiddelde ligging van de te modelleren aandelenreeksen bepalen. Deze componenten kunnen als *fixed effects* of als *random effects* worden gespecificeerd.
- Lineaire componenten voor de beschrijving van lineaire verlopen in de tijd⁴⁶.
- Componenten voor modellering van de methodebreuken in 2004 en 2010. Deze componenten kunnen als *fixed effects* of als *random effects* worden gespecificeerd.
- Componenten die niet-lineaire verlopen in de tijd kunnen beschrijven (“*smoothers*”). Het *mgcv*-pakket bevat vele opties voor deze *smoothers*. Enkele hiervan zijn:
 - o Het type *smoother*⁴⁷.
 - o De groep(en) waarvoor een bepaald type *smoother* wordt toegepast. Bijvoorbeeld op de alle leeftijdsklassen.
 - o Diverse opties om de mate van grilligheid van de geschatte niet-lineaire tijdverlopen te controleren. De *default*-optie is dat voor elk tijdverloop afzonderlijk (bijvoorbeeld elke leeftijdsklasse) een zogenaamde grilligheids-*penalty* wordt bepaald, met behulp van een ingebouwd automatisch optimalisatieproces. Deze *penalty* zorgt ervoor dat het niet-lineaire tijdverloop niet te grillig wordt geschat. In situaties waarin een verloop in de tijd (bij benadering) lineair is, wordt met behulp van dit automatische proces een niet van lineair te onderscheiden verloop geschat. Andere opties bieden de mogelijkheid om aan alle tijdverlopen binnen een bepaalde groep een gemeenschappelijke grilligheids-*penalty* op te leggen. Ook is het mogelijk om een gemeenschappelijk grilligheids-*penalty* toe te kennen aan twee of meerdere *smoother*-componenten (bijvoorbeeld elk met een andere groep, bijvoorbeeld een *smoother* voor alle vervoerwijzen en een *smoother* voor alle motieven).
- *Random-effects* componenten. Deze componenten zijn interessant voor de modellering van methodebreuken omdat ze de mogelijkheid bieden om de nadelige effecten van steekproefruis in zeker mate te dempen. Daarmee kan de kans op over- of onderschatting van de methodebreuken worden verkleind.

⁴⁵ Het “best” wil zeggen: plausibel én goed bij de data passend. Het doel van onderhavige modellering is beschrijvend, niet verklarend.

⁴⁶ Of eventueel lineaire regressiecomponenten. Regressie op weervariabelen is bijvoorbeeld niet effectief gebleken.

⁴⁷ Het gaat overwegend om verschillende soorten splines (Wood, 2017).

- Ruiscomponenten in de vorm van *random-effects*.
Random effects ruis componenten gebruiken een groepsindeling die een combinatie is van een bepaalde groep (bijvoorbeeld vervoerwijze) en de afzonderlijke jaren. Hiermee worden per jaar de - binnen die groep gedeelde - ruisachtige jaar-op-jaar-fluctuaties gemodelleerd. Het meenemen van ruiscomponenten kan de kwaliteit van de schattingen van de andere componenten (zoals methodebreuken en *smoothers*) verbeteren⁴⁸.

Alle soorten componenten kunnen meerdere keren in een model worden opgenomen, bijvoorbeeld met verschillende groepen. Deze groepen kunnen bestaan uit de basisgroepen (vervoerwijze, motief, leeftijdsklasse en geslacht) of uit combinaties van deze basisgroepen (bijvoorbeeld de combinatie van geslacht en vervoerwijze, of de combinatie van alle groepen).

Vanwege de vele keuzemogelijkheden is de modeloptimalisatie een intensief iteratief proces, waarbij vele modelvarianten met elkaar moeten worden vergeleken.

Bij het beoordelen en vergelijken van modelvarianten zijn onder andere de volgende hulpmiddelen gebruikt.

- Modeldiagnostische informatie over de verdeling van de modelresiduen (de verschillen tussen waarnemingen en modelschattingen).
- Kwantitatieve modelkeuzecriteria, zoals het Aikake Informatie Criterium (AIC)⁴⁹, en de root mean square error (RMSE).

Een bepalend onderdeel van het modelbouwproces vormt het onderzoeken van patronen in de modelresiduen. Dit geeft aanwijzingen over mogelijke richtingen voor modelverbetering.

Bij sommige modelbeoordelingen of modelvergelijkingen is een intensieve visuele inspectie van de modelschattingen en de modelresiduen nodig op het niveau van de afzonderlijke aandelenreeksen, waarbij ook RMSE-waarden op dit niveau worden gebruikt.

Bij twijfel zijn aandelenreeksen die zijn afgeleid uit de voorheen door KiM geproduceerde KiM-trends als referentie gebruikt⁵⁰.

Daarnaast kan beoordeling van de plausibiliteit van de schattingen aanleiding geven tot modelaanpassingen⁵¹.

⁴⁸ Het onderhavige model richt zich op het modelleren van de (middel)langetermijnontwikkelingen die voor de KiM-decompositie van belang zijn. Door het model geschatte kortetermijneffecten (op een schaal van 1 à 2 jaar) kunnen vanuit die optiek als "ruis" worden gezien, maar het zijn wel schattingen van "echte" effecten.

⁴⁹ Het Akaike Informatie Criterium (AIC) is een relatieve maat, alleen geschikt voor modelvergelijking. Een model met een "betere" (= lagere) AIC-waarde past in statistische zin beter bij de gegevens, maar is niet per se plausibeler (Spanos, 2006). Vaak vertonen modelvarianten met een opvallend lage AIC-waarden tekenen van *overfitting* (bijvoorbeeld in de vorm van te grillige tijdverlopen of te grote methodebreuken). Een voorbeeld uit het modelbouwproces betreft een model met veel overschatte methodebreuken en daaraan gekoppelde implausibele tijdverlopen met een veel lagere AIC-waarde dan een plausibeler model met een goede balans tussen methodebreuken en tijdverlopen.

⁵⁰ Het gebruik van de KiM-trends als referentie wordt verantwoord door hun grote overeenkomst met de CBS-trends. De vergelijkbaarheid wordt uiteraard beperkt door de verschillen in motiefsamenstelling (bijvoorbeeld werkgerelateerd versus woon-werk) en leeftijdsgroepen (bijvoorbeeld 0-5 en 6-11 jaar versus 0-11 jaar en 65+ jaar versus 70+ jaar), zie bijlage 1. De vergelijkbaarheid wordt beperkt doordat de CBS-trends zijn geschat tot en met 2017 en de KiM-trends tot en met 2016. Door het ontbreken van het jaar 2017 zijn de KiM-trends onvolledig en minder betrouwbaar aan het eind van de aandelenreeksen die tot en met 2017 lopen. De KiM-trends zijn gemodelleerd op basis van gegevens vanaf 1994 waardoor de KiM-trends aan het begin (1999) van de aandelenreeksen betrouwbaarder zijn.

⁵¹ Voorbeelden van implausibele uitkomsten die tot modelverbetering nopen zijn situaties waarbij de methodebreukschattingen voor de jongere leeftijdsklassen (tot 11 jaar) grote verschillen vertonen, of zelfs tegengestelde tekens hebben. Het is plausibel dat de methodebreuken van deze groepen een grote overeenkomst vertonen. Dit wordt bevestigd met de resultaten van het CBS-trendmodel en die van de eerder door het KiM uitgevoerde trendmodelleringen.

Een belangrijk onderdeel van het modelbouwproces is het zoeken van een balans tussen tijdverlopen en methodebreukcomponenten⁵².

Bij het beoordelen en vergelijken van modelvarianten komt het voor dat modelaanpassingen een tegengesteld effect hebben op bepaalde vervoerwijzen of leeftijdsklassen. Daarom moeten prioriteiten worden gesteld.

Bij het maken van modelkeuzes is nadruk gelegd op de optimalisering van de resultaten voor de vervoerwijzen Autobestuurder, Autopassagier, Fietsen en Lopen, onder voorwaarde dat de resultaten voor de vervoerwijzen Trein, BTM en Overige acceptabel zijn.

Het leggen van nadruk op de auto (Autobestuurder en Autopassagier) en de *active modes* (Fiets en Lopen) wordt bemoeilijkt doordat sommige modelaanpassingen de resultaten voor de auto verbeteren en de resultaten voor de *active modes* verslechteren, of omgekeerd. Zeker in dit soort gevallen is een modelvergelijking op detailniveau nodig om te kunnen beoordelen welke modelaanpassingen in aanmerking komen om de resultaten voor zowel de auto als de *active modes* te verbeteren.

Het probleem van tegengestelde invloeden van modelaanpassingen doet zich soms ook voor bij jongere tegenover oudere leeftijdsklassen.

In de volgende paragraaf worden de modellen die uit het modelbouwproces komen gepresenteerd en toegelicht.

⁵² Een methodebreukcomponent kan bijvoorbeeld ongunstig interacteren met een *smooth*-trendcomponent. Ook de beide methodebreuken - in 2004 en 2010 - kunnen onderling een versturende wisselwerking vertonen.

Resultaten

De uit het modelbouwproces resulterende zes modellen worden samengevat in tabel 1. Ter toelichting van de inhoud van tabel 1 worden in het volgende als voorbeeld de modelcomponenten besproken van het model voor de splitsing van de ritaantallen van de leeftijdsklasse 60-69 jaar. Dit gebeurt aan de hand van de volgende R-code waarmee dit model wordt uitgevoerd.

```
Model_rit_60-64 =  
bam(arit60_64_lgt ~  
offset(a60_64_lgt) +  
geslachtF*kmotiefF*krvmF*jaar +  
s(brkO, by = geslachtF, bs="re") +  
s(brkO, by = krvmF, bs="re") +  
s(brkO, by = kmotiefF, bs="re") +  
s(jaar, by = krvmF) +  
s(jaar, by = kmotiefF, id=0) +  
s(jaar, by = geslachtF, id=0) +  
s(jaar, by = idF, bs="ts", m=2) +  
s(vjF, bs="re", by = dum) +  
s(mjF, bs="re", by = dum) +  
s(gjF, bs="re", by = dum) +  
data = data1, weights = N, discrete=TRUE)
```

De onderdelen van deze modelformulering worden hieronder toegelicht.

Model_rit_60-64

Dit is het modelobject waar het geschatte model in wordt vastgelegd. Dit object wordt gebruikt voor het genereren van modeluitvoer.

bam()

Dit is de gebruikte mgcv-functie. De bam-functie is aanzienlijk sneller dan de standaard gam-functie (Wood, 2017).

arit60_64_lgt

arit60_64_lgt is de afhankelijke variabele, in dit geval het logit-getransformeerde⁵³ aandeel ritten van de leeftijdsklasse 60-64 jaar in de leeftijdsklasse 60-69 jaar. In de nabewerking van de modeluitvoer worden de uitkomsten weer naar aandelen terugvertaald door een inverse logit-transformatie.

a60_64_lgt

a60_64_lgt is het bevolkingsaandeel van de 60-64 jarigen binnen de groep van de 60-69-jarigen (zoals beschikbaar op CBS StatLine). Dit is een aandeel waarvan mag worden aangenomen dat het tijdverloop ervan een grote overeenkomst vertoont met dat van de afhankelijke variabele arit60_64_lgt (het ritaandeel van de leeftijdsklasse 60-64 jaar binnen de leeftijdsklasse 60-69 jaar).

offset (a60_64_lgt)

Deze modelcomponent geeft aan dat de bevolkingsaandelen (a60_64_lgt, zie boven) met een vaste regressiecoëfficiënt van 1 in het model wordt meegenomen. Er wordt dus geen regressiecoëfficiënt geschat. De overige modelcomponenten, waarvan de coëfficiënten wel worden geschat, beschrijven

⁵³ De logit-transformatie van een aandeel p luidt: $\text{logit}(p) = \ln(p/(1-p))$.

daarom het verschil tussen het tijdverloop van de ritaandelen (arit60_64_lgt) en het tijdverloop van de bevolkingsaandelen (a60_64_lgt).

Omdat het tijdverloop van de ritaandelen veel overeenkomst vertoont met het tijdverloop van de ritafstandaandelen wordt bij de modellering van het verloop van de ritafstandaandelen de modeluitvoer van de ritaandelen als *offset* gebruikt. De modelcomponenten van het model voor de ritafstandaandelen modelleren dus het verschil met de eerder geschatte rittenaandelen. Hierbij wordt de “gladde” modeluitvoer van het model voor de rittenaandelen gebruikt. Dat wil zeggen de modeluitvoer zonder de ruiscomponenten en gecorrigeerd voor methodebreuken.

geslachtF*kmotiefF*krvmF*jaar⁵⁴

Dit is een *fixed effects* component die een specificatie geeft van intercepts (het gemiddelde niveau) en lineaire trends naar geslacht, motief en vervoerwijze inclusief alle interacties (Wood, 2017).

s(brkO, by = groep, bs="re")

Het gebruik van de term *bs = "re"* specificiert een *random effects* component, in dit geval voor de methodebreuk in 2010 (de overgang naar OViN). Voor deze methodebreuk wordt de variabele *brkO* gebruikt (zie voor meer informatie het variabelenoverzicht na tabel 1).

Als groepen zijn in het model in dit voorbeeld de basisgroepen geslacht, kmotief en *krvm* gebruikt.

s(jaar,)

Deze component specificiert *smoothers* die een niet-lineair verloop over de jaren beschrijven. De mate van “gladheid” van het geschatte verloop wordt automatisch gecontroleerd door een ingebouwde automatische optimalisatieprocedure, die een zogenaamde grilligheids-*penalty* bepaalt. Daarmee wordt voorkomen dat het verloop te grillig (*overfitten*) of te glad (*onderfitten*) wordt geschat.

De volgende *smoother*-opties zijn van belang.

- *s(jaar, ... m = 1)* *m* geeft aan op welke afgeleide de grilligheids-*penalty* wordt toegepast (de *default* optie is *m = 2*).
- *s(jaar, ... bs = "smoother-type")*. De “*bs =*” term specificiert het type *smoother*. De *default*-optie is *bs = "tp"*, de *thin plate spline*. Er zijn vele *spline*-types beschikbaar, zie Wood (2017) voor meer informatie.

s(jaar, by = groep)

Deze aanroep specificiert dat voor elk klasse binnen de betreffende groep (bijvoorbeeld vervoerwijzen) een tijdverloop wordt geschat, waarbij voor elke klasse een eigen grilligheids-*penalty* wordt bepaald. De volgende varianten van deze aanroep bieden de mogelijkheid om eventuele gedeelde eigenschappen (bijvoorbeeld een vergelijkbare mate van gladheid) van de verschillende tijdverlopen binnen een groep of tussen verschillende groepen te gebruiken om de betrouwbaarheid van de modelschattingen te verbeteren:

- De opties *s(jaar, by = groep, id = 0)* en *s(jaar, by = groep, bs = "fs")* specificeren een gemeenschappelijke grilligheids-*penalty* voor alle klassen binnen de groep.
- De optie “*id = 0*” werkt ook voor een combinatie van componenten, onder voorwaarde dat aan *id* dezelfde waarde is toegekend (de waarde zelf is niet van belang, *id = 1* heeft bijvoorbeeld dezelfde werking). Een voorbeeld: met de formulering *s(jaar, by = A, id = 0) + s(jaar, by = B, id = 0)*, krijgen de *smoothers* van alle klassen binnen de groepen A en B een gelijke grilligheids-*penalty* toegekend.
- Interessant zijn in dit verband de zogenaamde *shrinkage splines* *bs = "ts"*, *bs = "ps"* en *bs = "cs"* (Wood, 2017). Dit zijn *smoothers* waarvan geschatte tijdverloop volledig naar nul “*geshrinkt*” kan worden in plaats van naar een lineair verloop, zoals bij andere *spline*-types.

⁵⁴ *geslachtF*, *kmotiefF*, *krvmF* staan respectievelijk voor de klassenindelingen naar geslacht, motief en vervoerwijze.

Deze *shrinkage splines* kunnen effectief gebruikt worden in gevallen waarbij de verlopen (binnen groepen) een vergelijkbare, maar niet identieke vorm hebben. De gemeenschappelijke vorm wordt hierbij gemodelleerd met een aparte, enkelvoudige, *smoother*. Door de vorm-variaties rond dit gemeenschappelijke verloop van de afzonderlijke verlopen binnen de groep met “*shrinkage*” *smoothers* te modelleren, is sprake van een vorm van *random-effects*-modellering van tijdverlopen (Pedersen et al., 2019). Dit biedt een extra mogelijkheid om informatie binnen groepen te delen en de invloed van de steekproefruis verder te verminderen.

- `s(jaar-groep, bs="re", by = dum)`

Dit is een *random-effects*-component die de jaar-op-jaar ruis schat die door de klassen binnen een bepaalde groep gemeenschappelijk wordt gedeeld. De groepsindelingen vjF, mjF, gjF staan voor een combinatie van de analysejaren met respectievelijk vervoerwijze, motief en geslacht. *dum* is een dummy-indicator die bij de modelschatting de waarde 1 heeft. Modeluitvoer zonder de ruiscomponenten kan gegenereerd⁵⁵ worden door de variabele *dum* de waarde 0 te geven. Dan resteert de som van de “gladde” componenten van het model (als ook de methodebreukindicatoren op nul zijn gezet). Dit gladde deel van de modelschattingen wordt gebruikt de splitsing van de twee leeftijdsklassen (18-29 jaar en 60-69 jaar) en de motiefklasse *Other* van de CBS-resultaten. De gebruikte resultaten van het CBS-trendmodel bestaan eveneens uit het “gladde” deel van de CBS-modeluitvoer. Het KiM gebruikt dit gladde deel voor het maken van decompositieanalyses van langetermijnmobiliteitsontwikkelingen⁵⁶.

data = data1

Data1 is het bestand met de benodigde gegevens.

⁵⁵ Modeluitvoer wordt gegenereerd met de functie `predict()` uit het R-pakket `mgcv`.

⁵⁶ Een decompositie is bedoeld om lange-termijnontwikkelingen te duiden, korte-termijn-jaar-op-jaar-fluctuaties worden hierbij genegeerd omdat ze vanuit het lange-termijnperspectief gezien als verstoringen gelden.

Weights = N

Dit modelcommando geeft aan dat de aandelen gewogen worden met het aantal waarnemingen (N) in elk jaar van de gemodelleerde aandelenreeksen. In dit voorbeeld staat N voor aantal OVG-, MON- of OViN-ritwaarnemingen waarop de aggregaten van de ritaantallen van de leeftijdsklasse 60-64 jaar zijn gebaseerd (N is in dat geval bepaald voor elke combinatie van geslacht, motief en vervoerwijze, en voor elk jaar).

Het splitsen van het motief *Other* wordt bemoeilijkt door aanloopproblemen van het MON-onderzoek. In de eerste twee MON-jaren, 2004 en 2005, zijn ten onrechte vakantiekilometers in het bestand opgenomen en door problemen bij de motiefcodering is mobiliteit uitgewisseld tussen de motieven Sociaal recreatief overig (onderdeel van KiM-motief Vrijetijd, zie bijlage 1) en Ander motief (onderdeel van KiM-motief Overig). In de loop van 2005 zijn deze problemen opgelost. De onregelmatigheden in het begin van de MON-periode bemoeilijken de modellering⁵⁷. Vanwege deze problematiek is het gewicht van de aandelen van de jaren 2004 en 2005 aanzienlijk verlaagd door het aantal waarnemingen N te vermenigvuldigen met een factor 0.01 (deze factor is in een optimalisatieproces bepaald). Het gebruik van een reductiefactor leidt tot stabielere schattingen van de modelcomponenten dan het volledig schrappen van de waarnemingen van jaren 2004 en 2005. De reductiefactor wordt alleen gebruikt bij de splitsing van de ritaantallen en ritafstanden van motief *Other*.

discrete=TRUE

Dit is een optie in de mgcv-functie bam waarmee de rekentijd aanzienlijk beperkt kan worden (Wood, 2017).

In onderstaande tabel 1 worden de modelcomponenten van alle zes modellen weergegeven. Na tabel 1 volgt een variabelenoverzicht. Bijlage 2 geeft een overzicht van waarnemingen die uit het gegevensbestand geschrapt zijn omdat zij de kwaliteit van de modelschattingen nadelig beïnvloeden.

⁵⁷ Dit is tevens de reden voor de samenvoeging van de motieven Vrijetijd en Overig tot motief Other in het CBS-model; door deze samenvoeging wordt het schatten van het CBS-model niet merkbaar bemoeilijkt door de MON-aanloopproblemen in 2004 en 2005; het probleem is verplaatst naar het splitsen van motief Other in de nabewerking van de resultaten van het CBS-trendmodel.

Tabel 1: Overzicht van de modelcomponenten van de zes gebruikte mgcv-modellen

Model voor aandeel:	ritten			ritafstand		
	18-24 jr (in 18-29)	60-64 jr (in 60-69)	Vrijetijd (in <i>Other</i>)	18-24 jr (in 18-29)	60-64 jr (in 60-69)	Vrijetijd (in <i>Other</i>)
intercepts en lineaire termen (fixed effects)						
geslachtF*kmotiefF*krvmF*jaar	X	X	nvt	X	X	nvt
geslachtF*kleeftF*krvmF*jaar	nvt	nvt	X	nvt	nvt	X
Offset: logit van bevolkingsaandeel leeftijdsklasse	18-24 jr (in 18-29)	60-64 jr (in 60-69)	nvt	nvt	nvt	nvt
Offset: logit van ritaandeelschatting, zonder breuk- en ruiscomponenten	nvt	nvt	nvt	X	X	X
Random effects methodebreuken						
s(brkM, by = vIF, bs="re")			*			X
s(brkO, by = kleeftF, bs="re")			X			X
s(brkO, by = geslachtF, bs="re")	X	X			X	
s(brkO, by = krvmF, bs="re")	X	X			X	
s(brkO, by = kmotiefF, bs="re")	X	X		X	X	
s(brkO, idF, bs="re") ⁵⁸			X	X		X
smoothers (niet-lineair)						
s(jaar, by = geslachtF)		X				
s(jaar, by = krvmF)	X	X			X	
s(jaar, by = kmotiefF)		X				
s(jaar, by = geslachtF, id=0)	X				X	
s(jaar, by = krvmF, id=0)						
s(jaar, by = kmotiefF, id=0)	X				X	
s(jaar, mgF, bs="fs", m=1)				X		
s(jaar, vgF, bs="fs", m=1)				X		
s(jaar, vmF, bs="fs", m=1)				X		
s(jaar, by = idF, bs="ts", m=2)	X	X				
s(jaar, idF, bs="fs", m=1)			X			
s(jaar, idF, bs="fs", m=2)						X
s(jaar, idF, bs="ps", m=1, id=0)					X	
Random effects ruiscomponenten						
s(gjF, bs="re", by = dum)	X	X	X		X	
s(vjF, bs="re", by = dum)	X	X	X	X	X	X
s(mjF, bs="re", by = dum)	X	X		X	X	
s(ljF, bs="re", by = dum)			X			X

* In het model voor het splitsen van het aantal ritten van motief *Other* is de component voor de OVG-MON-methodebreuk (brkM) weggelaten. Deze methodebreuken komen hoofdzakelijk voor in de leeftijdsklasse 0-5 jaar. Bij het schatten van deze methodebreuken (met *fixed* of *random effects*) bleken de schattingen van de methodebreuken van de leeftijdsklasse 0-5 jaar de schattingen voor de andere leeftijdsklassen stelselmatig negatief te beïnvloeden. Omdat dit probleem zelfs niet met een aparte indicator voor de leeftijdsklasse 0-5 oplosbaar bleek is uiteindelijk besloten geen component voor de OVG-MON-methodebreuk op te nemen in het model voor de splitsing van ritaantallen van motief *Other*. De schattingen voor de leeftijdsklasse 0-5 jaar

⁵⁸ In deze component ontbreekt de term "by =". Daardoor heeft deze component een andere uitwerking dan de componenten met deze term (de andere methodebreuk-componenten). Dit verschil in werking is gebruikt om het model te optimaliseren. Het is echter niet gelukt om uit de modeldocumentatie af te leiden waar dit verschil in werking uit bestaat.

zijn daardoor voor de ritaantallen niet optimaal. Dit is voor het KiM geen probleem omdat het KiM niet specifiek gebruik maakt van de resultaten van deze leeftijdsklasse. Hierbij speelt ook mee dat in het nieuwe verplaatsingsonderzoek ODiN (Onderweg in Nederland), dat in 2018 is gestart, de leeftijdsklasse 0-5 jaar ontbreekt. Het CBS zal het CBS-trendmodel in de komende tijd aanpassen voor verwerking van de ODiN-gegevens. Zodra CBS-trendmodelresultaten beschikbaar komen waarin ODiN-gegevens zijn verwerkt, dan speelt de leeftijdsklasse 0-5 jaar geen rol meer in de splitsing van het motief *Other*.

