



Centraal Planbureau
Planbureau voor de Leefomgeving

BINNENLANDSE PERSONENMOBILITEIT

ACHTERGRONDDOCUMENT

WLO – Welvaart en Leefomgeving

Toekomstverkenning 2030 en 2050

CPB / PBL

20 april 2016

PBL

Colofon**Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving****Achtergronddocument Binnenlandse Personenmobiliteit**

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2016

PBL-publicatienummer 2372

Contact

hans.hilbers@pbl.nl

Auteurs

Hans Hilbers (PBL), Gerbert Romijn (CPB), Daniëlle Snellen (PBL), Jordy van Meerkerk (PBL) en Hans Nijland (PBL)

Met medewerking van

Significance, SWOV

Figuren

PBL

Projectleiding WLO

Ton Manders (PBL), Clemens Kool (CPB), Free Huizinga (CPB)

Stuurgroep WLO

Directie PBL en CPB

U kunt de publicatie downloaden via de website www.wlo2015.nl.

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: CPB & PBL (2015), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Achtergronddocument Binnenlandse Personenmobiliteit*, Den Haag: Centraal Planbureau en Planbureau voor de Leefomgeving.

De *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Achtergronddocument Binnenlandse Personenmobiliteit* is onderdeel van de serie 'Welvaart en Leefomgeving' (WLO) van het Centraal Planbureau en het Planbureau voor de Leefomgeving.

Inhoudsopgave

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Cahier en achtergronddocument	9
2 Trends en onzekerheden	10
2.1 Demografische ontwikkeling	10
2.2 Economische ontwikkeling	10
2.3 Ruimtelijke ontwikkelingen	11
2.4 Internationaal energie- en klimaatbeleid	11
2.5 Voertuigtechnologie	11
2.6 Ontwikkelingen in gedrag	13
3 Scenarioverhalen	18
3.1 Inleiding	18
3.2 Verhaallijn voor het scenario Hoog	19
3.3 Verhaallijn voor het Scenario Laag	21
3.4 Nederlands beleid: minimaal gedifferentieerd trendmatig	22
3.5 Wat als het toch anders loopt: aanvullende onzekerheidsverkenningen	23
4 Aanpak en uitgangspunten doorrekening personenmobiliteit	24
4.1 Toelichting automarktmodel Dynamo	24
4.2 Modelinvoer automarktmodel Dynamo	25
4.3 LMS	30
4.4 Verkeersveiligheid	40
5 Resultaten referentiepaden	42
5.1 Autopark en autokosten	42
5.2 Reistijdwaardering	44
5.3 Mobiliteit	45
5.4 Gebruik wegennet en voertuigverliesuren	49
5.5 Bereikbaarheid	51
5.6 Regionale verschillen	53
5.7 Veiligheid, emissies en energiegebruik	55
5.8 Vergelijking met de vorige WLO	57
6 Aanvullende onzekerheids-verkenningen	59
6.1 Tweegradendoelstelling wordt gehaald	59

6.2	Alternatieve verstedelijkingspatronen: Hoog spreiding en Laag concentratie	61
6.3	Minder klimaatbeleid en hoge olieprijs bij Hoog	64
6.4	Impact ICT ontwikkelingen	65
6.5	Snelle intrede zelfstandig rijdende auto's	67
6.6	Autodelen zet versterkt door	69

Bijlage A	Invloed stedelijkheidsgraad op autobezit	78
------------------	---	-----------

Samenvatting

Verstandig beleid vraagt om inzicht in hoe de wereld zich mogelijk zou kunnen ontwikkelen. Daarom hebben PBL en CPB de Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving (WLO) gemaakt. Hierin worden onzekerheden verkend en scenario's uitgewerkt rondom ontwikkelingen die van invloed zijn op de fysieke leefomgeving. In het Cahier Mobiliteit (CPB/PBL 2015a) zijn voor binnenlandse personenmobiliteit, goederenvervoer en luchtvaart twee rustige, beleidsarme referentiescenario's uitgewerkt: het scenario Hoog en het scenario Laag. Dit achtergronddocument geeft meer toelichting, gedetailleerdere uitkomsten en een nadere verantwoording over de gebruikte methode en aannames voor het onderdeel binnenlandse personenmobiliteit. Tabel 1 laat voor 2030 en 2050 zien hoe de personenmobiliteit zich in beide scenario's ontwikkelt.

Tabel 1 Resultaten scenario Hoog en scenario Laag

index: 2010 = 100	Hoog		Laag	
	2030	2050	2030	2050
Bevolking	109	116	102	98
Werkzame beroepsbevolking	109	114	100	97
Huishoudinkomen	120	165	111	139
Reistijdwaardering	115	143	110	127
Autopark	118	134	106	110
Variabele autokosten	74	60	95	84
Reizigerskilometers	123	138	112	114
als autobestuurder	132	158	112	123
als autopassagier	111	111	110	102
per trein	132	142	126	120
per bus/ tram/metro	112	120	105	99
lopend of fietsend	112	117	106	99
Voertuigkilometers hoofdwegennet	128	150	112	122
Voertuigverliesuren hoofdwegennet	111	186	72	91
Bereikbaarheid van banen				
per auto	119	111	118	111
per openbaar vervoer	124	133	112	110
per langzaam vervoer	154	176	132	140
Verkeersveiligheid				
Doden	58-73		53-66	
ernstig verkeersgewonden	83-101		77-93	
Emissies personenauto's en bestelauto's				
brandstofverbruik personenauto's op NL grondgebied	92	77	82	72
brandstofverbruik bestelauto's op NL grondgebied	88	68	80	63
CO₂-emissies personenauto's op NL grondgebied	83	58	74	64
CO₂-emissies bestelauto's op NL grondgebied	78	50	72	55

Autobezit

Het aantal auto's in Nederland blijft toenemen, maar deze groei vlakt af in vergelijking met de vorige decennia. In het Lage scenario komt dat vooral door de gematigde inkomensontwikkeling, in het Hoge scenario met name door de stijging van de kosten van autobezit. De technologische vernieuwingen die nodig zijn om auto's zuiniger te maken en zo bij te dragen aan het klimaatbeleid, maken auto's namelijk duurder in aanschaf. De gebruikskosten nemen echter flink af, vooral in het scenario Hoog.

Mobiliteitsvolume

Het aantal verplaatsingskilometers voor personenmobiliteit ligt in het Hoge scenario in 2050 38 procent hoger dan in 2010. In het Lage scenario is de toename 14 procent. Bevolkingsontwikkeling en welvaartsgroei zijn belangrijke verklarende factoren, maar ook de verbetering van het infrastructuur- en openbaarvervoeraanbod en de daling van de gebruikskosten van de auto spelen een significante rol. De groei zit vooral in de afstand die door autobestuurders wordt afgelegd (plus 23 procent in scenario Laag en plus 58 procent in Hoog). De toename van het verkeer is het sterkst buiten de spitsuren en op het hoofdwegennet. Ook reizen Nederlanders meer per trein (20 procent meer in Laag, 42 procent meer in Hoog). Gebruik van het overig openbaar vervoer en lopen en fietsen neemt met meer bescheiden percentages toe (stabiel in Laag, tot circa 20 procent groei in Hoog). Overigens groeit het aantal per vliegtuig afgelegde kilometers nog sterker, waardoor in de toekomst Nederlanders jaarlijks meer kilometers per vliegtuig afleggen dan als autobestuurder. Meer hierover is te vinden in het Achtergronddocument Luchtvaart (Romijn et al. 2016a)

Congestie

Het reeds voorgenomen investeringspakket voor infrastructuur draagt bij aan het beperken van de groei van de congestie tot 2030. Tussen 2010 en 2014 is het aantal voertuigverliesuren met 30 procent afgenomen. In het Hoge scenario stijgt dit tot 2030 naar ruim 10 procent boven het niveau in 2010, in het Lage scenario blijft dit 30 procent onder het niveau van 2010. Voor de periode na 2030 zijn in het beleid nog geen nieuwe investeringen in infrastructuur voorzien. In het Hoge scenario neemt de congestie na 2030 dan ook flink toe, tot bijna 90 procent boven niveau 2010 in 2050. In het Lage scenario volstaan de nu voorgenomen investeringen om de congestie op langere termijn beneden het niveau van 2010 te houden.

Bereikbaarheid

De vertraging door congestie beschrijft maar een deel van de bereikbaarheid. De geografische bereikbaarheid (hoeveel bestemmingen binnen acceptabele reistijd te bereiken zijn) is evenzeer een relevante indicator. De bereikbaarheid van banen¹ neemt voor alle vervoerwijzen in beide scenario's toe. Deze toename hangt samen met een combinatie van voorgenomen investeringen in het vervoerssysteem, een sterkere ruimtelijke concentratie en – in scenario Hoog – een toename van de werkgelegenheid. De elektrische fiets vergroot het aantal bereikbare bestemmingen voor het langzaam verkeer.

Regionale ontwikkeling

De mobiliteit groeit niet in heel Nederland volgens hetzelfde pad. In de Randstad (Noord- en Zuid-Holland, Utrecht en Flevoland) neemt de bevolking en daardoor ook de mobiliteit enkele procentpunten sterker toe dan elders in Nederland. In de provincies Noord-Brabant, Gelderland en Overijssel is de ontwikkeling van de mobiliteit vrijwel in lijn met het nationaal gemiddelde, alleen de bereikbaarheid van banen neemt iets minder toe. In overig Nederland

¹ De bereikbaarheid van bestemmingen kan voor allerlei soorten bestemmingen (banen, winkels, woningen, scholen enzovoort) worden gemeten. In deze studie nemen we het aantal banen dat voor een gemiddeld persoon binnen bereik ligt binnen een acceptabele reistijd.

(Limburg, Zeeland en de drie noordelijke provincies) groeit de bevolking en daarmee de mobiliteit duidelijk minder dan elders en ook de congestie neemt hier af (behalve in scenario Hoog na 2030).

Veiligheid en emissies

Mobiliteit brengt negatieve externe effecten met zich mee, zoals milieubelasting en onveiligheid. De uitstoot van CO₂ door zowel personenauto's als bestelbusjes neemt in beide scenario's af: in het Lage scenario vooral voor 2030, in het Hoge scenario vooral na 2030. De groei van de automobilititeit wordt namelijk meer dan volledig gecompenseerd door het zuiniger worden van auto's en het meer elektrisch rijden. Het aantal verkeersdoden neemt af. Het aantal gewonden daalt echter veel minder en zal in het scenario Hoog in 2030 mogelijk niet onder het huidige niveau uitkomen. De emissie van schadelijke stoffen door het wegverkeer zal al tot 2030 sterk afnemen, zeker als het verschil in NO_x-uitstoot tussen test en praktijk bij dieselauto's wordt weggenomen.

Beleidsopgave

De hierboven geschetste bandbreedte geeft vooral een beeld van de omvang van de mobiliteit, traditioneel van belang voor het infrastructuurbeleid. De (regionale) ruimtelijke ontwikkeling bepaalt in sterke mate de plek waar de opgave zich zal manifesteren. Daarnaast ligt er ook een opgave in het omgaan met technologische ontwikkelingen (denk aan auto's die steeds meer zelf doen of flexibilisering van activiteitenpatronen door ICT). Deze veranderen mogelijk de aard de mobiliteitspatronen. Belangrijk kenmerk daarbij is dat ze mensen flexibeler maken in hun gedrag, waardoor de voorspelbaarheid van de verplaatsingspatronen kleiner wordt, maar dat ze tegelijkertijd mensen meer mogelijkheden geven om zich aan te passen aan de omstandigheden.

Wat als?

De referentiescenario's schetsen een bandbreedte van mogelijke ontwikkelingen voor twee consistente, rustige toekomstbeelden. Er zijn daarnaast ook enkele aanvullende onzekerheden verkend die eveneens denkbaar zijn, maar grotere veranderingen veronderstellen in economie, organisatie, technologie, voorkeuren, enzovoort. Tabel 2 vat de bevindingen van deze aanvullende onzekerheidsverkenningen kort samen.

Tabel 2 Resultaten aanvullende onzekerheidsverkenningen

Onzekerheid	Bevindingen
Tweegradendoelstelling wordt gehaald (kwalitatieve analyse)	Vergt enorme omslag in het transportsysteem, maar is technisch wel mogelijk. Aanscherpen emissie-eisen voor verbrandingsmotoren volstaat niet. Transitie naar CO ₂ -neutrale aandrijving is nodig. Auto's zullen fors duurder worden. Autobezit en autogebruik zullen dalen. Mogelijk grotere rol voor openbaar vervoer, langzaam vervoer of auto-delen.
Andere ruimtelijke ontwikkeling (kwantitatieve analyse)	Een minder sterke concentratie van bevolking en banen in de Randstad en in de steden betekent vooral dat de mobiliteitsgroei zich minder in de Randstad concentreert. Een tweede effect is dat het aantal bereikbare banen minder stijgt. Dit geldt vooral voor de bereikbaarheid per openbaar vervoer en per fiets. Een sterkere concentratie van bevolking en banen in de Randstad betekent andersom ook een concentratie van de mobiliteitsgroei in de Randstad en een grotere stijging van het aantal bereikbare banen vooral per openbaar vervoer en per fiets.

Beperkt klimaatbeleid bij scenario Hoog (kwantitatieve analyse)	Door beperkt klimaatbeleid worden auto's minder duurder dan in scenario Hoog. Maar ze worden ook minder zuiniger, dus het gebruik is duurder. Het effect op het autopark en de afgelegde afstand is beperkt.
Hoge olieprijs bij scenario Hoog (kwantitatieve analyse)	De gebruikskosten van de auto stijgen. Dit leidt tot minder autokilometers als bestuurder en iets meer autokilometers als passagier en per trein. Minder autogebruik leidt tot iets minder congestie.
Vergaande impact ICT op dagelijks leven (kwalitatieve analyse)	Het is onduidelijk of een vergaande invloed van ICT op het dagelijks leven leidt tot meer of minder mobiliteit. Wel is het zeer aannemelijk dat de activiteiten- en verplaatsingspatronen als gevolg van ICT zullen veranderen. De meest aannemelijke effecten zijn meer thuis werken en elders werken, minder vaak forenzen of op andere tijdstippen, grotere woon-werkafstanden, minder ritten naar winkels, meer bezorgverkeer, opkomst afhaalverplaatsingen, verschraving winkelaanbod, langere verplaatsingen voor winkelen, grotere omvang en ruimtelijke spreiding van sociale netwerken, meer deelname aan vrijetijdsactiviteiten op grotere afstand, gedeeltelijk substitutie door contacten via internet en veranderingen in de tijdbeleving van reizen (en daardoor mogelijk meer reizen).
Snelle intrede automatische voertuigen (kwalitatieve analyse)	Wanneer automatische voertuigen een voldoende hoge penetratiegraad hebben bereikt in het wagenpark, kan dit de volgende effecten hebben: efficiënter gebruik wegcapaciteit en daardoor minder congestie, lagere reistijdwaardering en meer mensen die een auto kunnen gebruiken waardoor mogelijk meer mobiliteit, leeg rondrijdende auto's en dus ook meer mobiliteit, waarschijnlijk grotere verkeersveiligheid, kleinere parkeerbehoefte in de stad, duurdere auto's dus lager autobezit en mogelijk meer vraag naar openbaar vervoer, betere aanbod openbaar vervoer in dunbevolkte gebieden mogelijk.
Sterke ontwikkeling autodelen (kwalitatieve analyse)	Wanneer 10 procent van de bevolking daadwerkelijk gaat autodelen, kan dit leiden tot 1,5-2 procent minder autogebruik. Dit zal vooral in de steden merkbaar zijn in zowel het autogebruik als het aantal auto's in de stad.

1 Inleiding

Omgevingsfactoren zoals bevolkingssamenstelling, (internationale) economische ontwikkeling, ruimtelijke verdeling van woon- en werklocaties, technologische ontwikkelingen, bedrijfsvoering in logistiek en luchtvaart en het consumptiepatroon en energiegebruik van burgers en bedrijven bepalen in onderlinge samenhang de ontwikkeling van de personenmobiliteit. Het thema *Binnenlandse Personenmobiliteit* van de Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving verkent de toekomstige ontwikkelingen van deze omgevingsfactoren en hun impact op de mobiliteit. De studie legt de basis voor vervolgstudies, zoals de analyse van beleidsopties en maatschappelijke kosten-batenanalyses.

De verkenning geeft een bandbreedte aan in de mogelijke ontwikkeling van de personenmobiliteit. Deze bandbreedte volgt uit de belangrijkste relevante omgevingsonzekerheden op basis waarvan twee rustige referentiescenario's zijn geformuleerd. Naast deze referentiescenario's zijn er aanvullende onzekerheidsverkenningen uitgevoerd om de mogelijke impact te verkennen van enkele ontwikkelingen die niet in de referentiescenario's zijn opgenomen en die tot een ander toekomstbeeld kunnen leiden.

In de scenario's is uitgegaan van een trendmatig beleid: beleid dat aansluit bij het huidige beleid en dat zich trendmatig voortzet. Op deze manier schetsen de scenario's een beeld van wat kan gebeuren als het beleid ongeveer gelijk blijft en ontwikkelingen niet bijstuurt.

1.1 Cahier en achtergronddocument

Het Cahier Mobiliteit (CPB/PBL 2015a) beschrijft beknopt de kernonzekerheden die een rol spelen voor de toekomst van de Nederlandse personen- en goederenmobiliteit, zeehavens en luchtvaart, de keuzes die zijn gemaakt voor de scenario's en de toekomstbeelden die dat oplevert voor 2030 en 2050. Op basis daarvan worden beleidsrelevante conclusies getrokken. Bij dat cahier horen drie achtergronddocumenten voor respectievelijk binnenlandse personenmobiliteit, goederenvervoer en luchtvaart. Deze beschrijven in meer detail de trends en onzekerheden, de scenario's, de gehanteerde methodieken en de resultaten.

Dit achtergronddocument *Binnenlandse Personenmobiliteit* geeft de achtergronden, gedetailleerdere uitkomsten en een nadere verantwoording over de gebruikte methode en aannames voor binnenlandse personenmobiliteit. Hoofdstuk 2 beschrijft de relevante drijvende krachten achter de ontwikkelingen in personenmobiliteit: welke factoren zijn van belang, welke ontwikkelingen zouden zich daarbij kunnen voordoen, welke onzekerheden zijn van belang en hoe en waarom zijn die relevant voor de toekomst van de personenmobiliteit. Hoofdstuk 3 schetst de referentiepaden Hoog en Laag en hun verhaallijnen. Ook beschrijven we hier welke potentiële ontwikkelingen geen plek hebben gekregen in de referentiepaden maar als aanvullende onzekerheidsverkenning nader zijn onderzocht. In hoofdstuk 4 geven we inzicht in de gebruikte modellen en de invoer in die modellen. Hoofdstuk 5 schetst de resultaten van de scenario's. De resultaten van de aanvullende onzekerheidsverkenningen zijn uitgewerkt in hoofdstuk 6.

2 Trends en onzekerheden

Mensen ondernemen verschillende activiteiten zoals werken, sporten, naar school gaan, winkelen, recreëren, ontmoeten van vrienden of familie, enzovoort. Deze activiteiten vinden over het algemeen plaats op verschillende plekken. Het transportsysteem (transportinfrastructuur en vervoermiddelen) maakt het mensen mogelijk om zich tussen die verschillende plekken te verplaatsen. Het resultaat is mobiliteit. De ontwikkeling van de mobiliteit is dus afhankelijk van krachten die ingrijpen op de behoefte om allerlei activiteiten uit te voeren, op de plek waar deze activiteiten zich afspelen en op de mogelijkheden tot verplaatsen (het transportsysteem). Dat betekent dat ontwikkelingen op het gebied van demografie, economie, ruimtelijke spreiding (of concentratie), internationaal klimaat- en energiebeleid, technologie (zowel rondom voertuigen en infrastructuur als wat betreft ICT), aanbod aan mobiliteitsopties en gedrag van mensen en bedrijven relevant zijn voor de toekomstige mobiliteit.

Ook beleidsmatige ontwikkelingen spelen een rol, zowel internationaal als binnen Nederland. Daarbij beschouwen we internationaal beleid, bijvoorbeeld vanuit de EU, als omgevingsontwikkelingen en maken we hier tussen de referentiescenario's onderscheidende aannames over. Omdat de scenario's zijn bedoeld om opgaven voor het Nederlands beleid te identificeren nemen we voor Nederlands beleid aan dat het vigerende beleid in principe ongewijzigd wordt voortgezet dan wel doorloopt tot de vastgestelde einddatum en dan eindigt. Op die manier brengen de scenario's het beste in kaart wat de opgaven voor beleid zouden kunnen zijn, gegeven de ontwikkelingen in de omgeving.

2.1 Demografische ontwikkeling

Een belangrijke onzekerheid wordt gevormd door de demografische scenario's: is er sprake van hoge of lage bevolkingsgroei? De vervoersvraag neemt in een scenario met hoge bevolkingsgroei sneller toe dan in een scenario met lage bevolkingsgroei doordat er simpelweg meer mensen zijn. Ook de bevolkingssamenstelling is relevant. Zo zal door de vergrijzing normaal gesproken de mobiliteitsgroei worden geremd. Een groter aandeel ouderen betekent namelijk een kleiner aandeel mensen in de meest mobiele, werkzame leeftijd. Maar er zijn ook cohort- en periode-effecten. Nieuwe generaties ouderen zijn hoger opgeleid en mobieler en werken door tot op hogere leeftijd. Nieuwe generaties vrouwen zijn hoger opgeleid en werken en reizen meer dan eerdere generaties. Deze effecten zullen normaal gesproken juist leiden tot meer mobiliteit. Een nadere toelichting ten aanzien van drijvende krachten voor demografische veranderingen en de invulling van de demografische scenario's is te vinden in het Cahier Demografie (CPB/PBL 2015b) van deze WLO.

2.2 Economische ontwikkeling

De economische scenario's vormen eveneens een belangrijke kernonzekerheid: is er sprake van hoge of lage economische groei en in welke sectoren zal er sprake zijn van groei of krimp? De vervoersvraag neemt in een scenario met hoge groei sneller toe dan in een scena-

rio met lage groei doordat er meer economische activiteit per persoon is. Ook zien we economische groei terug in drukte op de weg als gevolg van meer goederenvervoer, met mogelijke consequenties voor personenmobiliteit die van diezelfde weg gebruik maakt. Onderwijsdeelname leidt tot meer studenten (met een hoog openbaarvervoergebruik) maar vervolgens ook tot een hoger opleidingsniveau. Een hoger opleidingsniveau gaat veelal gepaard met een hogere arbeidsdeelname en een hoger inkomen. Dat leidt tot een hoger autobezit en tot meer mobiliteit. Naarmate de economische groei hoger is, is het waarschijnlijk dat ook de tijdwaardering en de maatschappelijke waardering van bijvoorbeeld verkeersslachtoffers sneller toeneemt. Een nadere toelichting ten aanzien van drijvende krachten voor macro-economische veranderingen en de invulling van de macro-economische scenario's is te vinden in het Cahier Macro-economie (CPB/PBL 2015c) van deze WLO.

2.3 Ruimtelijke ontwikkelingen

Zowel op nationale schaal als op regionale schaal is het denkbaar dat bevolking en werkgelegenheid zich meer gaan spreiden of juist concentreren. Als het ruimtelijk scenario vooral een concentratie van mensen en bedrijvigheid in de Randstad en in de (centra van) steden laat zien, zal er naar alle waarschijnlijkheid sprake zijn van minder autogebruik en meer openbaarvervoergebruik. Bovendien worden dan projecten in de Randstad meer rendabel, en daarbuiten minder. Als het ruimtelijke scenario een meer ruimtelijk gespreide ontwikkeling laat zien, is het verhaal omgekeerd. Een nadere toelichting ten aanzien van drijvende krachten voor regionale ontwikkeling en de invulling van de regionale scenario's is te vinden in het Cahier Regionale Ontwikkelingen en Verstedelijking (CPB/PBL 2015d) van deze WLO.

2.4 Internationaal energie- en klimaatbeleid

Voor mobiliteit vormt het internationaal energie- en klimaatbeleid in de toekomst een relevante onzekerheid. Dergelijk beleid wordt niet door Nederland alleen gemaakt, maar zal in belangrijke mate in internationaal/Europees verband op ons afkomen. Volgens de huidige inzichten vereist de klimaatopgave een verregaande verduurzaming van de mobiliteit. Dat heeft repercussies voor de brandstofkosten en dus voor de ontwikkeling van de variabele autokosten. Het heeft daarnaast ook gevolgen voor de eisen die aan de markt worden gesteld om energiezuinigere c.q. duurzamere voertuigen te ontwikkelen. Een streng klimaatbeleid kan dan ook verschillende effecten hebben. Wanneer duurzame(re) auto's duurder in aanschaf worden, kan er sprake zijn van een verschuiving van auto naar openbaar vervoer omdat minder mensen zich een auto kunnen veroorloven. Anderzijds, wanneer de gebruikskosten van auto's afnemen (door goedkoper elektrisch rijden of door extreem zuinige auto's), kan het autogebruik juist toenemen. Deze ontwikkelingen hebben een gedeeltelijke overlap met de onzekerheid ten aanzien van de ontwikkelingen in voertuigtechnologie (zie paragraaf 2.5). De aannames rondom energie zijn gemaakt in samenspraak met het thema *klimaat en energie*. Een nadere toelichting ten aanzien van drijvende krachten voor ontwikkelingen omtrent klimaat en energie en de invulling van de scenario's is te vinden in het Cahier Klimaat en Energie (CPB/PBL 2015e) van deze WLO.

2.5 Voertuigtechnologie

Technologische ontwikkelingen kunnen verstrekkende gevolgen hebben voor hoe we ons verplaatsen. In deze toekomstverkenning hebben we een aantal mogelijke veranderingen met betrekking tot voertuigtechnologie nader bekeken. Daarbij is zowel de huidige stand van

zaken relevant, alsook de verwachtingen die deskundigen hebben over verdere ontwikkeling en de uitrol van de reeds bestaande mogelijkheden. Hieronder gaan we nader in op de onderwerpen voertuigemissies, automatische voertuigen en elektrische fietsen. De invloed van ontwikkelingen in ICT-technologie op verplaatsingsgedrag komt in paragraaf 2.6 aan de orde.

2.5.1 Voertuigemissies

De Europese Commissie stelt eisen aan de maximale emissies van luchtverontreinigende stoffen, CO₂ en geluid door auto's, bestelauto's, bussen et cetera. In de loop der jaren zijn die eisen steeds verder aangescherpt, al zijn dat deels papieren aanscherpingen gebleken: de verschillen tussen test en praktijk lopen voor de emissies van zowel geluid, luchtverontreiniging als CO₂ steeds verder uiteen.

Ondanks het verschil tussen test en praktijk zijn, dankzij de steeds scherper wordende Euro-normen, nieuwe auto's de afgelopen decennia in de praktijk schoner geworden in termen van uitstoot van luchtverontreinigende stoffen. Dit geldt in mindere mate voor dieselveertuigen, maar ook die zullen in de toekomst schoner worden als ze niet alleen op papier maar ook in de praktijk moeten gaan voldoen aan de Europese normen. Daarnaast zal het wegverkeer als geheel de komende jaren steeds schoner worden omdat oudere modellen langzaam uit het wagenpark verdwijnen. In termen van verbruik zijn auto's de laatste jaren in de praktijk nauwelijks zuiniger geworden, vooral als gevolg van het toenemende verschil tussen test- en praktijkwaarden. Omdat er daar nog veel winst valt te behalen en gelet op het belang dat de Europese Commissie hecht aan het klimaatbeleid, lijken verdere aanscherpingen van de emissie-eisen voor CO₂ plausibel. Dit zal ertoe leiden dat voertuigen die op fossiele brandstoffen rijden, zuiniger worden, en dat de aandelen hybride voertuigen en voertuigen op elektriciteit of waterstof toenemen. Het marktaandeel van elektrische auto's in de nieuwverkopen van 2014 was circa één procent en is stijgend. De plug-in hybrides hadden een aandeel van circa drie procent en ook dat aandeel neemt toe.