Variabelenoverzicht:

Een “F” aan het eind van een variabelenaam geeft aan dat het om een discrete variabele gaat. Tussen haakjes staat het aantal klassen binnen de groep.

Basisgroepen:

krvmF = vervoerwijze (7)

kleeftF = leeftijdsklasse (11)

kmotiefF = motief (4)

geslachtF = geslacht (2).

Combinaties van groepen:

mgF = motief en geslacht (8)

vgF = vervoerwijze en geslacht (14)

vmF = vervoerwijze en motief (28)

viF = vervoerwijze en leeftijdsklasse (77)

idF = bij splitsing leeftijdsklasse: geslacht, vervoerwijze en motief (56) bij splitsing motief *Other* geslacht vervoerwijze en leeftijdsklasse (154).

Combinaties van groepen en jaar (voor random-effect-ruiscomponenten)

gjF = geslacht en jaar (38)

mjF = motief en jaar (76)

vjF = vervoerwijze en jaar (133)

ljF = leeftijdsklasse en jaar (209).

De methodebreukindicatoren brkM en brkO zijn als volgt toegepast:

brkM

Dit is een indicator voor de methodebreuk ten gevolge van de overgang van OVG naar MON. Deze indicator heeft tot en met 2003 de waarde 1 en vanaf 2004 de waarde 0.

brkO

Dit is een indicator voor de methodebreuk ten gevolge van de overgang van MON naar OViN. Deze indicator heeft tot en met 2009 de waarde 1 en vanaf 2010 de waarde 0.

Door bij het genereren van de modeluitvoer brkM en brkO voor alle jaren de waarde 0 te geven, worden modeluitkomsten verkregen die gecorrigeerd zijn voor methodebreuken. In deze uitvoer zijn de uitkomsten voor de OVG-periode (1999 tot en met 2003) en de MON-periode (2004 tot en met 2009) voor methodebreuken gecorrigeerd naar het niveau van de OViN-periode (2010 t/m 2017), omdat aan de indicatoren voor de OViN-periode bij de schatting van het model de waarde 0 is toegekend.

BIJLAGE 1

De onderstaande tabellen geven een overzicht van de klassenindelingen naar motief, leeftijdsklasse en vervoerwijze die gehanteerd zijn door het KiM en dit gebruik zijn in het CBS-model. Bij de KiM-indelingen wordt onderscheid gemaakt tussen de indelingen die gebruikt zijn in het Mobiliteitsbeeld (MBB) tot en met 2018 en in het Mobiliteitsbeeld 2019.

De groepen die gerelateerd zijn aan de splitsingen die in deze notitie beschreven worden, zijn in een vet lettertype weergegeven.

Motiefklasse OVG/MON/OVIN	KiM-motieven t/m MBB 2018	KiM-motieven MBB 2019	Motieven CBS-model
Van en naar het werk	Werkgerelateerd	Woon-werk	Woon-werk
Zakelijk bezoek in werksfeer	Werkgerelateerd	Overig	Other
Diensten/persoonlijke verzorging	Overig	Overig	Other
Winkelen/boodschappen doen	Winkelen	Winkelen	Winkelen
Onderwijs/cursus volgen	Onderwijs	Onderwijs	Onderwijs
Visite/logeren	Vrijetijd	Vrijetijd	Other
Sociaal recreatief overig	Vrijetijd	Vrijetijd	Other
Toeren/wandelen	Vrijetijd	Vrijetijd	Other
Ander motief	Overig	Overig	Other

KiM-leeftijdsklassen t/m MBB 2018	KiM- leeftijdsklassen MBB 2019	Leeftijdsklassen CBS-model
0-11 jaar	0-5 jaar	0-5 jaar
	6-11 jaar	6-11 jaar
12-17 jaar	12-17 jaar	12-17 jaar
18-24 jaar	18-24 jaar	18-29 jaar
25-29 jaar	25-29 jaar	
30-39 jaar	30-39 jaar	30-39 jaar
40-49 jaar	40-49 jaar	40-49 jaar
50-59 jaar	50-59 jaar	50-59 jaar
60-64 jaar	60-64 jaar	60-69 jaar
65- jaar en ouder	65-69 jaar	
		70 jaar en ouder

Opmerking:

Het CBS-model gebruikt de leeftijdsklassen 0-5 en 6-11 jaar vooruitlopend op de toevoeging van de gegevens van het ODIN-onderzoek (gestart in 2018) waarin de leeftijdsklasse 0-5 jaar ontbreekt.

De leeftijdsklassen van de oorspronkelijke gegevens van de verplaatsingsenquêtes zijn fijner (hoofdzakelijk in groepen van vijf opeenvolgende leeftijdjaren) verdeeld dan de bovenstaande indelingen. Vanaf 2004 zijn de oorspronkelijke gegevens per afzonderlijk leeftijdjaar beschikbaar.

KiM-vervoerwijzen t/m MBB 2018	KiM-vervoerwijzen MBB 2019	Vervoerwijzen CBS-model
Auto als bestuurder	Auto als bestuurder	Auto als bestuurder
Auto als passagier	Auto als passagier	Auto als passagier
Trein	Trein	Trein
Bus/tram/metro	Bus/tram/metro	Bus/tram/metro
Fiets	Fiets	Fiets
Lopen	Lopen	Lopen
Bromfiets/snorfiets	Overige	Overige
Overig		

Opmerkingen:

Fiets staat voor zowel elektrische als niet-elektrische fietsen.

De vervoerwijze Bromfiets-snorfiets is vanaf 2019 ondergebracht bij vervoerwijze Overige.

BIJLAGE 2

Verwijderde uitbijters

De volgende (te) invloedrijke waarnemingen (uitbijters) zijn uit de dataset verwijderd:

Splitsing leeftijdsklasse 18-29 jaar:

Aantal ritten en ritafstand 2014, vrouwen, vervoerwijze Trein, motief Onderwijs.

Aantal ritten 2007, mannen, vervoerwijze Autopassagier, motief Winkelen.

Splitsing leeftijdsklasse 60-69 jaar:

Ritafstand 2009, mannen, vervoerwijze Autopassagier, motief Woon-werk.

Splitsing motief *Other*:

Aantal ritten 2009, mannen en vrouwen, alle vervoerwijzen uitgezonderd Trein en BTM, leeftijdsklassen 0-5 jaar en 6-11 jaar.

Ook waarnemingen met aandelen met de waarden 0 of 1 zijn verwijderd.

Voor “gegevensarme” of schaarse aandelenreeksen komt het voor dat in bepaalde jaren gegevens uit één van de samenstellende klassen ontbreekt. De afgeleide aandelen krijgen dan de waarde 1 of 0. Dit leidt tot problemen bij de logit-transformatie. Dit probleem zou kunnen worden opgelost door imputatie met bijvoorbeeld het gemiddelde of de mediaan van de waarnemingen van de wel beschikbare jaren van de betreffende aandelenreeks. Dergelijke eenvoudige imputaties leiden echter tot systematische afwijkingen van de schattingen. Dit probleem lijkt met de gebruikte methodiek niet op een objectieve manier oplosbaar. Daarom zijn waarnemingen met aandelen met de waarden 0 of 1 geschrapt⁵⁹.

⁵⁹ Hierbij is een uitzondering gemaakt voor de combinatie vervoerwijze autobestuurder en leeftijdsklasse 12-17 jaar. Deze combinatie bevat sinds 2011 mobiliteit voor de vervoerwijze autobestuurder. De waarnemingen voor deze groep zijn echter zeer schaars, waardoor in de aandelenreeksen relatief vaak jaren ontbreken of aandelen bevatten met de waarde 0 of 1, die daardoor geschrapt worden. Modelleren van het resterende nog beperktere aantal waarnemingen leidt tot implausibele schattingen van het tijdverloop. Plausibeler verlopen worden geschat na imputatie van de ontbrekende waarnemingen (vanaf 2011) met het gemiddelde van de wel beschikbare waarnemingen.

8.1.3 Methodiek verklaring van het bus, tram, metro- en treingebruik

Om de toename van het bus, tram en metro (btm) en treingebruik te verklaren heeft het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) gebruik gemaakt van elasticiteiten die zijn afgeleid uit het Landelijk Model Systeem (LMS) van de dienst Water, Verkeer en Leefomgeving (WVL) van Rijkswaterstaat.

We veronderstellen dat het btm- en treingebruik wordt beïnvloed door verschillende demografische, ruimtelijke en sociaaleconomische factoren, door veranderingen in de kenmerken van de dienstverlening en de tarieven en door veranderingen in alternatieve modaliteiten. Om de effecten van al deze factoren op het btm- en treingebruik af te kunnen leiden zijn met het LMS simulaties uitgevoerd (runs) van het btm- en treingebruik in 2004, 2010 en 2014. Van deze jaren is veel informatie beschikbaar over de factoren die het vervoerssysteem beïnvloeden. Voor meer informatie over de uitgevoerde LMS-runs en -analyses, zie Van der Loop et al. (2018).

Op basis van de LMS-berekeningen van 2004, 2010 en 2014 zijn voor elk van de variabelen elasticiteiten bepaald voor zowel trein als btm. De elasticiteiten zijn gebaseerd op individuele berekeningen van het LMS waarbij telkens één parameter is veranderd, eerst de bevolking, daarna de banen enzovoort. Hierbij is rekening gehouden met ruimtelijke verschillen, bijvoorbeeld dat in de geanalyseerde periode de bevolking sneller toeneemt in stedelijk dan in landelijk gebied. In Tabel 1 en Tabel 2 staan de gewogen gemiddelden van de elasticiteiten over 2004-2010 en 2010-2014. Deze impliciete elasticiteiten zijn toegepast op de ontwikkeling van de variabelen om vervolgens het btm- en treingebruik in de periode 2010-2018 te verklaren.

De parameterontwikkeling is afkomstig van CBS-Statline. Hierop zijn drie uitzonderingen:

- Het aantal reizigers dat op Schiphol vertrekt of aankomt (exclusief overstappende passagiers), komt uit de publicaties van Schiphol (Royal Schiphol Group, 2019).
- De ontwikkeling van de congestie is gebaseerd op gegevens van RWS (RWS, 2018).
- De brandstofkostenontwikkeling is afkomstig van de uitgangspunten van de Klimaat- en Energieverkenning (KEV; PBL, 2019). Deze brandstofkosten houden rekening met de prijsontwikkeling van de brandstof en met het gemiddelde verbruik.

Voorgaande jaren was het niet mogelijk om veranderingen in het jaarlijkse btm-gebruik te verklaren op basis van het LMS. De reden hiervoor was dat de LMS-berekeningen een lichte toename van het BTM-gebruik voorspelden terwijl dit niet overeenkwam met de OViN-data, die een licht afname lieten zien. De afname die zichtbaar is in het OViN, kan (gedeeltelijk) worden veroorzaakt door het kleine aandeel van het btm-gebruik ten opzichte van andere modaliteiten, door regionale invloeden en door het feit dat deze data zijn gebaseerd op een steekproef. Sinds 2014 zijn voor btm ov-chipkaartdata beschikbaar, die vrijwel alle reizen registreren.⁶⁰ Deze data laten wel een stijging zien in het btm-gebruik en zijn gebruikt om de ontwikkeling van btm in kaart te brengen.

⁶⁰ Niet alle reizigerskilometers worden geregistreerd door defecte apparatuur, vergeten check-ins en check-outs, zwartrijders en het feit dat kinderen onder de vier jaar geen vervoersbewijs nodig hebben. Voor deze reizigerskilometers hebben CROW en KpVV een correctie toegepast (CROW & KpVV, 2017).

Er zijn drie uitzonderingen op de hierboven beschreven elasticiteitenmethode, namelijk hoe er om wordt gegaan met de verbeteringen van de 'level of service', de congestie en de impact van studenten. Deze factoren worden hieronder één voor één toegelicht.

Er is geen goede variabele over de tijd beschikbaar die het kwaliteitsniveau van het aanbod (level of service) van btm en trein beschrijft. Frequentere verbindingen, minder overstappen en betere aansluitingen leiden tot een beter kwaliteitsniveau van het openbaar vervoer. In het LMS zijn de dienstregelingen geïntegreerd, waardoor deze verbeteringen worden meegenomen met behulp van het concept 'gegeneraliseerde reistijd'. Het is echter onbekend hoe de gegeneraliseerde reistijd zich sinds 2014 exact heeft ontwikkeld. Als proxy nemen we voor de ontwikkeling van de gegeneraliseerde reistijd van de trein na 2014 de totale afgelegde afstand van de trein. De aanname is dat, de gegeneraliseerde reistijd afneemt als het aantal treinkilometers toeneemt doordat er meer treinen rijden. Volgens de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) stijgt de afstand die treinen afleggen tussen 2014-2030 met 9%, terwijl de door reizigers gereisde treinafstand in dezelfde periode toeneemt met 26% (PBL, 2019). Deze verhouding en de door de trein afgelegde afstand gebruiken we om een inschatting te maken van het effect van de 'level of service' van de trein op het treingebruik. Voor btm nemen we aan dat de 'level of service' continu verbetert. Daarom veronderstellen we de groei in door reizigers afgelegde afstand door jaarlijkse verbetering van de kwaliteit constant in de periode 2010-2018, gebaseerd op het gemiddelde van de periode 2004-2014.⁶¹

De effecten van de congestie zijn bepaald met een elasticiteit van 0,02 voor btm en 0,03 voor de trein (Van der Loop et al., 2018). Deze elasticiteiten zijn ook bepaald met het LMS maar hier wordt geen rekening gehouden met ruimtelijke specificaties of interactie met andere variabelen, wat wel het geval is bij de andere variabelen. Deze elasticiteit wordt toegepast op de congestie-ontwikkeling zoals gedocumenteerd door RWS (RWS, 2018).

Voor de ontwikkeling van de door studenten afgelegde afstand zijn betere bronnen beschikbaar dan het LMS, namelijk het driejaarlijks onderzoek naar het gebruik van de ov-studentenkaart dat wordt uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Onderwijs en de gezamenlijke ov-bedrijven. Dit onderzoek laat het effect zien van veranderingen in de omvang en het gebruik van de ov-studentenkaart, en is daardoor feitelijk; het LMS is een model. Aangezien de resultaten van het onderzoek uit 2018/2019 nog niet beschikbaar waren, zijn de resultaten van de onderzoeken naar de ov-studentenkaart die zijn uitgevoerd in 2009/2010, 2012/2013 en 2015/2016, gebruikt voor de verklaring. Met extrapolatie zijn de studentenaantallen en gereisde afstand van 2018 geschat voor zowel trein als btm.

Een complicerende factor hierbij is dat mbo-studenten onder de 18 jaar sinds 1 januari 2017 recht hebben op een ov-studentenkaart. Het is te verwachten dat deze studenten meer zijn gaan reizen met het openbaar vervoer, aangezien ze nu gratis kunnen reizen. Dit is echter niet alleen maar gereisde afstand, omdat een deel eerder ook al werd gemaakt. Hiervoor is gecorrigeerd.

⁶¹ Voor btm was de verbetering van de 'level of service' verantwoordelijk voor 2,1% meer reizigerskilometers in de periode 2004-2014 (van der Loop et al., 2018). Dit komt neer op 0,19% per jaar voor btm.

Tabel 1: LMS-elasticiteiten en de ontwikkeling van de verklarende factoren van treingebruik, 2010-2018.

Variabele	LMS-elasticiteit trein	Ontwikkeling variabele 2010-2018	Effect op treingebruik 2010-2018
Bevolking	1,38	3,7%	5,0%
Banen	0,29	6,0%	1,7%
Huishoudinkomen	0,65	1,2%	0,8%
Autobezit	-0,02	9,9%	-0,2%
Schipholreizigers	0,05	57%	3,0%
Congestie	0,03	-1,1%	0,0%
Brandstofkosten	0,11	-6,4%	-0,7%
Reëel treintarief	-0,63	2,4%	-1,5%

Tabel 2: LMS-elasticiteiten en de ontwikkeling van de verklarende factoren van btm-gebruik, 2014-2018.

Variabele	LMS elasticiteit BTM	Ontwikkeling variabele 2014-2018	Effect op BTM-gebruik 2014-2018
Bevolking	2,2	2,1%	4,5%
Banen	0,11	6,8%	0,8%
Huishoudinkomen	0,69	2,8%	1,9%
Autobezit	-0,18	5,6%	-1,0%
Schipholreizigers	0,02	29%	0,7%
Congestie	0,02	43%	0,9%
Brandstofkosten	0,07	-9,3%	-0,7%
Reëel BTM-tarief	-0,43	2,0%	-0,9%

Bronnen hoofdstuk 8.1

CROW & KpVV (2017). *Staat van het regionaal OV 2017*.

Loop, H. van der, Bakker, P., Savelberg, F., Kouwenhoven, M. & Helder, E. (2018). *Verklaring van de ontwikkeling van het ov-gebruik in Nederland over 2005-2016*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

PBL (2019). *Klimaat- en Energieverkenning*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Royal Schiphol Group (2019). *Feiten & Cijfers 2018*. Schiphol: Royal Schiphol Group.

RWS (2018). *Publieksrapportage Rijkswegennet. Jaaroverzicht 2017. 3^e periode 2017, 1 september-31 december*. Den Haag: Rijkswaterstaat.

RWS (2018). *Publieksrapportage Rijkswegennet. Jaaroverzicht 2017. 3^e periode 2017, 1 september-31 december*. Den Haag: Rijkswaterstaat.

Efron, B., & Morris, C. (1977). Stein's paradox in statistics. *Scientific American*, 236(5), 119-127.

Gelman, A., & Hill, J. (2006). *Data analysis using regression and multilevel/hierarchical models*. Cambridge university press.

KiM (2019). *Mobiliteitsbeeld 2019*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

Pedersen, E. J., Miller, D. L., Simpson, G. L., & Ross, N. (2019). Hierarchical generalized additive models in ecology: an introduction with mgcv. *PeerJ*, 7, e6876.

R Core Team (2018). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.

Spanos, A. (2006). The curve-fitting problem, Akaike-type model selection, and the error statistical approach. Working paper, Virginia Tech.

Wood, S. N. (2017). *Generalized additive models: an introduction with R*. Chapman and Hall/CRC.

8.2 Goederenvervoer

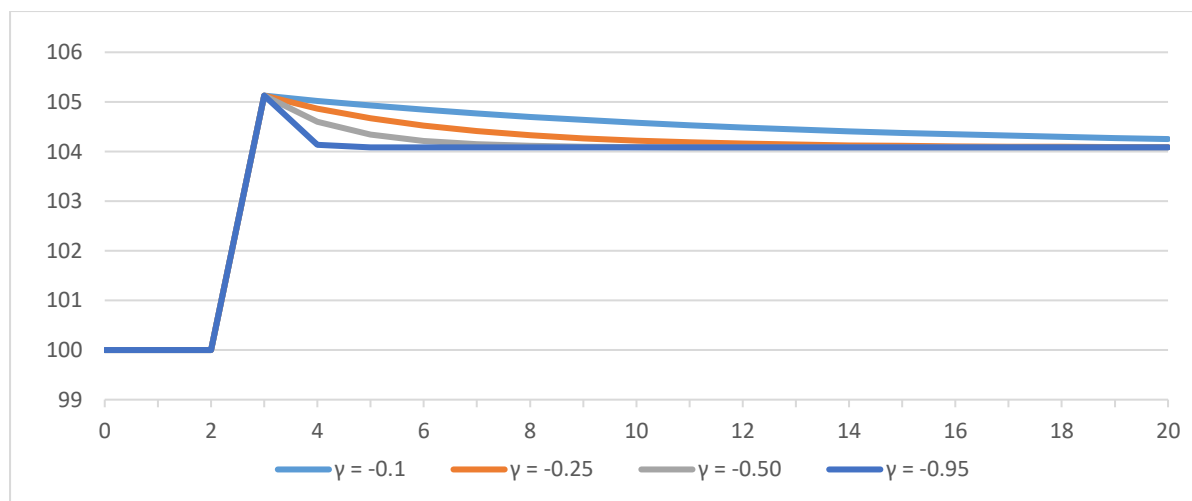
8.2.1 Methodiek om de ontwikkeling van het goederenvervoer te verklaren

Om de ontwikkeling van het goederenvervoer te verklaren is er een error correctie model (ECM) geschat voor zowel het totale binnenlands als het totale internationaal goederenvervoer. Een ECM is een tijdreeksmethode die er van uitgaat dat er een langtermijn relaties bestaat tussen twee of meer variabelen (Ramanathan, 2001). Een vereiste voor een ECM is dat variabelen gecoïntegreerd zijn, wat betekent dat ze dezelfde lange termijn trend hebben.⁶² In een ECM wordt de korte termijn dynamiek op zo'n manier beïnvloedt dat de afwijking met de lange termijntrend kleiner wordt. Zie voor meer informatie over ECM, bijvoorbeeld Wooldridge (2012) of Thome (2014).

Een ECM heeft de vorm van vergelijking 1, waarbij x_t meerdere onafhankelijke variabelen kan representeren. Een ECM bestaat uit een lange termijn deel (alles tussen de vierkante haken) en een korte termijn deel. Voor het mobiliteitsbeeld is eerst de lange termijn vergelijking geschat en daarna de rest van de vergelijking.

$$\Delta \ln(y_t) = \alpha * \Delta \ln(x_t) - \gamma * [\ln(y_{t-1}) - (C + \beta * \ln(x_{t-1}))] \quad (1)$$

De invloed van de verschillende coëfficiënten (α , β en γ) kunnen we zien in Figuur 1. In dit voorbeeld vindt er op $t = 3$ een verandering in de afhankelijke variabele x plaats van 10%. Dit heeft meteen een effect op de afhankelijke variabele y ter grootte van $\alpha * 10\%$ oftewel 5%. In de lange termijn is het effect echter anders, namelijk $\beta * 10\%$ oftewel 4%. De snelheid waarin het korte termijn effect uitvlakt (of uitgroeit) naar het lange termijn effect, is afhankelijk van de grootte van aanpassingsparameter γ . Het lange termijn evenwicht wordt sneller gerealiseerd als γ de waarde van 1 nadert.



Figuur 1: De invloed van verschillende groottes van de aanpassingsparameter γ op de afhankelijke variabele y . In dit voorbeeld is er een eenmalige shock van 10% in de onafhankelijke variabele x op $t = 3$. De korte termijnelasticiteit (α) is 0,50 terwijl de lange termijnelasticiteit (β) 0,40 is.

⁶² Om te kijken of de variabelen inderdaad gecoïntegreerd zijn en een ECM mag worden toegepast, moeten statistische tests worden uitgevoerd. Hier is de Augmented Dickey–Fuller test gebruikt.

Op basis van een literatuurstudie zijn verschillende variabelen geïdentificeerd die de ontwikkeling van het goederenvervoer zouden kunnen verklaren, zie Knoope en Francke (2019) voor een overzicht. De geïdentificeerde variabelen kunnen in de lange, in de korte, in beide of in geen van beide vergelijkingen worden opgenomen. Om te bepalen welke variabelen in welke vergelijking wordt opgenomen, wordt een voorwaartse en achterwaartse stapsgewijze methode toegepast. Hierna wordt gecheckt of dat de opgenomen variabelen een logische teken hebben en of ze significant zijn op een 5% niveau. Als één van deze condities niet vervuld wordt, dan wordt de variabele die hier het minst aan voldoet uit het model gehaald. Dit wordt herhaald tot alle opgenomen variabelen in het ECM een logisch teken hebben en significant zijn. Verder wordt gecheckt of aan de voorwaarde voor een ECM wordt voldaan.

Nadat een ECM is geschat, moet er bepaalt worden welke deel van de ontwikkeling van het goederenvervoer verklaard wordt door elk van de variabelen die is opgenomen in het ECM. Dit is niet makkelijk direct af te leiden uit vergelijking 1, doordat y_{t-1} opgenomen is in de vergelijking. Daarom wordt y_{t-1} uit vergelijking 1 gesubstitueerd. y_t hangt dan af van x_t , x_{t-1} , x_{t-2} en y_{t-2} , zie vergelijking 3. Dit substitutieproces wordt herhaald totdat de invloed van y_{t-n} verwaarloosbaar is. Dit is het geval bij tien iteraties; de invloed van y_{t-10} is dan minder dan 0,01%. Het deel van de ontwikkeling dat verklaard wordt door elke onafhankelijke variabele kan vervolgens bepaald worden door de bijdrage van de onafhankelijke variabele in y in het eindjaar en beginjaar van elkaar af te trekken.

$$\begin{aligned} \ln(y_t) = & a * \ln(x_t) \\ & + (\gamma\beta - \alpha) * \ln(x_{t-1}) \\ & + \gamma C \\ & + (1 - \gamma) * \ln(y_{t-1}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln(y_t) = & a * \ln(x_t) \\ & + (\gamma\beta - \alpha) * \ln(x_{t-1}) \\ & + \gamma C \\ & + (1 - \gamma) * [a * \ln(x_{t-1}) + (1 - \gamma) * \ln(y_{t-2}) + \gamma C + (\gamma\beta - \alpha) * \ln(x_{t-2})] \end{aligned}$$

Schattingresultaten

De huidige modelcoëfficiënten zijn verkregen door het model te schatten op basis van data van 1970-2018.

Internationaal goederenvervoer

Het totale internationaal goederenvervoer hangt nauw samen met de internationalisering, dat geoperationaliseerd is door de relevante wereldhandel, zie vergelijking 4. De waardes, standaardfouten en significantieniveaus van de modelcoëfficiënten staan in Tabel 3. De bijbehorende model coëfficiënten staan in Tabel 3.

$$\Delta \ln(\text{TIV}_t) = \alpha_1 * \Delta \ln(\text{Wrldhndl}_t) - \gamma * [\ln(\text{TIV}_{t-1}) - (C_1 + \beta_1 * \ln(\text{Wrldhndl}_{t-1}))] \quad (4)$$

waarbij:

TIV *het totale internationale goederenvervoer op Nederlands grondgebied in miljoen ton;*

Wrldhndl *de relevante wereldhandel van de CBP (index cijfer 2000=100).*

Tabel 3: Model coëfficiënten van het ECM voor het totale internationale goederenvervoer.

	1970-2018		
	Coëfficiënt	Standaard fout	t-waarde ¹
α_1	0,549	0,054	10,2***
γ	0,504	0,112	4,49***
C_1	11,9	0,0271	439***
β_1	0,412	0,0064	64,7***

$$\Delta \ln(\text{TIV}_t) = \alpha_1 * \Delta \ln(\text{Wrldhndl}_t) - \gamma * [\ln(\text{TIV}_{t-1}) - (C_1 + \beta_1 * \ln(\text{Wrldhndl}_{t-1}))]$$

¹ Significantie niveau * <0,05; ** <0,01; *** <0,001

Deze schattingsresultaten worden gebruikt om het vervoerd gewicht van het internationale goederenvervoer te verklaren tussen 2010 en 2018. In deze periode groeide de relevante wereldhandel met 27,5%, zie Tabel 4. Het model schat dat de groei van het vervoerd gewicht van het internationale goederenvervoer op 13,4%, terwijl dit in werkelijkheid maar met 9,4% groeide. Het onverklaarde deel is dan ook -4,0%.

Op basis van de ontwikkeling van de variabele en het effect op het vervoerd gewicht, kan er een gerealiseerde elasticiteit worden berekend van 0,49 tussen 2010-2018. Deze elasticiteit is lager dan de korte termijn (0,55) en hoger dan de lange termijn elasticiteit (0,41), zie Tabel 3.

Tabel 4: Ontwikkeling van de verklarende variabele en het effect op het vervoerd gewicht van het internationaal goederenvervoer tussen 2010-2018.

	Ontwikkeling variabele	Effect op internationaal goederenvervoer
Relevante wereldhandel	27,5%	13,4%
Onverklaard	n.a.	-4,0%
Vervoerd gewicht internationaal goederenvervoer	9,4%	9,4%

Binnenlands goederenvervoer

Het totale binnenlands goederenvervoer wordt het best verklaard door het bbp en de verdienstelijking op te nemen in de lange termijnvergelijking en het bbp voor de landbouw en het bbp voor de bouwnijverheid in de korte termijnvergelijking. Dit leidt tot vergelijking 5. De bijbehorende model coëfficiënten staan in Tabel 5.

$$\Delta \ln(TBV_t) = \alpha_2 * \Delta \ln(bbp_landbouw_t) + \alpha_3 * \Delta \ln(bbp_bouw_t) - \mu * [\ln(TBV_{t-1}) - (C_2 + \beta_2 * \ln(bbp_{t-1}) + \beta_3 * \%Diensten_{t-1})] \quad (5)$$

waarbij:

TBV het totale binnenlandse goederenvervoer in miljoen ton;

bbp_{landbouw} de bruto toegevoegde waarde van de landbouwsector in miljoenen €₂₀₁₀;

bbp_{bouw} de bruto toegevoegde waarde van de bouwsector in miljoenen €₂₀₁₀;

bbp bruto binnenlands product, uitgedrukt in miljoenen €₂₀₁₀;

%dienst de bruto toegevoegde waarde van de dienstensector ten opzichte van het totaal (%).

Tabel 5: Model coëfficiënten van het ECM voor het totale binnenlandse goederenvervoer.

	1970-2018		
	Coëfficiënt	Standaard fout	t-waarde ¹
α_2	0,219	0,061	3,57***
α_3	0,344	0,067	5,14***
μ	0,573	0,131	4,39***
C_2	5,67	0,484	11,7***
β_2	0,564	0,033	16,9***
β_3	-0,794	0,172	-4,63***

$$\Delta \ln(\text{TBV}_t) = \alpha_2 * \Delta \ln(\text{bbp_landbouw}_t) + \alpha_3 * \Delta \ln(\text{bbp_bouw}_t) - \mu$$

$$* [\ln(\text{TBV}_{t-1}) - (C_2 + \beta_2 * \ln(\text{bbp}_{t-1}) + \beta_3 * \% \text{Diensten}_{t-1})]$$

¹. Significantie niveau * <0,05; ** <0,01; *** <0,001

Deze schattingsresultaten worden gebruikt om het vervoerd gewicht van het binnenlands goederenvervoer te verklaren tussen 2010 en 2018. In Tabel 6 staat de ontwikkeling van de verschillende onafhankelijke variabelen en het effect dat ze hebben op het binnenlands vervoerd gewicht. Het is opvallend dat de landbouw een negatief effect heeft op het binnenlands goederenvervoer, terwijl de landbouwsector met 5% gegroeid is tussen 2010 en 2018. De reden hiervoor is dat de groei van de landbouwsector afvlakt de laatste jaren. Kortom, de landbouwsector groeide meer in de periode 2000-2010 dan in de periode 2008-2018. Daarnaast is het goed om te realiseren dat de lange termijnelasticiteit nul is, aangezien de bbp van de landbouw (en ook de bouw) niet in de lange termijnvergelijking zit.

Tabel 6: Ontwikkeling van de verklarende variabelen en het effect op het vervoerd gewicht van het binnenlandse goederenvervoer tussen 2010-2018.

	Ontwikkeling variabele	Effect op binnenlands goederenvervoer
BBP	10,9%	3,2%
Verdienselijking	1,2%	-2,6%
Bouw	20,6%	4,0%
Landbouw	5,0%	-0,5%
Onverklaard	n.a.	3,0%
Vervoerd gewicht binnenlands goederenvervoer	7,2%	7,2%

Bronnen hoofdstuk 8.2

- Thome, H. Cointegration and error correction modelling in time-series analysis: A brief introduction. *International journal of conflict and violence* 8 (2): 199-208.
- Wooldridge, J.M., 2013. Chapter 18 Advanced Time Series Topics. *Introductory Econometrics. A modern approach*. Fifth edition. Mason, United States.
- Ramanathan, R., 2001. The long-run behaviour of transport performance in India: a cointegration approach. *Transportation research Part A* 35, 309-320
- Knoope en Francke, 2019. Verklaring van de ontwikkelingen in het goederenvervoer in Nederland van 1970-2018 (nog te publiceren).

8.3 Bereikbaarheid

8.3.1. Verklaringsmethodiek bereikbaarheid hoofdwegennet

Om de ontwikkeling van het reistijdverlies en andere indicatoren van bereikbaarheid te kunnen verklaren wordt een methodiek toegepast die gebaseerd is op waarnemingen van de te verklaren en van de verklarende factoren. De toegepaste methodiek wordt hieronder toegelicht. Begonnen wordt met de verklaring van het reistijdverlies. Daarna komen de verklaring van de verkeersomvang, reistijdbetrouwbaarheid, extreme reistijden, totale en gemiddelde reistijd aan de orde.

1. Methodiek ter verklaring van reistijdverlies

We onderscheiden vier stappen op weg naar de verklaring van het reistijdverlies. De eerste stap is de opstelling van een theoretisch verklaringsmodel. De tweede stap is de identificatie van de beschikbare gegevens om de verschillende factoren te meten. De derde stap is het koppelen en analyseren van de gegevens. In deze stap worden de hypothesen getoetst die in het theoretisch model geformuleerd zijn. De vierde stap is het formuleren van conclusies op basis van de resultaten van de analyses en het presenteren van de bevindingen.

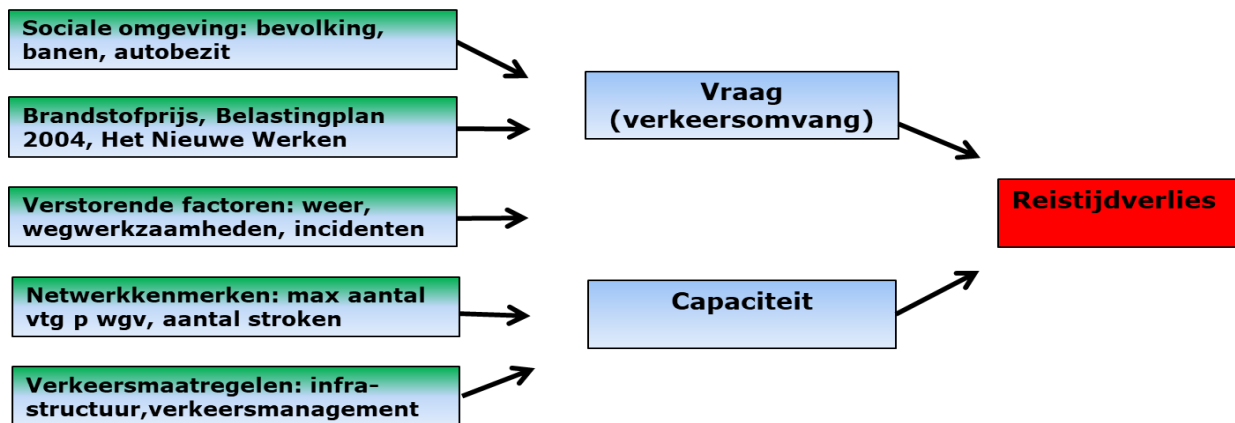
Theoretisch model ter verklaring van reistijdverlies

De eerste stap is om alle factoren die verondersteld worden een belangrijke invloed te hebben op bereikbaarheid te benoemen en met elkaar in verbinding te brengen. Dit model identificeert dus de te verklaren factoren en het tijdruimtelijk kader.

Theoretisch verklaringsmodel ter verklaring van het reistijdverlies

De veronderstelling is dat het reistijdverlies het hoofdwegennet veroorzaakt wordt door de verhouding tussen vraag en aanbod. Op de weg manifesteert dit zich in de intensiteit (aantal voertuigen dat een bepaald punt passeert) ten opzichte van de capaciteit (aantal voertuigen dat maximaal kan passeren). In essentie gaat het om de hoeveelheid verkeer ten opzichte van de hiervoor beschikbare capaciteit van de infrastructuur (I/C-verhouding) (zie b.v. Henkens et al., 2015; Wageningen-Kessels et al., 2015). Indien de intensiteit de capaciteit nadert, ontstaat er congestie. Een weg heeft niet een vaste capaciteit. Er zijn immers verschillende factoren die van invloed zijn op de wegcapaciteit, zoals weersomstandigheden, ongevallen en wegwerkzaamheden. Indien congestie op de weg ontstaat, kan dit terugslaan op het verkeer dat van de weg gebruik kan maken (komt verderop aan de orde, zie figuur 3). Figuur 1 presenteert een conceptueel model van factoren die het reistijdverlies verklaren.

In deze analyse gaat het er niet om de opbouw en afbouw van files en het reistijdverlies op microniveau te verklaren, maar om het verklaren van de veranderingen in het reistijdverlies op het netwerk over een periode van meerdere jaren. Het gaat hierbij om inzicht in de invloed van structurele factoren. Verondersteld wordt dat demografische en sociaaleconomische factoren, maar ook brandstofprijzen van invloed zijn op veranderingen in de vraag en daardoor op de omvang van het aantal voertuigen op de weg. Beleidsmaatregelen zoals de aanleg van nieuwe wegen, wegverbreding, verandering van de maximaal toegestane snelheid en benutting door dynamische routeinformatie kunnen ingrijpen op de verkeersomvang, op de wegcapaciteit of op beide. Daarnaast zijn er situationele factoren die van invloed zijn op de capaciteit van de weg zoals ongevallen, wegwerkzaamheden en weersomstandigheden.



Figuur 1: Conceptueel model ter verklaring van het reistijdverlies

1.2 Voor verklarende analyses beschikbare gegevens

De tijdsperioden waarvan gegevens beschikbaar zijn, verschilt per gegevenstype. Van sommige factoren zijn gegevens beschikbaar per jaar per gemeente (bevolking, banen en autobezit) of per jaar per regio (BBP). Van andere factoren (verkeersomvang, reistijdverlies, wegwerkzaamheden, incidenten) zijn er gegevens per vijftien minuten per wegvak. De maatregelen treden ergens in de loop van het kalenderjaar in werking. Om de ontwikkeling van het reistijdverlies te verklaren wordt een analyse uitgevoerd ter bepaling van het effect van maatschappelijke factoren op jaarniveau (bevolking, banen, autobezit en regionale economische groei) op reistijdverlies en een analyse ter bepaling van het effect van maatregelen en situationele factoren op maandniveau (beleidsmaatregelen, ongevallen, wegwerkzaamheden, weersomstandigheden, wegcapaciteit, verkeersomvang) op reistijdverlies⁶³. In beide gevallen is de analyse op wegvakniveau en gebaseerd op de gegevens verkregen via de detectielussen. De wegvakken zijn gemiddeld circa 1.000 meter lang en betreffen het hoofdwegennet in de Randstad, Noord-Brabant, rond Arnhem en Nijmegen en enkele delen van de verbindingen naar het noorden, oosten en zuiden.

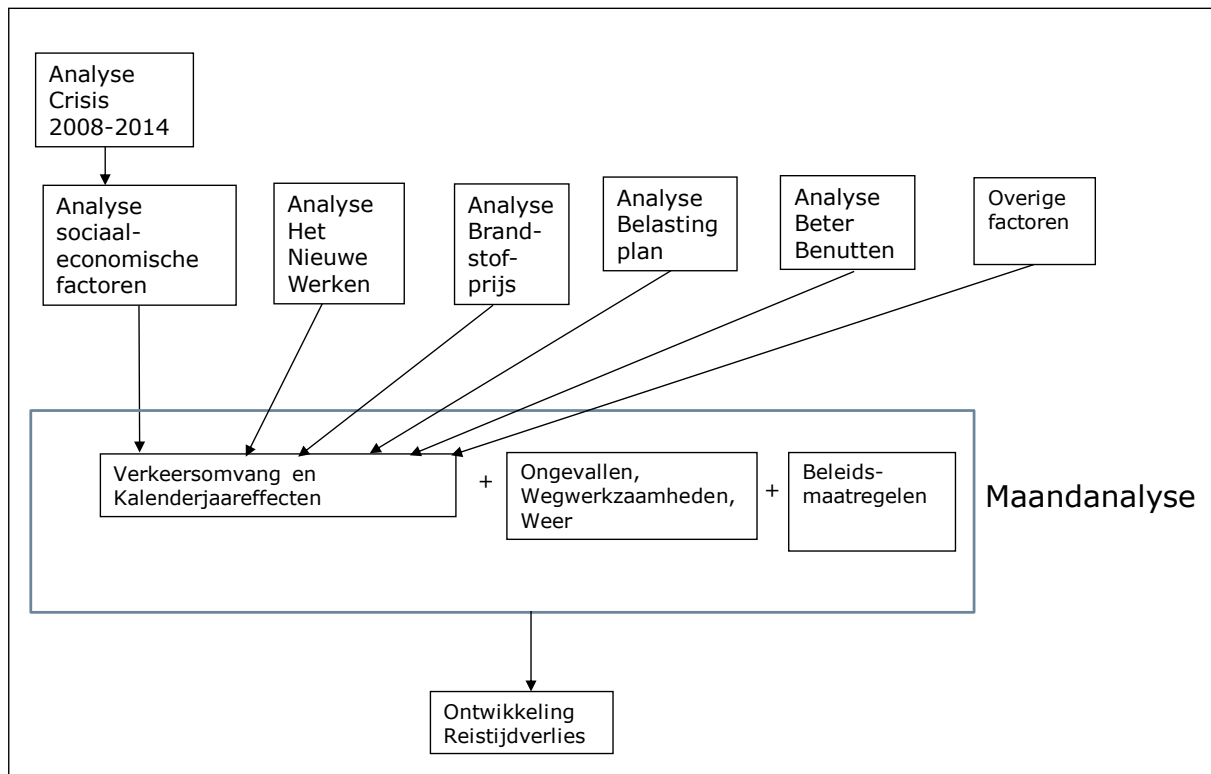
1.3 Overzicht van de analyses ter verklaring van het reistijdverlies

De basis van de analyse ter verklaring van de ontwikkeling van het reistijdverlies is de analyse per maand per wegvak ("maandanalyse"). De ontwikkeling van het reistijdverlies wordt verklaard door drie groepen van variabelen (figuur 2). De eerste groep zijn de beleidsmaatregelen en de tweede groep de situationele factoren (ongevallen, wegwerkzaamheden en weersomstandigheden). De derde groep betreft de verkeersomvang en de kalenderjaareffecten (voor elk kalenderjaar en onderscheiden naar Randstad en rest van Nederland wordt met de maandanalyse een aparte coëfficiënt geschat en het effect berekend in de doorrekening, zie 1.4). Aan het effect van deze derde groep op reistijdverlies liggen andere factoren ten grondslag. Om het effect van deze achterliggende factoren te kunnen bepalen waren aparte analyses nodig. Van deze factoren zijn gegevens op een ander detailniveau gegevens beschikbaar of ze werken verschillend in op een gedeelte van de te verklaren variabele (b.v. spitsdal). Deze achterliggende factoren zijn de sociaaleconomische factoren, Het Nieuwe Werken en de brandstofprijs. Het verschil tussen het totaal effect van deze achterliggende factoren en het gezamenlijke effect van de verkeersomvang en de kalenderjaareffecten is het effect van overige factoren. De analyses voor het bepalen van het effect van sociaaleconomische factoren, Het Nieuwe Werken en de brandstofprijs komen aan de orde in de volgende paragrafen.

Ter voorbereiding van Mobiliteitsbeeld 2017 is een variant van de maandanalyse ontwikkeld waarin de effecten van sociaaleconomische factoren in plaats van de kalenderjaareffecten als verklarende variabelen zijn

⁶³ Tot op heden is het niet gelukt om het effect van externe factoren en beleidsmaatregelen geheel in een enkele analyse te combineren. Zie hierover paragraaf 1.4, 1.5 en 1.6.

opgenomen. Deze analyse is ter validatie van de effecten van de sociaaleconomische factoren uitgevoerd en wordt besproken in paragraaf 1.5. Voor een uitgebreidere behandeling van de validatie zie paragraaf 1.6.



Figuur 2: Structuur verklarende analyse reistijdverlies hoofdwegennet

1.4 De bepaling van de effecten van beleidsmaatregelen en situationele factoren op reistijdverlies

De basis voor de verklaring van het reistijdverlies wordt geboden door toepassing van een multi-pele regressie van de beschikbare gegevens per wegvak per maand. In de afgelopen 15 jaar zijn meer gedetailleerde analyseniveaus getest (o.a. dag- en dagdeelniveau), maar deze boden tot op heden geen stabiele resultaten.

Met de regressie is de sterkte bepaald van het verband tussen de te verklaren variabele en de verklarende variabelen. Hierbij wordt ook rekening gehouden met de samenhang tussen de variabelen onderling. Er zijn zogenoemde partiële regressiecoëfficiënten bepaald: de effecten van maatregelen worden daardoor afgezonderd van de effecten van trendmatige ontwikkelingen in verkeersomvang, weersinvloeden, wegwerkzaamheden en ongevallen.

Invloedsgebieden

Voor elke beleidsmaatregel wordt niet alleen nagegaan wat de invloed is op de wegvakken waarop de maatregel is aangelegd, maar ook op aansluitende wegvakken en kruisende wegen waarop de maatregel doorwerkt (tabel 1). De wegvakken waarop sprake is van doorwerking, worden het invloedsgebied genoemd. Het totale effect in de analyse bestaat daarom uit het effect op de wegvakken waar de maatregel is gerealiseerd en de wegvakken van het invloedsgebied. De invloedsgebieden zijn gedefinieerd op basis van verkennende analyses waarbij verschillende lengtes tot 20 km vanaf het maatregelgebied zijn getest. Omdat de wegvakken verschillen in lengte (de meeste zijn circa 1 km lang), is bij de berekening rekening gehouden met de omvang van de wegvakken.

Tabel 1: Definitie van invloedsgebieden.

	Zelfde weg			Kruisende wegen voor of achter			
	10-5 km voor	5-0 km voor	ter hoogte van maatregel	0-5 km achter	5-10 km achter	0-5 km	5-10 km
Spits- en plusstroken	+	+	+	+	+	+	+
Wegverbredingen	+	+	+	+	+	+	+
Nieuwe wegen						+	+
DRIP's en BermDRIP's	-	+	+	+	-	-	-
Verandering maximum snelheid en/of trajectcontroles	-	+	+	-	-	-	-
Wegwerkzaamheden	+	+	+	-	-	-	-
Ongevallen	+	+	+	-	-	-	-
Kijkfiles bij ongevallen TDI's	kijkfiles op andere rijbaan 2,5 km voor en achter wegvak met ongeval voor: 3-2 km, 2-1 km en 1-0 km; ter hoogte van; achter: 0-1 km, 1-2 km en 2-3 km						

Ongevallen worden op basis van registraties door de verkeerscentrales (2008-2015) en bergers (2000-2007) per kwartier gekoppeld aan wegvakken. Gegevens over werkzaamheden (o.b.v. Meldwerk (2000-2013) en SPIN= Systeem Planning en Informatie Nederland (2013-2016), zijn omgezet naar de procentuele reductie in capaciteit die hiervan het gevolg zijn, en zijn daarna eveneens per kwartier aan de wegvakken gekoppeld.

Partiële regressiecoëfficiënten

Om de effecten te bepalen, zijn eerst partiële regressiecoëfficiënten berekend met een regressieanalyse. In deze analyse wordt de ontwikkeling van het reistijdverlies per wegvak per maand verklaard uit beleidsmaatregelen, ongevallen, wegwerkzaamheden, weersomstandigheden, de capaciteit (maximum aantal voertuigen per doorsnede op een wegvak⁶⁴), het kalenderjaar (onderscheiden binnen en buiten de Randstad), de maand en de verkeersomvang. Omwille van het overzicht is de invloed van ongevallen, wegwerkzaamheden en weersomstandigheden hieronder aangeduid als situationele factoren. Bij de weersomstandigheden worden neerslagsom, temperatuur, zicht en windsnelheid per uur en speciale weersomstandigheden (o.a. ijsdagen en dagen met mist) per meetstation onderscheiden.

$$Y_{iv} = c_v + \beta M_{gp} + \gamma S_{gi} + \delta T_{jr} + \phi K_m + \kappa V_{iv} + \varepsilon_{iv} \quad (1)$$

Y_{iv} = reistijdverlies per maand i en per wegvak v

c_v = constante per wegvak v (impliciet, door meancentering)

M_{gp} = de maatregelen per wegvak in het invloedsgebied g (1=actief, 0=niet actief)
in de invloedsperiode p (verschil voor en na openstelling)

S_{gi} = de situationele kenmerken per wegvak van ongevallen en wegwerkzaamheden in het invloedsgebied g per maand i , van weersomstandigheden per wegvak per maand i) en reciproke van capaciteit (per wegvak)

T_{jr} = het kalenderjaar j per regio r (Randstad en overig Nederland)

K_m = de kalendermaand m

⁶⁴ O.b.v. NWB 2005 omdat dit voor de onderzoeksperiode de eerste en meest complete indicaties zijn voor de capaciteit.