2.5.2 Zelfstandig rijdende auto's

Een omschakeling naar zelfstandig rijdende (ook wel autonome) auto's heeft mogelijk grote gevolgen voor de personenmobiliteit. Reistijd zal anders ervaren worden. Immers, de aandacht hoeft niet meer uit te gaan naar het verkeer en de besturing van het voertuig. De tijd die je in je auto doorbrengt zal verblijftijd worden, die naar believen kan worden ingevuld: de auto als rijdend kantoor, als plek om bij te praten met vrienden, als comfortabele stoel waar je ongestoord een goed boek kunt lezen of een film kunt kijken. De autonome auto breng de reiziger, ongeacht de leeftijd, naar elke bestemming, waardoor ook de zelfstandige mobiliteit van jongeren en ouderen sterk zou kunnen verbeteren. Dit alles kan leiden tot meer autogebruik. Parkeren hoeft ook niet meer zo nodig in de buurt, het voertuig is heel goed in staat zelf een plek te vinden elders. Ook zou de veiligheid kunnen verbeteren en kunnen maximumsnelheden wellicht veilig omhoog. Het kan leiden tot een betere benutting van wegcapaciteit.

TU Delft (Milakis et al. 2015) heeft ten behoeve van de Toekomstverkenning WLO in kaart gebracht wat de mogelijke toekomstbeelden zijn rondom de ontwikkeling van autonome auto's. Hieruit blijkt dat deskundigen het er nog lang niet over eens zijn of en zo ja, wanneer, ontwikkelingen zoals hierboven geschetst gaan plaatsvinden. Wel is men het er over eens dat het een geleidelijke ontwikkeling zal zijn, waarin steeds meer handelingen die nu nog door de mens worden gedaan, op termijn door de auto zelf zullen worden uitgevoerd. Veel nieuwere auto's zijn al uitgerust met systemen die zelf het licht ontsteken of de ruitenwissers aandoen, als de omstandigheden daarnaar zijn. Ook een systeem dat waarschuwt als de rijbaan wordt verlaten is al gemeengoed. Momenteel zijn sommige auto's in staat zelf in te parkeren. Zo zullen steeds meer functies overgenomen (kunnen) worden.

De automatisering van voertuigen loopt dus geleidelijk. Pas in de laatste fasen van automatisering, wanneer auto's daadwerkelijk in staat zijn om volledig zelfstandig te rijden (al dan niet met iemand aan boord die in theorie zou kunnen ingrijpen), en bij een relatief hoge penetratiegraad, zullen autonome auto's naar verwachting echt substantiële effecten gaan hebben op onze verplaatsingspatronen en de verkeersafwikkeling.

In de rustige referentiescenario's is geen rekening gehouden met grootschalige veranderingen als gevolg van voertuigautomatisering omdat we, op basis van de beschikbare inzichten in de literatuur, aannemen dat de automatisering en penetratiegraad binnen de tijdshorizon van deze studie nog niet in een ver genoeg stadium gevorderd zullen zijn dat verplaatsingspatronen substantieel veranderen. In paragraaf 6.5 wordt nader ingegaan op hoe een toekomst met autonome voertuigen eruit zou kunnen zien, mochten de ontwikkeling en de opname in het wagenpark sneller gaan dan verwacht.

2.5.3 Elektrische fietsen

De elektrische fiets is met een opmars bezig. Momenteel zijn er in Nederland 1 miljoen elektrische fietsen en worden er jaarlijks ca. 180.000 verkocht (van Boggelen en van Oijen 2013).² In 2013 werd al 12 procent van de fietskilometers met een elektrische fiets afgelegd. Voor Nederland wordt geschat dat met 2 miljoen elektrische fietsen de markt binnen 5 jaar verzadigd is, tenzij de elektrische fiets op grote schaal ook gebruikt gaat worden door bijvoorbeeld forensen, scholieren en bakfietsgebruikers (van Boggelen en van Oijen 2013). Dan is er nog veel meer mogelijk. Al met al is de elektrische fiets nu al een redelijk belangrijk vervoermiddel en alles wijst erop, dat het belang nog toe gaat nemen.

2.6 Ontwikkelingen in gedrag

Mobiliteitspatronen zijn het gevolg van vele factoren. Het is vrijwel ondenkbaar dat over een periode van bijna 40 jaar geen veranderingen optreden in de mobiliteitsvoorkeuren van mensen, los van hun inkomen, huishoudenssamenstelling, woonlocatie of andere contextvariabelen. In deze paragraaf verkennen we enkele maatschappelijke ontwikkelingen met betrekking tot mobiliteit die invloed kunnen hebben op mobiliteitsgedrag, los van demografie en economie. We bespreken het mobiliteitsgedrag van jongeren (par.2.6.1), de vraag of het autogebruik verzadigd is (par.2.6.2), de invloed van de 'deeleconomie' op autobezit en auto-gebruik (par. 2.6.3) en de invloed van ICT op het verplaatsingsgedrag (par.2.6.4).

2.6.1 Jongeren en mobiliteit

In diverse Westerse landen daalt de automobilititeit onder jongeren/jongvolwassenen. In de afgelopen paar jaar zijn hier vele artikelen en rapporten aan gewijd, zowel gericht op een enkel land als op een bredere vergelijking (zie bijvoorbeeld Florida 2012, Frontier Group / U.S. PIRG Education Fund 2012, IFMO 2013, Jaffe 2012, Kuhnimhof et al. 2012a, Kuhnimhof et al. 2012b).

Het KiM (2014) heeft recent onderzoek gedaan naar de situatie in Nederland en constateert dat de mobiliteit (verplaatsingskilometers) van jongvolwassenen inderdaad is gedaald. Dit geldt vooral voor de auto. Treingebruik is juist iets gestegen. Met name in de stedelijke gebieden is de automobilititeit van jongvolwassenen gedaald terwijl in de rurale gebieden deze juist is toegenomen. Verklarende factoren voor de daling van de (auto)mobiliteit blijken voornamelijk te liggen in situationele factoren (economie situatie en bestedingsruimte, le-

² Daarbij gaat het vooral om fietsen die trapondersteuning geven tot ongeveer 25 km/uur. Recent zijn ook andere, nieuwe types elektrische fietsen in opkomst, zoals de 'speed pedelecs' waarop met gemak 45 km/uur kan worden gereden.

vensfase, woonlocatie). Er is vooralsnog weinig bewijs voor fundamentele attitudeveranderingen onder jongvolwassenen die zouden leiden tot minder mobiliteit en ook is er vooralsnog weinig bewijs voor een mogelijk substitutie-effect door ICT-mogelijkheden (internet, smartphones e.d.). Daarom concludeert het KiM dat het te vroeg is om te stellen dat jongvolwassenen zich, om andere dan situationele factoren, van de auto afkeren.

Een studie uit Groot-Brittannië (TNS 2013) komt tot enigszins vergelijkbare conclusies als het KiM. Ook daarin wordt aangegeven dat het aannemelijk is dat generatie Y (18-29 jarigen) in de nabije toekomst waarschijnlijk vergelijkbaar gedrag zal gaan vertonen als generatie X (30-45 jarigen) nu, vooral gestuurd door situationele factoren. In dit rapport wordt wel nadrukkelijk geopperd dat het best denkbaar is dat voor generatie Z (de jongeren die over 10 jaar tussen 18 en 29 zijn) iets heel anders geldt. Zeker als het uitstelgedrag van het autobezit door generatie Y betekent dat de kwaliteit van het openbaar vervoer toeneemt.

Goudappel Coffeng en Young Works (2015) laten zien dat onder jongeren de fiets en de auto het meest populair zijn (80 procent oordeelt positief), gevolgd door de trein op de derde plek (iets minder dan de helft is positief daarover). Driekwart van de jongeren wil graag rond zijn dertigste een auto hebben. Ongeveer de helft van de jongeren ziet een vervoermiddel puur als een praktisch iets, de andere helft vindt het wel degelijk belangrijk hoe de auto eruit ziet. De studie bevestigt dat situationele factoren een belangrijke rol spelen in het lagere autogebruik door jongeren. Daarnaast lijken ze iets positiever te staan tegenover delen. De invloed van zaken als internetgebruik, sociale media e.d. is nog onduidelijk.

Kortom: jongeren van nu zijn minder (auto)mobiel dan hun voorgangers. Het is aannemelijk dat situationele factoren daarbij een belangrijke rol spelen. Op basis van de beschikbare kennis tot nu toe is de hypothese verdedigbaar dat jongvolwassenen, wanneer ze nieuwe levensfasen bereiken, waarschijnlijk weer mobieler gaan worden. Maar het is ook denkbaar dat er wel degelijk sprake is van duurzame gedragsveranderingen. Niet zo zeer omdat de jongeren van nu zo anders zijn dan de jongeren van vroeger, maar onder invloed van allerlei andere ontwikkelingen zoals de deeleconomie of nieuwe mogelijkheden door ICT. Deze invloeden komen daarom in de volgende paragrafen aan de orde.

2.6.2 Peak car

Peak car is de hypothese dat autogebruik (al dan niet per capita) zijn piek (heeft) bereikt en daarna gaat stabiliseren of dalen. Dit beeld komt voort uit zichtbare ontwikkelingen in diverse Westerse landen, waarbij kenmerkend is dat de afvlakking of daling van het autogebruik al is gestart (ruim) voor de crisis van 2008 (en daar dus niet uitsluitend aan kan worden toegeschreven).

Dat autogebruik zich zou ontwikkelen tot een niveau van verzadiging werd in 1963 al gesuggereerd in het Buchanan Report over *Traffic in Towns* (Ministry of Transport 1963). Goodwin (2012) onderzocht het verschijnsel nader en kwam tot drie hypothesen over *peak car*. De eerste is dat autogebruik nog altijd in een fase van gestage groei zit maar dat er sprake is van een tijdelijke stagnatie als gevolg van economische omstandigheden. Deze hypothese is lange tijd uitgangspunt geweest voor beleid, infrastructuurplanning en prognoses. De tweede hypothese zegt dat autogebruik zijn piek heeft bereikt en vanaf nu stabiel zal blijven. Dit is vooral gebaseerd op de theorie van een vast tijdbudget voor verplaatsen (ook wel BREVER-wet genoemd) en het feit dat als de snelheid waarmee gereisd kan worden niet meer toeneemt, de afstand ook niet meer zal toenemen. Ook speelt hierbij mogelijk een rol dat, zoals Metz (2010) zegt, *'our need for routine access and choice has largely been met.'* Hypothese drie stelt dat het autogebruik zijn piek bereikt en vanaf nu zal dalen, en volgt daarbij het basisprincipe dat elke vervoerswijze vóór de auto een cyclus van groei, bloei en afname heeft doorlopen.

In de vigerende hypothesen spelen allerlei drijvende krachten een rol. We schetsen een beknopt overzicht op basis van literatuurstudie (Goodwin 2012, Lyons and Goodwin 2014, Metz 2010, Newman & Kenworthy 2011, OECD/International Transport Forum 2013, The Economist 2012):

- *Sociaal-economische factoren*: Minder economische groei, minder besteedbaar inkomen en minder werkgelegenheid gaan samen met minder autobezit en autogebruik. Duurdere brandstof en duurdere kosten voor bezit ontmoedigen autogebruik. Veranderende verhoudingen in kosten van huishoudens hebben invloed op mobiliteitskeuzes: voor jonge huishoudens is wonen relatief duurder dan voor oudere huishoudens waardoor ze mogelijk minder geld kunnen besteden aan mobiliteit. Arbeidsparticipatie van vrouwen neemt nauwelijks meer toe. Sterke stijging in gemiddeld opleidingsniveau is grotendeels voorbij.
- *Demografische factoren*: Bevolkingsgroei zwakt af, in sommige regio's is er zelfs sprake van krimp. Een vergrijzende bevolking reist minder dan een bevolking met een groter aandeel mensen in de werkzame leeftijd. Levensfasen kennen een andere timing: later uit huis, later aan kinderen beginnen.
- *Ruimtelijk vestigingspatroon*: Na een periode van suburbanisatie is er nu weer sprake van een periode van bloei van de steden. In steden zijn afstanden korter en zijn mensen minder afhankelijk van de auto. Op plekken waar autogebruik daadwerkelijk nog aanzienlijk meer vrijheid en gemak biedt – in niet of matig stedelijke gebieden – is gemiddeld vaker sprake van stabiliserende of dalende bevolking.
- *Betere alternatieven* (hangt deels samen met ander vestigingspatroon): Door forse congestie verhouden automobilititeit en andere vervoersvormen zich anders tegenover elkaar. Kwaliteit van het openbaar vervoer is – zeker in bepaalde regio's en op bepaalde relaties – sterk verbeterd en daardoor concurrerender. Lopen en fietsen zijn goedkoper en voor een deel van de mensen ook aantrekkelijker, zeker bij een sterkere concentratie in de steden. Op een aantal plekken wordt de verkeersruimte herverdeeld waarbij auto's minder ruimte krijgen en andere vervoerwijzen meer. Internet en mobiele communicatie biedt alternatieven voor verplaatsen: online winkelen, het nieuwe werken, social media. Vliegen is veel goedkoper geworden en veel breder toegankelijk.
- *Preferenties*: Meer mensen houden er een urbane levensstijl op na, waarin de auto een minder belangrijke rol speelt. Veranderende oriëntatie van jongeren t.o.v. de auto: je rijbewijs halen is geen bewijs meer van volwassenheid, andere zaken zijn belangrijker dan een auto bezitten. De opkomst van autodeelsystemen: als de auto niet voor de deur staat wordt hij minder gebruikt.
- *Auto-ontmoedigend beleid*: Op veel plekken geldt in toenemende mate auto-ontmoedigend beleid: voetgangerszones, milieuzones, congestieheffing, snelheidsremmende maatregelen, parkeerbeleid enzovoorts.
- *Verzadiging*: Als mobiliteit niet meer sneller wordt, gaan we niet meer verder reizen want onze tijd is op (theorie van behoud van reistijd en verplaatsingen – ook bekend als de BREVER-wet). Verder reizen levert geen betere/mooiere bestemmingen meer op. De behoefte aan routinematige bereikbaarheid van bestemmingen en keuzemogelijkheden is bevredigd. Voor grote groepen is bestedingsruimte geen beperkende factor meer bij de bevrediging van deze behoeften en leidt toenemend inkomen dan ook niet meer tot toename van mobiliteit. Bijna iedereen die een auto wil heeft een auto. Autobeschikbaarheid is geen beperkende factor meer voor de meerderheid van de mensen.
- *Verschuiving van de groei naar het vliegtuig*: mobiliteit wordt nog wel sneller, en de afstanden nog wel groter, maar de groei van de mobiliteit zit bij het vliegtuig. Zoals in de jaren zestig en zeventig het treingebruik stabiliseerde door de democratisering van de auto, zou nu het autogebruik stabiliseren door democratisering van het vliegtuig.

De discussie over peak car is relevant met het oog op de mobiliteitsontwikkelingen in de toekomst. Of de ontwikkelingen die zichtbaar zijn in het autogebruik gevangen kunnen worden in één van de drie hypothesen of kenmerken van meerdere hypothesen omvat, is daarbij

minder van belang. Wel kunnen we concluderen dat de bovengenoemde drijvende krachten, die in onderlinge interactie invloed hebben op de ontwikkeling van het autogebruik, in de scenario's vrijwel allemaal meegenomen worden. Deels gebeurt dit in de vorm van veronderstellingen rondom demografie, economie, ruimtelijke ontwikkeling, maar ook in de vorm van mechanismen die in de modellen verdisconteerd zitten (kwaliteit alternatieven, beperkingen tijdbudget et cetera).

2.6.3 Deelauto's

Autodelen sluit aan bij een bredere ontwikkeling in de samenleving ten aanzien van een andere manier van omgaan met goederen en diensten: de deeleconomie. Deze ontwikkeling staat momenteel volop in de belangstelling. Niet langer het bezit, maar het gebruik staat voorop. Vooralsnog is autodelen nog een kleine nichemarkt, vooral aantrekkelijk voor de jonge, goed opgeleide stadsbewoner die relatief vaak het openbaar vervoer gebruikt en affiniteit heeft met de participatiesamenleving (KpVV 2014). Het aantal deelauto's groeit echter snel. Het gaat hier zowel om klassieke vormen van autodelen zoals Greenwheels en KAV Connectcar, als om *peer-to-peer*-initiatieven³ als Snappcar of MyWheels, waarbij mensen elkaar de eigen auto uitlenen tegen betaling, als om het zogenaamd *one-way* autodelen, zoals Car2Go of BlaBlaCar. Ook in de zakelijke markt komen steeds meer deelauto's.

Een initiatief als Uber wordt door sommigen ook beschouwd als een uiting van de nieuwe deeleconomie. Bij Uber rijden zelfstandige chauffeurs met hun eigen auto ritten die via het Uberplatform aangevraagd en verdeeld worden. Uber is echter meer een vorm van collaboratieve economie. In feite is het vooral een anders georganiseerde taxidienst. Wel is duidelijk dat er steeds nieuwe business-modellen ontstaan, waarin het onderscheid tussen privé en zakelijk en tussen privé en gedeeld steeds weer anders ingevuld wordt. Deelauto's kunnen potentieel een significante invloed gaan hebben op ons autobezit en onze mobiliteitspatronen.

2.6.4 ICT en gedrag

Sinds de jaren 60 van de vorige eeuw worden studies gedaan naar de manier waarop ICT-toepassingen het mobiliteitsgedrag beïnvloeden. Er is inmiddels een breed scala aan literatuur beschikbaar, maar vooralsnog zonder eenduidige conclusies. Enerzijds biedt ICT mogelijkheden om fysieke mobiliteit te substitueren. Maar tegelijkertijd kan het ook extra verplaatsingen oproepen of blijkt ICT verplaatsingen niet zozeer te vervangen of op genereren, maar vooral te veranderen. Een greep uit de mogelijke effecten van ICT op mobiliteitsgedrag zoals gerapporteerd in de literatuur (Aguilera et al. 2012, KiM 2013a, KiM 2014, Litman 2014, Mokhtarian 2009, Van de Weijer 2015):

- *Substitutie*: ICT kan verplaatsingen of activiteiten die verplaatsingen nodig maken vervangen. Skypen ipv aanschuiven in de vergaderzaal of een avondje gamen op internet in plaats van met vrienden naar de kroeg.
- *Generatie*: Er zijn vele vormen van mobiliteit gegenereerd door ICT. Betere informatie over reismogelijkheden én bestemmingen leidt tot meer reizen. Grotere sociale netwerken door internet leiden tot vaker of over een grotere afstand verplaatsen om mensen te ontmoeten. En ICT maakt reizen prettiger en makkelijker: persoonlijke reisinformatie, betere doorstroming en meer mogelijkheden om reistijd nuttig te gebruiken, waardoor je misschien vaker of verder gaat reizen.
- *Modificatie*: ICT kan ook leiden tot andere patronen dan voorheen, in tijd en ruimte. Het faciliteert globalisering van contacten en handel en maakt een meer gedecentraliseerd patroon van landgebruik mogelijk. Thuis kunnen werken kan leiden tot verder van het werk

³ De enorme toename van het aantal aangeboden deelauto's in met name de *peer-to-peer*-markt zegt overigens nog betrekkelijk weinig over het gebruik.

wonen of reizen buiten de spits. Onderweg kunnen werken kan collectief vervoer aantrekkelijker maken in vergelijking met individueel vervoer.

Het brede scala aan beschikbare literatuur laat zien dat het vrijwel onmogelijk is om het netto-effect van al die veranderingen eenduidig vast te stellen. Daarnaast is er sprake van een sterke verwevenheid van verplaatsen en ICT-gebruik met allerlei andere ontwikkelingen in de samenleving, waardoor veranderingen optreden. Het klassieke 'ceteris paribus' is uiterst moeilijk te isoleren. Uiteindelijk is de vraag hoe ICT de activiteitenpatronen van mensen en daarmee het gebruik van de fysieke ruimte verandert ook interessanter dan de vraag of dat netto met meer of minder mobiliteit gepaard gaat (Aguilera et al. 2012). Op basis van verwachte ontwikkelingen in de literatuur lijkt het aannemelijk dat een aantal trends die nu al zichtbaar zijn, zoals bijvoorbeeld een toename van thuiswerken, door zullen gaan en mogelijk zullen versterken, vooral in onder gunstige economische omstandigheden.

3 Scenarioverhalen

3.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk is een groot aantal onzekerheden beschreven die relevant zijn voor de ontwikkelingen rondom personenmobiliteit in de komende decennia. De volgende stap is om deze onzekerheden te plaatsen in de scenario's. WLO-breed is er gekozen om te komen tot twee rustige referentiepaden, die een basis bieden voor besluitvorming. De ambitie is om de belangrijkste onzekerheden hierin een plaats te laten vinden. Rustig betekent hier, dat de bandbreedte groot genoeg moet zijn om recht te doen aan de onzekerheid die inherent is aan de toekomst. Anderzijds moet de bandbreedte ook niet zo groot zijn dat de scenario's daarmee hun bruikbaarheid voor beleidsvorming verliezen. Bij een te grote bandbreedte ontstaat immer de situatie dat in een laag scenario geen enkel beleid nodig of maatschappelijk rendabel is terwijl in een hoog scenario geen enkel beleid of investeringsprogramma genoeg is.

De referentiescenario's Hoog en Laag worden in alle thema's van de WLO consistent uitgewerkt. Daarnaast worden aanvullende onzekerheidsverkenningen uitgevoerd om de effecten van minder waarschijnlijke maar denkbare ontwikkelingen met potentieel een grote impact te verkennen.

Tabel 3.1 laat zien wat de basisaannames zijn in de beide referentiescenario's ten aanzien van onderscheiden onzekerheden zoals beschreven in hoofdstuk 2. De keuzes voor demografie, economie, ruimte en klimaatbeleid zijn gemaakt in overleg met de andere thema's. Zo wordt bij hoge groei een sterker klimaatbeleid waarschijnlijker verwacht dan bij lage groei. Zo'n sterker klimaatbeleid past ook weer goed bij een meer compacte verstedelijking en bij een wat minder sterke auto-oriëntatie. Voor het referentiescenario Hoog combineren we een hoge demografische en economische groei, met een meer geconcentreerd ruimtelijk patroon en mobiliteitsgedrag en klimaatbeleid dat vooral de automobilititeit afremt en het gebruik van het openbaar vervoer mogelijk bevordert. Voor het referentiescenario Laag combineren we een lage demografische en economische groei, met een wat minder geconcentreerd ruimtelijk patroon en mobiliteitsgedrag en klimaatbeleid dat de automobilititeit bevordert en het gebruik van het openbaar vervoer wat afremt. In beide scenario's gaan we uit van minimaal gedifferentieerd trendmatig beleid, door te veronderstellen dat de projecten die in het MIRT (Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport) zijn opgenomen worden gerealiseerd.

Tabel 3.1 Basisaannames referentiepaden

Onzekerheid	Hoog	Laag
Aannames volgend uit andere thema's		
Demografie	groei	eerst nog bescheiden groei, daarna krimp
Economie	relatief sterke groei wereldeconomie en internationale handel behoud concurrentiepositie Nederlandse zee-/luchthavens grote dienstensector	relatief beperkte groei wereldeconomie en internationale handel behoud concurrentiepositie Nederlandse zee-/luchthavens kleine dienstensector
Ruimte	voortzetting trend tot concentratie in de Randstad en enkele grote steden	afzwakking concentratietrend (beperkte concentratie)
Klimaatbeleid	substantieel: forse aanscherping emissie-eisen CO ₂	beperkt: matige aanscherping emissie-eisen CO ₂
Aannames specifiek voor de het thema mobiliteit		
Gedrag consumenten	geen fundamentele attitudeverandering ten aanzien van modaliteiten trendmatige ontwikkeling thuiswerken	geen fundamentele attitudeverandering ten aanzien van modaliteiten bescheiden ontwikkeling thuiswerken
Technologie	snelle ontwikkeling nog geen substantiële rol voor automatische voertuigen verdere groei rol elektrische fiets	trage ontwikkeling nog geen substantiële rol voor automatische voertuigen verdere groei rol elektrische fiets
Olieprijs	laag	hoog
Nederlands beleid	minimaal gedifferentieerd trendmatig beleid MIRT-pakket tot 2030 wordt gerealiseerd behoud OV-studentenkaart	minimaal gedifferentieerd trendmatig beleid MIRT-pakket tot 2030 wordt gerealiseerd behoud OV-studentenkaart

3.2 Verhaallijn voor het scenario Hoog

In het scenario Hoog neemt door voorspoedige technologische en economische ontwikkeling de welvaart toe. De economische groei leidt tot meer immigratie. Er wordt in dit scenario een belangrijke winst in de levensverwachting geboekt. De hoge welvaart heeft een positieve invloed op het kindertal. Ook de levensloop verandert als gevolg van de hogere welvaart. Economische groei stimuleert jongeren om eerder uit huis te gaan. Ouderen kunnen langer zelfstandig wonen, zonder een beroep te hoeven doen op (institutionele) zorg. Al met al blijft de bevolking groeien (tot 2030 met 9 procent, tot 2050 met 15 procent) en worden huishoudens steeds kleiner, vooral in de periode tot 2030 (tot 2030 8 procent kleiner, tot 2050 9 procent kleiner).

In dit scenario is sprake van een aantrekkende groei en inflatie in de wereldeconomie, een daling van de werkloosheid en een stijging van het inkomen. De overheid krijgt een betere financiële positie. Groei komt vooral door voortgaande technologische ontwikkeling, een stimulerende rol van financiële markten (door bijvoorbeeld soepeler kredietvoorwaarden) en een grotere internationale handel (o.a. door TTIP). Nederland profiteert van het mondiaal herstel. De productiviteitsgroei gaat terug naar het niveau van voor de crisis en de werkge-

legenheid groeit ook. Dit alles zorgt voor een groei van het bruto binnenlands product (bbp) van 2 procent per jaar, vooral als gevolg van een toename van de productiviteit. De wereldhandel groeit sterk. Dat heeft een sterk effect op het goederenvervoer. De mainport Rotterdam blijft een belangrijke rol vervullen voor de aan- en afvoer van grondstoffen en producten voor Noordwest Europa. Wel is het zo, dat de veranderingen in de Nederlandse sectorstructuur een dempend effect hebben op de omvang van het goederenvervoer. Meer en meer wordt het geld verdiend in de zakelijke dienstverlening, terwijl ook de zorgsector toeneemt, sectoren waar nu eenmaal minder sprake is van goederenvervoer. De landbouw en de industrie nemen in belang af, terwijl dat juist de sectoren zijn die verantwoordelijk zijn voor veel vervoer per verdiende euro.

De bevolkingsgroei vindt vooral plaats in de Randstad en de steden; een voortzetting van de recente trends. Deze concentratie is het gevolg van agglomeratie-effecten én grotere waardering van stedelijke voorzieningen. Het vertaalt zich in een sterkere concentratie in enkele stedelijke regio's. Binnen bestaand stedelijk gebied is sprake van versterkte verdichting van het aantal huishoudens (niet noodzakelijkerwijs van het aantal inwoners). Omdat deze verdichting slechts beperkt soelaas biedt, zal rond de groeiende steden aanzienlijke woningbouw plaatsvinden. Buitenlandse (im)migratie slaat voornamelijk neer in de Randstad en in de genoemde stedelijke regio's. Ook de binnenlandse migratie leidt tot een positief saldo in de Randstad. Daarnaast zijn de geboortecijfers daar aanmerkelijk hoger dan daarbuiten, als gevolg van de relatief jonge bevolkingsopbouw. Het aandeel werkgelegenheid in de zakelijke dienstverlening stijgt met enkele procentpunten. De nijverheid/industrie daalt relatief sterk in aandeel. Beide tendensen versterken de concentratietrends.

De arbeidsparticipatie, vooral van ouderen en vrouwen, blijft stijgen. We werken bovendien langer door omdat de AOW-leeftijd oploopt met de toenemende levensverwachting. Dit zorgt voor een toename van het woon-werkverkeer en het zakelijk verkeer. Wel is het te verwachten, dat de groei van het woon-werkverkeer wordt geremd doordat het nieuwe werken doorzet, zoals dat ook in de voorgaande jaren het geval is geweest. Meer en meer mensen werken regelmatig thuis.