V_{iv}	=	de verkeersomvang en het kwadraat van de verkeersomvang per maand i per wegvak v
$\beta, \gamma, \delta, \phi$ en κ	=	partiele regressiecoëfficiënten welke de impact van een factor op de maandelijkse trend per wegvak weergeeft
ϵ_{iv}	=	error (de niet door de voorgaande factoren verklaarde variatie in reistijdverlies van maand i en wegvak v)

Met deze regressieanalyse werden circa 1500 coëfficiënten geschat (waarvan circa 1400 voor de componenten van circa 350 beleidsmaatregelen), waarvan circa 90% statistisch significant is ($\alpha < 0,05$). De verklaarde variantie (r^2) heeft een ordegrrootte van 0,5. Bij de interpretatie van de effecten van factoren op de ontwikkeling van het reistijdverlies (de percentages in de waterval, zie hierover de volgende alinea) dient rekening gehouden te worden met een zekere marge. Dit laatste komt met name voort uit de beschikbaarheid van de data van verklarende factoren. De hoogte van deze marge is kwantitatief moeilijk vast te stellen. Uitgegaan wordt van een marge van enkele procenten op de effectpercentages.

Berekening van de effecten op het totale reistijdverlies

Na de schatting van de coëfficiënten met de regressieanalyse is in een tweede stap berekend wat de bijdragen zijn van maatregelen en situationele factoren aan de ontwikkeling van het reistijdverlies per wegvak. Hiertoe zijn de coëfficiënten vermenigvuldigd met de ontwikkeling in de daarmee corresponderende verklarende factoren. De bijdragen van de afzonderlijke factoren zijn vervolgens opgeteld en opgehoogd naar het totale wegennet ten opzichte van het basisjaar (2000). Alle effecten zijn afzonderlijk gerelateerd aan het basisjaar (als reistijdverlies in het basisjaar op 100 gesteld is en door de eerste determinant met 10% stijgt en door de tweede met 5%, is het gezamenlijke effect 115%). Voor de bepaling van de effecten wordt gebruik gemaakt van de hoofdwegen waarvan voldoende gegevens beschikbaar zijn (Randstad, Noord-Brabant, rond Arnhem en Nijmegen en enkele delen van de verbindingen naar het noorden, oosten en zuiden). De berekening is gebaseerd op de wegvakken waarvan in elke twee achtereenvolgende jaren gegevens beschikbaar zijn. Voor de ophoging naar de ontwikkeling van het reistijdverlies en de verkeersomvang op het gehele hoofdwegennet wordt gebruik gemaakt van de gegevens die RWS hierover publiceert (RWS, 2019).

Het resultaat van de regressie en doorrekening van de effecten van beleidsmaatregelen is in feite een pretest posttest control group design (Cook & Campbell, 1979; Shadish et al., 2002). De effecten zijn namelijk berekend door het vergelijken van het verschil in reistijdverlies (O , observatie) voor en na het ingaan van de maatregelen (X , experimentele conditie) op de wegvakken binnen het invloed gebied ($O_4 O_5 O_6 > O_1 O_2 O_3$) ten opzichte van het verschil op de overige wegvakken ($O_{10} O_{11} O_{12} > O_7 O_8 O_9$).

O_1	O_2	O_3	X	O_4	O_5	O_6
O_7	O_8	O_9		O_{10}	O_{11}	O_{12}

80 km-zones

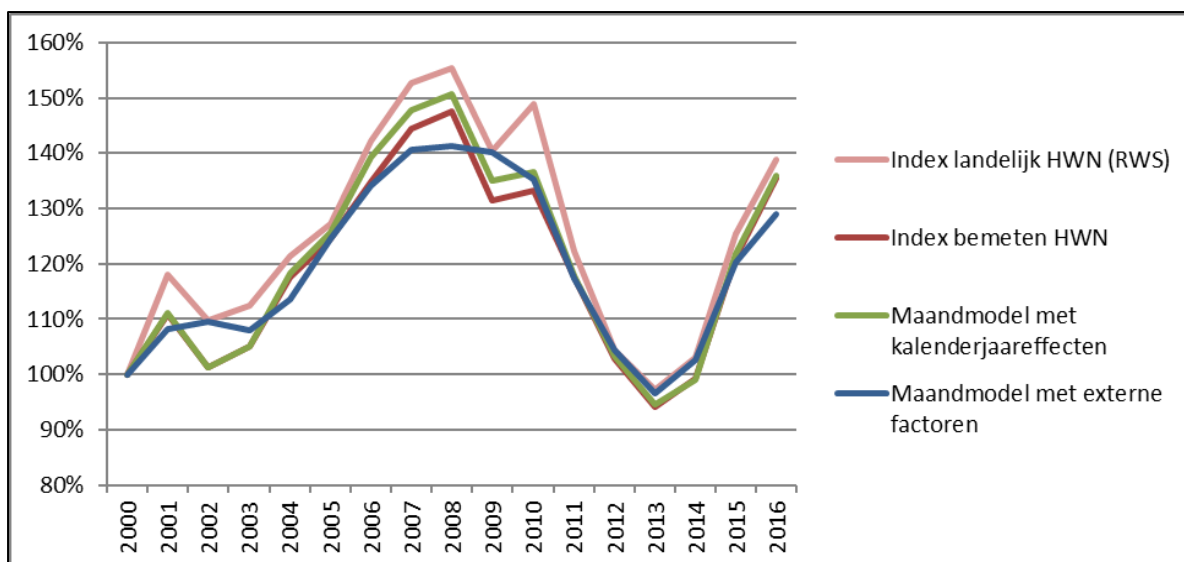
Bij de effecten van de 80 km-zones is een correctie toegepast. In deze effecten zit namelijk ook het verschil tussen de maximaal toegestane rijsnelheid van 100 km/uur (die voorafgaande aan de invoering van deze zones van toepassing was) en de maximaal toegestane rijsnelheid van 80 km/uur die vanaf het moment van invoering geldt. Circa 55 procent van het effect van de 80 km-zones op reistijdverlies ontstaat doordat men in deze zones minder dan 80 km/uur mag rijden en 45% komt doordat men tussen 100 en 80 km/uur rijdt (het verschil tussen VVU100 en VVU80). In het gerapporteerde effect wordt alleen het reistijdverlies tot 80 km/uur opgenomen.

Effect van demografische en sociaaleconomische factoren

Om het effect te bepalen van de bevolkingsontwikkeling, het aantal banen, het autobezit, het binnenlands bruto product (BBP) en de bruto toegevoegde waarde van de zakelijke dienstverlening (btw-zd) op het reistijdverlies, worden met een multiplicatief model log-lineaire regressieanalyses uitgevoerd per wegvak op jaarbasis. Deze “externe” of “maatschappelijke” (M) verklarende factoren zijn per jaar per gemeente, c.q. COROP-gebied beschikbaar. De veranderingen in deze externe factoren van de gemeenten (c.q. regio) binnen een straal van 30 kilometer van een wegvak worden gerelateerd aan de veranderingen in het reistijdverlies op dat wegvak. Omdat de uitbreidingen met extra stroken sinds 2010 een grote invloed hebben op veranderingen in het reistijdverlies, bleek het noodzakelijk deze factor aan het model toe te voegen. De geschatte coëfficiënten β zijn significant ($\alpha < 0,01$), kunnen geïnterpreteerd worden als elasticiteiten en zijn toegepast om het effect van inwoners, banen, autobezit en btw-zd te bepalen.

$\ln Y_{vj}$	=	$\beta_v \cdot E_{1,vj}^{\beta_1} \cdot E_{2,vj}^{\beta_2} \cdot E_{3,vj}^{\beta_3}$	(2)
Y_{vj}	=	(meancentered) verkeersomvang, “reistijdverlies+effect extra stroken” per wegvak v en jaar j	
β_v	=	constante per wegvak v (impliciet, door meancentering)	
E_{gvj}	=	het effect van externe factoren (bevolkingsomvang, banen per inwoner, autobezit per inwoner) per wegvak v (gemeenten <30 km) en jaar j	
β_i	=	elasticiteiten die het effect van factor i op verkeersomvang en reistijdverlies aangeven	

Ter voorbereiding van Mobiliteitsbeeld 2017 is een variant van de maandanalyse ontwikkeld waarin de effecten van sociaaleconomische factoren als verklarende variabelen zijn opgenomen in plaats van de kalenderjaareffecten. Ook is de regionale verkeersomvang als extra verklarende variabele naast de verkeersomvang per wegvak toegevoegd. Doel hiervan is om na te gaan of de sociaaleconomische factoren ook direct in de maandanalyse meegenomen kunnen worden. Uit deze maandanalyse blijkt dat deze factoren gezamenlijk het reistijdverlies bijna net zo goed verklaren als het maandmodel met verkeersomvang per wegvak en de kalenderjaareffecten (figuur 3). De afwijking per jaar is gemiddeld resp. 4% voor de verklaring met externe factoren tegen 1% voor de verklaring met kalenderjaareffecten. Omdat het maandmodel met kalenderjaareffecten het reistijdverlies en de effecten van de beleidsmaatregelen beter kunnen verklaren, wordt de maandanalyse met sociaaleconomische factoren voor het Mobiliteitsbeeld niet toegepast. Het toont echter aan dat de sociaaleconomische effecten de belangrijkste onderliggende factoren zijn van de kalenderjaareffecten. Een tweede argument hiervoor is dat de effecten van de kalenderjaareffecten in de verklarende analyse van reistijdverlies 2000-2016 met 0,9 correleren met de effecten van de verkeersomvang.



Figuur 3: Verklaringen reistijdverlies 2000-2016 vergeleken met de ontwikkelingen

Effect van personen- en vrachtverkeer op reistijdverlies

Voor het bepalen van het effect van de ontwikkeling van het vrachtverkeer op de ontwikkeling van het reistijdverlies wordt conform formule 1 met een regressie per wegvak per maand de ontwikkeling van het reistijdverlies verklaard, maar hierbij wordt de omvang van het verkeer onderscheiden naar personen- en vrachtverkeer, beide uitgedrukt in PAE's (personenautoequivalenten), waarbij een vrachtauto voor 1,75 personenauto's wordt gerekend. Deze analyse heeft betrekking op alle maanden en wegvakken waarvoor aandelen van personen- en vrachtverkeer bekend zijn (voor de latere jaren vrijwel altijd, voor de beginperiode is er meer uitval). Het aandeel van het vrachtverkeer in het effect van het totale verkeer wordt toegepast op het effect van de externe factoren bepaald met formule 2.

Effect van de economische crisis 2008-2014

Als gevolg van de recessie die in de jaren 2008-2014 plaatsvond, is de vraag naar verkeer en vervoer afgenomen. Om de omvang van het effect van deze recessie op het autogebruik en de congestie op het hoofdwegenet te bepalen, is nagegaan hoe de verkeersomvang geweest zou zijn indien de trend van 2000-2008 zou zijn voortgezet tijdens de periode 2008-2014. Het effect van de recessie 2008-2014 is bepaald door een trendanalyse toe te passen op de ontwikkeling van de verkeersomvang in de jaren voorafgaand aan de recessie (2000 tot en met 2007). Hiermee wordt de gemiddelde groei vastgesteld in de situatie zonder recessie. Deze groei kon in de periode 2008-2014 worden verwacht indien geen recessie zou zijn opgetreden. Het effect van de terugval in economische ontwikkeling is geraamd door de geëxtrapoleerde ontwikkeling te vergelijken met de waargenomen ontwikkeling. Zo kan een indicatie worden verkregen van het effect dat de economische terugval heeft op de verkeersomvang. Op basis van de waargenomen verhouding tussen beide factoren is deze indicatie vervolgens vertaald naar het effect op het reistijdverlies.

1.6 Validatie van de effecten van beleidsmaatregelen

Voor de validatie van de vastgestelde effecten van beleidsmaatregelen zijn de volgende checks uitgevoerd.

0) Vergelijking met andere projectevaluaties.

De effecten van beleidsmaatregelen bepaald met de maandanalyse op reistijdverlies en verkeersomvang (zie 1.4) zijn in verschillende publicaties vergeleken met de effecten vastgesteld in andere studies. De uitkomsten van de maandanalyse bleken steeds goed te corresponderen met de andere studies (voor effecten wegwitbreiding zie b.v. Van der Loop, e.a. 2016; voor effecten verkeersmanagement zie MuConsult, 2011 en 2012 en Van der Loop, 2012).

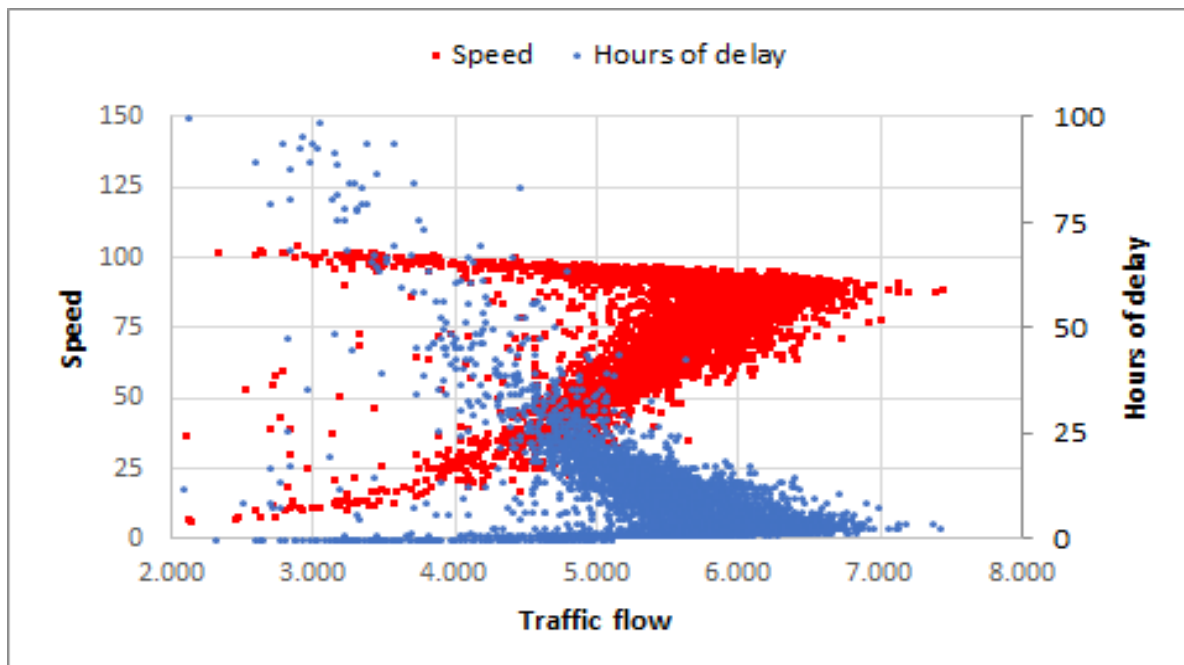
1) Vergelijking met LMS-uitkomsten van effecten van gepland en gerealiseerd beleid.

De effecten van de wegwitbreidingen infrastructuur op reistijdverlies van 2000-2008 die in het kader van het beleidsprogramma Samenwerken aan bereikbaarheid (SWAB) bepaald zijn met het LMS bleken overeen te komen met de uitkomsten van de maandanalyse (KiM, 2010; 4-Cast 2009). Dit bleek ook het geval bij een eerdere vergelijking van de effecten van gepland beleid op reistijdverlies op hoofdwegen 1995-2000 bepaald met LMS en gerealiseerd beleid bepaald met de maandanalyse (Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 2002).

3) De uitkomsten van de effecten van beleidsmaatregelen zoals bepaald met de maandanalyse tussen opeenvolgende jaren zijn elk jaar met elkaar vergeleken. Deze bleken heel consistent te zijn.

De samenhang tussen veranderingen in verkeersomvang en reistijdverlies

Omdat de maandanalyse met een lineaire regressie per wegvak per maand wordt uitgevoerd, is de werkelijke samenhang tussen veranderingen in verkeersomvang en reistijdverlies met deze regressie onvolledig weergegeven. Veranderingen in het reistijdverlies op een bepaald wegvak worden immers niet alleen bepaald door veranderingen in verkeersomvang op dat wegvak, maar ook door veranderingen op wegvakken daarvoor en daarachter. Daarnaast is het verband tussen verkeersomvang en reistijdverlies op een bepaald wegvak kromlijinig zoals weergegeven door het fundamenteel diagram (figuur 4).



Figuur 4: Samenhang tussen verkeersomvang en reistijdverlies en rijnsnelheid op een wegvak (op A13 met veel verkeer en congestie) van het hoofdwegennet in 2016

Om deze reden worden in de maandanalyse (formule 1) naast de verkeersomvang ook jaar coëfficiënten opgenomen. Omdat het verband tussen veranderingen in verkeersomvang en reistijdverlies hierdoor in de analyses niet direct zichtbaar wordt, is eerst geprobeerd om dit verband te schatten met behulp van het 2-regime model. In het twee regime model wordt onderscheid gemaakt tussen dagdelen (OS, AS, dal) waarop op een wegvak sprake is van vrije doorstroming (gemiddelde snelheid > 70 km/uur) versus congestie (onder 70 km/uur). Uit de analyses met het twee regime model is echter gebleken dat het verband tussen verkeersomvang en reistijdverlies hierdoor niet groter wordt. De verbeteringen in de verklaring die wel gerealiseerd konden worden, kwamen voort uit het toevoegen van verklarende factoren: regionale en lokale verkeersomvang en de bruto toegevoegde waarde van de zakelijke dienstverlening. Hieruit is geconcludeerd dat verbetering van het verklaringsmodel niet zozeer gezocht moet worden in verdere detaillering (meer microlevel) van de verklaring, maar in het toevoegen van extra verklarende factoren of het beter representeren van verbanden tussen verkeersomvang en reistijdverlies tussen verschillende wegvakken of verschillende perioden van de dag. Dit laatste is gebaseerd op analyses op verschillende tijden van de dag,

waaruit bleek dat in de jaren 2014-2016 een toename optrad in verkeersomvang in de uren tussen 5 en 7 uur en tussen 10 en 16 uur die samenging met een toename van reistijdverlies tussen resp. 6-7 uur en 15-17 uur (zie ook Mobiliteitsbeeld 2017).

Kader: Jaar coëfficiënten- zwakke schakel blijkt hoeksteen

Tekortkoming van de toepassing van de jaar coëfficiënten is dat de samenhang tussen verkeersomvang en reistijdverlies uit de analyseresultaten niet direct zichtbaar is. De opname van de jaar coëfficiënten in het maandmodel blijken er echter wel voor te zorgen dat de ontwikkeling van het reistijdverlies met de regressie per maand op verschillende jaarperiodes (o.a. 2015-2016 en 2000-2016) goed geschat kan worden en dat ook de effecten van de maatregelen op consistente en correcte wijze vastgesteld kunnen worden.

In de regressie per wegvak per maand wordt het effect van de vraag naar verkeer op reistijdverlies gerepresenteerd door het gezamenlijke effect van de verkeersomvang per wegvak per maand en het effect van de jaar coëfficiënten per wegvak per maand op reistijdverlies. De redenen waarom verondersteld wordt dat dit gezamenlijke effect het effect van de gezamenlijke vraagfactoren representeert zijn:

- 1) Het gezamenlijke effect van verkeersomvang en jaar coëfficiënten over de verschillende jaarperiodes (o.a. 2015-2016 en 2000-2016) (formule 1) is nagenoeg gelijk aan het gezamenlijke effect van bevolking, banen en autobezit op reistijdverlies zoals berekend met de regressie per jaar per wegvak (formule 2).
- 2) De omvang van de jaarlijkse effecten van de jaar coëfficiënten op reistijdverlies per maand correleert met 0,9 met de omvang van de verkeersomvang op reistijdverlies per maand (beide formule 1).
- 3) Het gezamenlijke effect van de verkeersomvang (per wegvak) en de jaar coëfficiënten op reistijdverlies in het maandmodel (formule 1) benadert het gezamenlijke effect in het maandmodel van de externe factoren bevolking, banen en autobezit aangevuld met het effect van regionale en lokale verkeersomvang en de bruto toegevoegde waarde van de zakelijke dienstverlening op reistijdverlies (en exclusief de jaar coëfficiënten). De combinatie van verkeersomvang en jaar coëfficiënten leidt (tot op heden) tot een betere modellering van de ontwikkeling in reistijdverlies in het maandmodel dan het toevoegen van de externe factoren (zie ook 1.5) en heeft daarom (vooralsnog) de voorkeur.

De reden waarom jaar coëfficiënten nodig zijn is dat:

- 1) Per wegvak er een kromlijng verband bestaat tussen verkeersomvang en reistijdverlies: tot een bepaald verzadigingsniveau van de wegcapaciteit (bij circa 80 km/uur) is er een positief verband tussen verkeersomvang en reistijdverlies, maar daarboven is dit verband negatief (fundamenteel diagram, figuur 3).
- 2) Om het effect van de beleidsmaatregelen over meerdere jaren te kunnen vaststellen moet dit geïsoleerd worden van het effect van andere factoren die specifiek voor een bepaald kalenderjaar gelden en niet gerepresenteerd worden door de andere verklarende factoren in de regressievergelijking (b.v. aantal werkdagen, vakantiedagen, evenementen).

1.7 Het effect van Het Nieuwe Werken op reistijdverlies

In de analyses van sociaaleconomische factoren zoals beschreven in paragraaf 1.5 is het effect van Het Nieuwe Werken (HNW) inbegrepen. Er is immers een verband geschat tussen de veranderingen in banen zoals deze daadwerkelijk in gemeenten plaatsvonden en de waargenomen veranderingen in het reistijdverlies op de hoofdwegen. Het Nieuwe Werken heeft geleid tot verplaatsingen die niet gemaakt zijn en daardoor bijdroegen aan een afname van reistijdverlies, of tot het verschuiven van verplaatsingen van de spits naar dal periode. Om deze effecten te bepalen zijn aparte analyses uitgevoerd op de werkende bevolking in Nederland.

Omdat van de verschillende vormen van HNW en de daarbij behorende mobiliteit onvoldoende informatie beschikbaar was uit de Nationale Enquête Arbeidsomstandigheden (NEA) en andere CBS statistieken, heeft het KiM enquêtes laten uitvoeren onder netto circa 14.000 werkenden in Nederland van 2014 tot 2016. Het KiM heeft een methodiek ontwikkeld om met deze data en data uit andere bronnen (CBS, I&M) niet alleen de ontwikkeling in het HNW van 2000-2016 te beschrijven, maar ook de effecten hiervan op gebruik van auto, openbaar vervoer en fiets en congestie te schatten. Hiertoe zijn eerst beschrijvende en verklarende analyses verricht van de enquêtegegevens die het KiM met betrekking tot Het Nieuwe Werken verzameld heeft. Met deze enquêtegegevens zijn de omvang en kenmerken van Het Nieuwe Werken van 2013 tot en met 2015 bepaald. Om de ontwikkeling van het Nieuwe Werken van 2000 tot 2016 te beschrijven en de effecten op mobiliteit en congestie te bepalen zijn de resultaten van de verklarende analyses van de enquêtegegevens geëxtrapoleerd naar de periode 2000-2016 op basis van verplaatsingsgegevens van het OViN, arbeidsgegevens van het NEA en andere bronnen van het CBS. Voor meer informatie hierover zie: KiM, 2018, Effecten van Het Nieuwe Werken op mobiliteit en congestie 2000-2016.

1.8 Effect van de brandstofprijs op reistijdverlies

Voor het bepalen van het effect van de brandstofprijs is geen gebruik gemaakt van de boven beschreven regressieanalyse, maar is uitgegaan van de elasticiteit van de brandstofprijs naar autokilometers van $-0,16624$ volgens het automarktmiddel Dynamo dat MuConsult ontwikkelde voor WVL en PBL. Voor het vrachtverkeer is alleen met diesel rekening gehouden en is de elasticiteit $-0,13$. Dit betreft de korte termijnelasticiteit gewogen voor woon-werkverkeer, zakelijke en overige reismotieven. Deze elasticiteit komt ongeveer overeen met de schatting van de elasticiteit van de brandstofprijs op het verkeersvolume, met een regressieanalyse van jaarcijfers van 1980-2009 van $-0,12$ (korte termijn) en $-0,17$ (lange termijn) (Groot, 2012).

Voor de bepaling van de brandstofprijs in de jaren 2000-2016 zijn adviesprijzen beschikbaar van 2000-2009 en consumentenprijzen aan de pomp van 2009-2016 (bron van beide is CBS). De groeicijfers 2009-2016 van de pompprijzen zijn toegepast op de adviesprijzen van 2009 om de brandstofprijzen van 2010 te bepalen. De prijzen van de brandstofsoorten per jaar zijn gewogen op basis van het aandeel verkochte liters brandstof. De ontwikkeling van de naar gebruik gewogen brandstofprijs per jaar is gecorrigeerd voor inflatie op basis van de Consumentenprijsindex van het CBS.

De verhouding tussen de verkeersontwikkeling en de ontwikkeling in het reistijdverlies is in de periode 2000-2016 op het hoofdwegennet 1:2,5. Deze verhouding is toegepast om het effect van de brandstofprijs op reistijdverlies te bepalen.

2. De verklaring van de verkeersomvang

Voor het verklaren van de ontwikkeling van de verkeersomvang wordt een methode toegepast die vergelijkbaar is als voor het reistijdverlies. De samenstelling van de verklarende factoren verschilt echter van formule 1. In plaats van de verkeersomvang zijn demografische en sociaaleconomische factoren opgenomen: bevolking, banen per inwoner, autobezit per inwoner, btw-zd en (in aparte analyses ter controle) BBP.

$$V_{iv} = c_v + \beta_p B_{iv} + \gamma_s S_{iv} + \phi_m M_m + \eta_v V_{iv} + \varepsilon_{iv} \quad (3)$$

V_{iv}	=	verkeersomvang uitgedrukt in voertuigkilometers afgelegd per maand i en wegvak v
c_v	=	constante per wegvak v (impliciet, door meancentering)
B_{iv}	=	indicatoren die aangeven of een beleidsmaatregel in een maand i en op een wegvak v actief is ("1") of niet ("0") (aangevend het verschil voor en na introductie van de maatregel) en of wegvak v binnen het invloed gebied van beleidsmaatregel p ligt
S_{iv}	=	situationele factoren (weer, wegwerkzaamheden, ongevallen) per maand i per wegvak v en de reciproke van capaciteit per wegvak v
M_m	=	kalendermaand m
V_{iv}	=	de sociaaleconomische factoren per maand i en wegvak v
$\alpha, \beta, \delta, \phi, \gamma, \eta$	=	partiele regressie coëfficiënten die het effect aangeven van een factor op de maandelijkse trend per wegvak van de te verklaren variabele
ε_{iv}	=	error

De verklaring van de ontwikkeling van het vrachtverkeer is op dezelfde wijze bepaald als van de totale verkeersomvang met enkele aanpassingen. Van de externe factoren is alleen het BBP meegenomen binnen een straal van 30 kilometer ten opzichte van elk wegvak. Bij de brandstofprijs is alleen naar diesel gekeken. Bij de berekening van de verkeersomvang van het vrachtverkeer wordt onderscheid gemaakt tussen de ochtendspits, avondspits en de dalperiode.

3. De verklaring van reistijdbetrouwbaarheid, extreme reistijden, totale en gemiddelde reistijd

De methodiek ter verklaring van de onbetrouwbaarheid van de reistijd, extreme reistijden, totale reistijd (in voertuigminuten) en gemiddelde reistijd (in gemiddelde rijtijd per kilometer) is in hoofdlijnen gelijk aan die ter verklaring van het reistijdverlies. Hiervoor worden regressies uitgevoerd conform formule 1. Wel zijn er enkele verschillen in de berekeningswijze, omdat de te verklaren variabelen anders gedefinieerd zijn. Gemiddelde reistijd en onbetrouwbaarheid van de reistijd, zoals uitgedrukt in de standaardafwijking op wegvakniveau, zijn gedefinieerd in reistijd per kilometer weglengte. De variabelen reistijdverlies, extreme reistijden en totale reistijd zijn gedefinieerd in absolute waarden (uren tijdverlies). Voor definities van reistijdbetrouwbaarheid en extreme reistijden zie Mobiliteitsbeeld 2017, "Achtergrond 6 Definities van reistijdbetrouwbaarheid en extreme reistijden".

Voor het verklaren van alle bovenstaande indicatoren worden eerst regressiecoëfficiënten geschat van de verklarende factoren. Daarna worden de effecten berekend op basis van de geschatte coëfficiënten en de feitelijke ontwikkeling van de variabelen.

Voor het verklaren van het reistijdverlies, extreem reistijdverlies en de totale reistijd worden de absolute waarden van de uren voor de regressievergelijking gemeen-centered. Er wordt als het ware een wegvakspecifieke constante meegenomen. Voor de verklaring van de gemiddelde reistijd (rijtijd per kilometer) en de onbetrouwbaarheid uitgedrukt in de standaardafwijking wordt uitgegaan van de reistijd per door het

voertuig afgelegde kilometer. Dit is de inverse van de snelheid per afgelegde kilometer. Op deze wijze wordt gecorrigeerd voor de verschillen in lengte van de wegvakken en voor het aantal door voertuigen afgelegde kilometers. Voor onbetrouwbaarheid uitgedrukt in de standaardafwijking is dichtheid de verklarende variabele in de regressievergelijking. Voor de gemiddelde reistijd (rijtijd per kilometer) is intensiteit gebruikt. Er is geen mean-centering uitgevoerd voor de verklaring van de onbetrouwbaarheid, uitgedrukt in de standaardafwijking, en voor de verklaring van de extreme reistijden, uitgedrukt in reistijdverlies boven 3 x SD en tenminste 50% boven de gemiddelde reistijd (dit laatste om een opeenstapeling van vele kleine uitschieters per wegvak te vermijden).

Het effect van externe factoren, Het Nieuwe Werken en brandstofprijs

Het effect van de externe factoren op onbetrouwbaarheid, extreme reistijden, totale en gemiddelde reistijd is bepaald met behulp van een regressie per jaar per wegvak met deze variabelen als afhankelijke variabele en reistijdverlies als onafhankelijke variabele. Omdat deze regressie in een loglineair model gedaan is, leverde dit elasticiteiten op waarmee het effect van externe factoren op reistijdverlies doorvertaald is naar de andere afhankelijke variabelen.

Het effect van ongevallen op extreme reistijden

Om vast te stellen wat het invloedgebied is van ongevallen op de extreme reistijden zijn eerst regressiecoëfficiënten geschat voor verschillende gebieden en perioden (tabel 3). De indicator voor extreme reistijden is het reistijdverlies op kwartieren met de 10%/20% langste reistijd. Vervolgens is nagegaan hoeveel variantie verklaard wordt bij de keuze voor verschillende invloedsgebieden en -perioden (tabel 4). Hieruit blijkt dat een invloedsgebied van 20 kilometer voor en achter het wegvak met het ongeval en 1 uur na de periode van meestal 1 uur tijdens het ongeval de meeste variantie in reistijdverlies verklaart. Verondersteld wordt daarom dat dit de beste keuze is.

Tabel 3: Regressiecoëfficiënten van wegen en perioden rond de locatie en het tijdstip van ongevallen, van 2001 tot 2009.

Bron: KiM.

Invoelingsperiode	20-10 km voor	10-5 km voor	< 5 km voor	Direct	< 5 km na	5-10 km na	10-20 km na
Basis				76,7			
Basis			33,6	76,6	1,6		
Basis		68,0	33,6	76,0	1,6	2,2	
Basis	26,6	67,0	33,6	75,6	1,5	2,6	7,6
+ 15 minuten				72,9			
+ 15 minuten			31,3	72,7	1,6		
+ 15 minuten		70,3	31,3	71,8	1,5	4,3	
+ 15 minuten	30,6	68,8	31,3	71,2	1,4	4,8	9,4
+ 30 minuten				69,1			
+ 30 minuten			29,1	68,7	1,7		
+ 30 minuten		69,2	29,0	67,4	1,6	5,4	
+ 30 minuten	32,6	67,2	29,0	66,7	1,4	5,8	10,4
+ 60 minuten				62,4			
+ 60 minuten			25,3	61,8	1,6		
+ 60 minuten		62,5	25,1	60,0	1,4	6,1	
+ 60 minuten	31,7	59,9	25,1	59,0	1,2	6,3	11,3
+ 120 minuten				54,0			
+ 120 minuten			20,3	53,1	1,4		
+ 120 minuten		49,0	20,1	50,9	1,1	6,0	
+ 120 minuten	24,7	46,2	20,0	49,6	0,9	5,6	10,8

Tabel 4: Verklaarde variantie in reistijdverlies (R^2) bij verschillende gebieden en perioden van invloed van ongevallen, van 2001 tot 2009. Bron: KiM.

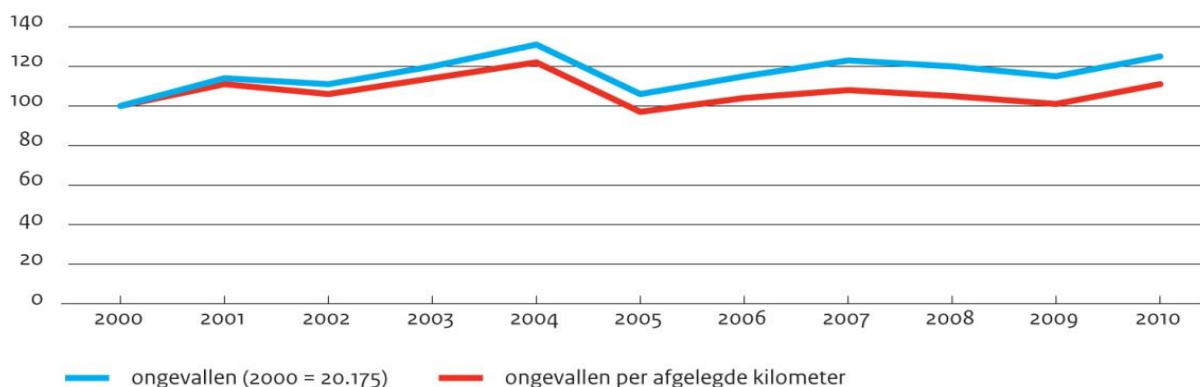
		Ruimtelijk invloedsgebied			
<i>Invloedsperiode</i>	<i>Basis</i>	<i>Alleen direct</i>	<i>tot 5 km</i>	<i>tot 10 km</i>	<i>tot 20 km</i>
	<i>Basis</i>	0,3527	0,3550	0,3570	0,3573
	<i>+ 15 minuten</i>	0,3529	0,3553	0,3579	0,3584
	<i>+ 30 minuten</i>	0,3530	0,3555	0,3584	0,3591
	<i>+ 60 minuten</i>	0,3531	0,3555	0,3586	0,3595
	<i>+ 120 minuten</i>	0,3527	0,3549	0,3577	0,3585

Ontwikkeling van ongevallen

Om te bepalen wat het effect is van ongevallen op de ontwikkeling van de onbetrouwbaarheid en extreme reistijden, is gebruik gemaakt van registraties door de bergers en door de verkeerscentrales. Omdat de registraties door bergers en verkeerscentrales in de loop van de jaren steeds verder verbeterd zijn, is het lastig om te bepalen of het aantal in werkelijkheid toeneemt. Figuur 9 geeft op basis van deze registraties een zo goed mogelijke raming van de ongevallen in de periode 2000-2010⁶⁵. Het aantal ongevallen lijkt in de periode 2000-2010 met 25 procent te zijn toegenomen, maar schommelt sterk van jaar op jaar. Zoals gezegd, dienen deze cijfers met voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden, omdat de toename ook het gevolg kan zijn van een betere registratie. Per afgelegde kilometer is er sprake van een licht toenemende trend in de periode 2000-2010.

Omvang van incidenten

Behalve ongevallen vinden er op het wegennet ook andere verstoringen plaats die kunnen leiden tot relatief grote reistijdverliezen voor de gebruiker. De verkeerscentrales registreren dergelijke incidenten (tabel 5). Van de circa 124.000 incidenten in 2009 zijn er circa 23.000 ongevallen. De invloed van deze overige incidenten op reistijdverlies, onbetrouwbaarheid en extreme reistijden is nog niet eerder bepaald.



Figuur 5: Raming aantal ongevallen op basis van registraties door bergers en verkeerscentrales op het hoofdwegennet (vooral voor 2006 is er sprake van onderregistratie). Bron: KiM i.s.m. DVS.

Tabel 5: Aantal incidenten geregistreerd door de verkeerscentrales op het hoofdwegennet in 2009. Bron: KiM i.s.m. DVS.

	2009
Gestrand voertuig	44.556
Object op de rijstrook	14.651
Object op de vluchtstrook	1.691
Ongevallen	23.121
Overig	40.229
Totaal	124.248

⁶⁵ Het aantal ongevallen dat bergers in 2007 registreerden, is 98,6 procent van het aantal dat de verkeerscentrales registreerden. De meldingen van bergers van 2000-2006 zijn opgehoogd naar het aantal meldingen door centrales in 2007. De data voor de jaren 2007-2010 zijn gebaseerd op de registraties door verkeerscentrales.

Bronnen hoofdstuk 8.3.1

Cook, T.D. and Campbell, D.T. (1979) *Quasi-Experimentation Design and Analysis Issues for Field Settings*. Houghton Mifflin, Boston

Henkens, N.C., Tamminga, G.W. i.s.m. Grontmij (2015). Capaciteitswaarden Infrastructuur Autosnelwegen: Handboek CIA. Rijswijk: Rijkswaterstaat.

KiM (2017). *Mobiliteitsbeeld 2017*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM).

KiM (2018). *Effecten van Het Nieuwe Werken op mobiliteit en congestie 2000-2016*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM).

Loop, H. van der (2014). *De latente vraag in het wegverkeer*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

Loop, H. van der, Haaijer, R. (2017). *Ex post evaluatie van benuttingmaatregelen om congestie te verminderen*. Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk (CVS), 23 en 24 November te Gent.

Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Boston: Houghton Mifflin.

Wageningen-Kessels, F. van, Lint, H. van, Vuik, K. & Hoogendoorn, S. (2015). *EURO Journal on Transportation and Logistics* 4 (4), 445-473.

8.3.2 Berekening maatschappelijke kosten door files en vertragingen

De maatschappelijke kosten door files en vertragingen op het hoofdwegennet bestaan uit verschillende componenten, namelijk het reistijdverlies, het uitwijkgedrag, de betrouwbaarheid van de reistijd en de indirecte effecten. Elk van deze componenten lichten we hieronder verder toe.

Het reistijdverlies dat een automobilist oploopt doordat deze in de file staat of langzaam rijdt, leidt tot maatschappelijke kosten. Deze persoon had in de tijd dat hij of zij stil staat, immers ook iets anders kunnen doen. De kosten van het reistijdverlies worden berekend door het reistijdverlies (uitgedrukt in aantal voertuigverliesuren) te vermenigvuldigen met de reistijdwaardering. Hierbij maken we een onderscheid naar vracht en personen, aangezien de reistijdwaardering voor vracht flink hoger ligt dan voor personen.⁶⁶ Welk aandeel van het reistijdverlies voor rekening komt voor het vrachtverkeer, is niet bekend. We gebruiken hiervoor als proxy het aandeel vrachtverkeer op het hoofdwegennet, gebaseerd op de intensiteiten van INWEVA (INWEVA, 2019).

Hiernaast houden we bij de berekening van de maatschappelijke kosten van het reistijdverlies rekening met de gemiddelde bezettingsgraad van personenauto's. Deze is gebaseerd op OViN-data.⁶⁷ De reistijdwaardering van autopassagiers bedraagt 80% van de reistijdwaardering door autobestuurders (Warffemius, 2013).

Bij uitwijkgedrag anticipeert de automobilist op files en vertragingen. Hij vertrekt bijvoorbeeld eerder of later, rijdt via een andere route of kiest een ander vervoermiddel of een andere bestemming. Ook kan hij besluiten om niet te reizen en thuis te werken. De kosten van dit uitwijkgedrag zijn onderdeel van de maatschappelijke kosten van files en vertragingen. In 2000 waren de uitwijkkosten 89% van de kosten van het reistijdverlies (Koopmans & Kroes, 2004). Aangezien er geen recentere data beschikbaar zijn, gebruiken we dit aandeel voor alle jaren.

Betrouwbaarheid gaat over de mate waarin de reistijd zeker is, ofwel over de variatie rondom de gemiddelde reistijd. Deze variatie leidt tot maatschappelijke kosten, omdat de reiziger eerder moet vertrekken of later aankomt dan in de ideale situatie zonder onbetrouwbaarheid het geval zou zijn. De reistijdvariatie, oftewel de standaarddeviatie, voor het verkeer op de hoofdwegen wordt vastgesteld op basis van empirisch onderzoek van lusdata; zie ook de bijlage 'Verklaringsmethodiek bereikbaarheid hoofdwegennet'. Vervolgens vermenigvuldigen we de betrouwbaarheid met het gemeten verkeersvolume en hogen we deze op om haar representatief te maken voor het totale wegverkeer op het hoofdwegennet.⁶⁸ Daarna vermenigvuldigen we de reistijdvariatie (uitgedrukt in uren standaardafwijking van de reistijd) met de bijbehorende economische en maatschappelijke waardering van een grotere betrouwbaarheid van reistijden. Ook hier maken we weer een onderscheid naar vracht- en personenverkeer en houden we rekening met de gemiddelde bezettingsgraad van personenauto's.

Onbetrouwbaarheid op specifieke locaties kan ook lokaal uitwijkgedrag genereren. De mate waarin onbetrouwbaarheid leidt tot uitwijkgedrag is onzeker, maar we schatten de maatschappelijke kosten hiervan 50% lager dan die van de mate van uitwijkgedrag bij reistijdverlies.

De totale kosten van de reistijdverliezen, de onbetrouwbaarheid van de reistijd en de bijbehorende uitwijkkosten zijn de directe maatschappelijke kosten van files en vertragingen. Hiernaast zijn er indirecte kosten. De schattingsmethode om deze indirecte kosten te bepalen houdt er rekening mee dat files en vertragingen ook effecten kunnen hebben op andere markten dan het wegverkeer. Dit zijn dezelfde indirecte effecten als die kunnen optreden bij de aanleg of verbetering van infrastructuur. Zo kunnen files als gevolg van uitwijkgedrag leiden tot een groter aantal ov-reizigers in de piekuren, waardoor extra investeringen in de ov-capaciteit zijn vereist. Hierdoor zou het exploitatietekort van de ov-bedrijven kunnen toenemen. Omdat de totale indirecte effecten meestal niet groter zijn dan 30% van de totale directe effecten, is deze marge (van 0% tot 30%) gehanteerd bij de berekening van de maatschappelijke kosten door files en vertragingen (VenW & EZ, 2004).

⁶⁶ De waarderingskengetallen voor reistijd en reistijdbetrouwbaarheid worden circa elke 5-10 jaar bepaald met een grootschalig stated preference (SP) onderzoek. De resultaten van het laatste reistijdwaarderingsonderzoek staan in Warffemius (2013). Tussen twee onderzoeken in worden de waarderingskengetallen jaarlijks geactualiseerd met behulp van de inflatie en de loonkostenontwikkeling door Steunpunt Economische Expertise (SEE); zie ook bijlage 'Reistijdwaardering'.

⁶⁷ De bezettingsgraad is gebaseerd op alle autoritten, ongeacht motief en tijdstip.

⁶⁸ Niet alle hoofdwegen zijn voorzien van meetlussen. In het algemeen zijn de drukere wegen waar veel reistijdverlies optreedt en de variatie in reistijd groot is, wel bemeten. Op basis van onze inschatting wordt 75% van de variatie in reistijd gemeten met de lussen. Daarom gebruiken we een factor van 0,75 om ook de hoofdwegen mee te nemen die niet bemeten zijn.

8.3.3 Bepaling van de maatschappelijke kosten van verstoringen op het spoor

In KiM (2017) wordt beschreven hoe de maatschappelijke kosten van verstoringen op het spoor worden berekend. Hier beperken we ons tot de actualisatie van de verschillende componenten waaruit de totale kosten zijn opgebouwd. Voor zover geen gegevens over 2018 voorhanden zijn, geven we dit in de tekst aan.

Vertraging van reizigers met NS-treinen

NS en ProRail hebben met behulp van geanonimiseerde in- en uitcheckgegevens van reizigers berekend wat de omvang is van de vertragingstijd, in NS-termen het aantal 'reizigersvertragingminuten'. Voor het jaar 2018 gaat het op het hoofdrailnet (HRN) van NS om 653,6 miljoen reizigersvertragingminuten (databron: NS). Dit aantal hebben we opgehoogd met 13,4% vanwege het aandeel 'niet-verchipte' kaartsoorten in het totaal aantal treinreizen dat reizigers met NS afleggen op het HRN en vanwege ongeldige of vergeten check-outs (bron: NS). Uitgaande van een gemiddelde *value of time* van 10,60 euro per uur voor 2018 (zie bijlage reistijdwaardering), kost deze vertraging 131 miljoen euro. Zie onderstaand tekstkader voor een nadere uitleg. De gevolgde werkwijze is alleen mogelijk voor die reizen die geheel zijn gemaakt met treinen van NS op het HRN.

Kader: Toelichting bij de berekening van het aantal reizigersvertragingminuten

- De gerapporteerde vertragingstijd is een grove schatting van de vertraging op het spoorwagennet die reizigers werkelijk ervaren. Beperkingen in de vertragingbepaling zijn:
 - De vertragingstijd wordt deels bepaald op basis van check-outtijden, waardoor reizigersgedrag onderdeel is van de berekening. Zodoende zijn factoren als loopsnelheid, winkelgedrag op stations en routekeuze van invloed op de gemeten vertraging. De werkelijke vertraging is daarom in de regel korter dan de geregistreerde vertraging.
 - NS beschikt uitsluitend over (bruikbare) data van reizigers met een geldige check-in en een geldige check-out op een hoofdrailnetstation, waarbij NS in de (geplande) reis de enige vervoerder was en het herkomst-bestemmingspaar voldoet aan specifieke eisen, zoals een minimum reizigersaantal per dag. Om te compenseren voor reizigers met een e-ticket of met een ongeldige of vergeten check-out hebben we de vertragingminuten voor 2017 verhoogd met 13,6% en die voor 2018 met 13,4%.
 - Reizigers op de gedecentraliseerde lijnen waar NS rijdt, reizigers bij wie een andere vervoerder deel uitmaakt van hun reis en reizigers met een internationaal ticket worden niet meegenomen.
- Voor iedere reiziger hebben we de reis volgens de reisplanner vergeleken met de 'reisrealisatie'. Dit is de feitelijke reistijd voor reizigers zoals uiteindelijk gerealiseerd volgens de door ProRail geregistreerde loop van de treinen. De geplande reis is de snelste reis die de reiziger op basis van zijn of haar inchecktijd volgens de reisplanner had kunnen maken. Omdat het gaat om de reisplanner van twee dagen van tevoren, zijn ongeplande verstoringen nog niet verwerkt maar geplande werkzaamheden wel. De beloofde reis is vergeleken met de realisatietijden van de treindienst. In de volgende situaties hebben we de uitchecktijd van de reiziger als referentie gebruikt, omdat er geen treinrealisatie beschikbaar is:
 - Uitval van een trein in de beloofde reis;
 - Een gemiste overstap;
 - Een te vroeg vertrokken trein of een extreem te laat vertrokken trein (minstens 15 minuten);
 - Bij gepland busvervoer.
- Van iedere reiziger is zodoende een inschatting bekend van de opgelopen vertraging, hetzij op basis van treinrealisatie, hetzij op basis van uitchecktijd. De geplande reistijd is bekend uit de reis die aan de betreffende reiziger is beloofd.
- In eerdere rapportages over de reizigersvertragingminuten werd niet gefilterd op het HRN, in de cijfers over 2017 en 2018 gebeurt dit wel. Dit heeft gevolgen voor de vergelijkbaarheid van de cijfers, aangezien het aantal reizigersvertragingminuten is berekend op basis van een ander totaal aantal reizen.

Vertraging van reizigers met treinen op de gedecentraliseerde lijnen

Omdat in- en uitcheckdata ontbreken voor reizen op de gedecentraliseerde spoorlijnen, hebben wij het resultaat voor het HRN op dezelfde manier aangepast als voor het Mobiliteitsbeeld 2016 (KiM, 2017)⁶⁹, namelijk aan de hand van verschillen in aantal reizigerskilometers en treinpunctualiteit. Het aantal op de gedecentraliseerde treindiensten gereisde kilometers bedraagt in 2018 ongeveer 6% van dat op het HRN, terwijl de dispunctualiteit van treinen ongeveer twee derde bedraagt van die op het HRN (5,4% respectievelijk 8,5%) (ProRail, 2019). Hiermee komt de inschatting van het aantal reizigersvertragingminuten op de gedecentraliseerde lijnen op 653,6 miljoen * 0,06 * 0,64 = 25 miljoen. De vertragingkosten voor het jaar 2018 komen voor dit segment op 25/60 * 10,60 euro = ruim 4 miljoen euro.

Effecten van deur tot deur

Vrijwel alle treinreizen hebben een of andere vorm van natransport. Voor zover dit lopen, fietsen of auto betreft, werken eventuele treinvertragingen een-op-een door naar de totale deur-tot-deurreistijd. Bestaat het natransport uit bus, tram of metro, dan is er een kans dat treinvertragingen uitdempen wanneer de reiziger voldoende overstaptijd heeft, maar evenzeer is er een kans dat de vertragingen oplopen als hij het aansluitende openbaar vervoer mist. Een indicatieve berekening van dit effect met gegevens uit 2016 leidt tot 50 miljoen extra reizigersvertragingminuten (KiM, 2017). Met een gemiddelde *value of time* in 2018 van 10,60 euro betekent dit bijna 9 miljoen euro aan extra vertragingkosten.