Omdat de economische groei meezit en er meer internationaal wordt samengewerkt zullen de internationale klimaatafspraken voor 2020 op een redelijk ambitieuze wijze worden uitgevoerd. Na 2020 wordt deze lijn voorgezet: het klimaatbeleid wordt internationaal verder aangescherpt, dusdanig dat de opwarming van de aarde wordt beperkt tot zo'n 2,5-3 graden Celsius ten opzichte van het pre-industriële niveau. De gevolgen van dit klimaatbeleid voor de transportsector zijn beperkt. De hoge CO₂-prijs maakt vliegen iets duurder. Ook worden de CO₂-emissie-eisen voor wegverkeer verder aangescherpt (tot 55 gram CO₂/km). Bovendien wordt de testmethode gewijzigd (wordt meer in lijn met de praktijk gebracht). Dit leidt ertoe, dat het wagenpark rond 2050 veel zuiniger is dan het huidige. De gebruikskosten nemen daardoor af, maar door de strengere eisen zullen de aanschafkosten juist toenemen. Veel klimaatbeleid en snelle technologische ontwikkeling remt de vraag naar olie, terwijl door minder geopolitieke spanningen het aanbod juist groter wordt. Hierdoor blijft de olieprijs laag, ondanks de snellere groei van de wereldeconomie.

In 2050 is het aandeel elektrische auto's in het totale autopark nog altijd beperkt (circa zeven procent); het aandeel plug-in hybrides stijgt naar ongeveer 23 procent. Daarnaast zijn er, mede onder invloed van gemeentelijk luchtkwaliteitsbeleid, niches waarin elektrisch vervoer belangrijk is geworden. Zo wordt de *last mile* vooral met elektrische stadsdistributie verzorgd. Automatische voertuigen betreden langzaam de markt in dit scenario, maar de penetratiegraad en het automatiseringsniveau zijn tot 2050 nog niet van dien aard dat er substantiële effecten zijn op de mobiliteitspatronen. De elektrische fiets heeft zijn opmars

doorgezet en wordt, naast voor recreatief gebruik, in 2050 ook vaak gebruikt voor woon-werkverkeer. Dit is vooral voor de wat langere afstanden relevant.

Door ontwikkelingen in de ICT wordt een fragmentatie van activiteiten in tijd en ruimte mogelijk. Thuiswerken is daar een voorbeeld van. In het Hoge scenario trekken we trends op dit terrein zoveel mogelijk door: meer mensen gaan meer uren thuis werken, wat gevolgen heeft voor de hoeveelheid woon-werkritten die gemaakt worden.

3.3 Verhaallijn voor het Scenario Laag

In het Lage scenario is sprake van een gematigd herstel van de Europese economie. Relatief trage technologische vooruitgang en een stagnerende interne markt dragen daar aan bij. De arbeidsmarkt herstelt maar mondjesmaat. Het herstel in de VS zet wel door en Azië groeit snel. Dit betekent ook voor Nederland een beperkt herstel na de crisis, onder andere door relatief weinig investeringen door bedrijven, beperkte overheidsuitgaven en huishoudens die vooral hun schulden aflossen. De groei die er wel is, komt vooral door de export. Al met al wordt een bbp-groei verondersteld van 1 procent per jaar en een gematigde groei van de wereldhandel. De veranderingen in sectorstructuur zijn minder groot dan in het Hoge scenario.

Mede door de bescheiden economische groei is er sprake van een beperkte toename van de levensverwachting en een lagere vruchtbaarheid. Mensen worden dus minder oud dan in het Hoge scenario en er worden minder kinderen geboren. Ook de migratie is beperkter, zowel in als uit. Jongeren stellen het uit om het ouderlijk huis te verlaten, stellen gaan minder snel uit elkaar en ouderen wonen vaak wel zelfstandig maar zijn, als ze hulpbehoevend worden, veelal aangewezen op mantelzorg van kinderen of omgeving. De bevolkingsgroei vakt door dit alles sterk af (tot 2030 nog groei met 3 procent, daarna tot 2050 krimpt met 1 procent) en huishoudens worden nog iets kleiner, vooral in de periode tot 2030 (tot 2030 4 procent kleiner, tot 2050 5 procent kleiner).

De trend van concentratie van bevolking in (delen van) de Randstad en enkele steden daarbuiten zet door, maar minder sterk dan in het Hoge scenario. De mate van concentratie zwakt af. Dit vertaalt zich in een spreiding van de groei over meerdere steden, oftewel in een evenwichtige groei van de stedelijke regio's door een afname van de agglomeratiekracht en de wens tot nabijheid van een grote woonomgeving. In dit scenario is sprake van minder verdichting van bestaand stedelijk gebied en minder transformatie van bestaand bebouwd gebied (haven- en bedrijfsterrainen). Door de jongere bevolkingsopbouw in de Randstad en omdat immigranten daar meer dan evenredig terecht komen, is de bevolkingsaanwas daar groter. De binnenlandse migratie richt zich in minder sterke mate dan voorheen op de Randstad en enkele steden. Diverse regio's krijgen te maken met krimp. De verhouding tussen stad, suburb en platteland blijft min of meer stabiel, zoals ook in de afgelopen decennia het geval was. Door technologische ontwikkelingen in de ICT ontwikkelt nieuwe werkgelegenheid zich zowel in de Randstad als in de rest van ons land. Het aandeel werkgelegenheid in de zakelijke dienstensector daalt licht. Het aandeel overheid (inclusief quartaire diensten zoals onderwijs en zorg) stijgt. Beide zaken maakt de werkgelegenheidsontwikkeling meer bevolkingsvolgend.

De bevolkingsgroei vindt dus niet alleen in de stad, maar ook gespreid daarbuiten plaats. Hoe hoog de mobiliteit uiteindelijk (per regio) is en hoe die verdeeld is over verschillende vervoerwijzen hangt van een groot aantal, elkaar soms versterkende, soms verzwakkende factoren af. Hoe meer mensen en hoe kleiner de huishoudens, hoe groter de mobiliteit. Hoe hoger de stedelijkheidsgraad, hoe lager de mobiliteit, al is dit effect gering (Maat, 2009). Wel

is het zo, dat mensen in (hoog) stedelijke gebieden minder vaak een auto hebben, en dus ook minder vaak auto rijden, en vaker gebruik maken van het openbaar vervoer of de fiets. Omdat in dit scenario de bevolkingsgroei ook buiten de stad plaats vindt, bevordert dat dus de automobilititeit, maar is het remmend voor fiets- en openbaar vervoergebruik.

De arbeidsparticipatie, vooral van ouderen en vrouwen, stijgt licht. We werken bovendien iets langer door. Dit zorgt voor een lichte toename van het woon-werkverkeer en het zakelijk verkeer. Wel is het te verwachten, dat het woon-werkverkeer veel meer dan nu het geval is gespreid over de dag zal zijn, waardoor er minder congestie zal optreden. Het nieuwe werken zet niet noemenswaardig door. Dat komt vooral omdat de zakelijke dienstverlening in het Lage scenario minder groot is dan in het Hoge scenario. Juist die sector leent zich uitstekend voor 'het nieuwe werken'.

In dit scenario wordt beperkt (Europees) klimaatbeleid gevoerd. Door de lagere economische groei en de beperktere internationale samenwerking zijn landen minder bereid om hun klimaatbeleid aan te scherpen en te continueren na 2020. De afspraken voor 2020 worden daarnaast minder stringent uitgevoerd. Na 2020 resteert een beperkt klimaatbeleid. Hierdoor koerst de wereld af op ongeveer 3,5-4 graden Celsius opwarming ten opzichte van het pre-industriële niveau. De gevolgen van het klimaatbeleid voor de transportsector zijn beperkt. Voor de luchtvaart blijft het ETS (het emissiehandelssysteem) beperkt tot het Europese luchtruim. De CO₂-beprijzing heeft nauwelijks invloed op de prijs van een vliegticket. De luchtvaart blijft de grote groeisector. De CO₂-emissie-eisen voor wegverkeer worden verder aangescherpt tot 70 gram CO₂/km. Beperkt klimaatbeleid en een matige technologische ontwikkeling vergroot de vraag naar olie, terwijl meer geopolitieke spanningen het aanbod verkleinen. Hierdoor is de olieprijs relatief hoog, ondanks een langzamere groei van de wereldeconomie. De aanschafkosten voor auto's nemen minder toe dan in Hoog, maar de gebruikskosten dalen ook minder.

De technologische ontwikkeling is gematigd. Dat leidt niet tot grote doorbraken in batterij-technologie, waardoor de elektrische auto duur blijft en ook in 2050 nog maar een zeer klein marktaandeel heeft. Wel zijn er, mede onder invloed van gemeentelijk luchtkwaliteitsbeleid, niches waarin elektrisch vervoer iets belangrijker is geworden. Zo wordt de *last mile* vaak met elektrische stadsdistributie verzorgd. Automatische voertuigen spelen nog geen rol van betekenis. De elektrische fiets heeft zijn opmars doorgezet en wordt, naast voor recreatief gebruik, in 2050 ook vaak gebruikt voor woon-werkverkeer. Dit is vooral voor de wat langere afstanden relevant.

3.4 Nederlands beleid: minimaal gedifferentieerd trendmatig

Ten aanzien van het Nederlandse beleid gaan we uit van 'minimaal gedifferentieerd trendmatig beleid'. Dat betekent dat er in beide scenario's het bestaande beleid wordt gehandhaafd dan wel trendmatig wordt doorgezet. Op die manier brengen de scenario's het beste in beeld wat de mogelijke ontwikkelingen zijn zonder aanpassingen in beleid. In deze paragraaf geven we nader aan hoe op twee belangrijke thema's (infrastructuurbeleid en reiskosten) dit 'minimaal gedifferentieerd trendmatig beleid' is ingevuld.

3.4.1 Investeringen in de capaciteit van de netwerken

Tot 2030 zijn investeringen in het wegennetwerk en het openbaar vervoer ingevuld conform het MIRT. Deze zijn meegenomen in de WLO. Voor de periode na 2030 bestaan geen vaststaande projecten en is er in de scenario's van uitgegaan dat het netwerk niet verder wordt

uitgebreid. Zo wordt het beste in beeld gebracht hoe de scenario's uitpakken zonder nieuwe projecten.

3.4.2 De beleidsmatige ontwikkeling van de reiskosten.

Er is allerlei overheidsbeleid dat invloed heeft op reiskosten. Denk aan autobelastingen en accijnzen, parkeertarieven en openbaarvervoertarieven. Afschaffing van de OV-studentenkaart kan bijvoorbeeld leiden tot zo'n 10 procent minder openbaarvervoergebruik. In deze toekomstverkenning gaan we uit van ongewijzigd beleid op deze terreinen. Ook de autobelastingen en de bijtelling voor leaseauto's blijven op een vergelijkbaar niveau. Als gevolg van de aanscherping van de Europese CO₂-norm worden nieuwe personenauto's steeds zuiniger. Wanneer de hoogte van de bpm (belasting op personenauto's en motorrijwielen) en de bijtelling niet zou worden bijgesteld zouden deze auto's in een steeds lager belastingtarief vallen. Daarom wordt net als in de afgelopen jaren de tariefstelling zo aangepast dat de gemiddelde belasting gelijk blijft. De accijnzen op diesel en benzine stijgen mee met de inflatie en blijven daarmee reëel constant. De OV-studentenkaart blijft bestaan en er komt geen kilometerheffing. Voor de parkeertarieven is conform de bestaande instellingen voor de oude WLO uitgegaan van een trendmatige verdere stijging van de parkeertarieven.

3.5 Wat als het toch anders loopt: aanvullende onzekerheidsverkenningen

In de rustige referentiepaden hebben de diverse onzekerheden een plek gekregen. Toch is er een aantal denkbare ontwikkelingen, zoals aangestipt in hoofdstuk 2, die nog niet aan de orde zijn gekomen. Om de mogelijke impact van die ontwikkelingen op de personenmobiliteit in kaart te brengen zijn aanvullende onzekerheidsverkenningen uitgevoerd. Groot verschil tussen deze onzekerheidsverkenningen en de referentiepaden is dat de aanvullende onzekerheidsverkenningen niet consistent over alle thema's zijn uitgewerkt, al zijn er wel overeenkomsten met de aanvullende onzekerheidsverkenningen van andere thema's. Zo is de onzekerheidsverkenning 'tweegradendoelstelling klimaatbeleid wordt gehaald' ook uitgewerkt in het thema *klimaat en energie* en zijn de alternatieve ruimtelijke patronen in de onzekerheidsverkenningen 'Hoog Spreiding' en 'Laag Concentratie' door het thema *regionale ontwikkelingen en verstedelijking* ontwikkeld.

Niet alle denkbare ontwikkelingen die we een plek wilden geven in de aanvullende onzekerheidsverkenningen konden kwantitatief worden doorgerekend. Het modelinstrumentarium schiet bijvoorbeeld te kort om recht te doen aan de mogelijke gedragsveranderingen die voortkomen uit allerlei ICT-mogelijkheden of een opkomst van de deeleconomie. Daarom hebben we ons in een aantal gevallen beperkt tot een kwalitatieve beschouwing van hoe de wereld er mogelijk anders uit gaat zien dan in de referentiepaden voorzien.

De volgende aanvullende onzekerheidsverkenningen zijn uitgevoerd:

- Kwantitatief doorgerekend:
 - Alternatieve verstedelijkingspatronen (Hoog Spreiding en Laag Concentratie)
 - Beperkt klimaatbeleid bij scenario Hoog
 - Hoge olieprijs bij scenario Hoog
- Kwalitatief beschouwd:
 - Tweegradendoelstelling wordt gehaald
 - Grote impact ICT-ontwikkelingen
 - Snelle intrede automatische voertuigen
 - Autodelen zet versterkt door

4 Aanpak en uitgangspunten doorrekening personenmobiliteit

Voor de doorrekeningen voor personenmobiliteit is gebruik gemaakt van het autobezitsmodel Dynamo en het Landelijk Modelstelsel verkeer en vervoer (LMS). Met behulp van Dynamo zijn prognoses gemaakt ten aanzien van de omvang en samenstelling van het personenautopark. Ook de ontwikkeling in de autokosten zijn daarmee bepaald. De gevolgen van de scenario-beelden voor de mobiliteit zijn vervolgens bepaald met het LMS. In deze paragraaf worden de uitgangspunten bij de modelanalyses beschreven.

4.1 Toelichting automarktmodel Dynamo

Met het dynamische automarktmodel Dynamo kunnen ontwikkelingen in het Nederlandse personenautopark zowel op de korte termijn als op de lange termijn worden bepaald. Het model is door MuConsult ontwikkeld in opdracht van Rijkswaterstaat en het PBL. Dynamo wordt in de praktijk veelal ingezet om de effecten in beeld te brengen van veranderingen in autobelastingen, brandstofprijzen, aanscherping van Europese milieueisen of de samenstelling van de Nederlandse huishoudens.

Dynamo modelleert de omvang en samenstelling van het autopark in Nederland op het niveau van huishoudens. In het model worden 128 huishoudtypen onderscheiden. De huishoudens zijn gedefinieerd op basis van inkomen, aantal werkzame personen, leeftijdsklasse van het hoofd van het huishouden en huishoudgrootte. Het autopark wordt beschreven aan de hand van 150 autotypen, die zijn geïnclassificeerd aan de hand van de kenmerken leeftijd, brandstofsoort, gewichtsklasse en eigendomssituatie. Binnen het model wordt ook een verdere uitsplitsing gemaakt naar CO₂-klassen.

Dynamo is een dynamisch evenwichtsmodel, waarbij vraag naar en aanbod van auto's met elkaar in evenwicht worden gebracht via het prijsmechanisme. Het autoaanbod wordt bepaald aan de hand van technologische ontwikkelingen, bijvoorbeeld door ontwikkelingen in het brandstofverbruik. De vraag is afhankelijk van maatschappelijke ontwikkelingen (omvang en samenstelling van huishoudens) en beleidsmaatregelen, bijvoorbeeld ten aanzien van de autobelastingen (zoals de motorrijtuigenbelasting (mrb), de belasting op personenauto's en motorrijwielen (bpm), de brandstofaccijzen en de fiscale bijtelling voor zakenauto's).

In 2015 is Dynamo 3.0 ontwikkeld (MuConsult 2015). Deze nieuwe modelversie is gebruikt voor de doorrekeningen voor deze WLO. Hierin is onder andere het basisjaar geactualiseerd en zijn enkele gedragsfuncties herschat. Gevoeligheden van huishoudens voor vaste en variabele autokosten zijn geüpdatet en, in vergelijking met voorgaande modelversies, wordt nu

ook expliciet rekening gehouden met het effect van de ruimtelijke spreiding van huishoudens op het autobezit aan de hand van de stedelijkheidsgraad van de woongemeente. Het basisjaar in Dynamo 3.0 is 2012. In het ontwikkelproces zijn vervolgens ook de jaren 2013 en 2014 gekalibreerd, waardoor het jaar 2015 feitelijk het eerste scenariojaar vormt.

4.2 Modelinvoer automarktomodel Dynamo

Zoals beschreven in de vorige paragraaf wordt in Dynamo de omvang en samenstelling van het Nederlandse personenautopark bepaald op basis van veranderingen in de samenstelling van de Nederlandse huishoudens, brandstofprijzen, aanscherping van Europese milieueisen en autobelastingen. In deze paragraaf worden de uitgangspunten in de doorrekeningen met Dynamo nader beschreven.

4.2.1 Demografische gegevens en inkomensontwikkeling

In Dynamo wordt het autobezit gemodelleerd op huishoudniveau, waarbij huishoudens zijn verdeeld in huishoudtypen. Een huishoudtype wordt beschreven door vier kenmerken: (1) huishoudgrootte, (2) aantal werkzame personen, (3) leeftijd van het hoofd van het huishouden en (4) huishoudinkomen. Elk van deze kenmerken is ingedeeld in een aantal klassen en de combinatie van de klasse van elk van deze vier kenmerken geeft een huishoudtype weer. In totaal zijn er 128 huishoudtypen gespecificeerd. De uitkomsten van het ruimtelijk interactiemodel TigrisXL, dat is ingezet bij het thema *regionale ontwikkelingen en verstedelijking* (CPB/PBL 2015d), zijn in eerste instantie gebruikt voor de vulling van de 128 huishoudtypen. Vervolgens is door middel van een iteratief proces op de randtotalen de uiteindelijke huishoudensmatrix tot stand gekomen. De verwachte verdeling over de verschillende huishoudklassen volgens de twee scenario's staat weergegeven in tabel 4.1.

De ontwikkeling van het totaal aantal huishoudens in Nederland en de onderverdeling naar grootte en leeftijdsklasse zijn gebaseerd op het thema demografie (CPB/PBL 2015b). In beide scenario's wordt een stijging van het aantal alleenstaanden en een sterke toename van het aantal oudere huishoudens verwacht. In Dynamo 3.0 kan afzonderlijk rekening worden gehouden met een stijgend autobezit onder ouderen. Ouderen worden steeds vitaler en blijven steeds langer actief op de arbeidsmarkt waardoor ook het autobezit onder deze groep groter wordt (*ceteris paribus*). In de modelanalyses is rekening gehouden met deze trendmatige ontwikkeling.

De verdeling van de huishoudens naar aantal werkzame personen is gebaseerd op verkregen inzichten uit het ruimtelijk interactiemodel TigrisXL, dat is ingezet bij het thema *regionale ontwikkelingen en verstedelijking* (CPB/PBL 2015d). Bij de vertaling van de uitkomsten van TigrisXL naar de invoer van Dynamo is rekening gehouden met definitieverschillen tussen beide modellen⁴.

De verdeling naar inkomensklassen is gebaseerd op de prognoses voor de toename van het besteedbare inkomen op huishoudniveau, waarbij de ontwikkeling in het bbp, afkomstig uit het thema *macro-economie* (CPB/PBL 2015c), als proxy is gebruikt. Dit betekent dat op de langere termijn een steeds grotere groep in de hoogste inkomensklasse valt⁵.

⁴ In TigrisXL wordt een werkende gezien als iemand die meer dan 12 uur per week werkt, in Dynamo als iemand die ten minste 1 uur per week werkt. In Dynamo worden daarentegen geen zelfstandigen meegenomen, terwijl dat in TigrisXL wel het geval is.

⁵ Een stijging van het gemiddelde inkomen binnen de hoogste klasse wordt daardoor niet door Dynamo opgepakt, en werkt dus ook niet door in het autobezit. Dit probleem treedt vooral op in het Hoge groeiscenario in de periode na 2030. Door het versterken van de verschuiving naar de hogere inkomensklassen is dit gecorrigeerd.

Tabel 4.1 **Verdeling huishoudkenmerken in Dynamo**

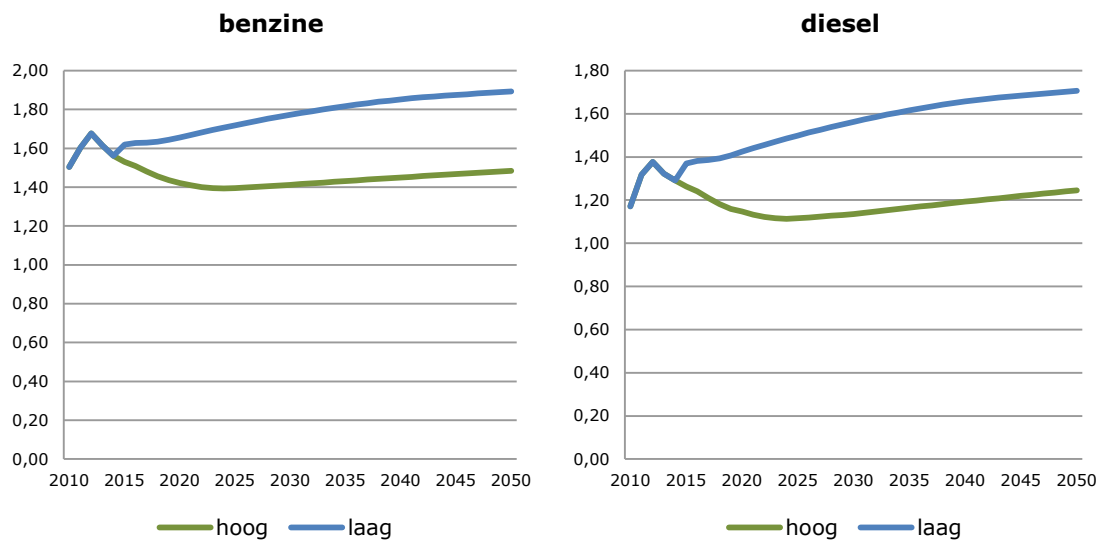
	2012	Hoog 2030	2050	Laag 2030	2050
1 persoon	37%	43%	46%	39%	41%
2 personen	33%	31%	28%	35%	33%
>2 personen	30%	26%	26%	27%	26%
0 werkzame personen	41%	48%	51%	49%	51%
1 werkzame persoon	32%	24%	20%	23%	20%
>1 werkzame persoon	27%	28%	28%	28%	28%
< 35 jaar	20%	22%	21%	19%	18%
35-64 jaar	55%	46%	44%	48%	45%
65-79 jaar	18%	22%	20%	23%	22%
>79 jaar	7%	10%	16%	10%	15%
Lage inkomens (maximaal euro 20.000)	27%	16%	6%	21%	11%
Middeninkomen (euro 20.000 – 45.000)	49%	46%	24%	47%	37%
Hoge inkomens (euro 45.000 – 60.000)	14%	18%	25%	17%	25%
Zeer hoge inkomens (meer dan 60.000)	11%	19%	45%	15%	28%
Aantal huishoudens (miljoen)	7,6	8,8	9,4	8,0	7,8

4.2.2 Brandstofprijzen personenauto's

De brandstofprijzen die als invoer voor Dynamo gebruikt worden, zijn gebaseerd op de olieprijspaden uit het thema *klimaat en energie*. In het scenario Laag ligt de economische groei lager en wordt er minder internationaal samengewerkt. Het beperkte klimaatbeleid en de matige technologische ontwikkeling vergroot de vraag naar olie, terwijl meer geopolitieke spanningen het aanbod verkleinen. Hierdoor blijft de olieprijs hoog, ondanks de langzamere groei van wereldeconomie. In het scenario Hoog zit de economische groei mee en wordt er meer internationaal samengewerkt. Veel klimaatbeleid en snelle technologische ontwikkeling remmen de vraag naar olie, terwijl door minder geopolitieke spanningen het aanbod juist groter wordt. Hierdoor blijft de olieprijs laag, ondanks de snellere groei van wereldeconomie. De olieprijs neemt in het Lage scenario toe tot 138 dollar in 2030 en 162 dollar in 2050. In het Hoge scenario daalt de prijs op korte termijn waarna het op de middellange termijn onderhevig is aan een lichte stijging, met een prijs van 67 dollar in 2030 en 80 dollar in 2050.

De olieprijs is vertaald naar de kale pompprijzen van benzine (Euro 95), diesel en LPG op basis van een analyse van de historische relatie tussen de olieprijs en de kale pompprijzen. Daarnaast is het effect bepaald van de bijmenging van biobrandstoffen op de kale brandstofprijzen. De heffingen (accijns en voorraadheffing) op motorbrandstoffen zijn reëel constant verondersteld. Het btw-tarief is constant gehouden op 21 procent. Omdat de pompprijzen voor het merendeel bestaan uit belastingen en heffingen tikt een stijging in de olieprijs minder hard door in de uiteindelijke pompprijs. Met een veronderstelde wisselkoers van \$1,33 per euro en de aanname dat het gehalte aan biobrandstoffen in het Lage scenario tien procent blijft en in het Hoge scenario na 2030 oploopt tot 20 procent in 2050, zijn de pompprijzen tot stand gekomen zoals die in figuur 4.1 staan weergegeven.

Figuur 4.1 pompprijs benzine en diesel (prijspeil 2010)



Bron: PBL

4.2.3 Invloed Europese CO₂-normering op autoaanbod in Nederland

In het thema *klimaat en energie* zijn de basisprincipes van het klimaatbeleid in het Hoge en Lage referentiescenario bepaald. In Dynamo werken de aannames rondom klimaatbeleid door via de veronderstelde CO₂-normering. De Europese normering voor de CO₂-uitstoot van nieuwe auto's leidt ertoe dat zowel de brandstofefficiency als de prijzen van nieuwe auto's toenemen.

Sinds 2008 gelden er Europese normen voor de (gemiddelde) CO₂-uitstoot van nieuwe auto's. Voor 2015 is een norm afgesproken van 130 gram CO₂ per kilometer (g CO₂/km). In 2021 wordt de norm aangescherpt tot 95 g CO₂/km. De mate waarin de CO₂-norm voor personenauto's ná 2021 verder wordt aangescherpt varieert per scenario. Voor het Hoge scenario is verondersteld dat de normering geleidelijk aan wordt aangescherpt tot 55 gr/km in 2050 en voor het lage groeiscenario tot een norm van 70 gr/km in 2050⁶.

De Europese CO₂-normen hebben betrekking op de CO₂-uitstoot per kilometer die wordt gemeten tijdens de typegoedkeuring van nieuwe auto's. In de praktijk ligt de CO₂-uitstoot in het algemeen hoger dan de uitstoot zoals dat uit de typegoedkeuring naar voren komt. Het verschil tussen test en praktijk is de afgelopen jaren groter geworden, zo blijkt uit onderzoek van TNO (Ligterink & Eijk 2014). Afhankelijk van het type auto ligt de CO₂-uitstoot in de praktijk momenteel circa 40 tot 50 g/km hoger dan volgens de testwaarde. In de WLO is aangenomen dat de testprocedure in de toekomst wordt aangescherpt, waardoor het verschil tussen de fabrieksopgave en de CO₂-uitstoot in de praktijk kleiner wordt. In het Hoge scenario is verondersteld dat dit verschil tot 2050 geleidelijk wordt gehalveerd. In het Lage scenario vindt dit in minder sterke mate plaats en wordt het huidige verschil met 30 procent gereduceerd. De inschattingen zijn gebaseerd op *expert judgement* en zijn met onzekerheid omgeven.

⁶ Bij de doorwerking van de CO₂ normering in Dynamo dient opgemerkt te worden dat de marktpenetratie van de alternatieve aandrijftechnologieën middels een nabewerking op de modelresultaten heeft plaatsgevonden. De alternatieve aandrijftechnologieën als plug-in hybride en elektrisch vormen namelijk geen onderdeel binnen het rekenhart van Dynamo. In de modelinvoer is daarom met hogere normwaarden in 2050 gerekend: een normering van 70 gr/km in het Hoge scenario en een normering van 80 gr/km in het Lage scenario. Via de nabewerking worden vervolgens de beoogde CO₂ normeringen gerealiseerd.

De Europese CO₂-normering voor personenauto's beïnvloedt het aanbod van nieuwe auto's. Er komen zuinigere automodellen op de markt met een lagere CO₂-uitstoot en het aanbod van (semi-)elektrische auto's zal toenemen. Vanwege de technologie die nodig is om auto's zuiniger te maken, leidt de CO₂-normering tot hogere autoprijzen. In TNO (2015) is een overzicht gegeven van technologieën die ingezet kunnen worden om de CO₂-uitstoot van de auto's te reduceren. De reductiepotentiëlen en bijbehorende kosten zijn vertaald naar kostencurves voor verschillende autosegmenten. Deze geven de relatie weer tussen het reduceren van de CO₂-uitstoot (in gram per voertuigkilometer) en de kosten die daarmee gepaard gaan. De kostencurves zijn niet lineair. De meerkosten per gereduceerde gram CO₂ lopen op naarmate de CO₂-uitstoot van de auto lager is. Naarmate de norm wordt aangescherpt, is steeds duurere technologie nodig om de CO₂-uitstoot verder te verlagen. Op basis van deze kostencurves is geraamd hoe een aanscherping van de CO₂-normering doorwerkt in het autoaanbod. In het Hoge scenario is ten opzichte van 2014 een stijging van de kale autoprijzen verondersteld van circa 3.000 tot 5.000 euro in 2050, afhankelijk van het type auto, en in het Lage scenario een stijging van circa 1.500 tot 3.000 euro (prijsspeil 2010).

Mede op basis van de inschattingen van TNO zijn de aandelen van (semi-)elektrische auto's in de nieuwverkopen voor de twee referentiepaden bepaald. TNO heeft voor plug-in hybriden en elektrische auto's afzonderlijke kostencurves bepaald. Daarmee kan worden ingeschat of het voor autofabrikanten vanuit kosten oogpunt interessant is om in plaats van het verder verlagen van de uitstootwaarden van conventionele auto's (benzine en diesel) de inzet van alternatieve aandrijftechnologieën te verhogen. Deze kostencurves zijn echter met grote onzekerheid omgeven en dienen als indicatief te worden beschouwd. Mede op basis van deze inzichten is bij de normering van 70 gr/km in het Lage scenario een aandeel van (semi) elektrische auto's verondersteld van circa 20 procent in de nieuwverkopen. In het Hoge scenario met een normering van 55 gr/km is dat circa 40 procent.

4.2.4 Fiscaal beleid personenauto's

De bpm-tarieven en schijfgrenzen, de mrb en de bijtelling zijn conform het belastingplan van 2015 dat eind december 2014 is aangenomen. Het fiscale beleid voor het jaar 2016 is eveneens vastgelegd in het betreffende Belastingplan. De voornaamste wijziging in 2016 ten opzichte van voorgaande jaren is de versoering van de CO₂-differentiatie in de fiscale bijtelling. In 2016 wordt de fiscale bijtelling voor ultrazuinige auto's met een CO₂-uitstoot van maximaal 50 g/km verhoogd van 7 procent naar 15 procent. Ook de 14 procent- en 20 procent-bijtellingscategorieën zijn komen te vervallen vanaf 2016. Voor zuinige auto's geldt in 2016 een bijtelling van 21 procent en voor de overige auto's blijft de bijtelling op 25 procent. De 4 procent-bijtellingscategorie voor nulmissieauto's blijft wel ongewijzigd.

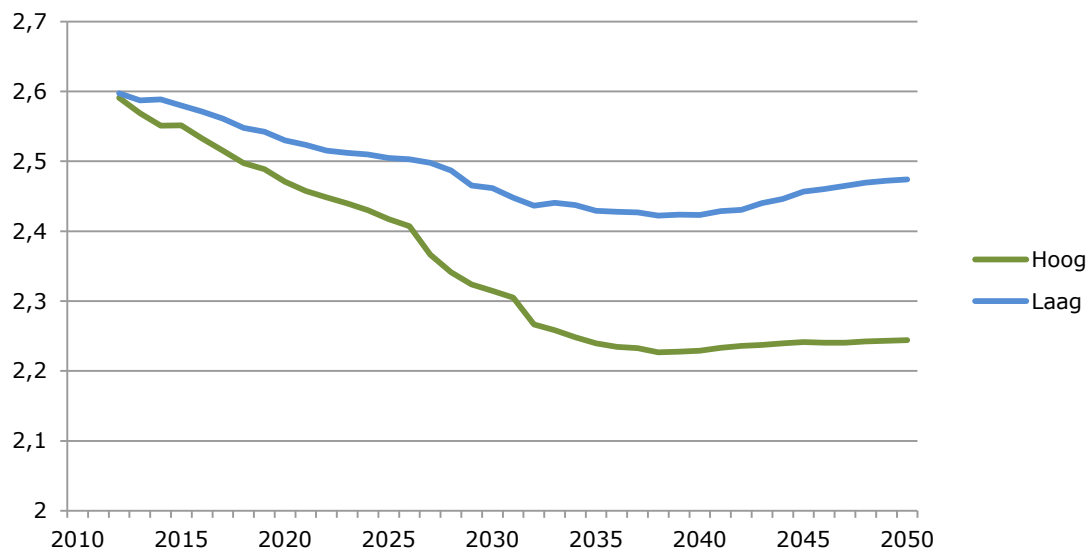
De plannen voor de periode ná 2016 waren bij het uitwerken van de WLO nog niet bekend. Voor de periode na 2016 is een trendmatige voortzetting van het fiscale beleid verondersteld. Concreet houdt dit in dat de belastingdruk van de fiscale bijtelling en de bpm wordt bijgesteld in lijn met de daling van de CO₂-uitstoot van het autoaanbod, zoals dat in de afgelopen jaren ook is gebeurd. Als gevolg van de aanscherpingen van de CO₂-normering daalt de gemiddelde CO₂-uitstoot van nieuwe auto's. Wanneer hier niet voor zou worden gecorrigeerd zou dit tot een lastenverlichting leiden in zowel de bpm als de fiscale bijtelling.

4.2.5 Verstedelijking

In steden is het autobezit voor vergelijkbare huishoudens lager dan op het platteland. Daarom is stedelijkheidsgraad opgenomen in Dynamo 3.0 als verklarende variabele voor het autobezit. Voor ieder zichtjaar in Dynamo dient voor ieder huishoudtype de stedelijkheidsgraad opgegeven te worden. De stedelijkheidsgraad wordt afgeleid uit de omgevingsadressendichtheid (OAD). Voor beide scenario's is de ontwikkeling in de verdeling van het aantal huishou-

dens over de gemeenten bepaald aan de hand van de uitkomsten van het thema *regionale ontwikkelingen en verstedelijking* (CPB/PBL 2015d). Met deze rekenregel (zie verder bijlage A) is dit uitgewerkt in een raming van de stedelijkheidsgraad van elke gemeente tot 2050 voor het Lage en het Hoge scenario. In combinatie met de verdeling van het aantal huishoudens van die gemeenten leidt dit tot een andere verdeling van de bevolking over de stedelijkheidsgraden. Voor beide scenario's staat de resulterende ontwikkeling van de gemiddelde stedelijkheidsgraad van de woongemeente van huishoudens weergegeven in figuur 4.2.

Figuur 4.2 ontwikkeling gemiddelde stedelijkheidsgraad



Bron: TXL, bewerking PBL

In gevoeligheidsanalyses is gebleken dat de stedelijkheidsgraad in deze opzet vrij sterk doorwerkt op het autobezit. De verschuiving van de huishoudens over de klassen naar stedelijkheidsgraad komt voor maar een klein deel omdat de verdeling van de bevolking over gemeenten verandert. Het grootste deel wordt veroorzaakt doordat gemeenten veranderen van stedelijkheidsklasse. Een verandering van stedelijkheidsklasse van een gemeente zal zich niet 1 op 1 vertalen in een ander autobezit. In de doorrekening is daarom de helft van het effect van de veranderde stedelijkheidsgraad op het autobezit meegenomen.

4.2.6 Zakenautopark

De omvang van het zakenautopark wordt in Dynamo exogeen bepaald en is afhankelijk van het aantal werknemers voor vijf verschillende sectoren. Op basis van veronderstelde aandelen van leaseauto's per sector en de ontwikkeling van het aantal werknemers per sector wordt de omvang van het leasepark bepaald. De ontwikkeling per sector komt voort uit de uitwerking van de sectorontwikkeling (zie voor de sectorontwikkeling verder bijlage A van het achtergronddocument Goederenvervoer en Zeehavens (Romijn et al. 2016b)). Op basis van deze aannames wordt in Dynamo gewerkt met de volgende aantallen leaseauto's in de scenario's (tabel 4.2).

Tabel 4.2 Leaseauto's (duizendtallen)

	Hoog			Laag	
	2010	2030	2050	2030	2050
Aantal leaseauto's (x1000)	859	966	998	882	833

4.3 LMS

4.3.1 Inleiding

De ontwikkeling van de personenmobiliteit in de WLO is geraamd met het Landelijk Model-systeem verkeer en vervoer (LMS). Het model is eigendom van Rijkswaterstaat. Het is een strategisch verkeers- en vervoermodel voor het personenvervoer in Nederland. De modelanalyses voor de WLO zijn uitgevoerd met de in 2015 uitgeleverde modelversie (Groeimodel versie 2.6.3).

Met het LMS kunnen voor de middellange en lange termijn verkeersprognoses worden opgesteld voor het personenvervoer, gebaseerd op onder andere de demografische en sociaal-economische ontwikkelingen en de ruimtelijke spreiding daarvan. Daarnaast houdt het model rekening met ontwikkelingen van het autobezit, de kosten van vervoer en de infrastructuur. Met het model kunnen niet alleen uitspraken gedaan worden over de ontwikkeling in de personenmobiliteit, maar ook over de omvang van de files en de ontwikkeling van de bereikbaarheid.

De module 'SES' beschrijft het verplaatsingsgedrag van de bevolking op een gemiddelde werkdag in aantal reizen, reizigerskilometers en reisduur. Ze worden berekend voor alle motieven en vervoerswijzen en gerapporteerd naar woongebied. Er wordt bij de vervoerswijzen onderscheid gemaakt naar autobestuurder, autopassagier, trein, bus-tram-metro en langzaam verkeer (bromfiets, fiets en lopen). Met een ophoogfactor per verplaatsingsmotief worden de gegevens opgehoogd naar jaartotalen.

De module 'Qblok' beschrijft de verkeersafwikkeling op het Nederlandse wegennet op een gemiddelde werkdag. In Qblok wordt de groei van de verplaatsingen als autobestuurder per motief en per relatie toegepast op een basismatrix van autoritten in 2010. Deze wordt samen met de vrachtautoverplaatsingen toegepast op het autonetwerk. Hieruit komt het volume, de rijnsnelheid en het aantal voertuigverliesuren op het hoofdwegennet en het onderliggend wegennet, uitgesplitst naar ochtendspits, avondspits en de restdagperiode. Ook deze worden opgehoogd tot jaartotalen, op basis van ophoogfactoren per periode (ochtendspits, avondspits, restdag). Het aantal voertuigkilometers op het Nederlandse wegennet in Qblok is inclusief vrachtverkeer en ketenverplaatsingen maar zonder de intrazonale autoverplaatsingen en zonder de kilometers in het buitenland van grensoverschrijdende verplaatsingen en bovendien gebaseerd op een ophoging van een basismatrix. Deze ontwikkeling van het verkeer op het wegennet zal daarmee afwijken van de ontwikkeling van het aantal verplaatsingskilometers als autobestuurder zoals berekend in SES.

4.3.2 Modelinvoer LMS

De ontwikkeling in de personenmobiliteit wordt in belangrijke mate bepaald door de sociaal-economische en demografische ontwikkelingen. In vergelijking met het Lage scenario neemt de vervoersvraag in het Hoge scenario sterker toe doordat simpelweg de bevolkingsomvang groter is en de economische ontwikkeling sterker. De voornaamste factoren die in het LMS van invloed zijn op de vervoersvraag zijn de bevolkingsomvang en samenstelling, de ontwikkeling in het aantal huishoudens, het rijbewijs- en autobezit, de inkomensontwikkeling en de ruimtelijke spreiding van wonen en werken. Daarnaast spelen ontwikkelingen in bereikbaarheidskenmerken ook een belangrijke rol. Hierbij valt te denken aan investeringen in weginfrastructuur en veranderingen in de openbaarvervoerbereikbaarheid. De groei van het vrachtverkeer is berekend met Basgoed (zie verder het achtergronddocument 'Goederenvervoer en Zeehavens (Romijn e.a. 2016b)'). Het vrachtverkeer over de weg uit Basgoed is met de zogenaamde RGM procedure gededageerd en is binnen het model LMS toegepast op het wegennet en daarmee mede van invloed op de beschikbare capaciteit van het wegennet voor het personenverkeer.

Een groot deel van de gehanteerde uitgangspunten die bepalend zijn voor de modelinvoer is gebaseerd op de uitkomsten van de andere WLO thema's. Waar nodig zijn de inzichten vertaald naar het detailniveau van het LMS. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om de ruimtelijke dimensionering die aansluit bij de gebiedsindeling van het LMS. Ook is bij de vertaalslag rekening gehouden met mogelijke definitieverschillen tussen de verschillende rekenmodellen. In deze paragraaf worden de uitgangspunten die ten grondslag liggen aan de mobiliteitsprognoses van de twee omgevingsscenario's nader beschreven. Tabel 4.3 geeft een beknopt overzicht van de belangrijkste invloedsfactoren met de bijbehorende bronnen en procedures die zijn gebruikt.

Tabel 4.3 Overzicht invloedsfactoren LMS

Data item	Bron	Procedure
Bevolkingsomvang en samenstelling	Thema's <i>demografie</i> en <i>regionale ontwikkelingen en verstedelijking</i>	Uitkomsten TigrisXL op gemeenteniveau vertaald naar LMS subzone
Huishoudens	Thema's <i>demografie</i> en <i>regionale ontwikkelingen en verstedelijking</i>	Uitkomsten TigrisXL op gemeenteniveau vertaald naar LMS subzone
Arbeidsplaatsen naar sector	Thema's <i>macro-economie</i> en <i>regionale ontwikkelingen verstedelijking</i>	Groei TigrisXL op gemeenteniveau vertaald naar LMS subzone
Besteedbaar huishoudelijk inkomen	Thema <i>macro-economie</i>	Generieke groeifactor op basis van bbp per huishouden
Onderwijsplaatsen	Thema's <i>demografie</i> en <i>regionale ontwikkelingen en verstedelijking</i>	Afhankelijk van bevolkingssamenstelling en ruimtelijke spreiding
Werkzame beroepsbevolking	Thema's <i>demografie</i> en <i>regionale ontwikkelingen en verstedelijking</i>	Uitkomsten TigrisXL op gemeenteniveau vertaald naar LMS subzone
Investerings in weginfrastructuur	Vigerende instellingen basisprognoses LMS 2015	
Wijzigingen in de treinbereikbaarheid	Vigerende instellingen basisprognoses LMS 2015	
Bereikbaarheid bus/tram/metro (BTM)	Vigerende instellingen basisprognoses LMS 2015	
Parkeertarieven	Vigerende instellingen basisprognoses LMS 2015	
De ontwikkeling in de fietssnelheid	Thema <i>mobiliteit</i>	
De ontwikkeling in rijbewijsbezit	Thema <i>mobiliteit</i>	
Autobezit	Thema <i>mobiliteit</i>	Op basis van Dynamo
Variabele autokosten	Thema <i>mobiliteit</i>	Op basis van Dynamo
Internationaal personenverkeer	Thema <i>mobiliteit</i>	
Gewijzigde vrachtverkeerstromen	Thema <i>mobiliteit</i> , onderdeel goederenvervoer	Uitkomsten Basgoed vertaald naar LMS d.m.v. RGM-procedure
Verkeersstromen van en naar de luchthavens	Thema <i>mobiliteit</i> , onderdeel luchtvaart	Uitkomsten AEOLUS vertaald naar LMS
Ontwikkeling in de ICT	Thema <i>mobiliteit</i>	

4.3.3 Huishoudens, bevolking en werkzame personen

Het aantal inwoners is in het LMS onderverdeeld naar geslacht en de leeftijdscategorieën 0-14, 15-34, 35-AOW-leeftijd en AOW-leeftijd en ouder. De AOW-leeftijd verschilt hierbij per prognosejaar, conform het beleid deze stapsgewijs te verhogen. Voor het aantal werkzame personen wordt in het LMS onderscheid gemaakt naar geslacht. Ook hierbij is rekening gehouden met de toename van het aantal werkzame personen door de verschuiving van de AOW-leeftijd.

Tabel 4.4 **Overzicht nationale ontwikkeling bevolking, huishoudens en werkgelegenheid (2010=100)**

	2010 (xmln)	Hoog 2030	2050	Laag 2030	2050
Huishoudens	7,5	118	126	107	104
Inwoners	16,7	109	116	102	98
Leeftijd 0-14	2,9	102	107	90	84
Leeftijd 15-34	4,0	105	110	99	92
Leeftijd 35-AOW	7,1	96	99	92	88
Leeftijd AOW+	2,6	158	178	151	154
Werkzame beroepsbevolking	7,5	109	114	100	97

De ruimtelijke vullingen zijn voor ieder zichtjaar in eerste instantie op gemeenteniveau bepaald aan de hand van de ramingen binnen het thema *regionale ontwikkelingen en verstedelijking* (CPB/PBL 2015d), waarbij voor bevolking en huishoudens de absolute cijfers zijn overgenomen. Voor het bepalen van het aantal werkzame personen zijn groeifactoren per gemeente gehanteerd⁷. De binnengemeentelijke verdeling van de sociaaleconomische gegevens is gebaseerd op de officiële levering van 2015 door Rijkswaterstaat van de LMS basisprognoses voor 2030 van de voormalige scenario's Global Economy en Regional Communities. De nationale totalen van de bevolking en huishoudens zijn zo geschaald dat deze in lijn liggen met de nationale totalen uit het thema *demografie* (CPB/PBL 2015b). De nationale totalen van de werkzame personen behoeften geen herschaling. De resultaten zijn samengevat in tabel 4.4.

4.3.4 Inkomensontwikkeling

Om de ontwikkeling van het gemiddelde besteedbaar huishoudinkomen te ramen is gebruik gemaakt van de ramingen van het bruto binnenlands product (bbp) binnen het thema *macro-economie* (CPB/PBL 2015c) en de ramingen van het aantal huishoudens binnen het thema *demografie* (CPB/PBL 2015b). De ontwikkeling in het huishoudinkomen verondersteld gelijk te zijn met de ontwikkeling van het bbp gedeeld door de ontwikkeling van het aantal huishoudens. De resulterende ontwikkeling van het netto besteedbaar inkomen per huishouden staat in tabel 4.5 weergegeven.

Tabel 4.5 **Ontwikkeling netto besteedbaar inkomen per huishouden (2010=100)**

	Hoog 2030	2050	Laag 2030	2050
Groeifactor	120	165	111	139

⁷ De raming van het aantal parttimers naar geslacht verloopt analoog aan die van het aantal werkzame personen.

4.3.5 Arbeidsplaatsen naar sector

Binnen de arbeidsplaatsen wordt in het LMS onderscheid gemaakt naar de sectoren landbouw, industrie, detailhandel en overige. De ontwikkeling in het aantal werknemers per sector komt voort uit de uitwerking van de sectorontwikkeling (zie voor de sectorontwikkeling verder bijlage A in het achtergronddocument Goederenvervoer en Zeehavens (Romijn et al. 2016b)). De resultaten zijn samengevat in tabel 4.6.

Voor het bepalen van de aantallen arbeidsplaatsen zijn - vanwege definitieverschillen tussen het LMS en TigrisXL - groeipercentages ten opzichte van 2010, berekend met TigrisXL, gehanteerd⁸. In het LMS wordt bij het totaal aantal arbeidsplaatsen ook het aantal zelfstandigen als afzonderlijke categorie onderscheiden. Voor de zichtjaren is aangenomen dat het aandeel zelfstandigen per zone niet verandert ten opzichte van het basisjaar 2010.

Tabel 4.6 **Overzicht werkgelegenheid (2010=100)**

	2010	Hoog		Laag	
	(xmln)	2030	2050	2030	2050
Landbouw	0,2	91	77	89	75
Industrie	1,5	97	86	90	75
Detailhandel	0,7	110	114	100	96
Overige dienstverlening	5,6	113	123	103	102
Banen totaal	8,1	109	114	100	96
Zelfstandigen	0,7	109	114	100	96

4.3.6 Leerlingenplaatsen en studenten

In het LMS wordt onderscheid gemaakt naar leerlingenplaatsen op basisscholen, speciaal onderwijs, voortgezet onderwijs, middelbaar beroepsonderwijs en hoger onderwijs. Voor de landelijke totalen naar zichtjaar en onderwijssoort is gebruik gemaakt van de verhouding tussen het aantal leerlingenplaatsen en het aantal inwoners van een bepaalde leeftijdsgroep in het basisjaar 2010 van het LMS (peildatum 31 december). De ontwikkeling van de bevolking naar leeftijd voor de twee scenario's is afkomstig van het thema *demografie* (CPB/PBL 2015b).

Voor het basisjaar 2010 is het aantal leerlingplaatsen in het onderwijs bekend. Voor het basisonderwijs, het voortgezet onderwijs en het speciaal onderwijs is de ontwikkeling van het aantal leerlingplaatsen tot 2030 en 2050 afgeleid uit de ontwikkeling van de bevolking uit de betreffende leeftijdscategorie in die gemeente. Omdat scholen voor het Middelbaar Beroepsonderwijs vaak een bovengemeentelijke functie vervullen is hier de ontwikkeling van het aantal leerlingplaatsen afgeleid uit de ontwikkeling van de bevolking uit de betreffende leeftijdscategorie in het corop-gebied waarin de betreffende gemeente zich bevindt. Het Hoger onderwijs vervult vaak een bovenregionale functie. Voor het hoger onderwijs is daarom de ontwikkeling van het aantal leerlingplaatsen afgeleid uit de ontwikkeling van de bevolking uit de betreffende leeftijdscategorie in heel Nederland. De resultaten zijn samengevat in tabel 4.7.

Om het aantal studenten naar woonplaats in de toekomst te schatten is voor het landelijk totaal in de zichtjaren uitgegaan van een aandeel van 22 procent in de leeftijdsklasse 18 tot 28 jaar, zoals dat voor het basisjaar berekend is. Het aandeel per gemeente in een bepaald

⁸ In TigrisXL is de regionale ontwikkeling van de banen gebaseerd op het arbeidsvolume uit de regionale jaarcijfers. Het aantal banen en de ruimtelijke verdeling is in LMS gebaseerd op LISA. Dat geeft niet alleen een ander landelijk totaal, maar ook een andere regionale verdeling. Voor de vertaling van TigrisXL naar LMS is daarom enkel de ontwikkeling vanaf 2010 met betrekking tot het aantal banen per gemeente overgenomen.

zichtjaar is vervolgens berekend op basis van de ontwikkeling van de inwoners in de leeftijd 15-34 jaar op provincieniveau, aan de hand van de formule:

$$\text{Aandeel gem}_{\text{zichtjaar}} = 0,5 * \text{aandeel gem}_{2010} + 0,5 * (\text{aandeel gem}_{2010} * (\text{groei aandeel prov inw}_{15-34}))$$

Tabel 4.7 Overzicht nationale ontwikkeling leerlingplaatsen en studenten

	2010	Hoog		Laag	
	(x mln)	2030	2050	2030	2050
Studenten	0,50	103	110	97	92
Basis onderwijs	1,53	100	105	89	82
Speciaal onderwijs	0,11	97	105	88	84
Voortgezet onderwijs	0,96	94	106	87	87
MBO	0,52	93	106	88	87
HBO/WO	0,57	103	110	97	92

4.3.7 Sociaal economische gegevens buitenland

Bij de LMS-ramingen wordt ook rekening gehouden met het grensoverschrijdend verkeer. Omdat de invloed ervan op het verkeer op Nederlands grondgebied relatief klein is, volstaan we met een grove raming van de sociaaleconomische gegevens van het buitenland. Alleen de landen Duitsland, België, Luxemburg en Frankrijk worden in het LMS meegenomen. Verder is de LMS-invoer voor het buitenland beperkt tot de variabelen inwoners, huishoudens, werkzame personen, arbeidsplaatsen en beroepsbevolking en hun uitsplitsing naar geslacht, leeftijdscategorie en sector zoals dat bij de binnenlandse subzones het geval is.

Met behulp van groeivoeten ten opzichte van 2010 zijn de nationale inwoneraantallen in 2030 en 2050 geraamd. Voor de jaren 2010-2015 zijn de groeivoeten ontleend aan het IMF. De groeivoeten voor het Hoge en Lage scenario voor de jaren 2015-2030 en 2015-2050 zijn afkomstig van het thema *macro-economie* (CPB/PBL 2015c).

Onder de aanname dat de groeivoeten van de Nederlandse huishoudensomvang ook van toepassing zijn op de buitenlandse huishoudensomvang zijn de buitenlandse huishoudensomvang en het aantal huishoudens in 2030 en 2050 berekend. De gemiddelde groeivoeten van de Nederlandse huishoudensomvang zijn afkomstig van het WLO-thema *demografie* (CPB/PBL 2015b).

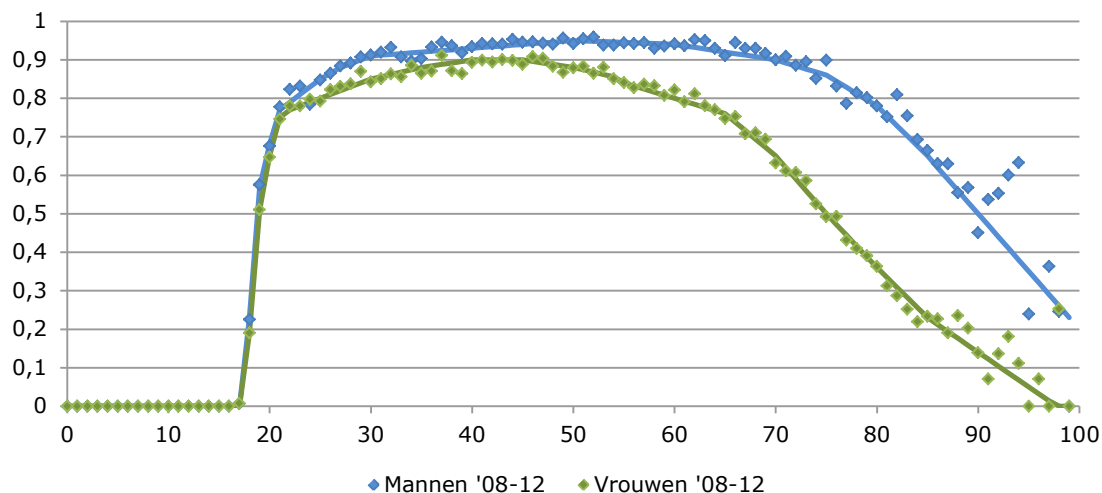
Het aantal werkzame personen is gelijk aan het arbeidsvolume. De procentuele ontwikkeling van het arbeidsvolume is gelijk aan de ontwikkeling van het bbp minus de ontwikkeling van de arbeidsproductiviteit. Van de landen om ons heen zijn alleen ramingen van de bbp-groei beschikbaar. Onder de aanname dat de ontwikkeling van de arbeidsproductiviteit in deze landen vergelijkbaar is met die in Nederland hebben we de ontwikkeling van het arbeidsvolume in het buitenland geraamd. De groeivoeten van het arbeidsvolume per land zijn ook gebruikt als groeivoeten van de beroepsbevolking en het totaal aantal banen.

4.3.8 Rijbewijsbezit

Het LMS rekent met het rijbewijsbezit van mannen en vrouwen in drie leeftijdscategorieën: 15-34, 35-64, en 65+. Figuur 4.3 geeft het rijbewijsbezit, gemiddeld over de jaren 2008-2012, van mannen en vrouwen naar leeftijd. Het rijbewijs wordt vooral behaald tussen de 18 en 30 jaar. Bij mannen loopt het rijbewijsbezit op tot 95 procent bij een leeftijd van 50 jaar, bij vrouwen tot 90 procent bij een leeftijd van 40 jaar. Op hogere leeftijd is het rijbewijsbezit

lager, omdat onder eerdere generaties minder mannen en vooral minder vrouwen een rijbewijs hebben gehaald.'