Onzekerheid

Er bestaan verschillende methoden om de onzekerheid voor reizigers te operationaliseren en uit te drukken in tijdverlies.

De eerste methode gaat uit van de spreiding van de aankomsttijden van treinen. Hoe groter deze spreiding, hoe meer onzekerheid reizigers ervaren en hoe minder zij in staat zijn hun aankomsttijd exact te voorspellen. We hanteren het resultaat van de berekening voor het jaar 2016, zoals uitgewerkt in KiM (2017), gecorrigeerd voor de *value of time* van 2018. Dit leidt tot een bedrag van 176 miljoen euro.

In de tweede methode vermenigvuldigen we de *value of time* die over het totale aantal reizigersvertragingminuten is toegepast, met een factor 2,4. Deze factor weerspiegelt de waardering van de onzekerheid en de onvoorspelbaarheid van de reistijd die mensen als extra vervelend ervaren bovenop de langere reisduur (Koopmans, 2010; Rietveld et al., 2001). De additionele kosten ten opzichte van de pure vertragingkosten zoals beschreven onder posten 1 tot en met 3 (tabel B3.3.1) bedragen volgens deze berekening 204 miljoen euro.

De derde methode is om reizigers te vragen in hoeverre zij wel eens een (of meerdere) trein(en) eerder nemen om meer zekerheid in te bouwen om op tijd op de bestemming aan te komen. Hiervoor heeft het KiM in 2017 een enquête laten houden onder treinreizigers; zie onderstaand tekstkader. De enquête leidt tot de conclusie dat de extra reistijd die iemand inbouwt om het risico te laat op de bestemming aan te komen te verkleinen, kan worden omgerekend naar een bedrag van ongeveer 237 miljoen euro, uitgaande van de reistijdwaardering van die extra reiskosten.

Omdat geen van deze drie methoden de absolute wijsheid representeert, hanteren wij voor dit onderdeel een bandbreedte van 176 miljoen tot 237 miljoen euro. De resultaten van alle drie de methoden vallen binnen deze bandbreedte.

Kader: Meer dan de helft van de treinreizigers bouwt wel eens een buffer in

Het KiM heeft een enquête laten houden onder ruim 2.700 mensen die minstens eenmaal per jaar met de trein reizen. Basis voor deze steekproef is het respondentenbestand van het Mobiliteitspanel Nederland (MPN), dat een goede afspiegeling is van de Nederlandse bevolking. De verdeling van de reisfrequentie in deze steekproef blijkt goed overeen te komen met informatie van NS zelf.

Bijna 55% van de respondenten neemt wel eens een trein eerder om er zeker van te zijn dat hij of zij niet te laat op de eindbestemming arriveert. Gemiddeld gaan zij 26 minuten eerder de deur uit dan volgens de dienstregeling strikt nodig zou zijn, maar de ene respondent doet dit uiteraard vaker dan de ander. Met dit frequentieverschil hebben we rekening gehouden bij de ophoging naar de extra reizen van alle Nederlandse treinreizigers. Het inbouwen van een buffertijd gebeurt overigens niet alleen bij werkgerelateerde reizen. Ook reizen in de privésfeer kunnen een zodanig dringend karakter hebben dat de reiziger er eerder voor van huis gaat dan volgens het spoorboekje nodig is. Denk aan een bezoek aan het ziekenhuis of het halen van een vlucht. Om de tijd te waarderen die reizigers vroeger van huis zijn gegaan, kunnen we niet de *value of time* (VoT) hanteren. Het gaat hier immers niet om de waardering van verloren reistijd, maar van vroegere vertrektijd. Deze bedraagt ongeveer de helft van de VoT (Fosgerau, 2016).

Uitwijkgedrag

Als reizigers vooraf op de hoogte zijn van een (grote) verstoring in het treinverkeer, kan uitwijkgedrag optreden: zij kunnen dan een alternatief zoeken, zoals de reis later op de dag maken, de reis uitstellen naar een andere dag, een ander vervoermiddel kiezen of helemaal afzien van de reis. Uit de KiM-enquête uit 2017 onder treinreizigers (zie post 4 in tabel B3.3.1) bleek dat de meeste reizigers toch gewoon op pad gaan; zie onderstaand tekstkader. Reizigers die dan vertraging oplopen, vormen onderdeel van de situatie onder post 1 uit tabel B3.3.1. Reizigers die met een ander vervoermiddel zijn gaan reizen, kunnen te maken hebben gehad met extra tijdskosten. Deze extra tijdskosten liggen in 2018 tussen 23 miljoen en 40 miljoen euro. Behalve tijdskosten hebben reizigers soms ook extra uitgaven moeten doen om een verstoorde treinreis op te vangen. Dit bedrag schommelt tussen de 23 miljoen en 41 miljoen euro. Het totale bedrag aan uitwijkkosten in 2018 ligt derhalve tussen de 46 miljoen en 81 miljoen euro (KiM, 2017).

Zitplaatskans

Vertraging en uitval van treinen leiden vaak tot drukker treinen waardoor de zitplaatskans en het comfort afnemen. In de beleving van de reizigers duurt zo'n reis dan extra lang. Met behulp van gegevens uit 2016 van NS over de variaties in zitplaatskans op werkdagen, hebben we getoetst of op dagen met grote verstoringen de zitplaatskans significant kleiner is dan op andere dagen. Als dit het geval is, zouden we het extra reistijdeffect in beeld kunnen brengen met vanuit de literatuur beschikbare multipliers op de reistijd die mensen staande moeten doorbrengen. Op dagen met langdurige verstoringen doet zich een geringe afname voor van de gemiddelde zitplaatskans. Doorberekening van deze afname naar een opslag op de reistijd leidt tot een verhoging die over het hele land bekeken marginaal is ten opzichte van de andere kostenposten. Bij afzonderlijke treindiensten kan dit uiteraard anders liggen.

Vertragingen en onbetrouwbaarheid van het goederenvervoer per spoor

Vertragingkosten van het goederenvervoer zijn alleen berekend voor het internationale vervoer; dat is 92% van het totale spoorgoederenvervoer (databron: CBS). Voor goederentreinen vanuit Nederland naar het buitenland bedraagt het aantal vertragingsuren aan de grens in 2018 22.289. Dit is de som van de vertraging bij vertrek (13.125 uur) en de onderweg binnen Nederland opgelopen vertraging (9.164 uur). Voor treinen vanuit het buitenland naar Nederland is alleen de vertraging op Nederlands grondgebied bekend: 8.836 uren. De totale vertraging over 2018 bedraagt dus 31.125 uur. Vanuit de literatuur is bekend dat de *value of time* (VoT) van een goederentrein gemiddeld 1.523 euro bedraagt (prijspeil 2018). De kosten voor vervoerders en verladers zijn hierin inbegrepen (Warffemius, 2013). Dit leidt tot een bedrag van ongeveer 47 miljoen euro.

Bij deze berekening past de kanttekening dat vertragingen die zijn opgelopen in het buitenland, niet zijn meegerekend, omdat hierover geen gegevens beschikbaar zijn. Hetzelfde geldt voor variaties in de rijtijden, zodat we geen betrouwbaarheidseffect hebben kunnen vaststellen. Dit betekent dat we de kosten voor de verladers onderschatten. Overigens is het aandeel van het vervoer waarbij sprake is van een belang voor Nederlandse verladers, gering. Het overgrote deel wordt namelijk in de zeehavens overgeladen en van of naar het buitenland getransporteerd.

Kader: Bij vooraf bekende verstoringen gaan de meeste treinreizigers toch gewoon op pad

Ruim 70% van de respondenten gaat toch gewoon op pad met de trein als van tevoren een verstoring van het treinverkeer bekend is. In sommige gevallen doen ze dit op een later tijdstip. Het overgrote deel van hen loopt daadwerkelijk vertraging op; deze is al opgenomen in de onder ad post 1 beschreven berekening. Ongeveer 23% van de respondenten neemt een ander vervoermiddel. Van hen loopt de helft uiteindelijk geen extra reistijd op. De andere helft komt gemiddeld 40 minuten later op de eindbestemming aan. Bijna 4% van de respondenten ziet helemaal af van de reis. Van alle respondenten geeft ruim 6% aan na een vertraagde reis extra reiskosten te hebben gemaakt.

Extra kosten voor personenvervoerders

Personenvervoerders maken extra kosten als gevolg van vertragingen en verstoringen. Denk aan de regeling 'Geld terug bij vertraging', uitgaven voor horeca, hotels en busvervoer en extra personeelskosten. De meeste van deze kosten zijn echter doorgegeven kosten: ze zijn te beschouwen als inkomsten voor andere partijen en vormen dus geen maatschappelijke kostenpost (Savelberg & Bakker, 2017). Extra personeelskosten of de uitvoeringskosten voor de regeling 'Geld terug bij vertraging' zijn wél als maatschappelijke kosten te beschouwen, maar hierover is geen informatie beschikbaar. De extra personeelskosten zijn niet direct te herleiden en naar verwachting gering (KiM, 2017). Tot slot kunnen kosten het gevolg zijn van de bijsturing van processen. Deze zijn evenmin gekwantificeerd en worden verder buiten beschouwing gelaten omdat ze ook bij het wegverkeer niet worden meegeteld.

Extra kosten voor goederenvervoerders

De extra kosten voor goederenvervoerders zijn inbegrepen in de VoT-analyse zoals beschreven onder 'Vertragingen en onbetrouwbaarheid van het goederenvervoer per spoor'.

Extra kosten voor de infrastructuurbeheerder

De infrastructuurbeheerder maakt kosten om de gevolgen van verstoringen op te vangen en het treinverkeer bij te sturen. Zonder verstoringen van het treinverkeer zou bijvoorbeeld een deel van de verkeersleiding overbodig zijn. Deze kosten zijn niet gekwantificeerd en worden verder buiten beschouwing gelaten omdat ze bij het wegverkeer evenmin worden meegeteld.

8.4 Verkeersveiligheid

8.4.1 Berekening maatschappelijke kosten verkeersongevallen⁷⁰

Actualisatie

De schatting van de maatschappelijke kosten van verkeersongevallen in 2010 en 2018 is gebaseerd op een onderzoek naar deze kosten in 2009 (De Wit & Methorst, 2012). De resultaten van dit onderzoek zijn gecorrigeerd voor inflatie en voor de ontwikkeling van het aantal verkeersdoden, ernstig verkeersgewonden en lichtgewonden in de periode 2009-2018.

De kosten van ongevallen met uitsluitend materiële schade (UMS) uit dat onderzoek zijn geïndexeerd op basis van de ontwikkeling van de mobiliteit (verkeersprestatie in voertuigkilometers naar vervoerwijze) sinds 2009. Dit onder de aanname dat meer of minder mobiliteit leidt tot evenredig meer of minder UMS-ongevallen. Hierbij is de ontwikkeling in de verkeersprestatie per voertuigtype gewogen naar het aandeel dat het betreffende voertuigtype⁷⁰ had in de totale uitgekeerde materiële schade in 2009. Deze werkwijze is gevolgd omdat gegevens over het aantal UMS-ongevallen in 2010 en 2018 ontbreken.

Ook de verdeling van de kosten over kostendragers in 2018 is bepaald aan de hand van de verdeling in 2009 (Wijnen, 2014). Deze verdeling is gecorrigeerd voor de toevoeging van immateriële kosten van lichtgewonden (zie hieronder).

Het gaat dus om een zeer eenvoudige actualisatie van de kosten ten opzichte van De Wit en Methorst (2012). In deze actualisatie is rekening gehouden met de inflatie, maar niet met ontwikkelingen van de kosten per slachtoffer of ongeval. Stijgingen van de gemiddelde zorgkosten of van de waarde van voertuigen zijn bijvoorbeeld niet in rekening gebracht.

Immateriële kosten van lichtgewonden

Immateriële kosten van lichtgewonden zijn toegevoegd aan de kostenberekeningen. Dit zijn de kosten van verlies van kwaliteit van leven als gevolg van licht letsel, bijvoorbeeld omdat verkeersslachtoffers (tijdelijk) bepaalde activiteiten niet kunnen uitvoeren. Het ontbreken van deze kosten was een belangrijke tekortkoming in eerdere schattingen van De Wit en Methorst (2012) (en daarmee ook in eerdere edities van het Mobiliteitsbeeld). Hierdoor liep de kostenberekening ook uit de pas liep met die in Europa (Wijnen et al., 2017). De immateriële kosten – en daarmee ook de totale kosten – zijn met deze toevoeging bijna 3 miljard euro hoger dan in eerdere schattingen van De Wit en Methorst. Data en methodieken '*Immateriële kosten van lichtgewonden*' geeft een toelichting op de schatting van de immateriële kosten van lichtgewonden.

⁷⁰ Met onderscheid naar personenauto's, bestel- en vrachtauto's en motorfietsen. Dit is in lijn met De Wit en Methorst (2012).

Onzekerheden

Ondanks dat de immateriële kosten van lichtgewonden aan de kostenschatting zijn toegevoegd, kent deze diverse gebreken (zie Wijnen et al., 2016). Naast het feit dat de berekening van de kosten in 2018 is gebaseerd op de berekeningen voor 2009, vormen met name de kwaliteit en de gedateerdheid van de onderliggende gegevens een nadeel. In het onderzoek naar de kosten in 2009 zijn (soms toen al sterk) verouderde gegevens gebruikt voor verschillende kostenposten, zoals de kosten van ziekteverzuim en arbeidsongeschiktheid en voertuigschade. Ook de schatting van de immateriële kosten is gebaseerd op gedateerd en deels buitenlands onderzoek. De schatting van de kosten in 2018 moet dan ook worden gezien als een ruwe indicatie. Een herziening van alle kostenposten op basis van recente data is nodig om de kosten van verkeersongevallen nauwkeuriger te kunnen schatten, en deze onder meer te kunnen gebruiken in maatschappelijke kosten-batenanalyses.

Overzicht maatschappelijke kosten per slachtoffer en UMS-ongeval

Tabel 1 geeft de uitgesplitste kosten per type slachtoffer en per ongeval met uitsluitend materiële schade. Dit zijn de bedragen waarmee is gerekend om tot de totale maatschappelijke kosten van verkeersonveiligheid te komen.

	Medische kosten	Productie-verlies	Immateriële kosten			Materiële kosten	Afhandelingskosten	Filekosten	Totaal		
			Laag	Midden	Hoog				Laag	Midden	Hoog
Doden	15	630	1910	2170	2450	12	19	1,9	2590	2850	3130
Ernstig gewond	11	23	220	250	290	11	6,2	0,5	280	310	340
Lichtgewond	1,1	1,2	25	28	32	4,7	1,9	0,4	34	37	41
Overig gewond	0,2	-	-	-	-	3,3	1,1	0,7	5	5	5,3
UMS	-	-	-	-	-	2,8	0,9	0,1	4	4	3,8

Tabel 1: Overzicht kosten in duizenden euro's per slachtoffer en per ongeval met uitsluitend materiële schade (UMS), opgesplitst naar kostenpost. Bedragen hoger dan 100.000 euro zijn afgerond op €10.000.

8.4.2 Immateriële kosten van lichtgewonden⁷¹

In het meest recente onderzoek naar de maatschappelijke kosten van verkeersongevallen in Nederland (De Wit & Methorst, 2012) zijn alleen de immateriële kosten van doden en ernstig verkeersgewonden in rekening gebracht, maar niet die van lichtgewonden. Nederland is op dit punt een uitzondering in Europa, zoals blijkt uit het Europese project SafetyCube (Wijnen et al., 2018). Het onderzoek geeft voor 31 Europese landen een overzicht van de geschatte kosten van verkeersongevallen en de hierbij gebruikte methoden. Het gaat om door nationale overheden vastgestelde waarden die bijvoorbeeld zijn opgenomen in richtlijnen voor de maatschappelijke kosten-batenanalyse.

De waarden voor de immateriële kosten van lichtgewonden die in deze 31 landen worden gebruikt, lopen uiteen van 0,5% tot 1,7% van de waarde van een statistisch mensenleven ('value of a statistical life', VOSL; bron: eigen analyse SafetyCube-data).⁷² Dit is in lijn met de waarde voor de immateriële kosten van een lichtgewonde die in diverse studies naar de externe kosten van verkeer op Europees niveau wordt aanbevolen, namelijk 1% van de VOSL. Deze waarde is geïntroduceerd in het Europese project UNITE (Nellthorp et al., 2001), op basis van een studie van ECMT (2000), en is overgenomen in latere Europese studies naar de externe kosten van verkeer, zoals HEATCO (Bickel et al., 2006).

⁷¹ Deze bijlage is geschreven in samenwerking met Wim Wijnen van W2Economics.

⁷² Het gaat hier alleen om de landen die een 'willingness to pay'-methode (WTP) gebruiken. Dit betekent dat de kosten zijn gebaseerd op het bedrag dat mensen bereid zijn te betalen om het risico op overlijden of gewond raken in het verkeer te verlagen. De WTP-methode wordt internationaal gezien als de meest geëigende methode om de immateriële kosten van letsel en gezondheidsverlies te bepalen (Freeman et al., 2014; Wijnen et al., 2018).

Recente Europese studie beveelt 1% van de VOSL aan

Ook de meest recente Europese studie naar de externe kosten van verkeer (Van Essen et al., 2019) beveelt 1% van de VOSL aan als Europese waarde voor de immateriële kosten van een lichtgewonde. Deze studie, in opdracht van de Europese Commissie, geeft een overzicht van de waarderingen van een lichtgewonde (als aandeel van een VOSL) die in wetenschappelijke studies zijn gevonden.⁷³ In tabel 1 staat een overzicht van deze waarden, met de definities van een lichtgewonde die zijn gebruikt, aangevuld met een Vlaamse studie.⁷⁴

Studie	Land	Definitie lichtgewonde / type letsel	% VOSL
Hopkin et al., 1993	Verenigd Koninkrijk	Slachtoffers met letsel zoals kneuzingen of snijwonden die niet ernstig zijn, of met een lichte shock waarvoor medische zorg ter plekke nodig is. Inclusief whiplash.	0,9
De Brabander, 2006	Vlaanderen	1 dag ziekenhuisopname met lichte tot redelijke pijn, een aantal weken lichte pijn en niet in staat sommige activiteiten uit te voeren, na 3 maanden volledig herstel	1,6
Persson, 2000	Zweden	Whiplash en gebroken pols	1,8
		Hersenschudding	0,9
B,S,S., 2015	Zwitserland	Letsel dat leidt tot 1 week ziekteverzuim	0,04

Tabel 1: Overzicht wetenschappelijke studies naar immateriële kosten van licht verkeersletsel.

De waarden liggen tussen 0,04% en 1,6% van de VOSL, waarbij de Zwitserse waarde zeer laag is vergeleken met de andere waarden. De Zwitserse onderzoekers constateren dit zelf ook, maar geven er geen verklaring voor. Het overzicht van Van Essen et al. (2019) bevat naast de studies genoemd in tabel 1 ook nog twee andere Zweedse studies en een Noorse studie. In een van de Zweedse studies werden waarden gevonden die uiteenlopen van 0,5% tot 32,1% van de VOSL, afhankelijk van de gebruikte methode. In de andere Zweedse studie en in de Noorse studie werd de waarde geschat op respectievelijk 1,5% en 1,8%. Omdat voor deze studies geen informatie over de letselernst beschikbaar is, hebben we ze niet opgenomen in tabel 1.

⁷³ Het overzicht van Van Essen et al. (2019) bevat ook de waarden die in vier Europese studies worden aanbevolen (allemaal 1% van de VOSL) en de officiële waarden die in tien landen worden gehanteerd (0,4%-2,9%). Deze laatste waarden zijn echter veel minder recent dan de waarden uit het SafetyCube-onderzoek. Om deze reden laten we hier buiten beschouwing.

⁷⁴ In plaats van Evans (2001) is Hopkin et al. (1993) opgenomen in tabel 1, omdat dit de originele studie is waarop Evans (2001) zich heeft gebaseerd.

Toepasbaarheid op de Nederlandse situatie

Op basis van tabel 1 is na te gaan in hoeverre het Europese kengetal voor de immateriële kosten van een lichtgewonde van 1% van de VOSL (afkomstig uit Van Essen et al. (2019) en eerdere soortgelijke Europese studies) ook in Nederland kan worden toegepast.

In de Nederlandse berekening van ongevalskosten (De Wit & Methorst, 2012) worden twee categorieën lichtgewonden onderscheiden: (1) gewonden die op de spoedeisendehulpafdeling (SEH) van een ziekenhuis zijn behandeld (zonder ziekenhuisopname) of in het ziekenhuis zijn opgenomen met een letselnst lager dan MAIS 2⁷⁵ ('lichtgewonden') en (2) gewonden met licht letsel dat niet op de SEH-afdeling is behandeld, maar mogelijk wel door bijvoorbeeld een huisarts ('overige gewonden'). De letselnst in de studie in het Verenigd Koninkrijk is geringer dan bij een Nederlandse lichtgewonde en vergelijkbaar met het letsel van overige gewonden, terwijl de letselnst zoals beschreven in de Belgische en Zweedse studies vergelijkbaar is met, of mogelijk zwaarder is dan, de letselnst van lichtgewonden in Nederland. Hersenschuddingen vallen bijvoorbeeld meestal onder MAIS 2. Waarschijnlijk vallen de meeste whiplashletsels onder 'overige gewonden', hoewel een whiplash wel tot langdurige klachten kan leiden. In de Belgische studie is voor de lichtgewonden uitgegaan van ziekenhuisopname, wat slechts bij een deel van de lichtgewonden in Nederland het geval is. De definitie van lichtgewond, zoals beschreven in de Zwitserse studie (ziekteverzuim), is lastig te vergelijken met de Nederlandse definitie, die is gebaseerd op letselnst. We laten deze studie daarom verder buiten beschouwing, ook omdat de Zwitserse waarde duidelijk een 'outlier' is.

Op basis van de buitenlandse studies lijkt het gerechtvaardigd om het kengetal van 1% van de VOSL toe te passen op de Nederlandse lichtgewonden: de waarde voor het Verenigd Koninkrijk is lager maar ook de letselnst is lichter, terwijl de waarden in België en Zweden hoger zijn en het letsel mogelijk ernstiger. Op basis van de literatuur kunnen we geen waarde bepalen voor de categorie overige gewonden. De kosten voor de immateriële schade van deze groep nemen we daarom niet mee in de berekening van de ongevalskosten. Een andere reden hiervoor is dat er geen nauwkeurige informatie is over het aantal overige gewonden.

Uitgaande van het kengetal van 1% van de VOSL bedragen de totale immateriële kosten van lichtgewonden in Nederland in 2018 2,8 miljard euro. Hierbij gaan we uit van circa 99.000 lichtgewonden⁷⁶ (VeiligheidNL/Letselinformatiesysteem) en een VOSL van 2,8 miljoen euro (Wesemann et al., 2005)⁷⁷. Dit is ongeveer de helft van de immateriële kosten van ernstig verkeersgewonden in Nederland in 2017, die ruim 5 miljard euro bedragen (het aantal ernstig verkeersgewonden in 2017 was 20.800 (SWOV, 2018) en de immateriële kosten per ernstig verkeersgewonde 250.000 euro (De Wit & Methorst, 2012; prijspeil 2018)). Deze verhouding is in lijn met de resultaten van een onderzoek naar de ziektelast van verkeersletsel

⁷⁵ MAIS staat voor 'Maximum Abbreviated Injury Score', een methode om letsel te classificeren op basis van letselnst. De schaal loopt van MAIS 0 (zeer licht letsel) tot MAIS 6 (dodelijk letsel). In Nederland wordt de MAIS-classificatie gebruikt voor de definitie van ernstig verkeersgewonden: slachtoffers met letselnst gelijk aan of hoger dan MAIS 2 die in het ziekenhuis zijn opgenomen.

⁷⁶ Met een bandbreedte van 93.000 tot 105.000. Dit is gebaseerd op de schatting door VeiligheidNL van het aantal SEH-opnamen, verminderd met het aantal ernstig verkeersgewonden zoals ingeschat door SWOV.

⁷⁷ Wesemann et al. (2005) rapporteren een VOSL van 2,2 miljoen euro in 2001. Deze VOSL is ook gebruikt in de berekening van de kosten van verkeersongevallen in Nederland (De Wit & Methorst, 2012). Gecorrigeerd voor inflatie bedraagt de VOSL 2,8 miljoen euro in 2018 (op basis van de prijsindex van het bruto binnenlands product; bron: CBS).

(Polinder et al., 2012), uitgedrukt in 'years lived with disability' (YLD, een maatstaf voor het verlies van kwaliteit van leven die ernst en duur van letselgevolgen combineert). Dit onderzoek laat zien dat 32% van de ziektelast van verkeersslachtoffers gerelateerd is aan slachtoffers die uitsluitend op de SEH-afdeling van een ziekenhuis zijn behandeld. Verder bleek dat de ziektelast van slachtoffers die alleen door een huisarts zijn behandeld, slechts 2% van de totale ziektelast van verkeersslachtoffers was. Hieruit kunnen we concluderen dat de immateriële kosten van de categorie overige gewonden waarschijnlijk relatief heel gering zijn.

Het kengetal van 1% moet niettemin worden gezien als een ruwe indicatie, onder meer omdat de letselernst in de studies over buitenlandse situaties summier is beschreven. Er bestaat echter een grote diversiteit in de typen licht letsel en de ernst en de gevolgen ervan, en het vóórkomen van verschillende typen letsel kan verschillen tussen landen. Bovendien is er een grote variatie in de waarden die in verschillende studies zijn gevonden. Voor een nauwkeuriger schatting van de immateriële kosten van lichtgewonden is daarom een onderzoek nodig dat zich specifiek richt op de economische waardering van licht verkeersletsel in Nederland.

Bronnen hoofdstuk 8.4

- Bickel, P. et al. (2006). *Proposal for harmonised guidelines*. EU project HEATCO Deliverable 5. Stuttgart: University of Stuttgart.
- Brabander, B. de (2006). *Valuing the reduced risk of road accidents*. Empirical estimates for Flanders based on stated preference methods. PhD Thesis. Diepenbeek (België): Hasselt University.
- B,S,S. (2015). *Monetarisering des statistischen Lebens im Strassenverkehr*. Basel: B,S,S. Volkswirtschaftliche Beratung AG.
- ECMT (2000). *Economic evaluation of road traffic measures*. European Conference of Ministers of Transport, Parijs.
- Essen, H. van, et al. (2019). *Handbook on the external costs of transport; Version 2019*. Delft: CE Delft.
- Freeman, A.M., Herriges, J.A. & Kling, C.L. (2014). *The measurement of environmental and resource values. Theory and methods*. Third edition. New York: Resources for the future.
- Hopkin, J.M. & O'Reilly, D.M. (1993). *Revaluation of the cost of road accident casualties: 1992 revision*. Crowthorne (VK): Transport Research Laboratory.
- Nellthorp, J., Sansom, T., Bickel, P., Doll, C. & Lindberg, G. (2001). *Valuation Conventions for UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency)*. Funded by 5th Framework RTD Programme. Leeds (VK): Institute for Transport Studies ITS, University of Leeds.
- Persson, U. (2000). Sweden. In: ECMT (2000). *Economic evaluation of road traffic measures*. European Conference of Ministers of Transport, Parijs.
- Polinder, S., Haagsma, J.A., Toet, H. & van Beeck, E.F. (2012). Epidemiological burden of minor, major and fatal trauma in a national injury pyramid. *British Journal of Surgery*, 99 (1), 114-121.
- SWOV (2018). *Ernstig verkeersgewonden in Nederland*. Factsheet 6 december 2018. Den Haag: SWOV.
- Wesemann, P., Blaeij, A.T. de & Rietveld, P. (2005). *De waardering van bespaarde verkeersdoden; Covernota bij 'The value of a statistical life in road safety'*. R-2005-4. Leidschendam: SWOV.
- Wijnen, W., Schrotten, A. & 't Hoen, M. (2016). *Costs of road crashes in the Netherlands; an assessment of scenarios for making new cost estimates*. Delft: CE Delft / W2Economics.
- Wijnen, W., Weijermars, W., Vanden Berghe, W., Schoeters, A., Bauer, R., Carnis, L., Elvik, R., Theofilatos, A., Filtness, A., Reed, S., Perez, C., Martensen, H. (2017). *Crash cost estimates for European countries*, Deliverable 3.2 of the H2020 project SafetyCube.
- Wijnen, W., Weijermars, W., Vanden Berghe, W., Schoeters, A., Bauer, R., Carnis, L., Elvik, R., Martensen, H. (2018). *An analysis of official road crash cost estimates in European countries*. *Safety Science* 113, 318–327.
- Wit, M. de & Methorst, R. (2012). *Kosten verkeersongevallen in Nederland; Ontwikkelingen 2003-2009*. Rotterdam: Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart.

8.5 Emissies

8.5.1 Berekening maatschappelijke milieukosten

Maatschappelijke milieukosten per eenheid NO_x, PM₁₀, NMVOS, SO₂

Onderstaande tabel geeft de maatschappelijke kosten per eenheid emissie van NO_x, PM₁₀, NMVOS en SO₂ per modaliteit en locatie van uitstoot. Dit zijn schadekosten: de kosten van de schade aan de menselijke gezondheid, ecosystemen, gebouwen en materialen (De Bruyne et al., 2017) die deze stoffen veroorzaken.

		laag	midden	hoog
NO _x	Weg stad	19,13	27,32	42,35
NO _x	Weg rural	11,04	15,78	24,45
NO _x	Spoor, luchtvaart, binnenvaart (ruraal)	11,04	15,78	24,45
NO _x	Zeevaart	11,04	15,78	24,45
PM ₁₀ -v	Weg stad	106,82	152,60	236,54
PM ₁₀ -v	Weg rural	72,90	104,14	161,42
PM ₁₀ -v	Spoor, luchtvaart, binnenvaart (ruraal)	72,90	104,14	161,42
PM ₁₀ -v	Zeevaart	72,90	104,14	161,42
PM ₁₀ -s	Weg	4,04	5,77	8,95
NMVOS	Weg, spoor, luchtvaart, binnenvaart	2,02	2,89	4,48
NMVOS	Zeevaart	2,02	2,89	4,48
SO ₂	Weg, spoor, luchtvaart, binnenvaart	14,58	20,83	32,28
SO ₂	Zeevaart	14,58	20,83	32,28

Tabel 1: Maatschappelijke kosten per eenheid emissie in euro/kg (prijspeil 2018). De milieuprijzen voor NO_x, PM₁₀, NMVOS en SO₂ zijn afkomstig uit Van Essen et al. (2019), de bandbreedte (laag/hoog) is gebaseerd op De Bruyne et al. (2017).

Maatschappelijke milieukosten per eenheid CO₂

De maatschappelijke milieukosten per eenheid CO₂ zijn afhankelijk van het jaar van uitstoot. Anders dan bij NO_x, PM₁₀, NMVOS en SO₂ zijn deze kosten preventiekosten en geen schadekosten (De Bruyne et al., 2017). Ze worden hoger naarmate het zichtjaar voor het preventiedoel dichterbij komt, omdat de goedkope maatregelen al zijn gerealiseerd. Als preventiedoel geldt de temperatuurstijging met 2 graden Celsius die in 2015 in het Klimaatakkoord van Parijs is afgesproken.

	2010	2010	2010	2018	2018	2018
	laag	midden	hoog	laag	midden	hoog
CO ₂ -eq (feitelijk), tweegradendoel	73,24	97,65	366,18	81,20	108,26	405,99

Tabel 2: Maatschappelijke kosten per eenheid CO₂ in 2010 en 2018 in euro/ton (prijspeil 2018). Bron: CPB/PBL (2016).

Maatschappelijke geluidskosten per modaliteit

Personenauto benzine	5,65
Personenauto diesel	4,52
Personenauto LPG	4,52
Bestelauto	6,78
Vrachtauto	31,64
Autobus	129,94
Motorfietsen	46,33
Bromfietsen	143,50

Tabel 3: Maatschappelijke kosten per eenheid geluid per modaliteit in euro/1.000 km (prijspeil 2018).
Bron: Schroten et al. (2014).

8.5.2 Begrippenkader en scope

Emissies van NMVOS, NO_x, PM₁₀, SO₂ door verkeer en vervoer

Emissies op Nederlands grondgebied veroorzaakt door wegverkeer, binnenvaart, railverkeer, overige mobiele bronnen (landbouw, visserij en overig) en luchtvaart tijdens starts, landingen en taxiën (de Landing-and-Take-Off-fase of LTO-fase), aangevuld met emissies van de zeevaart op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). Het gaat om zogenoemde *tank-to-wheel*-emissies (zie hieronder).

Tank-to-wheel-emissies

De emissies die ontstaan na het tanken van brandstoffen voor voertuigen. Dit betekent dat emissies die in een voorstadium ontstaan, zoals bij de winning en raffinage van brandstoffen en de productie van elektriciteit voor elektrisch spoorvervoer en wegvoertuigen met een stekker (volledig elektrische voertuigen en plug-inhybrides), niet meetellen.

Broeikasgassen/CO₂-equivalenten (CO₂-eq)

Bij broeikasgassen gaat het om stoffen die klimaatverandering veroorzaken. De belangrijkste is CO₂ (koolstofdioxide), maar ook N₂O (distikstofmonoxide, lachgas) en CH₄ (methaan) zijn bekende broeikasgassen. Om de invloed van de verschillende broeikasgassen te kunnen optellen, worden ze omgerekend naar zogenoemde CO₂-equivalenten. Eén CO₂-equivalent staat gelijk aan het effect dat de uitstoot van 1 kilo CO₂ heeft. De uitstoot van 1 kilo N₂O staat gelijk aan 310 CO₂-equivalenten en de uitstoot van 1 kilo CH₄ aan 21 CO₂-equivalenten.

CO₂ (IPCC)

Hierbij gaat het om CO₂-emissies die worden bepaald volgens het rekenvoorschrift van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Verkeer en vervoer is hier gedefinieerd als: wegverkeer, binnenvaart met herkomst en bestemming in Nederland, railverkeer, de LTO-fase van luchtvaart met herkomst en bestemming in Nederland, overige mobiele bronnen (landbouw, visserij en overig). Zeevaartemissies tellen bij IPCC dus niet mee en luchtvaartemissies in zeer beperkte mate. Wegverkeeremissies zijn in het IPCC-voorschrift gerelateerd aan de afzet van wegbrandstoffen in Nederland, ongeacht de locatie van het gebruik. Biobrandstof, en biomassa in het algemeen, stoot in het IPCC-rekenvoorschrift per definitie geen CO₂ uit. Dit heeft de volgende redenen:

- De CO₂-emissies die ontstaan in het productieproces van de biobrandstof worden toegerekend aan de hiervoor verantwoordelijke sectoren, met name landbouw en industrie/energiesector,
- De CO₂-emissies die ontstaan bij verbranding van biobrandstof worden gezien als onderdeel van de 'kortcyclische koolstofketen', dat wil zeggen dat de koolstof (C) kort tevoren – tijdens het groeiproces van de biomassa – is opgenomen uit de atmosfeer en nu weer vrijkomt. De kringloop is daarmee als het ware gesloten.

Bij railverkeer worden de emissies van de elektriciteitsvoorziening voor elektrisch railverkeer niet meegerekend. Dit betekent dat van het railverkeer alleen de broeikasgasemissies van dieseltreinen meetellen.

CO₂ (feitelijk)

Hierbij gaat het om CO₂-emissies die zijn gerelateerd aan verkeer en vervoer in Nederland, ongeacht de locatie waar de brandstof is getankt. Verkeer en vervoer is gedefinieerd als: wegverkeer, binnenvaart, railverkeer, de LTO-fase van luchtvaart, overige mobiele bronnen (landbouw, visserij en overig) en zeevaart op het NCP. Het gaat om zogenoemde *tank-to-wheel*-emissies. Biobrandstof stoot in deze benadering wel CO₂ uit, evenredig aan de koolstofinhoud van de biobrandstof.

NO_x

Stikstofoxiden zijn een bron van ozon en secundair fijnstof. Ze veroorzaken gezondheidsschade en schade aan gebouwen en natuur (door verzuring). NO_x bestaat uit NO₂ en NO. NO reageert uiteindelijk, via fotochemische reacties in de atmosfeer, met ozon tot NO₂.

NMVOS

Niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) is de verzamelnaam voor vluchtige organische stoffen, ook wel koolwaterstoffen genoemd. Methaan (CH₄) wordt van deze groep uitgesloten, omdat dit ook een broeikasgas is en anders dubbel zou tellen in de milieurekeningen. NMVOS is een van de veroorzakers van ozon, dat schadelijk is voor de gezondheid.

Fijnstof (PM₁₀)

Fijnstof of PM₁₀ bestaat uit vaste en vloeibare deeltjes die in de lucht zweven en een doorsnede hebben van maximaal 10 micrometer. Fijnstof veroorzaakt gezondheidsschade bij inademing. PM₁₀ kan worden onderverdeeld in PM₁₀-verbranding en PM₁₀-slijtage. PM₁₀-verbranding ontstaat bij het verbrandingsproces in de motoren van voer-, vaar- en vliegtuigen. Dit zijn merendeels de kleinere deeltjes binnen PM₁₀. PM₁₀-slijtage ontstaat bij het slijten van remmen, banden, wegdekken, bovenleidingen en dergelijke en betreft vooral de grovere fractie van PM₁₀. PM₁₀ kan rechtstreeks door bronnen worden uitgestoten of in de lucht worden gevormd uit andere stoffen, zoals NO₂ en SO₂. In het eerste geval spreken we van emissies, in het laatste geval van secundair fijnstof. Secundair fijnstof draagt bij aan de buitenluchtconcentratie (in microgram per kubieke meter) van fijnstof.

Fijnstof (PM_{2,5})

Dit is de fijnere fractie van PM₁₀. Het gaat om vaste en vloeibare deeltjes die in de lucht zweven en een doorsnede hebben van maximaal 2,5 micrometer. PM₁₀-verbranding bestaat vrijwel volledig uit PM_{2,5} (maar niet alle PM_{2,5} is PM₁₀-verbranding).

SO₂

Zwaveldioxide veroorzaakt gezondheidsschade en natuurschade (door verzuring). SO₂ is een bron van secundair fijnstof.

8.6 Maatschappelijk belang

8.6.1 Berekening maatschappelijk belang

Het KiM gebruikt de bestedingsbereidheid van burgers en bedrijven om het maatschappelijk belang van mobiliteit te bepalen en te beschrijven. Deze bestedingsbereidheid wordt afgemeten aan de uitgaven die consumenten en bedrijven maken voor mobiliteit, zoals brandstof, verzekeringspremies voor vervoermiddelen en treintickets. Hiernaast bestaat het maatschappelijk belang uit tijdskosten. Tijkosten zijn geen uitgaven maar betreffen de tijdsinvestering die nodig is voor de verplaatsing. Deze tijdsinvestering kan in geld worden uitgedrukt en maakt deel uit van het maatschappelijk belang.

De weergegeven waardes geven een ondergrens aan van de bestedingsbereidheid en het maatschappelijk belang, omdat er ook consumenten en bedrijven zijn die bereid zouden zijn meer voor (een deel van) hun mobiliteit te betalen dan ze nu doen.

Burgers

De kosten die consumenten besteden aan mobiliteit, bestaan uit de som van: (A) consumptieve bestedingen van huishoudens aan vervoer, (B) verzekeringen voor verkeer en vervoer, (C) motorrijtuigenbelasting, (D) tijdskosten voor woon-werk- en overige verplaatsingen.

A. Consumptieve bestedingen van huishoudens aan vervoer

De consumptieve bestedingen zijn op het niveau van de hoofdkostenposten (aankoop voertuigen, gebruik van privévoertuigen en vervoersdiensten) te vinden in de Nationale Rekeningen van het CBS. Het KiM maakt gebruik van de gedetailleerdere COICOP-classificatie van het CBS om bijvoorbeeld de uitgaven voor brandstofverbruik en vliegreizen verder te specificeren.⁷⁸

B. Verzekeringen voor verkeer en vervoer

De uitgaven aan verzekeringen voor verkeer en vervoer bestaan uit de geboekte premies. De gegevens hierover zijn afkomstig van het Verbond van Verzekeraars. Tot en met 2016 was het premievolume gebaseerd op de gegevens van verzekeraars die onder toezicht stonden van de Nederlandse toezichthouder De Nederlandse Bank (DNB). De laatste jaren staan diverse schadeverzekeraars die actief zijn op de Nederlandse markt, niet onder toezicht van DNB maar onder toezicht van een andere Europese toezichthouder. Hierdoor is het totaal van het premievolume van verzekeraars onder toezicht van DNB de afgelopen jaren steeds minder een afspiegeling van de Nederlandse verzekeringsmarkt. In 2016 was het verschil al opgelopen tot circa 20%.

Sinds 2019 neemt het Mobiliteitsbeeld alle premievolumes van de Nederlandse markt mee en niet alleen de premievolumes die onder toezicht van DNB staan. Deze gegevens zijn beschikbaar vanaf 2011. Voor 2010 zijn de geboekte premies van de Nederlandse markt geschat op basis van de waarneming in 2011 en de groei van het premievolume onder toezicht van DNB tussen 2010 en 2011.

⁷⁸ De Classification of Individual Consumption according to Purpose (COICOP) is een classificatie van consumptieve uitgaven die wordt beheerd door de Verenigde Naties. Deze classificatie ligt ten grondslag aan de classificaties die worden gebruikt voor consumptieve uitgaven binnen onder andere de Nationale Rekeningen, de Consumentenprijsindex en het Budgetonderzoek (<https://www.cbs.nl/nl-nl/onze-diensten/methoden/classificaties/coicop>).

C. Motorrijtuigenbelasting,

De uitgaven aan motorrijtuigenbelasting zijn rechtstreeks te vinden in de Nationale Rekeningen van het CBS. Tot en met 2017 werden deze uitgesplitst naar uitgaven van burgers en bedrijven, maar sinds 2018 is dit niet meer het geval. Echter, het aandeel dat burgers betaalden, was in de jaren 2010-2017 stabiel rond de 80%. Dit aandeel is gebruikt om te berekenen wat burgers in 2018 uitgaven aan de motorrijtuigenbelasting.

D. Tijkkosten voor woon-werk- en overige verplaatsingen

De tijkkosten worden berekend door de tijdsinvestering te vermenigvuldigen met de value of time (VoT). De tijdsinvestering die gemoeid is met verplaatsingen is afkomstig uit OViN data en de tijkkosten zijn gebaseerd op de meest recente studie over reistijdwaardering (zie bijlage 'Reistijdwaardering'). Hierbij wordt rekening gehouden met motief (woon-werk, overig⁷⁹) en modaliteit (auto, trein en bus, tram en metro (btm)). Aangezien er, in tegenstelling tot auto, trein en btm, geen VoT beschikbaar is voor brom- en snorfietzen, fietsen en lopen, worden de tijdsinvesteringen die hiermee gemoeid zijn niet meegenomen.

Een belangrijk aandachtspunt bij de berekening van de tijkkosten is dat de VoT de marginale kosten aangeeft van een kleine extra tijdwinst of tijdverlies. De VoT gebruiken om de gehele tijkkosten van verplaatsingen in beeld te brengen leidt tot een onderschatting van de daadwerkelijke tijkkosten. Echter, er is geen betere methode beschikbaar om de tijkkosten te berekenen.

Bedrijven

De kosten die bedrijven maken voor mobiliteit bestaan uit de som van: (A) inkoop van transportdiensten door bedrijven, (B) eigen vervoer met eigen vrachtvoertuigen, (C) uitgaven aan het zakelijk bestelverkeer, (D) uitgaven aan auto's van de zaak en de (E) tijkkosten van zakelijke personenverplaatsingen. Hierbij moet worden opgemerkt dat de tijkkosten van het goederenvervoer al zijn meegerekend bij A, B en C.

A. Inkoopkosten transportdiensten door bedrijven

De inkoopkosten van transportdiensten worden bepaald over de transportdiensten die binnenlands zijn geproduceerd door zowel de transportsector als andere sectoren (nevenproductie) en ingevoerde transportdiensten. Deze kosten zijn rechtstreeks te vinden in de gedetailleerde gebruikstabellen van de Nationale Rekeningen van het CBS. De herziening van de Nationale Rekeningen leidt tot een trendbreuk, om hiervoor te corrigeren zijn de groeifactoren gebruikt over de gegevens voor de herzieningen.

B. Eigen vervoer met eigen vrachtvoertuigen

Om de kosten voor het eigen vervoer (B) te bepalen tellen we de eigen vrachtwagens en trekker-opleggercombinaties mee. De afgelegde afstand van elk wordt vermenigvuldigd met de kosten per afstand (euro/km). Deze kosten staan in de Kostenbarometer 2016 (SEE, 2016). Hierbij beschouwen we trekker-opleggercombinaties als groot stukgoed en vrachtwagens als middel stukgoed. Met behulp van de consumentenprijsindex, de dieselprijsontwikkeling, loonontwikkeling van beroepsgoederenvervoer en afschrijvingskosten zijn deze kosten, volgens de beschreven ophoogmethodiek, in de Kostenbarometer gecorrigeerd naar een prijsniveau van 2018.

⁷⁹ Overig verkeer bestaat uit verkeer voor de motieven winkelen, onderwijs, visite en ander sociaal-recreatief verkeer.

C. Uitgaven aan het zakelijk bestelverkeer

De uitgaven aan het zakelijk bestelverkeer worden vastgesteld door de met zakelijke bestelwagens afgelegde afstand te vermenigvuldigen met de kosten per afstand. Hiervoor gebruiken we de kosten voor klein stukgoed van de Kostenbarometer, die op dezelfde manier zijn gecorrigeerd als de kosten van groot en middel stukgoed.

D. Uitgaven aan auto's van de zaak

Auto's van de zaak zijn leaseauto's en auto's op naam van bedrijven. Private leaseauto's vallen hier niet onder. De uitgaven van auto's van de zaak bestaan uit rente-, afschrijvings- en brandstofkosten. De gemiddelde nieuwwaarde van auto's is gebaseerd op 'Mobiliteit in Cijfers' (BOVAG - RAI, 2018). Hierbij hebben we geen rekening gehouden met een eventueel onderscheid in de nieuwwaarde van auto's van de zaak en auto's in privébezit.

De brandstofkosten van de auto's van de zaak zijn gebaseerd op de kilometers die auto's van de zaak gemiddeld per jaar rijden op een bepaalde brandstof (CBS Statline), de actuele pomprijzen in een bepaald jaar (CBS Statline) en de brandstofefficiëntie. De brandstofefficiëntie is bepaald door te kijken naar het gemiddelde gerealiseerde brandstofverbruik van auto's die in de laatste vijf jaar zijn geproduceerd (Autoweek, 2019).

E. Tijkosten van zakelijke personenverplaatsingen

Ten slotte hebben we de tijkosten van de zakelijke personenverplaatsingen bepaald. Deze kosten zijn berekend door de tijdsinvestering van zakelijke personenverplaatsingen (verkregen vanuit OViN) te vermenigvuldigen met de VoT voor zakelijke motieven (zie bijlage 'Reistijdwaardering'). Hierbij houden we rekening met de vervoersmodaliteit (auto, trein, bus, tram, metro). Aangezien er geen VoT beschikbaar is voor zakelijke brommer-, fiets- en loopverplaatsingen, nemen we de tijdsinvesteringen die hiermee zijn gemoeid niet mee.

Een belangrijk aandachtspunt bij de berekening van de tijkosten is dat de VoT de marginale kosten aangeeft van een kleine extra tijdwinst of tijdverlies. Gebruiken we de VoT om de gehele tijkosten van verplaatsingen in beeld te brengen, dan leidt dit tot een onderschatting van de daadwerkelijke tijkosten. Er is echter geen betere methode beschikbaar om de tijkosten te berekenen.

8.6.2 Reistijdwaardering

Reistijdwaarderingen, oftewel de *value of time* (VoT), worden periodiek vastgesteld aan de hand van een groot praktijkonderzoek onder reizigers. De resultaten van het laatste Nederlandse praktijkonderzoek heeft het KIM gepubliceerd in het rapport 'De maatschappelijke waarde van kortere en betrouwbaardere reistijden'. In dit rapport staat de waardering in geld van kortere en betrouwbaardere reistijden voor verschillende vervoerswijzen en vervoersmotieven voor het jaar 2010 (KIM, 2013).

De reistijdwaardering is vastgesteld door gebruik te maken van een zogenoemd 'stated preference' onderzoek. In dit soort onderzoeken krijgen respondenten situaties voorgelegd waarin de kosten van de reis, de reistijd en de betrouwbaarheid van de reistijd variëren. Uit de keuzes die respondenten maken, kan worden afgeleid hoe zij reistijd, betrouwbaarheid van de reistijd en geld tegen elkaar afwegen.