Figuur 4.3 Rijbewijsbezit naar leeftijd



Bron: MON/OViN

Sinds 2000 is het rijbewijsbezit voor leeftijden tot 50 jaar vrij stabiel. Boven 50 jaar is er nog een stijging, omdat nieuwe generaties ouderen een hoger rijbewijsbezit hebben. Het stabiele rijbewijsniveau heeft geen aanleiding gegeven te gaan variëren met rijbewijsbezit in de referentiescenario's. Nieuwe generaties hebben een rijbewijsbezit conform het huidige niveau. De leeftijdsgrens van 65 is variabel gemaakt, afhankelijk van de AOW leeftijd in een prognosejaar. Gecombineerd met de leeftijdsopbouw bij Hoog en Laag geeft dit een rijbewijsbezit tot 2050 conform tabel 4.8. De kleine verschillen tussen Hoog en Laag worden veroorzaakt door verschillen in leeftijdsverdeling binnen de categorieën.

Tabel 4.8 Rijbewijsbezit in de WLO scenario's

	Hoog			Laag	
	2010	2030	2050	2030	2050
Rijbewijsbezit Man 15-34	69%	71%	69%	70%	69%
Rijbewijsbezit Man 35-AOW	94%	94%	94%	94%	94%
Rijbewijsbezit Man AOW+	86%	95%	95%	95%	95%
Rijbewijsbezit Vrouw 15-34	64%	67%	65%	67%	66%
Rijbewijsbezit Vrouw 35-AOW	86%	90%	90%	90%	90%
Rijbewijsbezit Vrouw AOW+	49%	88%	90%	88%	90%

4.3.9 Parkeertarieven

De parkeertarieven zoals die in het LMS worden gebruikt, betreffen de kosten voor bezoekersparkeren in (winkel)centra. De hoogte van parkeertarieven zijn eerder een beleidsstrategie dan onderdeel van een omgevingsscenario. Ten aanzien van de hoogte van de parkeertarieven en de locaties waar er parkeertarieven van toepassing zijn is niet afgeweken van de vigerende LMS instellingen. Dit houdt in dat ten opzichte van 2010 een toename van 85 procent is verondersteld voor 2030 en 2050 in zowel het Hoge als het Lage scenario. Een substantieel deel van die stijging is reeds gerealiseerd. Volgens de nationale parkeertest zijn

tussen 2010 en 2015 de tarieven in parkeergarages in de centra van steden met 28 procent gestegen.

4.3.10 Elektrische fiets

De elektrische fiets is met een fikse opmars bezig. Momenteel zijn er in Nederland 1 miljoen elektrische fietsen en worden er jaarlijks ca. 180.000 verkocht (van Boggelen en van Oijen 2013). Daarbij gaat het vooral om fietsen die trapondersteuning geven tot ongeveer 25 km/uur. Recent zijn ook andere, nieuwe types elektrische fietsen in opkomst, zoals de 'speed pedelecs' waarop met gemak 45 km/uur kan worden gereden. Het Onderzoek Verplaatsingen in Nederland (OVIN) 2013/2014 bevestigt deze conclusies. 12 procent van de fietskilometers is inmiddels elektrisch. Het gebruik van de elektrische fiets verschilt sterk naar leeftijdsgroep, motief en verplaatsingsafstand. De elektrische fiets wordt vooral gebruikt door ouderen, voor winkelen en sociaal recreatief verkeer en over langere afstanden. Het gebruik is nog laag onder scholieren. 10 procent van de fietskilometers in het woon-werkverkeer is elektrisch.

Zwitsers onderzoek (Bundesamt für Energie 2014) laat zien, dat niet zozeer snelheid als wel gemak en vergrote actieradius de belangrijkste koopmotieven zijn. Zowel in Zwitserland als in Nederland (Hendriksen et al. 2008, Lee et al. 2014) geeft onderzoek aan dat ongeveer 40 procent van ritten met een elektrische fiets als vervanging dient voor gewone fietsritten en 40 procent als vervanging voor autoritten. 15 procent betreft 'nieuwe' ritten, die anders niet gemaakt waren. Uit een enquête in opdracht van Natuur en Milieu (Kien Onderzoek 2015) blijkt dat negen op de tien (87 procent) mensen die zowel een auto als een elektrische fiets bezitten, de elektrische fiets voor korte ritten een prima alternatief voor de auto vinden en 60 procent zegt de auto steeds minder vaak te pakken sinds zij een elektrische fiets bezitten. Voor lange ritten lijkt de elektrische fiets niet echt een alternatief voor de auto, omdat een rit met de elektrische fiets dan te lang duurt. Het Umweltbundesamt (2014) heeft berekend hoe snel deur-tot-deur-verplaatsingen met verschillende vervoerwijzen in stedelijk gebied zijn. De fiets bleek tot circa 5 kilometer sneller dan de auto, terwijl een elektrische fiets in stedelijk gebied tot ongeveer 10 kilometer sneller is dan de auto.

Voor Nederland wordt geschat dat met 2 miljoen elektrische fietsen de markt binnen 5 jaar verzadigd is, tenzij de elektrische fiets op grote schaal ook gebruikt gaat worden door bijvoorbeeld forensen, scholieren en bakfietsgebruikers (van Boggelen en van Ooijen 2013). Dan is er nog veel meer mogelijk. Zo ziet het College van Rijksadviseurs een grote rol weggelegd voor snellere fietsen in het duurzaam bereikbaar maken en houden van stedelijke regio's (CvR 2015) en ook Lee et al. (2014) zien grote potentie voor de elektrische fiets, vooral voor het woon-werkverkeer. Al met al is de elektrische fiets nu al een redelijk belangrijk vervoermiddel en alles wijst erop, dat het belang nog toe gaat nemen. Met een dergelijke groei in het vooruitzicht kan het aandeel in het totaal aandeel elektrischefietskilometers verdubbelen tot 25 procent. Als 25 procent van de fietskilometers elektrisch is, betekent dat niet dat het totaal aantal fietskilometers 25 procent is toegenomen. Een deel is immers in plaats van met een gewone fiets. 15 procent meer verplaatsingskilometers per fiets is reëel. Dat komt overeen met ruim 10 procent meer verplaatsingskilometers langzaam verkeer.

Elektrische fietsen gaan sneller dan gewone fietsen. Belangrijker dan de tijdwinst is echter de kleinere inspanning. Omdat fietsen minder moeite kost, wordt het bereik vergroot. Om het effect van de kleinere inspanning te reproduceren is er een snelheidsverhoging in het model opgenomen, met name voor de langere afstanden. Juist met het oog op de elektrische fiets is deze optie in het LMS toegevoegd. De snelheidsverhoging dient de te verwachten vergroting van het aantal fietskilometers te reproduceren. Een 20 procent hogere rijnsnelheid voor afstanden boven de 5 kilometer geeft 7 procent meer kilometers voor het langzaam verkeer. Een 10 procent hogere rijnsnelheid voor afstanden tussen 2,5 en 5 kilometer geeft 3 procent

meer fietskilometers. Samen geeft dat zo'n 10 procent meer verplaatsingskilometers langzaam verkeer. Ruim een kwart hiervan zien we terug in een afname van het autogebruik, ruim 15 procent in een afname van het openbaarvervoergebruik. Dit zijn voor Hoog 2030 en Laag 2050 bruikbare aannames. Voor Laag 2030 gaan we uit van een kleiner effect, voor Hoog 2050 van een iets verdere doorgroei, vanwege o.a. een snellere kostendaling en verbetering van de accu's. De gebruikte aanpassingen zijn samengevat in tabel 4.9.

Tabel 4.9 Gebruikte snelheidsverhoging fiets per afstandsklasse, als representant van de kleinere reisweerstand ten gevolge van het toegenomen aandeel elektrische fiets (Index 2010=100).

	Hoog 2030	2050	Laag 2030	2050
Snelheidsverhoging < 2,5	100	100	100	100
Snelheidsverhoging 2,5-5 km	110	115	107,5	110
Snelheidsverhoging > 5km	120	125	115	120

4.3.11 Verminderde ritproductie wegens thuiswerken

Ontwikkelingen in ICT hebben het mogelijk gemaakt dat in veel beroepen en sectoren mensen vanuit thuis of een andere locatie kunnen werken. Dit *Nieuwe Werken* is voor menig werknemer al realiteit en de verwachting is dat deze trend zich, in ieder geval bij gunstige economische omstandigheden, verder door zal zetten. Het is daarom nodig om een inschatting te maken tot welke reductie in woonwerkritten dit kan leiden.

Hiertoe is gebruik gemaakt van twee gegevensbestanden over de arbeidsomstandigheden in Nederland. Dit zijn het Arbeidsaanbodpanel (SCP – 2008 en 2012) en de Nationale Enquête Arbeidsomstandigheden (CBS – 2005, 2008 en 2012). Hieruit is afgeleid welk deel van de huidige werkzame beroepsbevolking nu wel eens thuiswerkt, met welke frequentie en hoeveel uren. Het blijkt dat bijna eenderde van de beroepsbevolking wel eens thuiswerkt. Dat is inclusief de mensen die wel eens een uurtje thuis werken. Ongeveer 10 procent van de werkenden werkt vrij structureel thuis, waaronder minimaal een hele dag waardoor een woonwerkverplaatsing op die dag overbodig wordt. Deze groep maakt per week gemiddeld circa 3 woonwerkritten minder door het thuiswerken. Voor de overige ruim 22 procent die wel eens thuiswerkt nemen wij aan dat dit niet leidt tot vermeden woon-werk-ritten, maar dat het thuiswerken vooral leidt tot verschoven ritten of extra werkuurtjes thuis.

In de uitgangssituatie gaan we er dus van uit dat 10 procent van de werknemers per week 3 ritten minder maakt. In het LMS maakt een gemiddelde werknemer in het basisjaar 2010 8 ritten in een werkweek. Zonder de thuiswerkers zou dat 8,3 ritten per werkweek zijn geweest. In het basisjaar is er dus al sprake van vier procent minder ritten door thuiswerken.

Dit zetten we om naar een verwachte ontwikkeling. Voor het Lage scenario gaan we uit van een stabiele situatie. Thuiswerken neemt niet zodanig toe dat dit leidt tot minder woonwerkverkeer. In het Hoge scenario trekken we de trend van de groei van thuiswerken door. De NEA-gegevens laten zien dat het aandeel mensen dat wel eens thuiswerkt tussen 2005 en 2012 met circa 0,5-1 procent per jaar is toegenomen. Eén procent per jaar is een fors groeipercentage. Trekken we dat door, dan zou in 2050 70 procent van de werknemers wel eens thuiswerken. Het is de vraag hoe reëel dat is. Immers, lang niet alle functies lenen zich hiervoor, tenzij er echt fundamentele veranderingen gaan optreden in bijvoorbeeld zorg, onderwijs en productie. We hebben daarom gekozen voor de onderkant van de marge: 0,5 procentpunt toename per jaar. Dan werkt 40 procent van de werkenden in 2030 wel eens thuis en 50 procent in 2050. We nemen ook aan dat de frequentie van thuiswerken zal toe-

nemen en komen uit op 15 procent van de werkenden die in 2030 structureel minimaal één dag per week thuiswerken en 20 procent in 2050. In combinatie met een groei van het aantal thuisgewerkte uren conform NEA (vier procent per jaar) leidt dat tot een gemiddelde ritfrequentie voor woon-werkverkeer (bij gelijkblijvende gemiddelde arbeidsuren) van 7,7 ritten per werkweek in 2030 en 7,5 ritten per werkweek in 2050 (ten opzichte van 8 ritten in 2010). Conform bovenstaande aannames ontstaat een ritproductie voor woon-werkverkeer die in 2030 3,75 procent lager ligt en in 2050 6,25 procent lager ligt dan in het startjaar (tabel 4.10).

Tabel 4.10 Reductie woon-werkritten in verband met ICT (ten opzichte van

	Hoog 2030	2050	Laag 2030	2050
Reductie woon-werkritten	3,75%	6,25%	0%	0%

4.3.12 Vrachtautoverplaatsingen

De groei van het vrachtverkeer over de weg wordt niet gemodelleerd, maar wordt exogeen ingevoerd. Het vrachtverkeer wordt wel toegedeeld aan het wegennet en bepaalt daarmee mede de beschikbare capaciteit van het wegennet voor het personenverkeer.

De groei van het vrachtverkeer is gebaseerd op de uitkomsten van het model Basgoed, dat is ingezet voor het onderdeel goederenvervoer binnen deze WLO (Romijn et al. 2016b). Aan de hand van de ruimtelijke spreiding van de arbeidsplaatsen naar sector zijn de verplaatsingen op Corop-niveau uit Basgoed vertaald naar verplaatsingen op LMS-subzoneniveau met behulp van de zogeheten RGM procedure. In tabel 4.11 staat de ontwikkeling per dagdeel weergegeven. Hierin zitten ook de buitenlandse zones inbegrepen.

Tabel 4.11 Ontwikkeling vrachtautoritten per dagdeel (2010=100)

	Hoog 2030	2050	Laag 2030	2050
ochtendspits	114	129	103	105
rest van de dag	114	130	103	105
Avondspits	113	129	103	105

4.3.13 Luchtvaart

Bij de mobiliteitsprognoses wordt rekening gehouden met de mobiliteit van luchtreizigers van en naar Schiphol, de regionale luchthavens binnen Nederland en de buitenlandse luchthavens, zoals die is berekend met het model Aeolus. Meer hierover is te vinden in het Achtergronddocument Luchtvaart (Romijn et al. 2016a). De ontwikkeling van de aantallen luchtreizigers per jaar is in Tabel 4.12 weergegeven.

Tabel 4.12 Aantal jaarlijkse luchtreizigers per luchthaven (miljoenen reizigers)

Luchthaven	IATA-code	Hoog			Laag	
		2010	2030	2050	2030	2050
Nederland						
Schiphol	AMS	48.6	86.4	128.3	81.4	110.5
Rotterdam/Den Haag	RTM	1.1	3.5	6.5	2.5	3.1
Eindhoven	EIN	2.3	7.4	10.8	6.4	8.1
Maastricht/Aachen	MST	0.5	1.6	2.8	0.8	1.2
Lelystad	LEY	0.0	4.0	7.3	0.7	0.8
Groningen	GRQ	0.1	0.8	1.0	0.3	0.4
Buitenland						
Brussel	BRU	19.1	47.0	76.4	33.4	46.1
Charleroi	CRL	4.8	17.2	28.8	13.3	19.0
Keulen	CGN	11.1	22.2	37.6	16.6	22.9
Düsseldorf	DUS	20.6	63.6	99.4	47.8	62.7
Frankfurt	FRA	57.8	131.8	188.5	100.9	136.0
Weeze	NRN	3.5	6.7	10.8	4.8	6.6
Parijs-Charles de Gaulle	CDG	64.2	136.2	204.0	102.1	138.2

4.3.14 Transportinfrastructuur

In de LMS-analyses is tot 2030 gerekend met het wegennetwerk en het openbaarvervoer-aanbod conform de vastgestelde plannen/projecten uit het Meerjarenprogramma Infrastructuur Ruimte en Transport (MIRT). Voor de periode na 2030 is er nog geen duidelijkheid over het investeringsbeleid wat dan gevoerd zal worden. Daarom is er in de referentiepaden enkel gerekend met de uitbreidingen conform MIRT, daarna blijft het netwerk zoals het is.

Voor het wegennet is gebruik gemaakt van de LMS-netwerkbestanden van de LMS basisprognoses, zoals uitgeleverd in 2015 door Rijkswaterstaat. Voor het spoor geldt hetzelfde. De netwerken voor 2030 en 2050 in het LMS omvatten dus het netwerk in 2010, de sinds 2010 gerealiseerde uitbreidingen en alle projecten uit het MIRT, waarbij we dus veronderstellen dat deze allemaal gerealiseerd worden conform plan. Ten aanzien van het snelhedenbeleid is de 130 km/uur-maatregel verwerkt in het autonetwerk op basis van het eindbeeld verhoging maximumsnelheid, dat medio 2012 naar de Tweede Kamer is gestuurd. Ook latere aanvullingen hierop zijn in het autonetwerk verwerkt.

De bereikbaarheidskwaliteit van het openbaar vervoer is ook gebaseerd op de bovengenoemde levering van het LMS. Dit houdt in dat voor de zichtjaren 2030 en 2050 de treinbediening is gebaseerd op de 'maatwerk 6/6-variant' en de voorkeursbeslissing van het Kabinet uit 2010 voor de PHS-corridors Utrecht-Den Bosch, Utrecht-Arnhem en Den Haag-Rotterdam.

4.3.15 Grensoverschrijdend verkeer

Bij de prognoses wordt rekening gehouden met het grensoverschrijdend verkeer. De omvang van het grensoverschrijdend verkeer wordt niet binnen het model gemodelleerd, maar wordt exogeen ingevoerd middels een generieke index. Bij het GE-scenario uit de vorige WLO-scenariostudie liep de index grensoverschrijdend verkeer licht achter op de index verkeer op het hoofdwegennet. Dit is ook voor de nieuwe WLO aangehouden. De ingeschatte indexcijfers voor het Hoge en Lage scenario staan in Tabel 4.13 weergegeven.

Tabel 4.13 Grensoverschrijdend verkeer (index, 2010=100)

	Hoog		Laag	
	2030	2050	2030	2050
Grensoverschrijdend verkeer	120	145	110	120

4.4 Verkeersveiligheid

Hoe meer mobiliteit, des te meer ongevallen, tenzij we de mobiliteit steeds veiliger maken en zo het risico verlagen. Ook verschuivingen van een veilige naar een gevaarlijke vervoersmodaliteit (bijvoorbeeld van auto naar motor) of omgekeerd, beïnvloeden het aantal slachtoffers. De leeftijd van de reiziger is ook van belang; ouderen hebben een hoger ongevalsrisico. Zodoende kan het aantal verkeersslachtoffers ook veranderen zonder dat de totale mobiliteit verandert. Om inzicht te krijgen in de toekomstige maatschappelijke kosten van verkeersonveiligheid en om te bepalen in hoeverre aanvullende maatregelen nodig zijn, is het belangrijk om toekomstige ontwikkelingen in kaart te brengen. De prognose van het aantal verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden is door SWOV uitgevoerd. De prognoses voor 2030 zijn ook gepubliceerd in de verkeersveiligheidsverkenning die SWOV heeft gemaakt voor het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (Weijermars & Stipdonk 2015). Er is geen raming gemaakt van de aantallen slachtoffers in 2050.

De aantallen verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden in 2030 bij het voorgenomen verkeersveiligheidsbeleid zijn geschat in twee stappen:

1. Door middel van extrapolatie van het risico uit het verleden is het verwachte risico (slachtoffers per afgelegde afstand) geschat. Het verwachte risico is vermenigvuldigd met de verwachte mobiliteit uit de WLO-studie. Dit leverde een eerste prognose.
2. De in stap 1 opgestelde prognose is bijgesteld voor nieuwe ontwikkelingen, nieuwe verkeersveiligheidsmaatregelen en andere bekende wijzigingen in het verkeersveiligheidsbeleid.

4.4.1 Eerste prognoses op basis van extrapolatie risico

Voor de eerste prognoses is gebruik gemaakt van het zogeheten 'verkennend model', dat de totale aantallen verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden bepaalt door de prognoses voor verschillende groepen verkeersdeelnemers bij elkaar op te tellen (zie Weijermars & Wesemann 2013). De onderscheiden groepen zijn gebaseerd op een combinatie van leeftijd en conflicttype (vervoerwijze van het slachtoffer en vervoerwijze van de eventuele tegenpartij). Voor iedere groep verkeersdeelnemers is het aantal slachtoffers geschat door het verwachte risico voor die groep (aantal slachtoffers per afgelegde afstand of per inwoner) te vermenigvuldigen met de verwachte mobiliteit (of, als die niet bekend is, de bevolkingsomvang) van die groep. De verwachte demografische ontwikkelingen en mobiliteitsontwikkelingen zijn ontleend aan de WLO-scenario's. Voor de mobiliteit naar leeftijd worden de prognoses op basis van de verdeling van de mobiliteit per hoofd in 2013 toegedeeld aan de bevolking in 2030.

De risico's in 2030 zijn geschat door de risico-ontwikkeling tijdens de referentieperiode (in dit geval 1995-2014 voor de verkeersdoden en 1995-2013 voor de ernstig verkeersgewonden) te extrapoleren naar de toekomst (in dit geval 2030). Hierbij is aangenomen dat het risico een exponentieel verloop volgt en dat de exponentiële trends uit het verleden zich in de toekomst voortzetten.

4.4.2 Bijstelling voor beleidswijzigingen en andere ontwikkelingen

De eerste prognose is bijgesteld voor de volgende beleidswijzigingen en andere ontwikkelingen:

- Voertuigveiligheid: voertuigautomatisering, actieve voertuigveiligheid en passieve voertuigveiligheid.
- Handhaving en gedrag: verzadiging gordeldracht en uitblijven verdere toename handhaving.
- Infrastructuur: verzadiging 30km/uur- en 60km/uur-zones en mogelijke bezuinigingen

- Verbetering verkeersveiligheid fietsers door o.a. lokale aanpak veilig fietsen

Niet in alle gevallen is voldoende kennis en/of informatie beschikbaar om een betrouwbare effectschatting te kunnen geven. Het is bijvoorbeeld moeilijk te voorspellen wat het verkeersveiligheidseffect van voertuigautomatisering zal zijn. In die gevallen hebben we aan de hand van aannamen een zo goed mogelijk indicatie proberen te geven van het minimale en maximale te verwachten effect.

Het minimale scenario gaat ervan uit dat het verkeersveiligheidseffect van voertuigautomatisering ook in 2030 nog nihil is. Het maximale scenario schetst de bovenkant van de bandbreedte. De verwachte ontwikkelingen zijn ontleend aan de ERTRAC (European Road Transport Research Advisory Council) road map. Op basis van aannamen over ontwikkeling in penetratiegraad en verkeersveiligheidseffecten, is een inschatting gemaakt van de aantallen slachtoffers die bespaard kunnen worden.

Zie voor een nadere toelichting het SWOV-rapport *Verkeersveiligheidsprognoses 2020 en 2030. Schatting van de verwachte aantallen verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden* (Weijermars et al. 2015).

5 Resultaten referentiepaden

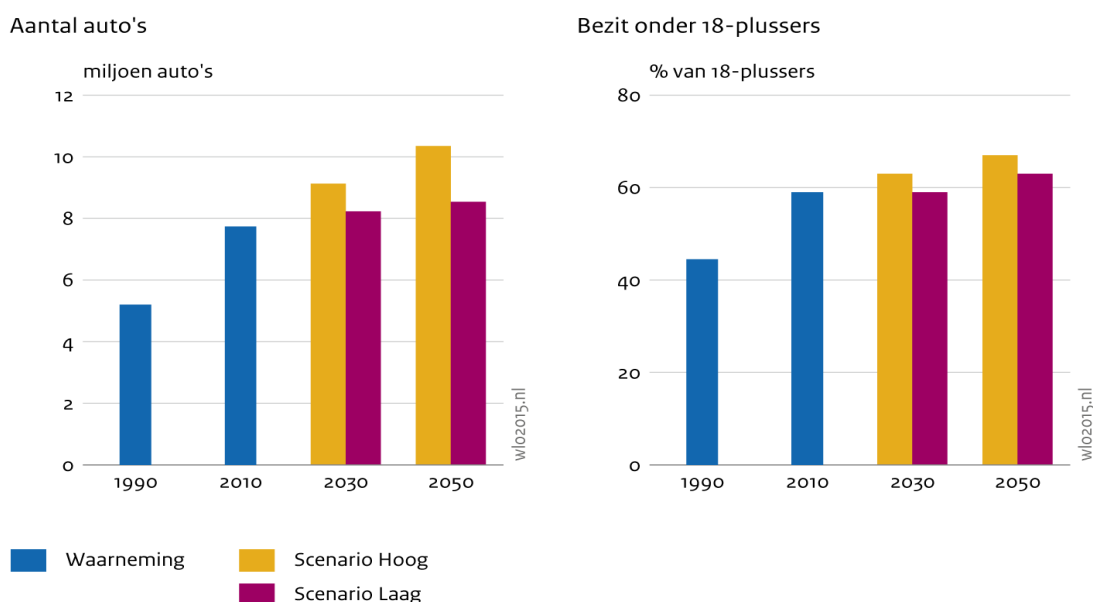
In deze paragraaf bespreken we de uitkomsten van de referentiescenario's voor binnenlandse personenmobiliteit. Beide scenario's zijn, conform de aannames en met de modellen zoals besproken in hoofdstuk 4, doorgerekend om inzicht in een brede set aan variabelen te verkrijgen. Hierbij wordt per indicator aangegeven welke drijvende krachten de belangrijkste rol spelen.

5.1 Autopark en autokosten

Het autopark zal toenemen van 7,7 miljoen personenauto's in 2010 tot 10,4 miljoen auto's in 2050 in het Hoge scenario en tot 8,5 miljoen auto's in het Lage scenario (figuur 5.1). Dit betekent groei van het autopark tussen 2010 en 2050 met 34 procent in het Hoge scenario en 10 procent in het Lage scenario. Dat zijn bescheiden groeipercentages vergeleken met de 50 procent toename van het autopark tussen 1990 en 2010. De autobeschikbaarheid (aantal auto's per inwoner van 18 jaar en ouder) nam tussen 1990 en 2010 toe van 45 tot 59 procent. In het Lage scenario neemt dit toe tot 63 procent in 2050, in het Hoge scenario tot 67 procent.

Figuur 5.1

Autopark van personenauto's volgens WLO-scenario's



Bron: PBL/CPB; CBS (Statline)

Tabel 5.1 geeft nader aan wat de invloed van verschillende factoren is geweest op de raming van het autopark. In de eerste plaats is dat de bevolkingsgroei. Daarnaast dragen ook de

bevolkingssamenstelling (zoals leeftijdsopbouw) en inkomensontwikkeling bij aan een stijging van het autobezit. Zo hebben nieuwe generaties ouderen een hoger inkomen en een hoge autobezit dan de huidige ouderen. De groei van het aantal huishoudens gaat samen met een verdere verstedelijking. Meer gemeentes krijgen hierdoor een meer stedelijk karakter. In combinatie met een relatief sterkere groei van de bevolking in de steden betekent dit dat een toenemend aandeel van de bevolking in stedelijke gemeenten woont. Dit remt het autobezit enigszins, met 1 a 2 procent.

Tabel 5.1 Samenstelling groei van het autopark vanaf 2010

	Hoog 2030	2050	Laag 2030	2050
Bevolkingsgroei	+9%	+16%	+2%	-2%
Bevolkingssamenstelling en inkomen	+10%	+22%	+6%	+17%
Effect ruimtelijk verdeling en stedelijkheidsgraad	-1%	-2%	-1%	-1%
Verandering autobezitskosten en verandering gemiddeld verbruik	-2%	-4%	-2%	-2%
Effect andere brandstofprijs	+1%	0%	-1%	-1%
Totaal	+18%	+34%	+6%	+10%

Het internationaal klimaatbeleid maakt auto's duurder in aanschaf. In het Hoge scenario is ten opzichte van 2014 een stijging van de kale autoprijzen verondersteld van circa 3.000 tot 5.000 euro in 2050, afhankelijk van het type auto, en in het Lage scenario een stijging van circa 1.500 tot 3.000 euro (prijsspeil 2010). Daar staat tegenover dat auto's zuiniger worden. Voor wat betreft het autobezit zijn consumenten echter gevoeliger voor de aanschafprijs dan voor de gebruikskosten. Het betekent per saldo in 2050 bij het Hoge scenario 4 procent minder auto's en in het Lage scenario 2 procent minder auto's. Tenslotte speelt de olieprijs via de brandstofprijs nog een bescheiden rol. De lage olieprijs in het Hoge scenario betekent in 2030 1 procent meer auto's. De hoge olieprijs in het Lage scenario betekent 1 procent minder auto's. Het autopark verandert ook in samenstelling. Met name in het Hoge scenario neemt het aandeel semi-elektrische en volledig elektrische auto's toe (tabel 5.2).

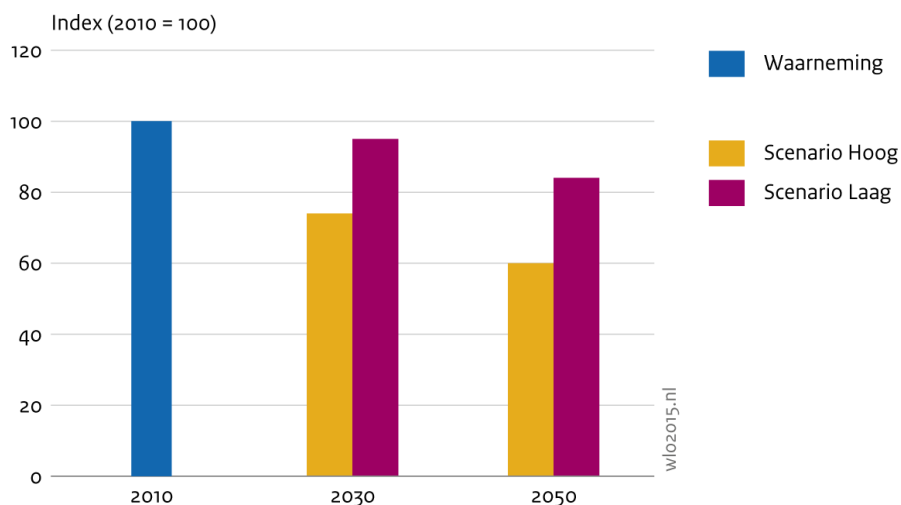
Tabel 5.2 Omvang en samenstelling autopark

	2010	Hoog 2030	Hoog 2050	Laag 2030	Laag 2050
conventioneel	100%	91%	70,0%	92,5%	84%
semi elektrisch	0%	7%	23,5%	6%	12,5%
volledig elektrisch	0%	2%	6,5%	1,5%	3,5%
totaal aantal auto's (in mln)	7.7	9.1	10.4	8.2	8.5

Nieuwe auto's zijn zuiniger, in scenario Hoog meer dan in scenario Laag. In combinatie met de veronderstellingen over de olieprijsontwikkeling leidt dit tot een verandering van de variabele autokosten (zie figuur 5.2). Met name in het Hoge scenario dalen deze substantieel. In 2030 liggen ze ongeveer 25 procent lager dan in 2010 en in 2050 circa 40 procent lager. In het Lage scenario dalen de autokosten minder snel doordat de technologische ontwikkeling minder snel verloopt en de olieprijs hoger is. In het Lage scenario liggen de autokosten in 2050 ruim 15 procent lager dan in 2010.

Figuur 5.2

Variabele autokosten van personenauto's volgens WLO-scenario's



Bron: PBL/CPB

Tabel 5.3 geeft aan welke factoren de ontwikkeling van de variabele autokosten verklaren. De vervanging van het bestaande autopark door auto's van 2014 of daarna geeft een daling van circa 13 procent. De kosten dalen verder door het steeds zuiniger worden van auto's en het gebruik van (semi-)elektrische auto's als gevolg van het internationaal klimaatbeleid. Tot slot werkt de olieprijs door en is de belangrijkste factor in het verschil in variabele autokosten tussen het Hoge en Lage scenario.

Tabel 5.3 Bijdrage aan de ontwikkeling van de variabele autokosten vanaf 2010

	Hoog		Laag	
	2030	2050	2030	2050
Vervanging bestaande autopark door auto's van 2014 of daarna	-13%	-13%	-13%	-14%
Verdere verbruiksentwikkeling en brandstofmix	-6%	-28%	-5%	-24%
Effect andere brandstofprijs	-9%	-3%	+14%	+21%
Totaal	-26%	-40%	-5%	-16%

5.2 Reistijdwaardering

Reistijdwaarderingen speelt een belangrijke rol bij het bepalen van de bereikbaarheidsbaten in MKBA studies. Reistijdwinsten of reistijdverliezen als gevolg van beleidsmaatregelen worden aan de hand van de reistijdwaarderingen omgezet in euro's. De reistijdwaardering voor het jaar 2010 is gebaseerd op onderzoek van het KiM (2013) inclusief een btw-correctie op het zakelijke verkeer en het vrachtverkeer. Los van de inflatie verandert de waardering in de loop van de tijd. De mate waarin is afhankelijk van de stijging van het inkomensniveau. Daarom verschilt de ontwikkeling van de reistijdwaardering ook per scenario.

Een stijging van het inkomen betekent dat onze reistijd een hogere prijs krijgt. Echter, daarnaast veronderstellen we dat reizen steeds comfortabeler wordt, waardoor reizen 'minder erg' wordt. Daarom wordt de reistijdwaardering doorgaans opgehoogd met de *helft* van de stijging van de reële loonvoet (V&W & CPB 2004). In de WLO is geen gedetailleerde berekening gemaakt die onderscheid maakt tussen arbeidsproductiviteit en loonvoet. In feite is aangenomen dat de ontwikkeling van het inkomen gelijk is aan de ontwikkeling van het bbp per hoofd, en in lijn daarmee dat de ontwikkeling van de loonvoet gelijk is aan de ontwikkeling van de arbeidsproductiviteit⁹. Sinds 1990 is de structurele ontwikkeling van de loonvoet overigens ook vrijwel gelijk aan de ontwikkeling van de arbeidsproductiviteit (Eggelte et al. 2014). In de berekening is de ontwikkeling in de arbeidsproductiviteit als proxy voor de ontwikkeling in de loonvoet gebruikt, afkomstig van het WLO thema *macro-economie*. Dit resulteert in de reistijdwaarderingen zoals weergegeven in tabel 5.4.

Tabel 5.4 Reistijdwaardering per motief

	Hoog			Laag	
	2010	2030	2050	2030	2050
Vracht	45,16	52,06	64,54	49,66	57,27
Woon-werk	9,25	10,66	13,22	10,17	11,73
Zakelijk	28,49	32,84	40,71	31,33	36,13
Overig	7,50	8,65	10,72	8,25	9,51

Cijfers 2010 obv KiM (2013b) inclusief btw-correctie. Ontwikkeling 2030 en 2050 op basis van arbeidsproductiviteit zoals berekend in het WLO thema macro-economie (CPB & PBL 2015d).

5.3 Mobiliteit

Tabel 5.5 geeft een beeld van de te verwachten ontwikkeling van het aantal verplaatsingen, de afstand en de reisduur per verplaatsing naar verplaatsingsmotief. Het aantal verplaatsingen per persoon per dag is vrij constant, zoals eigenlijk al decennia het geval is. Het aantal woon-werkverplaatsingen per persoon neemt wat af, in het Hoge scenario nog wat meer door het effect van ICT (thuiswerken). Wel worden de verplaatsingen in beide scenario's langer: de gemiddelde lengte van een verplaatsing neemt in het Lage scenario met circa 15 procent toe en in het Hoge scenario met 18 procent. Doordat meer gebruik wordt gemaakt van snellere vervoerwijzen neemt de reisduur van een gemiddelde verplaatsing echter veel minder toe: met slechts 4 procent in scenario Laag en 6 procent in scenario Hoog.

Tabel 5.6 geeft aan hoe de *modal split* (de verdeling over de vervoerwijzen) zal zijn. Er treden kleine veranderingen op ten opzichte van de situatie in 2010. Het 'marktaandeel' van de autobestuurder neemt toe (in Hoog wat meer dan in Laag), het aandeel autopassagier en langzaam vervoer nemen wat af. Bus/tram/metro blijft vrij constant en trein laat een kleine stijging zien in beide scenario's. In het aantal afgelegde kilometers is de auto dominant, met een aandeel van ruim 75 procent, maar in aantal verplaatsingen en ook in reistijd blijft het langzaam verkeer omvangrijk, met een aandeel van rond de 40 procent.

⁹ Het bbp is een product van werkgelegenheid en arbeidsproductiviteit.

Tabel 5.5 Mobiliteit per persoon per dag, in verplaatsingen, afstand en reisduur naar motief en WLO-scenario (stand 2010, ontwikkeling index 2010 = 100)

			Hoog		Laag	
		2010	2030	2050	2030	2050
Verplaatsingen per persoon per dag	werken	0,5	94	90	97	96
	zakelijk	0,1	100	105	98	104
	overig	2,1	102	104	102	102
	totaal	2,7	101	101	101	101
Afstand per verplaatsing	werken	17,5	113	118	109	113
	zakelijk	25,3	112	120	108	116
	overig	7,4	115	122	111	117
	totaal	9,8	113	118	109	115
Reisduur per verplaatsing	werken	23,2	103	107	99	101
	zakelijk	24,6	106	114	102	107
	overig	14,1	103	106	100	102
	totaal	16,2	102	105	100	102

Tabel 5.6 Modal split van verplaatsingen, kilometers en reistijd naar WLO-scenario

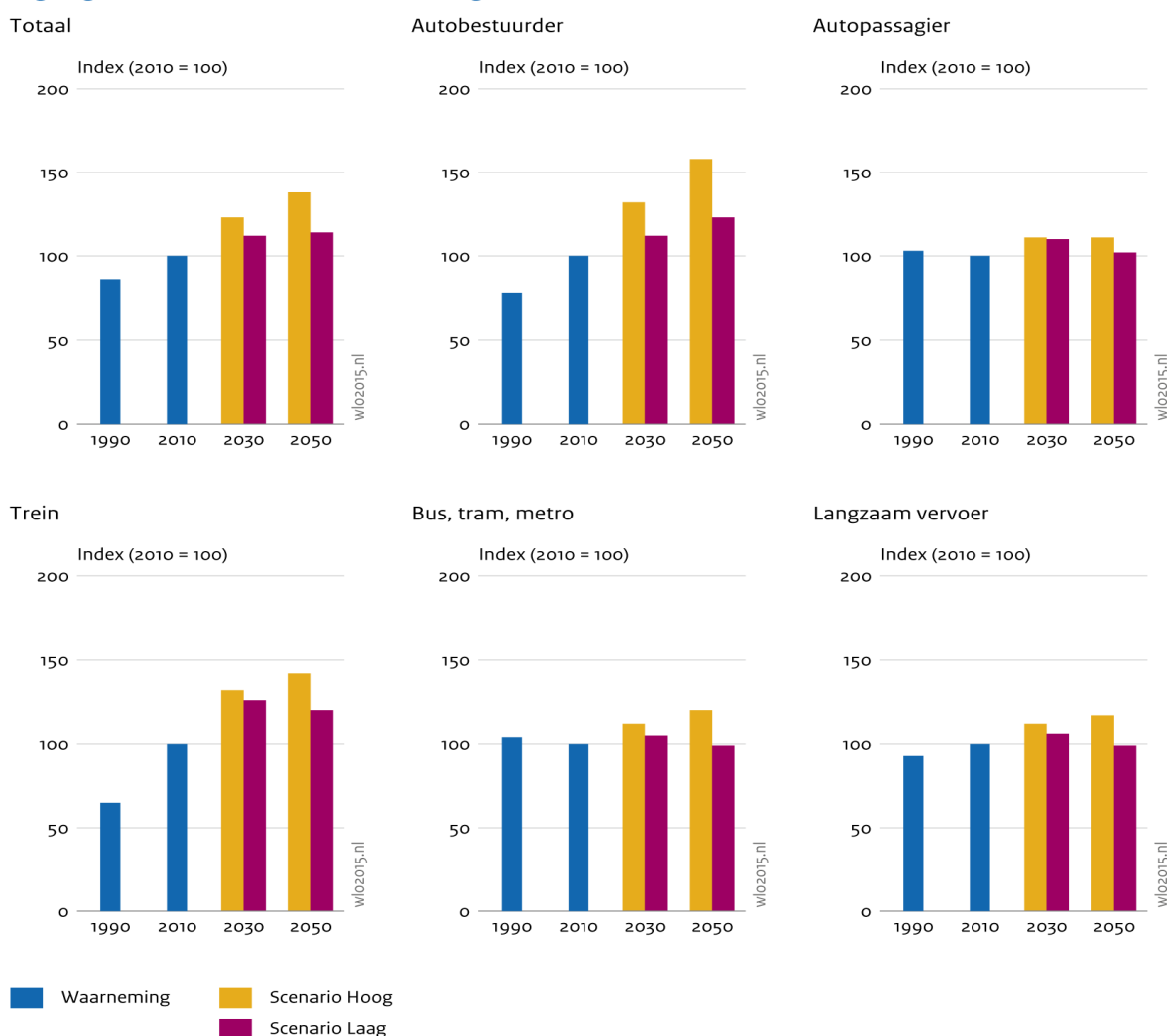
			Hoog		Laag	
		2010	2030	2050	2030	2050
Verplaatsingen per persoon per dag	Autobestuurder	33%	35%	37%	34%	36%
	Autopassagier	19%	18%	18%	18%	18%
	Trein	2%	3%	3%	3%	3%
	Bus/tram/metro	3%	3%	3%	3%	3%
	Langzaam verkeer	42%	41%	39%	42%	40%
Kilometers	Autobestuurder	48%	51%	55%	48%	52%
	Autopassagier	27%	25%	22%	27%	25%
	Trein	10%	11%	11%	12%	11%
	Bus/tram/metro	4%	3%	3%	3%	3%
	Langzaam verkeer	10%	10%	9%	10%	9%
Reisduur	Autobestuurder	31%	35%	39%	33%	36%
	Autopassagier	17%	16%	15%	17%	16%
	Trein	5%	6%	6%	6%	6%
	Bus/tram/metro	4%	4%	4%	4%	4%
	Langzaam verkeer	42%	38%	36%	39%	37%

Deze *modal split* leidt uiteindelijk tot het volume aan verplaatsingskilometers, zoals weergegeven in figuur 5.3. In scenario Hoog ligt dit volume in 2050 ruim een derde hoger dan in 2010, in scenario Laag is de toename bescheidener: bijna 15 procent. Door het toegenomen autobezit groeit het aantal reizigerskilometers als autobestuurder het sterkst: in het Hoge scenario met bijna 60 procent. Het autogebruik als passagier neemt tot 2030 bescheiden toe, waarna stabilisatie of afname volgt. Hierdoor daalt de gemiddelde autobezetting in beide scenario's, van 1,6 personen in 2010 naar 1,4 in Hoog en 1,5 in Laag. Het treingebruik

neemt tot 2030 fors toe, met een kwart tot bijna een derde. In het Lage scenario valt het treingebruik na 2030 wat terug, terwijl het in het Hoge scenario in een wat langzamer tempo doorgroeit. Daarentegen groeit het gebruik van bus/tram/metro veel minder: in het Hoge scenario met zo'n 20 procent tot 2050, in het Lage scenario met 5 procent tot 2030 waarna het terugvalt tot het huidige niveau. De ontwikkeling van het langzaam vervoer lijkt sterk op die van het bus/tram/metro-vervoer.

Figuur 5.3

Afgelegde kilometers naar modaliteit volgens WLO-scenario's



Bron: PBL/CPB; CBS/KiM (ovg/mon/ovin, mobiliteitsbalans)

De bevolkingssamentelling en vooral het stijgende inkomen is een belangrijke factor achter de groei van het aantal autokilometers (zie tabel 5.7). Op het aantal reizigerskilometers als autopassagier hebben ze echter nauwelijks effect. De reductie van het aantal woon-werkplaatsingen als gevolg van ICT-ontwikkelingen (thuiswerken) in scenario Hoog leidt tot 1 à 2 procent minder kilometers als autobestuurder. Bij de autopassagier is dit effect geringer, omdat woon-werkverkeer hier minder belangrijk is. De veranderende ruimtelijke verdeling van bevolking en banen (met name het groter aandeel in de steden) leidt tot iets minder autogebruik. De lage kosten voor autogebruik door de lage olieprijs en de zuinige technologie leiden tot 4 à 6 procent meer autokilometers in het Hoge scenario. In het Lage scenario met een hoge olieprijs en minder zuinige auto's wordt het autogebruik juist geremd. Een substantieel effect hebben ook de veranderende autoreistijden. Bij Hoog 2030, Laag 2030 en

Laag 2050 zijn de autoreistijden over het geheel genomen korter geworden, als gevolg van de realisatie van de projecten in het MIRT. Dit leidt tot 3 à 5 procent meer autokilometers. Na 2030 neemt in het Hoge scenario de congestie weer sterk toe, waardoor in 2050 per saldo de autoreistijden gemiddeld langer zijn geworden. Hierdoor wordt het autogebruik met 2 procent afgeremd. De ontwikkelingen in het openbaarvervoeraanbod en de verdere verspreiding van de elektrische fiets hebben geen substantieel effect op het autogebruik.

Tabel 5.7 Samenstelling groei verplaatsingskilometers autobestuurder en autopassagier

	Autobestuurder				Autopassagier			
	Hoog		Laag		Hoog		Laag	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050
Bevolkingsgroei	+9%	+16%	+2%	-2%	+9%	+16%	+2%	-2%
Bevolkingssamenstelling en inkomen	+17%	+36%	+9%	+24%	+1%	0%	+2%	0%
ICT	-1%	-2%	0%	0%	0%	+1%	0%	0%
Ruimtelijke verdeling	0%	-1%	0%	-1%	-1%	-1%	-1%	-1%
Autokosten	+4%	+6%	-3%	-1%	-1%	0%	+1%	+1%
Reistijden auto	+3%	-2%	+5%	+4%	+3%	-3%	+6%	+5%
OV aanbod	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Elektrische fiets	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Totaal	+32%	+57%	+13%	+24%	+11%	+11%	+10%	+2%

Bij het openbaarvervoer gebruik (tabel 5.8) is het effect van bevolkingssamenstelling en inkomen geringer dan bij de autokilometers. De reductie van het aantal woon-werkplaatsingen als gevolg van ICT (thuiswerken) in scenario Hoog leidt tot 2 à 3 procent minder openbaarvervoergebruik. Het grotere aandeel van de steden in de verdeling van bevolking en banen leidt tot iets meer treingebruik en ook meer gebruik van bus, tram en metro. Bij de trein is veruit het grootste effect echter de verandering in het treinenaanbod tussen 2010 en 2030. De combinatie van de Hanzelijn, het treinenaanbod op de HSL, het programma Hoogfrequent Spoor, de extra geopende stations en frequentieverhoging op decentrale spoorlijnen leidt tot circa 20 procent meer treingebruik. De elektrische fiets leidt tot een afname in het gebruik van bus, tram en metro.

Tabel 5.8 Samenstelling groei openbaar vervoergebruik vanaf 2010

	Trein				Bus/tram/metro			
	Hoog		Laag		Hoog		Laag	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050
Bevolkingsgroei	+9%	+16%	+2%	-2%	+9%	+16%	+2%	-2%
Bevolkingssamenstelling en inkomen	+2%	+1%	+1%	-1%	+3%	+3%	-1%	-4%
ICT	-2%	-3%	0%	0%	-2%	-3%	0%	0%
Ruimtelijke verdeling	+1%	+3%	+1%	+2%	+3%	+3%	+3%	+3%
Autokosten	0%	+2%	+2%	+2%	0%	+2%	+1%	+2%
Reistijden auto	0%	+1%	-1%	-1%	0%	+1%	-1%	0%
OV aanbod	+19%	+20%	+19%	+19%	+1%	+1%	+1%	+2%
Elektrische fiets	0%	0%	0%	0%	-2%	-2%	-1%	-2%
Totaal	+31%	+42%	+25%	+20%	+12%	+20%	+5%	-1%

De veranderende bevolkingssamenstelling (vergrijzing) en de inkomensstijging beperken de groei van bromfiets, fiets en lopen (tabel 5.9). De ruimtelijke verdeling heeft niet zoveel effect op het aantal gelopen en gefietste kilometers. De verdere verspreiding van de elektrische fiets is de meest belangrijke factor. Per saldo is de ontwikkeling ongeveer gelijk aan de bevolkingsgroei.

Tabel 5.9 Samenstelling groei langzaam verkeer en totale mobiliteit vanaf 2010

	Langzaam verkeer				Totale mobiliteit			
	Hoog		Laag		Hoog		Laag	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050
Bevolkingsgroei	+9%	+16%	+2%	-2%	+9%	+16%	+2%	-2%
Bevolkingssamenstelling en inkomen	-5%	-9%	-4%	-8%	+8%	+17%	+5%	+11%
ICT	-1%	-2%	0%	0%	-1%	-1%	0%	0%
Ruimtelijke verdeling	0%	-1%	0%	-1%	0%	0%	0%	0%
Autokosten	0%	0%	+1%	+1%	+2%	+3%	-1%	0%
Reistijden auto	0%	+1%	0%	0%	+2%	-2%	+4%	+3%
OV aanbod	-1%	-1%	-1%	-1%	+2%	+2%	+2%	+2%
Elektrische fiets	+10%	+13%	+8%	+10%	0%	+1%	0%	0%
Totaal	+12%	+17%	+5%	-1%	+23%	+37%	+12%	+14%

Voor de totale mobiliteit zijn bevolkingsgroei, bevolkingssamenstelling en de inkomensstijging de belangrijkste factoren (tabel 5.9). Lagere gebruikskosten voor de auto, kortere auto-reistijden en beter treinenaanbod versterken de mobiliteitsgroei. Het effect van ICT, de veranderende ruimtelijke verdeling en de verdere verspreiding van de elektrische fiets op het totaal aantal afgelegde kilometers in Nederland blijft beperkt.

5.4 Gebruik wegennet en voertuigverliesuren

5.4.1 Gebruik wegennet

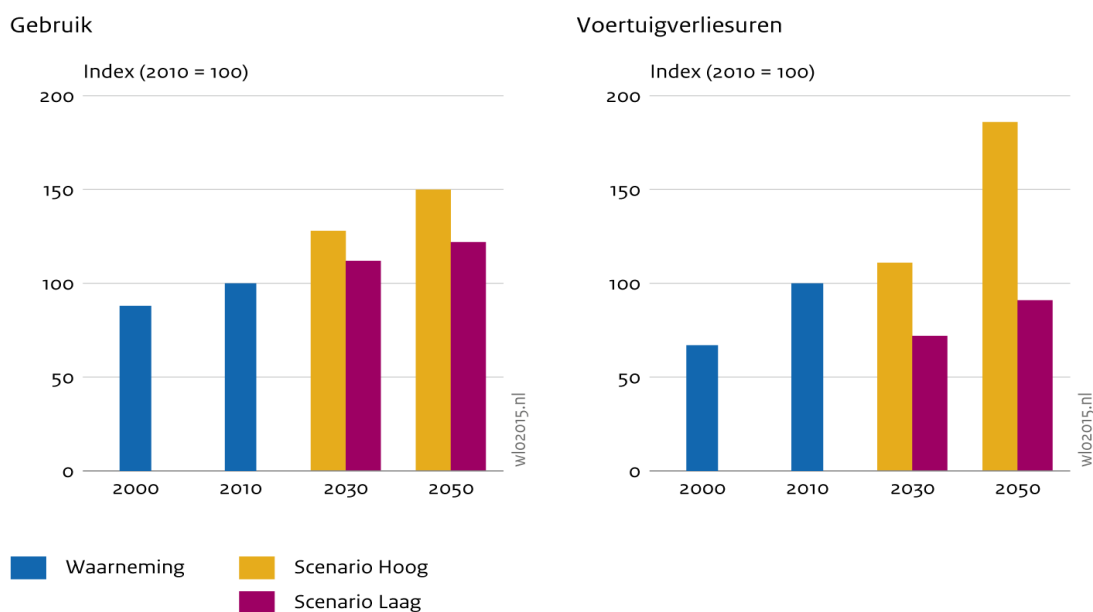
De groei van het autogebruik door Nederlanders is een belangrijke factor in de ontwikkeling van het gebruik van het wegennet. Bovendien maakt ook het vrachtverkeer en personenverkeer afkomstig uit het buitenland gebruik van het onze wegen. De groei van het verkeer op het hoofdwegennet is sterker dan die op het onderliggend wegennet. Het gebruik van het hoofdwegennet stijgt in het Hoge scenario met bijna 28 procent tot 2030 en zo'n 50 procent tot 2050 (zie tabel 5.10). In het Lage scenario stijgt het gebruik met 12 procent in 2030 en 21 procent in 2050. Voor het onderliggend wegennet liggen die percentages grofweg zo'n 10 procentpunten lager. De groei in de dalperiode is sterker dan in de spitsperiode, zowel voor het hoofdwegennet als het onderliggend wegennet. We zien dus een verbreding van de spitsperiode (het wordt eerder druk en blijft langer druk). Daarnaast is het zo dat er in de dalperiode simpelweg meer ruimte in de capaciteit is voor groei.

Tabel 5.10 Voertuigkilometers hoofdwegennet naar scenario (volume 2010 in miljarden kilometers, index 2010 = 100)

		2010	Hoog		Laag	
			2030	2050	2030	2050
Hoofdwegennet	spits	15,8	123	135	112	118
	dal	44,1	130	155	111	123
	totaal	59,9	128	150	112	121
Onderliggend wegennet	spits	12,3	112	124	100	103
	dal	31,5	123	145	107	114
	totaal	43,9	120	139	105	111

Figuur 5.4

Gebruik en voertuigverliesuren van hoofdwegennet volgens WLO-scenario's



Bron: PBL/CPB; RWS (Rapportages hoofdwegennet)

5.4.2 Congestie

Als maat voor de omvang van de congestie maken we gebruik van de indicator voertuigverliesuren.¹⁰ Hierbij speelt niet alleen het gebruik van de weg een rol, maar ook de wegcapaciteit. In het Hoge scenario stijgt het aantal voertuigverliesuren in 2030 tot een niveau dat 11 procent hoger ligt dan in 2010¹¹ (figuur 5.4). In het Lage scenario blijft het aantal voertuigverliesuren in 2030 bijna 30 procent lager dan in 2010. Na 2030 neemt de congestie in beide scenario's weer toe, mede omdat er na 2030 geen verdere capaciteitsuitbreidingen zijn verondersteld. In het Hoge scenario stijgt het aantal voertuigverliesuren tot bijna 90 procent boven het niveau van 2010. In het Lage scenario blijft het onder het niveau van 2010.

¹⁰ Voertuigverliesuren = extra reistijd als gevolg van langzaam rijden + wachttijd als gevolg van stilstaan in de file.

¹¹ Het basisjaar voor de mobiliteitsindicatoren is 2010. Tussen 2010 en 2014 is, onder andere door de economische crisis en gereedgekomen capaciteitsuitbreidingen, het aantal voertuigverliesuren op het hoofdwegennet gedaald met 31 procent.

5.4.3 Rijsnelheden op verschillende wegtypen

Als gevolg van veranderingen in gebruik en wegcapaciteit treden er ook (kleine) veranderingen op in de rijsnelheden van verkeer op verschillende typen wegen. In de spits zijn de snelheden in zowel Hoog als Laag in 2050 binnen de bebouwde kom ongeveer op het niveau van 2010 (tabel 5.11). Buiten de bebouwde kom en op de auto(snel)wegen is sprake van een daling van de gemiddelde rijsnelheid in Hoog 2050. In Laag kan in de spits in 2050 op de auto(snel)wegen iets beter worden doorgereden. In de dalperiode zijn er weinig veranderingen te verwachten in gemiddelde rijsnelheden.

Tabel 5.11 Gemiddelde rijsnelheden personenauto's in kilometers per uur, naar wegtype

		2010	Hoog		Laag	
			2030	2050	2030	2050
Spits	auto(snel)wegen	84	86	81	90	88
	buiten bebouwde kom	57	56	54	58	58
	binnen bebouwde kom	23	23	23	24	24
	totaal	53	55	53	57	57
Dal	auto(snel)wegen	99	100	98	101	101
	buiten bebouwde kom	66	65	64	66	66
	binnen bebouwde kom	27	26	26	27	26
	totaal	62	63	63	64	64
Totaal		59	61	60	62	62

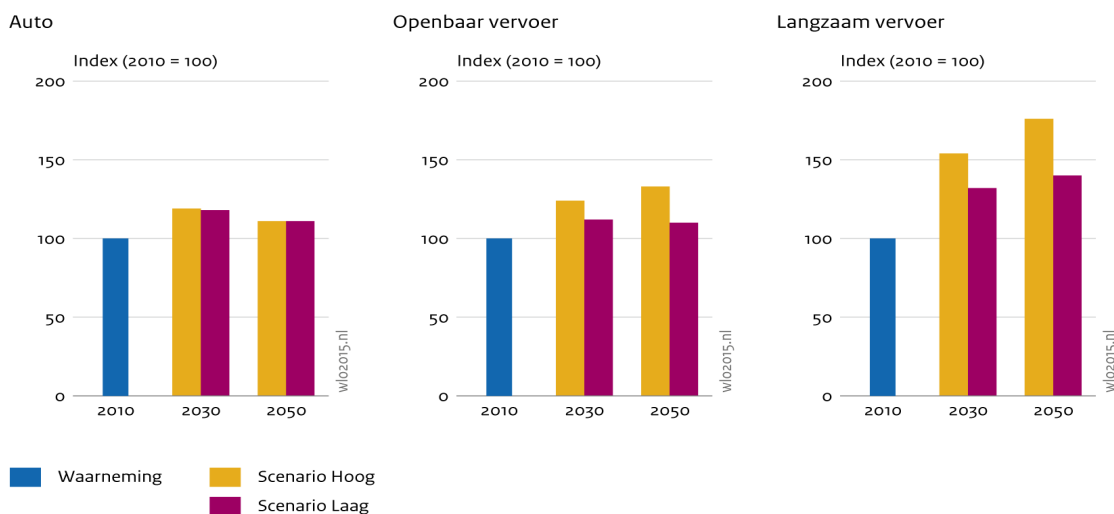
5.5 Bereikbaarheid

Congestie en rijsnelheden, zoals beschreven in de vorige paragraaf, zeggen vooral iets over de kwaliteit van de verkeersafwikkeling. Bereikbaarheid in de zin dat je bestemming binnen bereik ligt of hoeveel keuze in bestemmingen je hebt binnen een acceptabele reistijd, hangt ook af van andere factoren. Het gaat hierbij om een samenspel van de ruimtelijke inrichting en het vervoerssysteem. Dit illustreren we met de bereikbaarheid van banen (zie ook PBL 2012 en PBL 2014). Het aantal banen dat een gemiddelde Nederlander binnen een acceptabele reistijd kan bereiken, hangt af van het aantal banen dat er is (nationale werkgelegenheidsgroei), op welke afstand die van de woonplek liggen (ruimtelijke verdeling) en hoe snel die afstand kan worden overbrugd (snelheid vervoerssystemen).