De dataverzameling van de laatste reistijdwaarderingsstudie voor het personenverkeer verliep in twee stappen. Bij de eerste steekproef zijn respondenten gerekruteerd uit een onlinepanel (PanelClix), waarbij is gewerkt met een internetenquête (aantal respondenten: 5.760). Bij de tweede steekproef zijn de respondenten (1.430) op dezelfde wijze gerekruteerd als bij de vorige grote praktijkonderzoeken, namelijk bij benzinstations langs snelwegen, in parkeergarages, op treinstations, bij tram- en bushaltes, op luchthavens (Schiphol en Eindhoven) en in jachthavens (pleziervaart).

Tijdens het praktijkonderzoek zijn de laatste relevante nationale en internationale wetenschappelijke ontwikkelingen verwerkt. De *stated preference surveys* zijn opgesteld in samenwerking met het ministerie van Infrastructuur en verschillende sectororganisaties zoals NS, ProRail, ANWB, Schiphol en KLM. Een brede klankbordgroep van internationale wetenschappers heeft regelmatig meegelezen en feedback gegeven op conceptstukken en -resultaten.

In de tijd tussen twee praktijkonderzoeken worden de waarderingsetallen jaarlijks verhoogd door het Steunpunt Economisch Expertise (SEE). Dit gebeurt aan de hand van de inflatie en de reële inkomensontwikkeling die is gebaseerd op de helft van de reële loonontwikkeling. In Tabel 7 staan de jaarlijkse groeicijfers van de loonontwikkeling en de inflatie, oftewel de prijs van de particuliere consumptie. Deze cijfers hebben we gebruikt om de reistijdwaarderingen tot en met 2018 te actualiseren.

Voor de reistijdwaardering in lopende prijzen worden de afzonderlijke reistijdwaarderingen voor 2010 opgehoogd met de reële inkomensstijging en de inflatie. De reistijdwaardering voor de verschillende motieven en vervoerswijzen staan in Tabel 8. De gemiddelde reistijdwaardering voor auto, bus, trein en metro of trein is een gewogen gemiddelde van de VoT van de verschillende motieven.

Tabel 7: Bepaling reële inkomensstijging 2010-2018 ten behoeve van de indexering van de reistijdwaardering (in % t.o.v. voorafgaand jaar). Bron: CEP-studies van het CPB over verschillende jaren.

Ontwikkeling (% per jaar)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Loonvoet bedrijven, nominaal	0,50	1,70	2,90	1,90	1,00	0,60	1,70	1,60	2,30
Prijs particuliere consumptie	1,30	2,30	2,50	2,50	1,00	0,60	0,30	1,40	1,70
Loonvoet bedrijven, reëel	-0,79	-0,59	0,39	-0,59	0,00	0,00	1,40	0,20	0,59
Helpt van de reële loonvoetstijging	-0,39	-0,29	0,20	-0,29	0,00	0,00	0,70	0,10	0,29

Tabel 8: Reistijdwaardering per persoon per uur per vervoerwijze en motief (in euro, lopende prijzen).

Reistijdwaardering autobestuurder	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Woon-werk	9,25	9,44	9,69	9,90	10,00	10,06	10,16	10,32	10,52
Zakelijk	28,49	29,06	29,84	30,50	30,81	30,99	31,30	31,77	32,41
Overig	7,50	7,65	7,86	8,03	8,11	8,16	8,24	8,36	8,53
Gemiddelde auto	9,13	9,31	9,56	9,77	9,87	9,93	10,03	10,18	10,38

Reistijdwaardering btm	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Woon-werk	7,75	7,91	8,12	8,30	8,38	8,43	8,51	8,64	8,82
Zakelijk	20,41	20,82	21,38	21,85	22,07	22,20	22,42	22,76	23,22
Overig	6,00	6,12	6,29	6,42	6,49	6,53	6,59	6,69	6,82
Gemiddelde btm	6,75	6,89	7,07	7,23	7,30	7,34	7,42	7,53	7,68

Reistijdwaardering trein	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Woon-werk	11,50	11,73	12,05	12,31	12,43	12,51	12,63	12,82	13,08
Zakelijk	20,46	20,87	21,43	21,90	22,12	22,26	22,48	22,82	23,27
Overig	7,00	7,14	7,33	7,49	7,57	7,61	7,69	7,81	7,96
Gemiddelde trein	9,32	9,51	9,76	9,98	10,08	10,14	10,24	10,39	10,60

Bronnen hoofdstuk 8.6

KiM (2013). *De maatschappelijke waarde van kortere en betrouwbaardere reistijden*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

CPB (2019). *Centraal Economisch Plan (CEP)*. Den Haag: CPB.

SEE (2016). *Kostenbarometer en binnenvaarttool*. Utrecht: Steunpunt Economische Expertise (SEE). Geraadpleegd via <https://www.rwseconomie.nl/documenten/publicaties/2016/februari/kostenbarometer-en-binnenvaarttool/schaduwrijzen-milieubeleid>

CBS Statline. Geraadpleegd via <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/verkeer-vervoer/nieuws/default.htm>

BOVAG - RAI (2018). *Mobiliteit in Cijfers. Auto's 2018-2019*. Amsterdam: Stichting BOVAG – RAI Mobiliteit. Geraadpleegd via <https://bovagrai.info/auto/2018/media/MIC-Auto-2018-download.pdf>

Ecorys (2011). *Het economisch belang van mobiliteit: uitgaven van burgers en bedrijven aan transport*. Studie in opdracht van het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid. Rotterdam: Ecorys.

8.7 Toekomstbeeld 2019-2024

8.7.1 MLT-model voor het wegverkeer

Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) maakt jaarlijks prognoses van de verkeersprestatie op het totale wegennet, hoofd- en onderliggend wegennet. In 2019 is de methode vernieuwd omdat de prognose van de voertuigverliesuren door RWS wordt bepaald (RWS, 2019a; 4Cast, 2019). De nieuwe methode maakt gebruik van een error-correctiemodel (ECM); zie Knoope en Francke (2019).

Schattingresultaten

De huidige modelcoëfficiënten zijn verkregen door het model te schatten op basis van data voor de periode 1970-2018 voor het totale wegverkeer (WV) (CBS, 2019a) en voor de periode 1983-2018 voor het hoofdwegennet (HWN); deze data komen uit de publieksrapportages van RWS (RWS, 2019b). Dat voor het HWN een kortere periode is gebruikt, heeft te maken met de databeschikbaarheid. De verkeersprestatie op het onderliggend wegennet (OWN) wordt berekend door de verkeersprestatie van het hoofdwegennet (HWN) af te trekken van de totale verkeersprestatie (VW). Voor deze methode is gekozen, omdat diverse geschatte modellen van het onderliggend wegennet de ontwikkeling amper verklaren. Dit komt mogelijk doordat de verkeersprestatie afhangt van de capaciteit van het OWN, die we niet kunnen modeleren omdat hierover data ontbreken.

Vergelijking 6 geeft de groei in de verkeersprestatie weer voor het totale wegverkeer, en vergelijking 7 geeft de groei weer voor het hoofdwegennet.⁸⁰ De σ en de α weerspiegelen de kortetermijncoëfficiënten, terwijl ω en β de langetermijncoëfficiënten aangeven. De μ en γ zijn de aanpassingssnelheden die aangeven hoe snel de verkeersprestatie zich herstelt naar het langetermijnevenwicht.

$$\Delta \ln(WV_t) = \sigma_1 \Delta \ln(BBP_t) + \sigma_2 \Delta \ln(brn_t) + \sigma_3 \Delta \ln(inw_t) + \mu [\ln(WV_{t-1}) - C_1 - \omega_1 \ln(BBP_{t-1}) - \omega_2 \ln(brn_{t-1}) - \omega_3 \ln(inw_{t-1}) - \omega_4 \ln(cap_{t-1})] \quad (6)$$

$$\Delta \ln(HWN_t) = \alpha_1 \Delta \ln(BBP_t) + \alpha_2 \Delta \ln(brn_t) + \alpha_3 \Delta \ln(inw_t) + \gamma [\ln(HWN_{t-1}) - C_2 - \beta_1 \ln(BBP_{t-1}) - \beta_2 \ln(brn_{t-1}) - \beta_3 \ln(inw_{t-1}) - \beta_4 \ln(cap_{t-1})] \quad (7)$$

waarbij:

- WV verkeersprestatie van het totale wegverkeer op Nederlands grondgebied in miljoen km;
- HWN verkeersprestatie op het hoofdwegennet in miljoen km;
- BBP bruto binnenlands product, uitgedrukt in een index waarbij 2000 gelijk wordt gesteld op 100 (CBS, 2017; CBS, 2019b);
- brn de reële gemiddelde brandstofprijs (in €₂₀₀₅/liter) (CBS, 2010; CBS, 2019c);
- inw het aantal inwoners in Nederland van 20 tot 65 jaar (CBS, 2018);
- cap de totale rijstrooklengte van de hoofdwegen in miljoen km, waarbij de spits- en doelgroepstroken mee tellen voor twee derde (MinlenW, 2018).

De resultaten van de coëfficiëntschatting van het HWN en WV staan in de onderstaande tabel.

⁸⁰ In de vergelijking staat het langetermijndeel in de vierkante haken. Het kortetermijndeel is de rest van de vergelijking.

Tabel: Coëfficiënten en significantie van het totale wegverkeer (WV) en het hoofdwegennetwerk (HWN).

		Coëfficiënten	Std fout	p-waarde ^a
<u>Korte termijn WV</u>				
σ_1	BBP_index	0,389	0,109	$\alpha < 0,001$
σ_2	Brandstofkosten	-0,063	0,029	$\alpha < 0,05$
σ_3	Inwoners 20-65	2,023	0,309	$\alpha < 0,001$
μ	Aanpassingssnelheid	-0,476	0,133	$\alpha < 0,001$
<u>Lange termijn WV</u>				
C ₁	constante	3,576	0,282	$\alpha < 0,001$
ω_1	BBP_index	0,333	0,034	$\alpha < 0,001$
ω_2	Brandstofprijs	-0,065	0,026	$\alpha < 0,05$
ω_3	Inwoners 20-65	1,109	0,125	$\alpha < 0,001$
ω_4	Capaciteit_0.67	0,431	0,052	$\alpha < 0,001$
<u>Korte termijn HWN</u>				
α_1	BBP	0,787	0,121	$\alpha < 0,001$
α_2	Brandstofprijs	-0,066	0,030	$\alpha < 0,05$
α_3	Inwoners 20-65	1,617	0,453	$\alpha < 0,01$
Γ	Aanpassingssnelheid	-0,549	0,141	$\alpha < 0,001$
<u>Lange termijn HWN</u>				
C ₂	constante	-0,420	0,885	$\alpha = 0,64$
β_1	BBP_index	0,629	0,085	$\alpha < 0,001$
β_2	Brandstofprijs	-0,105	0,034	$\alpha < 0,01$
β_3	Inwoners 20-65	1,331	0,247	$\alpha < 0,001$
β_4	Capaciteit_0.67	0,575	0,108	$\alpha < 0,001$

$$\Delta \ln(WV_t) = \sigma_1 \Delta \ln(BBP_t) + \sigma_2 \Delta \ln(brn_t) + \sigma_3 \Delta \ln(inw_t) + \mu [\ln(WV_{t-1}) - C_1 - \omega_1 \ln(BBP_{t-1}) - \omega_2 \ln(brn_{t-1}) - \omega_3 \ln(inw_{t-1}) - \omega_4 \ln(cap_{t-1})]$$

$$\Delta \ln(HWN_t) = \alpha_1 \Delta \ln(BBP_t) + \alpha_2 \Delta \ln(brn_t) + \alpha_3 \Delta \ln(inw_t) + \gamma [\ln(HWN_{t-1}) - C_2 - \beta_1 \ln(BBP_{t-1}) - \beta_2 \ln(brn_{t-1}) - \beta_3 \ln(inw_{t-1}) - \beta_4 \ln(cap_{t-1})]$$

- ^{a.} De p-waarde geeft aan of de geschatte coëfficiënt statistisch significant is. Normaliter worden alpha's lager dan 0,05 beoordeeld als statistisch significant.

Toekomstraming

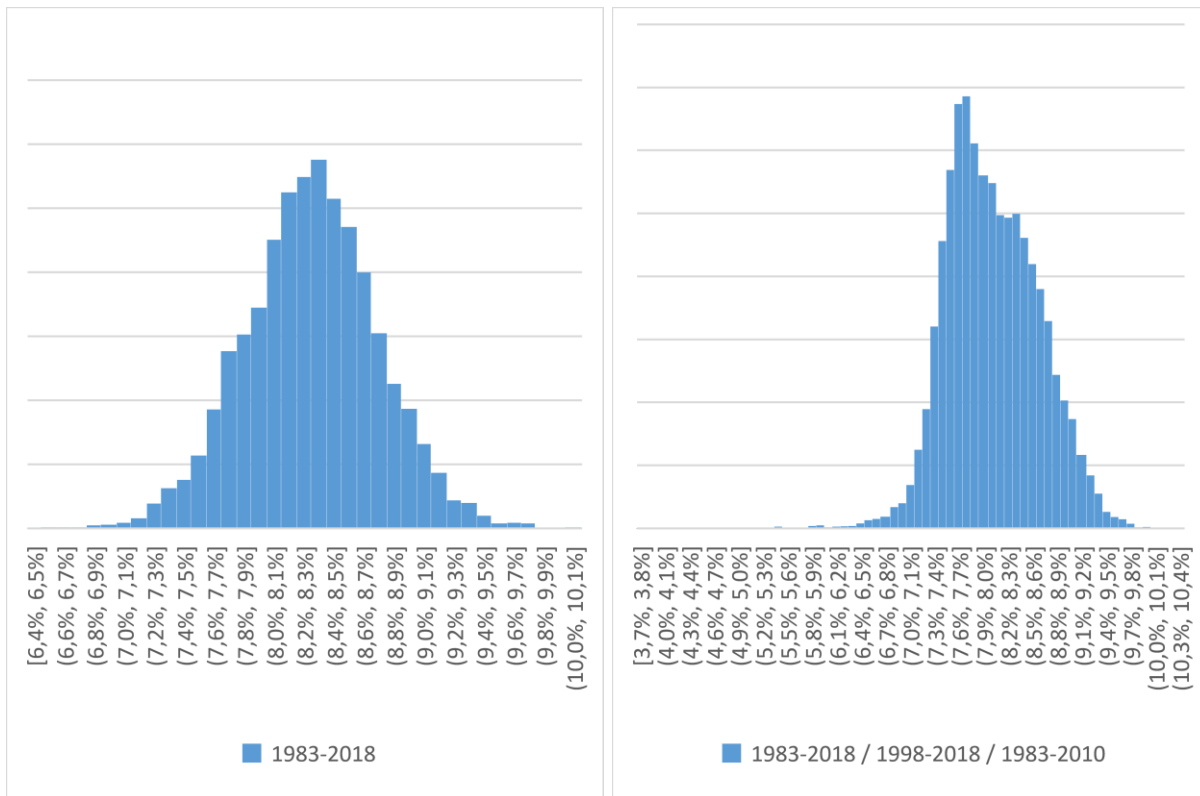
Vervolgens gebruiken we vergelijkingen 6 en 7 om toekomstramingen te maken voor de verkeersprestatie van het totale wegverkeer en het hoofdwegennet. Hierbij volgen we de uitgangspunten van de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) voor de brandstofprijzen en het bbp (PBL, 2019). De bevolkingsomvang van 20-65-jarigen komt uit de jaarlijkse langetermijnbevolkingsprognose (CBS, 2018). De ontwikkeling van de rijstrooklengte van het HWN komt uit het Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport (MinlenW, 2018).

Vergelijking 6 beschrijft de verkeersprestatie van het totale wegverkeer en vergelijking 7 de verkeersprestatie van het hoofdwegennet. Voor één jaar vooruit gebruiken we de gerealiseerde verkeersprestatie van het voorgaande jaar. Voor meer dan één jaar vooruit gebruiken we de verkeersprestatieraming van het voorgaande jaar.

Betrouwbaarheidsintervallen

Ramingen zijn per definitie onzeker. Om inzicht te geven in de onzekerheid die het model veroorzaakt, berekenen we 90%-betrouwbaarheidsintervallen voor de ontwikkeling van het verkeersvolume.

In de bovenstaande tabel staan de schattingen van de coëfficiënten en de bijbehorende standaarddeviaties van het model. De coëfficiënten van de korte termijn (α , σ , μ en γ) zijn onafhankelijk van elkaar. De onzekerheid van de korte termijn schatten we met behulp van een Monte-Carlosimulatie. Hiermee wordt er, op basis van een opgelegde verdeling, elke keer een mogelijke waarde getrokken van iedere coëfficiënt. In deze studie gebruiken we een normaal verdeling waarbij de huidige waarde het gemiddelde is. De set van de gesimuleerde coëfficiënten gebruiken we vervolgens om de groei te schatten. Dit proces wordt 6.000 keer herhaald, waardoor er goed inzicht ontstaat in de verdeling van de groei zoals afgebeeld in onderstaande figuur voor het HWN.



Figuur 1: Onzekerheid in de ontwikkeling van het verkeersvolume tussen 2018-2024 op het HWN, (links) alleen door variatie van de kortetermijncoëfficiënten en (rechts) door variatie van de lange- en kortetermijncoëfficiënten op basis van drie verschillende perioden.

Naast onzekerheid over de kortetermijncoëfficiënten, is er ook onzekerheid over de langetermijncoëfficiënten (ω , β en C). Deze langetermijncoëfficiënten zijn echter nauw met elkaar verbonden, waardoor de onzekerheid niet op dezelfde manier kan worden geschat als bij de kortetermijncoëfficiënten. Om inzicht te geven in de langetermijnonzekerheid herschatten we de parameters voor twee andere perioden, namelijk 1998-2010 en 1970-2010 voor HWN of 1983-2010 voor WV.

Vervolgens voeren we met deze nieuwe set van kortetermijncoëfficiënten en standaardfouten opnieuw een Monte-Carlosimulatie uit met 6.000 runs. Dit leidt tot in totaal 18.000 simulaties voor zowel HWN als WV, die een goed beeld geven van de onzekerheid van het model. De spreiding van de uitkomsten staan afgebeeld in bovenstaande figuur 1.

In de simulaties zitten altijd een paar extreme ramingen. Daarom nemen we de 5% hoogste en 5% laagste ramingen niet mee in het 90%-betrouwbaarheidsinterval.

8.7.2 Methodiek toekomstraming trein en btm

De raming van het toekomstige gebruik van de trein en van bus, tram en metro (btm) is gebaseerd op elasticiteiten. Deze elasticiteiten zijn afgeleid uit het Landelijk Model Systeem (LMS) en zijn ook gebruikt om de toename van het btm- en treingebruik te verklaren; zie bijlage 'Verklaring van het btm- en treingebruik' en Van der Loop et al. (2018).

In de onderstaande tabel staan de elasticiteiten voor de verschillende verklarende variabelen voor trein en voor bus, tram en metro. Dit betekent bijvoorbeeld dat 1% meer banen leidt tot een toename van de afgelegde afstand van 0,29% per trein en 0,11% per bus, tram en metro.

Om het totale effect van alle verklarende variabelen op de reizigersvraag te bepalen, hebben we een multiplicatief verband aangenomen tussen de variabelen. De variabelen hangen echter met elkaar samen; het aantal banen zal waarschijnlijk stijgen als het inwonersaantal groeit. In de LMS-runs is rekening gehouden met de interactie tussen de variabelen. We hebben aangenomen dat de interacties in de nabije toekomst niet significant anders zullen zijn.

Tabel: LMS-elasticiteiten voor het btm- en treingebruik (in reizigerskm).

	Btm	Trein
Studenten	0,30	0,23
Inwoners	2,15	1,38
Banen	0,11	0,29
Inkomen	0,69	0,65
Autobezit	-0,18	-0,02
Schipholpassagiers	0,02	0,05
Congestie	0,02	0,03
Brandstofkosten	0,07	0,11
Treintarief	n.a.	-0,63
Btm-tarief	-0,43	n.a.

De projecties van de verklarende variabelen komen uit verschillende bronnen:

- De studentenprognoses komen uit de referentieramingen voor 2018 (OCW, 2018). De ontwikkeling is alleen gebaseerd op mbo-bol-, hbo- en wo-studenten.
- De verwachte inwonersontwikkelingen zijn afkomstig van het CBS (CBS, 2018).
- De ontwikkeling van inkomen, banen, autobezit en brandstofkosten zijn gebaseerd op de uitgangspunten van de Klimaat- en Energieverkenning (PBL, 2019).
- De reizigers van en naar Schiphol zijn gebaseerd op de uitkomsten van het AEOLUS-model (Significance, 2019).
- De congestieprognose voor 2019 is gebaseerd op een extrapolatie van de voertuigverliesuren van de eerste acht maanden van 2019 (RWS, 2019). De congestieprognose voor 2024 is gebaseerd op een model van RWS, zie ook 'MLT-model voor het wegverkeer'. De tussenliggende jaren komen voort uit een interpolatie.
- De tarieven voor zowel bus als trein stijgen komend jaar door de btw-verhoging, maar stabiliseren zich na 2020 (MinlenW, 2019).
- Kwaliteitsverbeteringen zorgen voor een beter openbaar vervoer en kortere gegeneraliseerde reistijden. In de periode 2004-2014 zorgden kwaliteitsverbeteringen ervoor dat het aantal reizigerskilometers met gemiddeld 0,9% en 0,2% per jaar toenam voor respectievelijk de trein en bus, tram en metro. Deze percentages worden ook toegepast in de toekomstraming.

Bronnen hoofdstuk 8.7

- CBS (2018). *Prognose bevolking; geslacht en leeftijd, 2018-2060*. Den Haag, Centraal Bureau voor de Statistiek. Geraadpleegd via: <http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=84345NED&D1=2&D2=0&D3=a&HD=190408-1359&HDR=T&STB=G1,G2>
- Loop, H. van der, Bakker, P., Savelberg, F., Kouwenhoven, M., Helder, E., (2018). *Verklaring van de ontwikkeling van het ov-gebruik in Nederland over 2005-2016*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.
- MinlenW (2019). *Beleidsuitgangspunten basisprognoses 2019 Weg, OV en Spoor en Scheepvaart*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Op te vragen bij Steunpunt verkeersprognoses.
- OCW (2018). *Referentieraming OCW 2018*. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW) . Geraadpleegd via: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2018/09/18/referentieraming-ocw-2018>
- PBL (2019). *Klimaat- en Energieverkenning*. Den Haag: Planbureau voor de leefomgeving.
- RWS (2019). *Rapportage Rijkswegennet. 2^e periode 2019, 1 mei – 31 augustus*. Den Haag: Rijkswaterstaat (nog te verschijnen).
- Significance, 2019. *AEOLUS berekening t.b.v. KEV 2019 en MoBiBe 2019*. Den Haag: Significance.
- 4Cast (2019). *Methodiek congestieramingen MLT 2019 HWN*. Leiden: 4Cast.
- CBS (2010). *Motorbrandstoffen; adviesprijzen*. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen. Geraadpleegd in juni 2019 via <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/7521/table?ts=1569490098400>
- CBS (2017). *Opbouw binnenlands product (bbp) vanuit de productie; Nationale Rekeningen, 1969-2016*. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen. Website bezocht in januari 2019.
- CBS (2018a). *Prognose bevolking; geslacht en leeftijd, 2018-2060*. Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek. Geraadpleegd via <http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=84345NED&D1=2&D2=0&D3=a&HD=190408-1359&HDR=T&STB=G1,G2n>
- CBS (2019a). *Verkeersprestatie motorvoertuigen; kilometers, voertuigsoort, grondgebied*. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek,. Geraadpleegd in augustus 2019 via <https://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=80302ned&D1=0&D2=3-4&D3=a&HDR=T&STB=G1%2cG2&VW=T>.
- CBS (2019b). *Opbouw binnenlands product (bbp) vanuit de productie; Nationale Rekeningen, 1995-2017*. Laatste update op 22 juni 2018. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek,.
- CBS (2019c). *Pompprijzen motorbrandstoffen; brandstofsoort per dag*. Den Haag/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek. Geraadpleegd in juni 2019 via <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/80416NED/table?fromstatweb>
- Knoope, M. & Francke, J. (2019). *Trendprognose wegverkeer 2019-2024 voor RWS*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.
- MinlenW (2018). *Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport 2019*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Geraadpleegd via: <https://www.mirtoverzicht.nl/mirt-overzicht>

PBL (2019). *Klimaat- en Energieverkenning*. Den Haag: Planbureau van de Leefomgeving.

RWS (2019a). *Congestieraming MLT 2019 HWN*. 2019. Den Haag: Rijkswaterstaat.

RWS (2019b). *2e Rapportage Rijkswegennet 2019*. Den Haag: Rijkswaterstaat.