Het aantal banen dat een gemiddelde Nederlander per auto vanuit zijn of haar woonplek kan bereiken, neemt vooral tot 2030 toe, tot bijna 20 procent boven het niveau van 2010 (figuur 5.6). Daarna neemt de bereikbaarheid weer wat af, tot ruim 10 procent boven het niveau van 2010. In beide scenario's is de ontwikkeling ongeveer gelijk, maar de redenen daarvoor zijn anders. In het Hoge scenario komt de toename vooral door een combinatie van de nationale groei van de werkgelegenheid en de concentratie van ontwikkelingen in stedelijke gebieden (zie tabel 5.12). Na 2030 heeft de toename van de congestie in dit scenario een drukkend effect op het aantal banen dat binnen bereik ligt. In het Lage scenario is de toename vooral het gevolg van stedelijke concentratie in combinatie met snellere reistijden.

Figuur 5.5

Bereikbaarheid van banen volgens WLO-scenario's



Bron: PBL/CPB

Tabel 5.12 Bijdrage aan de groei van de bereikbaarheid van banen

		Hoog		Laag	
		2030	2050	2030	2050
Per auto	nationale ontwikkeling aantal banen	+9%	+14%	+0%	-4%
	verandering ruimtelijke verdeling	+7%	+9%	+6%	+8%
	verandering reistijden	+2%	-10%	+11%	+7%
	totaal	+19%	+11%	+18%	+11%
Per OV	nationale ontwikkeling aantal banen	+9%	+14%	0%	-4%
	verandering ruimtelijke verdeling	+8%	+11%	+7%	+9%
	verandering reistijden	+5%	+5%	+5%	+5%
	totaal	+24%	+33%	+12%	+10%
Per langzaam verkeer	nationale ontwikkeling aantal banen	+9%	+14%	0%	-4%
	verandering ruimtelijke verdeling	+8%	+12%	+9%	+12%
	Groter bereik door toegenomen bezit elektrische fiets reistijden	+30%	+38%	+22%	+30%
	totaal	+54%	+76%	+32%	+40%

De bereikbaarheid van banen per openbaar vervoer neemt in scenario Hoog gestaag toe. In het Lage scenario neemt deze tot 2030 toe om daarna weer iets te dalen (figuur 5.5). De bijdrage van snellere reistijden in het openbaar vervoer aan de verbeterde bereikbaarheid van banen is in beide scenario's 5 procent (zie tabel 5.12). Daarbij speelt in het Hoge scenario ook de nationale groei van de werkgelegenheid (plus 9 à 14 procent) en de stedelijke concentratie (plus 8 à 11 procent) een rol. De meer geconcentreerde verstedelijking doet

ook in het Lage scenario een duit in het zakje (plus 7 à 9 procent). De afname na 2030 komt doordat de werkgelegenheid in Nederland daalt.

Ten slotte is gekeken naar de bereikbaarheid van banen per langzaam vervoer. Deze neemt in beide scenario's toe (figuur 5.6) door een sterkere stedelijke concentratie en vooral door de rol van de elektrische fiets (zie tabel 5.12). Deze maakt dat met dezelfde moeite een groter gebied en daardoor meer banen kunnen worden bereikt.

5.6 Regionale verschillen

De groei van de mobiliteit is niet gelijkmatig over Nederland verdeeld (zie tabel 5.13). In de Randstad groeit de bevolking sterker dan elders in Nederland. De mobiliteit neemt daar ook het sterkste toe. Zo stijgt het aantal afgelegde kilometers als autobestuurder in de Randstad in Hoog in 2050 met zo'n 65 procent ten opzichte van 2010 en in Laag met ruim een kwart. In de Noord-Brabant, Gelderland en Overijssel (de intermediaire zone) liggen deze percentages op respectievelijk ruim 50 procent en een kwart en in overig Nederland (Limburg, Zeeland en de drie noordelijke provincies) op ruim 45 procent en 15 procent. Ook voor de andere vervoerwijzen zijn duidelijke verschillen zichtbaar. Opvallend is dat het aantal voertuigverliesuren tot 2030 in de Randstad minder toeneemt dan in de intermediaire zone. Dit komt omdat relatief veel capaciteitsuitbreidingen juist in de Randstad zijn gepland. Na 2030 is de toename van de congestie in de Randstad wel bovengemiddeld.

In de intermediaire zone is de ontwikkeling van de mobiliteit vrijwel in lijn met het nationaal gemiddelde. Tot 2030 neemt de congestie relatief wat meer toe, na 2030 weer wat minder. In de rest van Nederland (Limburg, Zeeland en de drie noordelijke provincies) groeit de bevolking, en daarmee de mobiliteit, duidelijk minder dan elders en ook de congestie neemt hier af. Alleen na 2030 is in het Hoge scenario sprake van een substantiële toename.

De regionale verschillen in de bereikbaarheid van banen zijn groot. In de Randstad ligt dit niveau veruit het hoogst, in overig Nederland het laagst. Dit komt vooral door de concentratie van werkgelegenheid in de Randstad. De snellere reistijden en lagere congestieniveaus elders in Nederland kunnen daarvoor niet compenseren. De verschillen in bereikbaarheid van banen tussen regio's worden ook groter. Door de sterkere groei van de werkgelegenheid in de Randstad neemt daar het aantal bereikbare banen sterker toe dan elders.

Tabel 5.13 Basisindicatoren personenmobiliteit naar landsdeel voor WLO scenario's (index, 2010=100)

	Randstad					Intermediaire zone					Periferie				
	ni- veau	Hoog	Laag		ni- veau	Hoog	Laag		ni- veau	Hoog	Laag				
	2010	2030	2050	2030	2050	2010	2030	2050	2030	2050	2010	2030	2050	2030	2050
Bevolking (in mln)	8,2	113	123	105	101	5,6	106	111	101	98	2,8	101	103	97	90
Afgelegde afstand (in miljarden kilometers)	85	129	145	115	118	67	121	133	111	113	35	116	125	106	104
autobestuurder	40	136	165	114	127	35	130	153	113	124	18	126	146	108	115
autopassagier	24	117	119	114	108	20	107	105	107	100	10	102	99	102	92
trein	8	137	149	130	125	5,6	131	140	126	121	2,8	120	128	114	108
bus/tram/metro	4	118	127	110	103	1,6	104	111	100	95	0,9	96	100	92	85
langzaam vervoer	7	121	129	112	105	5,3	106	110	103	97	3,1	100	100	96	87
Voertuigkilometers hoofwegennet	27	133	157	114	126	23	124	144	110	119	10	123	142	107	115
Voertuigverliesuren hoofdwegennet	25	109	196	66	85	17	119	181	82	101	5	97	150	66	78
Bereikbare banen (index nl gemiddelde 2010=100)															
per auto	138	118	110	118	111	75	113	106	113	107	44	111	107	107	101
per openbaar vervoer	143	122	132	111	110	73	120	125	111	108	37	107	110	98	94
per langzaam vervoer	140	154	178	132	141	69	145	160	128	134	51	137	150	119	123

5.7 Veiligheid, emissies en energiegebruik

5.7.1 Verkeersveiligheid¹²

In 2010 waren er 640 verkeersdoden te betreuen. Dat aantal was in 2014 gedaald naar 570. Het aantal ernstige verkeersgewonden steeg tussen 2010 en 2014 echter, van 19.100 naar 20.700. Voor de toekomstige ontwikkeling van de verkeersveiligheid is, naast het verkeersvolume, ook de ontwikkeling van de risico's van groot belang. De onzekerheden daarin zijn door de SWOV (Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid) vertaald in een gunstige en minder gunstige ontwikkeling. Tot 2030 zal het aantal verkeersdoden naar verwachting in beide WLO-scenario's nog verder afnemen, in zowel de gunstige als de minder gunstige verkeersveiligheidsvariant. Het aantal ernstig gewonden daalt in een minder gunstig verkeersveiligheidsscenario alleen in het Lage scenario iets verder, terwijl het aantal gewonden in het Hoge scenario weer kan toenemen (zie tabel 5.14). Er vallen minder slachtoffers bij ongevallen met motorvoertuigen, en juist meer bij (vaak enkelvoudige) fietsongevallen. Bij een optimistische inschatting van de ontwikkelingen op het gebied van de verkeersveiligheid (gunstig verkeersveiligheidsscenario) daalt het aantal ernstig verkeersgewonden in beide WLO-scenario's.

Tabel 5.14 Verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden volgens WLO-scenario's in 2030 (stand 2010, index 2010 = 100)

Index 2010=100	Hoog		Laag		
	2010	Gunstig	Minder gunstig	Minder gunstig	
Verkeersdoden	640	58	73	53	66
Ernstig verkeersgewonden (MAIS2+)	19.100	83	101	77	93

Bron: Weijermars et al. 2015

Er zijn geen prognoses opgesteld voor het aantal verkeersdoden en ernstige verkeersgewonden in 2050. De verwachting is dat richting 2050 het aantal verkeersslachtoffers bij ongevallen met personenauto's verder zal afnemen, maar dat er wel aanzienlijke aantallen slachtoffers zullen blijven vallen bij ongevallen met en tussen (al dan niet gemotoriseerde) tweewielers en tussen tweewielers en voetgangers. Op dit moment vallen er jaarlijks grofweg 250 verkeersdoden en 13.000 ernstige verkeersgewonden bij ongevallen zonder personenauto's.

5.7.2 Emissies en energiegebruik

Gemotoriseerde mobiliteit gaat gepaard met gebruik van energie en uitstoot van emissies. Het energieverbruik per kilometer door personenauto's daalt in beide WLO-scenario's, in scenario Hoog iets meer dan in scenario Laag. Ook de CO₂-emissies dalen in beide scenario's, wederom in Hoog meer dan in Laag (tabel 5.15). Dit laatste heeft te maken met de snellere en meer vergaande technologische ontwikkeling in het Hoge scenario. De daling na 2030 is hierbij aanzienlijker dan voor 2030. In scenario Laag dalen de CO₂-emissies voor 2030 juist meer dan daarna.

¹² De verkeersveiligheidsramingen zijn gemaakt door SWOV (Weijermars et al 2015). SWOV heeft, op basis van onze ramingen van de mobiliteit en aanvullende aannames ten aanzien van de ontwikkelingen in de verkeersveiligheid, ramingen gemaakt van de aantallen dodelijke slachtoffers en ernstig verkeersgewonden (MAIS2+) in 2030.

Ook bestelauto's gaan minder energie verbruiken per gereden kilometer (zie tabel 5.15). Het volume neemt toe, in het Lage scenario minder dan in het Hoge, maar het totale brandstofverbruik daalt alsnog in beide scenario's. Hierdoor nemen ook de CO₂-emissies af. In 2050 is het niveau van die emissies in het Lage en het Hoge scenario vrijwel gelijk. Dit komt doordat in het Hoge scenario de sterkere groei van het aantal kilometers wordt gecompenseerd doordat de voertuigen in sterkere mate zuiniger worden. De emissie van schadelijke stoffen zal sterk dalen, zeker als de nieuwe bestelauto's ook in de praktijk gaan voldoen aan de strenge Euro 6-normen.

Tabel 5.15 Energieverbruik en CO₂ emissies van personenauto's en bestelauto's in WLO-scenario's (stand 2010, index 2010 = 100)

	Hoog		Laag		
	2010	2030	2050	2030	2050
Brandstofverbruik personenauto's op NL grondgebied (PJ)	263	92	77	82	72
Brandstofverbruik bestelauto's op NL grondgebied (PJ)	57	88	68	80	63
CO₂-emissies personenauto's op NL grondgebied (Mton)	18,6	83	58	74	64
CO₂-emissies bestelauto's op NL grondgebied (Mton)	4,1	78	50	72	55

Bron: PBL/CPB

Er is voor de WLO geen doorrekening gemaakt van de emissies van NO_x en fijnstof. De jaarlijkse raming van de emissies van NO_x en fijnstof, zoals die in aansluiting op de Nationale Energieverkenning (NEV) wordt gemaakt, geeft hiervan een actuele indicatie. De emissies van NO_x en fijnstof uit de uitlaat dalen nog sterk, omdat oudere auto's met een hoge uitstoot uit het wagenpark verdwijnen en nieuwe auto's veel schoner zijn. Een verdere daling van de NO_x-uitstoot zal vooral kunnen worden behaald als dieselauto's ook in de praktijk gaan voldoen aan de Euro 6-normen. Waar de verbrandingsemissie van fijnstof per autokilometer sterk daalt, is de emissie van fijnstof door slijtage constant. Daardoor zal deze meebewegen met de ontwikkeling van het autogebruik.

5.7.3 Geluidhinder

Wegverkeer, vooral binnen de bebouwde kom op gemeentelijke wegen, is de belangrijkste bron van geluidhinder. Dat de geluidhinder in Nederland niet groeit, ondanks de verkeersgroei, is mede te danken aan de inspanningen om geluidhinder te bestrijden. Het Nederlandse beleid bestaat onder andere uit het aanleggen van stil asfalt, het plaatsen van schermen en het aanbrengen van gevelisolatie. Het beleid heeft zich vooral gericht op het voorkomen en wegnemen van hoge pieken in de geluidbelasting, maar heeft niet kunnen voorkomen dat er zich een geluiddeken over Nederland heeft uitgerold (Gezondheidsraad, 2006). Om het echt stiller te krijgen, zijn stillere auto's nodig. Die komen er alleen, als het wordt afgedwongen door Europese regelgeving. Sinds ongeveer 40 jaar worden er vanuit de EU steeds strengere eisen gesteld aan de geluidemissie van nieuwe auto's. Dat zijn echter eisen die onder specifieke testomstandigheden gelden. In de praktijk heeft dit niet geleid tot het stiller worden van personenauto's (Toorn et al., 1997, Steven, 2005).

In de referentiescenario's wordt er, rekening houdend met de ervaringen uit het verleden, niet van uitgegaan dat er de komende decennia stillere auto's op de weg zullen komen. Het geluidprobleem zal daarom eerder groter dan kleiner worden en relatief aan belang toeneemen. Alleen bij een vrijwel volledig elektrisch wagenpark zal het in de stad 3 à 4 decibel stiller worden en zal de geluidhinder verminderen (Verheijen en Jabben, 2010). Bij de kleine

aandelen elektrische auto's waar in de referentiepaden van uitgegaan wordt, is dat effect echter niet merkbaar.

5.8 Vergelijking met de vorige WLO

Deze nieuwe WLO-scenario's vervangen de oude scenario's uit 2006. In deze paragraaf schetsen we beknopt hoe de nieuwe scenario's verschillen van de oude. De nieuwe scenario's hebben allereerst een ander startjaar (2010 in plaats van 2002) en andere zichtjaren. De vorige WLO keek vooruit naar 2020 en 2040, nu kijken we naar 2030 en 2050. Verder zit er een aantal cruciale verschillen in de principiële keuzes. Zo zijn er geen vier scenario's maar slechts twee. De praktijk wijst namelijk uit dat werken met twee scenario's in beleid vaak al complex genoeg is. Van de vier scenario's uit de vorige WLO werden dan ook vooral het hoogste (Global Economy – GE) en het laagste (Regional Communities – RC) gebruikt. Daarnaast is gekozen voor wat rustigere scenariopaden dan de vorige keer. Een grote bandbreedte tussen scenario's kan namelijk betekenen dat bij de doorrekening van nieuwe investeringspakketten in infrastructuur de conclusie moet worden getrokken dat in het Lage scenario geen investeringen nodig zijn, en in het Hoge scenario geen enkele investering volstaat. Dan schieten de scenario's hun doel als hulpmiddel bij de beleidsvorming voorbij.

Daarnaast is er deze keer in de scenario's wel gewerkt met verschillen in ruimtelijke ontwikkeling. In de vorige WLO werd er in alle scenario's vanuit gegaan dat de verstedelijking in ons land een uitschuif richting Noord-Brabant en Gelderland zou laten zien, weg van de Randstad. In de nieuwe scenario's is ervoor gekozen om te variëren met de ruimtelijke ontwikkeling, waarbij in Hoog is uitgegaan van een sterke(re) concentratie in de stedelijke gebieden en in Laag van een wat minder sterke concentratie.

Het laatste grote verschil met de WLO uit 2006 is dat er, in aanvulling op de twee referentiescenario's, ook gewerkt is met aanvullende onzekerheidsanalyses (zie hoofdstuk 6). Hiermee zijn enkele mogelijke ontwikkelpaden, die geen plek hebben gekregen in de rustige referentiescenario's, nader verkend.

Tabellen 5.16 en 5.17 geven voor de kernindicatoren het verschil aan tussen de scenario's Hoog en Laag van deze WLO en de scenario's GE en RC van de vorige. Tabel 5.16 geeft daar in een vergelijking voor 2030. Het Hoge scenario van nu kent een mobiliteitsgroei in 2030 die zo'n 10 procentpunten lager ligt dan GE. Dit komt vooral door minder kilometers voor autobestuurder, maar ook voor openbaar vervoer. Langzaam vervoer groeit juist wat harder in Hoog dan in GE, maar dat heeft een beperkt effect op het totaal kilometrage. Het gebruik van het hoofdwegennet, maar vooral ook de congestie, ligt beduidend lager in het nieuwe Hoge scenario dan in GE. Het Lage scenario van nu zit qua totaal afgelegde kilometers in 2030 op een vergelijkbaar niveau als RC, maar de onderliggende *modal split* is duidelijk anders. Laag kent minder kilometers als autobestuurder, maar meer per openbaar vervoer en lopend/fietsend. Het totaal aantal afgelegde kilometers en de congestie op het hoofdwegennet zijn lager dan bij RC.

Tabel 5.16 Kernindicatoren volgens WLO-scenario's Hoog en Laag en oude WLO-scenario's GE en RC voor 2030 (2010=100)

	GE 2030	Hoog 2030	Laag 2030	RC 2030
Afgelegde reizigerskilometers				
- Autobestuurder	157	132	113	118
- Autopassagier	99	111	110	105
- Trein	136	131	125	111
- Bus/tram/metro	115	112	105	92
- Lopen/fietsen	102	112	105	91
- Totaal	132	123	112	110
Voertuigkilometers hoofdwegennet	153	128	112	117
Voertuigverliesuren hoofdwegennet	234	111	72	81

Tabel 5.17 Kernindicatoren volgens WLO-scenario's Hoog en Laag 2050 en oude WLO-scenario's GE en RC voor 2040 (2010=100)

	GE 2040	Hoog 2050	Laag 2050	RC 2040
Autobestuurder	167	157	124	118
Autopassagier	96	111	102	104
Trein	147	142	120	106
Bus/tram/metro	124	120	99	89
Lopen/fietsen	105	117	99	86
Totaal	137	137	114	109
Voertuigkilometers hoofdwegennet	160	150	122	117
Voertuigverliesuren hoofdwegennet-	315	186	91	80

Tabel 5.17 geeft een vergelijking tussen de cijfers voor 2040 uit de oude WLO en 2050 voor de nieuwe WLO. Qua groei van het autogebruik, het gebruik van het hoofdwegennet en de voertuigverliesuren blijft Hoog 2050 nog onder GE 2040, dus zelfs met een peiljaar 10 jaar later. In Hoog 2050 ligt het kilometrage lopen en fietsen wel hoger dan GE 2040. Qua auto-gebruik, het gebruik van het hoofdwegennet en de voertuigverliesuren ligt Laag 2050 boven RC 2040. Bij het openbaar vervoer en lopen-fietsen is dat nog wat sterker. De conclusie is dat vooral bij het autogebruik het scenario Hoog van de nieuwe WLO duidelijk lager is dan het GE scenario van de oude WLO.

6 Aanvullende onzekerheidsverkenningen

De referentiescenario's beschrijven twee rustige ontwikkelpaden voor de komende 35 jaar. Om uiteenlopende redenen heeft een aantal denkbare ontwikkelpaden van drijvende krachten geen plek gekregen in deze scenario's. Bijvoorbeeld omdat hun gevolgen hoogst onzeker zijn, ze (nog) niet kwantitatief kunnen worden doorgerekend, of omdat ze een trendbreuk veronderstellen die voor de rustige scenario's te groot is geacht. Deze mogelijke ontwikkelingen zijn echter niet minder belangrijk en potentieel zeer (beleids)relevant. Daarom hebben we aanvullende onzekerheidsverkenningen uitgevoerd.

6.1 Tweegradendoelstelling wordt gehaald

Als we conform de klimaatafspraken die in 2015 in Parijs zijn gemaakt, willen afkoersen op een wereld die aan het eind van deze eeuw slechts beperkt (maximaal twee of zelfs anderhalve graad) warmer is geworden dan in het pre-industriële tijdperk, zal is een forse reductie van CO₂-emissies voor alle sectoren noodzakelijk. Het nationale Energie-akkoord voorziet voor de transportsector, momenteel verantwoordelijk voor ongeveer een kwart van de CO₂-emissies, dat in dat geval een reductie van ongeveer 60 procent in 2050 ten opzichte van de emissies in 1990 nodig is. Binnen de sector verkeer en vervoer stoten personenauto's momenteel ongeveer de helft van de CO₂ uit. Zij hebben, vergeleken met de andere vervoerwijzen, de meeste technische mogelijkheden om minder uit te stoten en zullen daarom ook de meeste emissiereductie (80 – 90 procent) moeten realiseren om tot de gewenste 60 procent reductie voor de transportsector als geheel te komen. Zwaar wegverkeer heeft veel minder mogelijkheden (daar is biobrandstof de belangrijkste optie, al worden andere opties niet helemaal uitgesloten, zie bijvoorbeeld den Boer et al. 2013) en voor scheep- en luchtvaart zijn de mogelijkheden nog beperkter. Een belangrijk deel van de reductietaak ligt dus bij het personenvervoer over de weg.¹³

Vele wegen leiden naar Rome (of Parijs)

Een emissiereductie van 60 procent vereist een significante omslag in het huidige transportsysteem, maar is op verschillende wijzen in elk geval technisch wel mogelijk. Doorgaan op de huidige weg van het aanscherpen van emissie-eisen waardoor conventionele auto's met verbrandingsmotor steeds zuiniger worden helpt wel, maar is uiteindelijk niet voldoende. Daarvoor is het ook noodzakelijk dat biobrandstoffen op zeer grote schaal beschikbaar komen en/of dat personenauto's grotendeels elektrisch gaan rijden (zie ook een recente studie van ECN, TNO en CEDelft uit 2014)¹⁴. Die laatste route wordt hieronder verder verkend.

¹³ De Europese Commissie geeft in zijn *burden sharing agreement* voor CO₂-reducties voor niet-ETS-sectoren (zoals voor de transportsector) aan dat CO₂-reducties wel efficiënt moeten zijn en dus moeten renderen bij huidige en toekomstige ETS CO₂-prijzen (zie CPB/PBL, 2015e).

¹⁴ Een mogelijkheid die hier niet verder verkend wordt is het beperken van de verkeersvolumes. Dat kan alleen door een forse beleidswijziging, die bovendien negatieve gevolgen kan hebben voor consumenten en bedrijven.

Transitie naar elektrisch rijden

Het Hoge scenario is startpunt voor de uitwerking van de WLO-tweegradenscenario's. Met een CO₂-normering van 55 g/km in 2050, wordt in Hoog al uitgegaan van redelijk stringent Europees beleid ten aanzien van emissie-eisen. Dat betekent dat conventionele auto's veel zuiniger worden. Bovendien wordt rekening gehouden met een aandeel biobrandstoffen van 20 procent en een groeiend aandeel plug-in hybrides en elektrische auto's. Omdat in Hoog ook het aantal verreden kilometers groeit wordt in 2050 uiteindelijk ongeveer 40 procent minder CO₂ wordt uitgestoten door het wagenpark dan in 2010. Dat is dus nog lang niet de gewenste 80 – 90 procent reductie.

Met de technologische mogelijkheden zoals die in scenario Hoog zijn verondersteld is het in principe mogelijk om een reductie van de CO₂-uitstoot van 80-90 procent te realiseren. Dat betekent wel dat het wagenpark anders moet zijn samengesteld. In Hoog bestaat het wagenpark in 2050 voor 70 procent uit conventionele auto's, 23 procent plug-in-hybrides en 7 procent elektrische voertuigen. Tabel 6.1 geeft aan met welke varianten van het wagenpark de beoogde reductie gehaald kan worden. Daarbij blijkt dat een dergelijke samenstelling zwaar leunt op een groot aandeel elektrische en slechts een zeer klein aandeel conventionele auto's.

Tabel 6.1 Aandelen (in procenten) van verschillende voertuigtypen in het wagenpark 2050, die leiden tot 80 – 90 % CO₂-reductie t.o.v. 2010.

Aandelen			
Conventioneel	5%	10%	20%
Plug-in hybride	30%	20%	0%
Elektrisch	65%	70%	80%

Dit betekent dat er in een tweegradenscenario in elk geval vanaf 2030 een grote transitie in gang gezet wordt naar elektrisch vervoer. Een transitie van die omvang komt niet vanzelf, en al zeker niet gratis. Naar verwachting zullen accu's, die een belangrijk deel van de prijs van elektrische auto's uitmaken, weliswaar beter worden, maar desondanks relatief duur blijven. Hierdoor zullen elektrische auto's ook in de toekomst duurder blijven in aanschaf dan vergelijkbare conventionele auto's (Nykqvist & Nilsson 2015). Maar doordat in een dergelijk scenario naar verwachting de (internationale) CO₂-prijzen sterk zullen stijgen, wordt fossiele brandstof ook veel duurder en wordt het rijden met een elektrische auto relatief snel goedkoper dan rijden met een conventionele brandstofauto¹⁵.

Deze transitie kan plaatsvinden wanneer de kosten van conventionele auto's hoger worden dan die van elektrische auto's door bijvoorbeeld belastingen op aanschaf, bezit en gebruik van conventionele auto's fors te verhogen. Het kan ook plaatsvinden wanneer er sterke restricties op het gebruik van conventionele auto's worden ingevoerd. Dat zal als neveneffect hebben dat het autobezit daalt. Immers, er zijn dan steeds meer huishoudens die zich geen auto meer kunnen veroorloven of de kosten niet meer tegen de baten vinden opwegen. Kosten zullen niet alleen neerslaan bij eindgebruikers, maar ook bij de overheid. Er zijn investeringen nodig om grootschalig elektrisch rijden mogelijk te maken. Wanneer autobezit door stijgende kosten daarvan fors daalt zal er ook meer behoefte zijn aan andere vervoersopties (bijvoorbeeld openbaar vervoer) en wellicht volgt er ook een beleidsopgave uit het vaker voorkomen van vervoersarmoede, wanneer een groeiend aantal huishoudens zich geen auto meer kan veroorloven. Bovendien zal de overheid, in elk geval bij gelijkblijvend belastingregime, jaarlijks enkele miljarden aan inkomsten uit brandstofaccijnzen en autobelastingen mislopen.

¹⁵ Ter illustratie, een CO₂-prijs van 400 Euro/ton betekent voor de zuinige benzine- en dieselauto's van de toekomst een opslag van ongeveer 3 cent/km.

Kortom, het zuiniger maken van voertuigen is een optie die ervoor zorgt dat nieuwe technologieën minder snel hoeven te worden uitgerold, maar efficiëntieverbeteringen alleen zullen niet genoeg zijn om de uitstoot van het personenautoverkeer met de beoogde 80-90 procent te laten dalen. Er zijn ook nieuwe energiedragers en/of aanzienlijke reducties in mobiliteitsgroei nodig om de doelen te halen. Bovendien zal niet alleen het wegverkeer, maar zeker ook de internationale lucht- en scheepvaart een bijdrage moeten leveren. In alle gevallen is daarbij een belangrijke rol weggelegd voor zowel Europese, nationale als lokale overheden.

6.2 Alternatieve verstedelijkingspatronen: Hoog spreiding en Laag concentratie

Naast de twee referentiescenario's zijn er twee aanvullende beelden ontwikkeld om een grotere diversiteit aan mogelijke verstedelijkingsopties te bekijken. Het gaat om een scenario op basis van referentiescenario Hoog maar dan met een meer gespreid verstedelijkingspatroon en een scenario op basis van referentiescenario Laag maar dan met een sterker geconcentreerd verstedelijkingspatroon. In onderstaande paragrafen bespreken we de kenmerkende verschillen die deze alternatieve patronen betekenen voor de mobiliteitsindicatoren ten opzichte van hun respectievelijke referentiescenario's.

Meest kenmerkende verschil tussen scenario Hoog en aanvullend beeld Hoog spreiding is het feit dat deze laatste een meer gespreid ruimtelijk patroon kent omdat er een sterkere voorkeur is voor groen/blauwe woonomgevingen die meer suburbaan gelegen zijn. Dat vertaalt zich op de schaal van Nederland in een minder sterke concentratie in de Randstad en op regionale schaal op een minder sterke concentratie in de steden. Zie voor nadere details over de invulling van deze scenario's het Cahier Ruimtelijke Ontwikkelingen en Verstedelijking (CPB/PBL 2015d).

Dit alternatieve patroon heeft nauwelijks invloed op het totale reizigerskilometrage (zie tabel 6.2). De invloed van demografische en sociaal-economische kenmerken zijn duidelijk dominant boven de veranderingen in het spreidingspatroon. Dat komt ook omdat de ruimtelijke spreiding voor een belangrijk deel al bepaald is (het grootste deel van de woningen en werklocaties ligt al vast) en er alleen gevarieerd is met een (deel) van de toename daarin tot 2050. Ook naar modaliteit bekeken zijn de verschillen beperkt. We zien dat het meer suburbane verstedelijkingspatroon leidt tot wat minder openbaarvervoer gebruik, zowel per trein als per bus/tram/metro, en tot iets meer auto gebruik (tot maximaal drie procentpunten meer voor autobestuurder in 2050). Ook in voertuigkilometers op het hoofdwegennet en zelfs in voertuigverliesuren laat het afwijkende patroon weinig verschil zien voor Nederland als geheel. Er is wel een invloed op de bereikbaarheid van banen. Die is in Hoog Spreiding voor alle vervoerwijzen duidelijk lager dan in Hoog. Door de grotere spreiding in verstedelijking zijn in deze variant de afstanden naar bestemmingen langer, wat niet gecompenseerd kan worden door sneller reizen.

Het aanvullende beeld Laag concentratie schetst een wereld met lage bevolkingsontwikkeling en lage economische groei met een sterke ruimtelijke concentratie in de Randstad en de steden. Het is daarmee een scenario dat een 'worst case' situatie schetst voor de krimpgebieden. Op de belangrijkste mobiliteitsindicatoren zien we voor Nederland als geheel maar een zeer klein verschil ten opzichte van het scenario Laag (zie tabel 6.2). Er is vooral sprake van een iets hogere congestie, al betekent dat nog altijd een daling ten opzichte van de situatie in 2010. Ondanks die hogere congestie dan in Laag, is de bereikbaarheid van banen in Laag Concentratie voor alle vervoerwijzen iets hoger als gevolg van de sterkere stedelijke concentratie en daarmee gemiddeld kortere afstanden naar bestemmingen.

Tabel 6.2 Ontwikkeling reizigerskilometers (naar modaliteit), voertuigkilometers hoofdwegennet en voertuigverliesuren hoofdwegennet in referentiescenario's Hoog en Laag en aanvullende beelden in Nederland (indexcijfers t.o.v. 2010)

	2030				2050			
	Hoog	Hoog Spreiding	Laag	Laag Concentratie	Hoog	Hoog Spreiding	Laag	Laag Concentratie
Inwoners	109	109	102	102	116	116	98	98
Reizigerskilometers	123	124	112	112	138	138	114	114
als autobestuurder	132	132	112	112	158	159	123	123
als autopassagier	111	111	110	109	111	112	102	102
per trein	132	130	126	128	142	137	120	123
per bus/tram/metro	112	111	105	107	120	116	99	102
lopend/fietsend	112	112	106	106	117	117	99	99
Voertuigkilometers hoofdwegennet	128	128	112	111	150	151	121	122
Voertuigverliesuren hoofdwegennet	111	112	72	74	186	184	90	95
Bereikbaarheid van banen								
per auto	119	116	118	120	111	106	111	113
per OV	124	120	112	116	133	122	110	116
lopend/fietsend	154	146	132	140	176	155	140	147

Wanneer we inzoomen op de regionale cijfers (tabel 6.3), dan zien we waar de verschillen vandaan komen. In Laag concentratie groeit de Randstad sterker dan in Laag. Dit vertaalt zich daar in een sterke mobiliteitsgroei voor alle modaliteiten, meer autokilometers op het hoofdwegennet en een hogere congestie. De bereikbaarheid van banen neemt juist toe, vooral per openbaar vervoer en langzaam vervoer. Voor de provincies Gelderland, Overijssel en Noord-Brabant betekent Laag concentratie een iets lagere mobiliteitsgroei dan Laag, al zijn de verschillen klein. Ook qua bereikbaarheid van banen zijn er weinig verschillen. De grootste verschillen zien we in overig Nederland.

Opvallend is met name het beeld van het treingebruik. De sterkere concentratie in de Randstad in Laag concentratie ten opzichte van Laag leidt tot vijf procent meer groei daar, terwijl de lagere bevolkings- en werkgelegenheidsontwikkeling in de rest van het land zich nauwelijks door vertaalt in meer of minder treingebruik. Het dempend effect van een lager volume aan reizigers wordt vrijwel volledig gecompenseerd door het stuwend effect van een meer stedelijke configuratie.

Regionaal zijn er nog meer en grotere verschillen als we naar Hoog concentratie kijken in vergelijking met Hoog (tabel 6.3). In de Randstad ligt bijvoorbeeld de groei van het treingebruik en van het bus/tram/metro-gebruik beide tien procentpunten lager in Hoog spreiding dan in Hoog. Ook het lopen en fietsen zal onder Hoog Spreiding in de Randstad minder toenemen dan onder Hoog. Daarnaast komt het autogebruik ook iets lager uit, waardoor al met al de mobiliteit in de Randstad enkele procentpunten minder groeit. Dit zien we terug in de voertuigkilometers op het hoofdwegennet en deze afname in vervoersvraag heeft vooral veel invloed op de congestie in de Randstad in 2050, welke beduidend lager uitkomt. Een kleine

Tabel 6.3 Ontwikkeling reizigerskilometers (naar modaliteit), voertuigkilometers hoofdwegennet en voertuigverliesuren hoofdwegennet naar referentiescenario's Hoog en Laag en aanvullend beelden per regio (indexcijfers t.o.v. 2010)

2050	Randstad				Intermediaire zone				Overig Nederland			
	Hoog	Hoog Spreiding	Laag	Laag Concentratie	Hoog	Hoog Spreiding	Laag	Laag Concentratie	Hoog	Hoog Spreiding	Laag	Laag Concentratie
Bevolking (in mln)	111	117	98	95	111	117	98	95	103	110	90	84
Afgelegde afstand (in miljarden kilometers)	145	140	118	122	133	138	113	111	125	133	104	99
autobestuurder	165	161	127	130	153	159	124	121	146	155	115	109
autopassagier	119	116	108	111	105	110	100	97	99	106	92	86
trein	149	140	125	129	140	139	121	122	128	128	108	107
bus/tram/metro	127	118	103	109	111	117	95	94	100	108	85	82
langzaam vervoer	129	120	105	110	110	117	97	94	100	108	87	81
Voertuigkilometers hoofdwegennet	157	155	126	129	144	147	119	118	142	148	115	111
Voertuigverliesuren hoofdwegennet	196	177	85	97	181	200	101	98	150	168	78	71
Bereikbare banen (index nl gemiddelde 2010=100)												
per auto	110	105	111	112	106	103	107	105	107	106	101	98
per openbaar vervoer	132	122	110	116	125	122	108	107	110	110	94	91
per langzaam vervoer	178	156	141	150	160	152	134	131	150	143	123	122

reductie van het aantal auto's op de zeer drukke wegen aldaar heeft relatief veel effect. De bereikbaarheid van banen is in Hoog Spreiding in de Randstad voor alle vervoerwijzen lager dan in Hoog.

In de intermediaire zone van Nederland (de provincies Overijssel, Gelderland en Noord-Brabant) groeit de mobiliteit onder Hoog spreiding sterker dan onder Hoog: meer autokilometers, meer lopen en fietsen en meer bus/tram/metro. Dit gaat samen met een sterkere groei van de congestie (bijna 20 procentpunten meer voertuigverliesuren) en een iets lagere bereikbaarheid van banen. Op hoofdlijnen geldt hetzelfde voor overig Nederland (de drie noordelijke provincies, Zeeland en Limburg), al liggen de niveaus daar iets lager. Het trein-gebruik buiten de Randstad is niet gevoelig voor de verschillen tussen Hoog en Hoog Spreiding. Ook is de bereikbaarheid van banen in overig Nederland in Hoog spreiding nauwelijks anders dan in Hoog. Alleen bij langzaam vervoer is het effect van minder stedelijke concentratie zichtbaar.

Kortom, het aanvullende beeld Laag Concentratie leidt op nationale schaal niet tot verschil in de omvang van de vervoervraag. Maar door de sterkere concentratie in de Randstad zal de congestie in dit scenario iets minder afnemen dan in Laag. De trein en ook bus/tram/metro profiteren als vervoerwijzen in lichte mate van de meer stedelijke configuratie. De bereikbaarheid van banen is op nationale schaal iets beter, vooral door de verbetering in de Randstad. Het aanvullende beeld Hoog spreiding leidt tot minder mobiliteit in de Randstad en dus ook minder files daar, maar tot meer mobiliteit en een forse toename van de congestie in de rest van Nederland. Door de lagere mate van concentratie in de Randstad en de steden is de rol van het openbaar vervoer wat kleiner dan in Hoog. De bereikbaarheid van banen neemt wat af door verminderde concentratie van ruimtelijke ontwikkeling. Dit effect is het sterkst in de Randstad.

6.3 Minder klimaatbeleid en hoge olieprijs bij Hoog

In het scenario Hoog is een relatief ambitieus en krachtig internationaal klimaatbeleid verondersteld. Maar het is denkbaar dat, ook onder gunstig economisch gesternte, de internationale gemeenschap er niet in slaagt om tot een breed gedragen, ambitieus klimaatbeleid te komen. Voor de aanvullende onzekerheidsverkenning over minder klimaatbeleid is dat vertaalt naar een minder sterke technologische ontwikkeling van voertuigen, waardoor deze minder schoner worden. Dit heeft effect op met name op de autokosten en daarmee op autobezit en -gebruik. Om de mogelijke gevolgen hiervan te bepalen zijn alle veronderstellingen van Hoog gehandhaafd maar is daarbij het klimaatbeleid van Laag gehanteerd. Onder deze set aannames is het autopark in omvang iets groter, omdat auto's iets goedkoper zijn, en nemen de variabele autokosten duidelijk toe omdat auto's minder zuinig zullen zijn (zie tabel 6.4). Voor de mobiliteitsindicatoren heeft dit nauwelijks betekenis.

In het scenario Hoog is een relatief lage olieprijs verondersteld, onder andere omdat er meer geopolitieke stabiliteit heerst en omdat technologische ontwikkelingen waarschijnlijk leiden tot minder vraag naar olie en meer schone alternatieven. Echter, de olieprijsontwikkeling is grillig. Daarom hebben we ook een aanvullende onzekerheidsverkenning gedaan waarbij we de veronderstellingen van Hoog combineren met een hoge olieprijs. Een hoge olieprijs heeft maar weinig effect op het autopark. De aanschafprijzen veranderen immers niet. Wel stijgen de variabele autokosten flink, namelijk met ruim een kwart. Dit alles betekent dat het aantal reizigerskilometers als autobestuurder lager zal zijn, wat deels gecompenseerd wordt door meer kilometers als autopassagier en ook per trein. De overige verschillen zijn klein. Het gebruik van het hoofdwegennet daalt ook, met een gunstig effect op de congestie. Die zal bij

een hoge olieprijs naar verwachting ruim tien procent lager zijn dan bij het referentiescenario Hoog.

Tabel 6.4 Effect op autopark, variabele autokosten, reizigerskilometers (naar modaliteit), voertuigkilometers hoofdwegennet en voertuigverliesuren hoofdwegennet van minder klimaatbeleid bij het Hoge scenario

	Effect minder klimaatbeleid bij Hoog		Hoge Olieprijs bij Hoog	
	2030	2050	2030	2050
Autopark	+1%	+1%	-1%	-1%
Variabele autokosten	+3%	+12%	+27%	+28%
bestuurder	0%	-1%	-6%	-5%
passagier	0%	-1%	2%	3%
Trein	0%	-2%	2%	2%
BTM	-1%	-2%	1%	1%
LV	0%	-1%	1%	1%
Totaal	0%	-1%	-2%	-2%
Voertuigkilometers hoofdwegennet	0%	-1%	-5%	-4%
Voertuigverliesuren hoofdwegennet	0%	0%	-13%	-11%

6.4 Impact ICT ontwikkelingen

In paragraaf 2.6.4 is besproken dat ICT ontwikkelingen op allerlei manieren impact kunnen hebben op ons verplaatsingsgedrag. Het kan leiden tot substitutie van verplaatsingen door virtuele vormen van bepaalde activiteiten, maar ook tot generatie van nieuwe verplaatsingen. Daarnaast lijkt vooral relevant dat ICT de huidige patronen verandert. Al met al zijn er veel verschillende effecten, die in termen van kilometrages en verplaatsingen, elkaar mogelijk opheffen. De manier waarop onze patronen veranderen lijkt belangrijker dan de simpele vraag of dit leidt tot meer of minder mobiliteit.

Drie thema's komen duidelijk uit de literatuur naar voren.

1. *Veranderingen in de ruimtelijk-temporele verdeling van activiteiten*
ICT maakt het mogelijk om flexibeler om te gaan met tijd en ruimte in onze activiteitenpatronen. Ontmoetingen kunnen bijvoorbeeld makkelijker last minute gepland worden of, in overleg met anderen, herverdeeld worden. Dit alles kan leiden tot een andere indeling van activiteiten naar tijd en plaats.
2. *Sociale netwerken en face-to-face interactie*
Een belangrijke potentiële invloed van ICT op menselijke activiteiten loopt via sociale netwerken. Diverse studies laten zien dat ICT leidt tot grotere sociale netwerken en een grotere ruimtelijke spreiding van sociale contacten. Er lijkt verder consensus dat ICT niet leidt tot minder face-to-face-contacten: sommige zullen vervangen worden door virtuele contacten, maar er worden ook nieuwe interacties gegenereerd en de tijd/plaats/aard van ontmoetingen kan veranderen.
3. *De beleving van reizen en plekken*
ICT kan de beleving van reizen en van de fysieke ruimte om ons heen veranderen, wat weer diverse gevolgen kan hebben voor ons gedrag. ICT kan helpen ons te oriënteren bijvoorbeeld met tools voor navigatie, reisinformatie en het verstrekken van locatiespe-

cifieke informatie. Reizen wordt makkelijker met real time beschikbare relevante informatie. Mogelijk ontstaat er een vervaging van het onderscheid in reistijd en activiteiten-tijd, met consequenties voor tijdwaardering en wellicht ook voor het BREVER-principe (zie paragraaf 2.6.2). Door de toegenomen flexibiliteit van handelen en de beschikbare informatie over onze omgeving kan ook de waardering van publieke ruimte en activiteitenlocaties veranderen, mede onder invloed van de vervaging van grenzen tussen publiek en privaat leven. Immers, met je vrienden onder handbereik op je mobiele telefoon bevind je je in de trein tegelijkertijd in het publieke en private domein.

Op basis van bestaande literatuur en de beschikbare empirie valt niet te bepalen hoe de wereld onder invloed van ICT er uit gaat zien op (middel)lange termijn. Voor het merendeel van de mensen zijn moderne communicatiemiddelen niet iets waar ze mee opgegroeid zijn. De invloed van ICT op activiteiten- en verplaatsingspatronen voor generaties voor wie deze wel vanzelf spreken kan anders zijn. Daarnaast zijn ook omstandigheden op andere terreinen relevant voor de mate waarin de potentie van ICT om verplaatsingsgedrag te veranderen waargemaakt wordt. Door stijgende prijzen van olie of CO₂, duurder openbaar vervoer of een andere veiligheidssituatie kan de afweging of een ICT-equivalent van een activiteit acceptabel is in vergelijking met de fysieke variant, anders komen te liggen.

Voor een belangrijk deel is de invloed van ICT op activiteiten- en verplaatsingsgedrag voorsnog voorbehouden aan een beperkt deel van de bevolking, welke qua welvaart en aard van werk in staat zijn om veranderingen door te voeren. Het is geenszins vanzelfsprekend dat deze tweedeling op termijn zal verdwijnen, al zullen de groepen wellicht in omvang wijzigen. Er zijn ook redenen om aan te nemen dat de verschillen tussen hen die wel en geen toegang hebben tot nieuwe technologieën zullen toenemen. Zeker wanneer de fysiekruimtelijke ordening zich aanpast op de beschikbare technologieën, kan dit leiden tot vraagstukken van sociale ongelijkheid.

Alles op een rij zettend lijken dit de meest aannemelijke mogelijke effecten op de belangrijkste verplaatsingsmotieven:

- *Werken:* De belangrijkste effecten van ICT op mobiliteit voor werken komen naar alle waarschijnlijkheid vooral voort uit de flexibilisering van onze activiteitenpatronen. In 2012 werkte 32% van de werknemers wel eens thuis of elders op afstand (2008: 27% - KiM 2014). Hierdoor zullen bepaalde bevolkingsgroepen – eerder de hoger opgeleiden en vaker in de sectoren onderwijs, ICT en financiële dienstverlening (KiM 2014) - steeds vaker de kans hebben om hun werkplek en hun moment van reizen flexibel te kiezen. Een woon-werk-verplaatsing valt mogelijk vaker in een ander dagdeel dan de ochtend- en of avondspits en de bestemming van een woon-werk-verplaatsing is minder dan vroeger verbonden aan de locatie van de arbeidsplaats. Ook kan de beleving van reistijd voor forenzen anders uitvallen, met als gevolg dat wellicht makkelijker een langere woon-werkafstand wordt geaccepteerd.
- *Winkelen:* Ondanks dat de manier waarop we winkelen in de afgelopen jaren al flink is veranderd (10% van alle niet dagelijks aankopen liep in 2012 al via internet en het aantal bezorgde pakketten groeide van 69 miljoen in 2005 naar 95 miljoen in 2010 – KiM 2013a), is de cumulatieve invloed ervan op mobiliteit beperkt. Het aantal ritten naar winkels is iets minder, maar daar staan bezorgritten tegenover. Echter, er zijn diverse redenen om aan te nemen dat in de toekomst verdere verschuivingen zullen optreden. Zo komt lokaal je pakket afhalen steeds vaker voor. Dit betekent extra verplaatsingen van individuen, maar wat minder bezorgritten. Een verdere groei van het internetwinkelen valt te verwachten, mede onder invloed van de vergrijzing. Mede door internetwinkelen krimpt en verschaalt het fysieke winkelaanbod (Molenaar 2011 in KiM 2013a: tot 2020 verdwijnt 1 op de 3 winkels). Door de verschraling zal er waarschijnlijk minder vaak maar over grotere afstand gewinkeld worden.

- *Sociaal-recreatief verkeer*: Sociale netwerken nemen door ICT in omvang toe en kennen ook een grotere ruimtelijke spreiding. Daarnaast zijn er allerlei andere invloeden die keuzes rondom sociale en recreatieve verplaatsingen mede bepalen. ICT maakt dat mensen meer informatie hebben over wat er waar te doen is of over wie uit de vriendenkring waar is. In theorie zou dit kunnen leiden tot meer verplaatsingen en wellicht ook over langere afstand. Daarnaast kunnen mogelijke veranderingen in tijdbeleving van reizen een rol spelen. In potentie zou de totale hoeveelheid tijd besteed aan reizen kunnen toenemen omdat zowel reizen als een andere activiteit als volwaardige activiteiten parallel kunnen worden uitgevoerd. Anderzijds maakt ICT het mogelijk om vanaf thuis sociale contacten op een hoogwaardigere manier te onderhouden, waardoor juist een mitigerend effect op mobiliteit optreedt.

Er zijn dus veel veranderingen in activiteiten- en verplaatsingspatronen denkbaar, afhankelijk van hoe technologie zich ontwikkelt, dit vertaald wordt in praktische toepassingen en de mate waarin deze geïmplementeerd en geaccepteerd worden door bedrijven in hun werkprocessen en door mensen in hun dagelijks leven. Grote gemene deler in vrijwel alle ICT-invloeden op activiteiten en verplaatsingen, is dat ze de keuzevrijheid en de flexibiliteit verruimen, waardoor mensen makkelijker kunnen inspelen op veranderingen of beperkingen. Dat de patronen daardoor minder voorspelbaar worden is wellicht ook minder erg dan voorheen. Mensen kunnen zich immers, vanwege die grotere flexibiliteit, makkelijker aanpassen aan mogelijk minder ideale omstandigheden.

6.5 Snelle intrede zelfstandig rijdende auto's

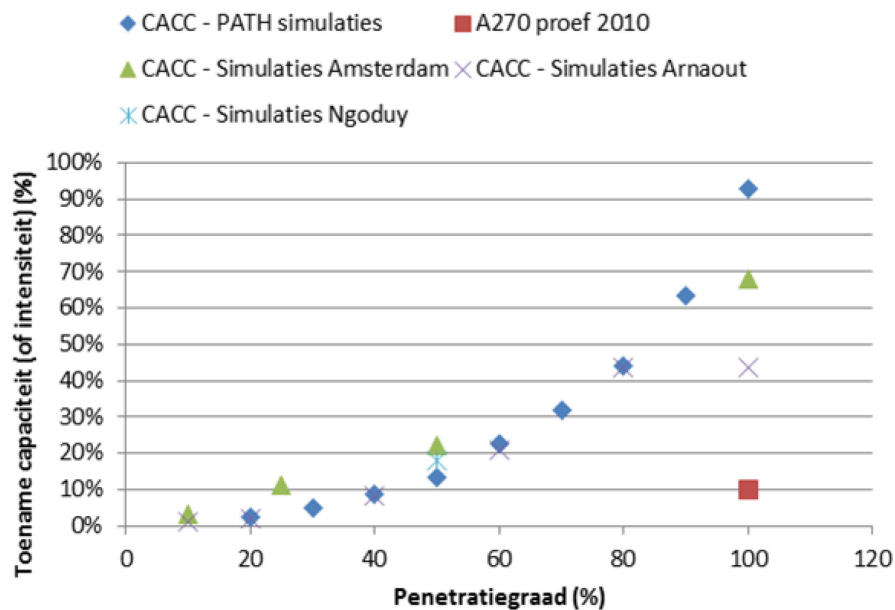
In de referentiescenario's zijn we, op basis van de beschikbare literatuur en expertinzichten, er vanuit gegaan dat automatische voertuigen niet voor 2050 een penetratiegraad bereiken die substantiële veranderingen in de mobiliteitspatronen met zich meebrengt. Mochten automatische voertuigen toch in versneld tempo de markt gaan betreden, dan zijn daar allerlei effecten van te verwachten. Deze paragraaf schetst een overzicht.

6.5.1 Effecten op wegcapaciteit

Automatische voertuigen kunnen snel reageren op nieuwe situaties en kunnen daardoor in principe dichter op elkaar rijden. Dat kan gunstige gevolgen hebben voor de wegcapaciteit en voor de congestie, maar hangt sterk af van de penetratiegraad van de automatische voertuigen. Onderzoek hiernaar is vooral gericht op de penetratiegraad van Cooperative Adaptive Cruise Control, een systeem waarbij de auto zeer snel reageert op voorgangers en de snelheid vervolgens aanpast. Wilmink et al. (2013) hebben in simulatieproeven laten zien dat een capaciteitstoename van 10 % te verwachten is bij een penetratiegraad van 25-40 %. Bij hogere penetratiegraden is de verwachte capaciteitsverhoging ook groter (zie figuur 6.1). Automatische vrachtwagens kunnen ook dichter op elkaar rijden (platooning), waardoor in theorie de wegcapaciteit vergroot kan worden. Mogelijk probleem hierbij is dat de verkeersveiligheid in gevaar komt door verwachte problemen bij het in- en uitvoegen van het overige verkeer.

Meer wegcapaciteit kan een rol spelen bij het verbeteren van de doorstroming van het verkeer. Het is overigens wel afhankelijk van de effecten op het verkeersvolume of die extra capaciteit zich ook vertaalt in minder congestie. Daarnaast is het nog onbekend wat het nettoresultaat zal zijn in bijvoorbeeld stedelijke gebieden. Automatische voertuigen kunnen wellicht wel zelfstandig hun weg vinden, maar zullen ook geprogrammeerd zijn om te stoppen voor overstekende voetgangers, fietsers en spelende kinderen. Hoe mensen zich zullen gaan gedragen rondom deze voertuigen is onzeker en dit kan substantieel effect hebben de reissnelheid in de stad.

Figuur 6.1 capaciteitstoename afgezet tegen penetratiegraad voertuigen met Cooperative Adaptive Cruise Control (Wilmink et al. 2013)



6.5.2 Effecten op reistijdwaardering

In een automatisch voertuig kan de reiziger zich met andere zaken dan het besturen van de auto bezighouden (reistijdverrijking). Dit zou tot een lagere reistijdwaardering dan die van de huidige automobilist kunnen leiden. Er is geen onderzoek bekend dat uitsluitsel geeft hoeveel lager die waardering wordt. De reistijdwaardering van een autopassagier is 80 procent van die van een autobestuurder (V&W & EZ 2000). Dit kan wellicht als een indicatie voor het effect van automatisch rijden op de reistijdwaardering worden gezien. Het KiM (2013b) heeft onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van de reistijdwaardering tussen 1997 en 2010. Daaruit bleek dat die waardering voor de autoforens en de zakelijke rijder in die periode gedaald is met 19 procent, terwijl die voor het overige autoverkeer juist toenam. Een plausibele verklaring van de lagere waardering bij het zakelijk en woon-werk autoverkeer kan het toenemend gebruik van de mobiele telefoon tijdens de reis zijn. De reistijd kan hierdoor voor een deel nuttig worden besteed.

6.5.3 Effecten op het mobiliteitsvolume

Met de beschikbaarheid van automatische voertuigen kunnen in principe meer mensen (zelfstandig) gebruik maken van de auto. Immers, rijbewijsbezit is niet meer nodig, leeftijd geen beperking meer en ook mensen die door beperkingen nu niet kunnen autorijden kunnen dat dan wel. Daarnaast is er mogelijk een volume-effect van leeg rondrijdende auto's: automatische voertuigen op weg om een gebruiker op te halen of om een parkeerplek te zoeken. Mocht reistijd inderdaad heel anders gaan wegen bij verplaatsen in een automatische auto, dan is het ook mogelijk dat mensen vaker, verder en langer gaan reizen. Mogelijk wordt zelfs de relatief constante tijdsduur die mensen aan reizen besteden langer.

6.5.4 Effecten op verkeersveiligheid

SWOV (Weijermars et al. 2015) heeft de mogelijke effecten geschat voor een minimaal en een maximaal scenario. Het minimale scenario gaat ervan uit dat het verkeersveiligheidseffect van voertuigautomatisering ook in 2030 nog nihil is. Het maximale scenario schetst juist

een behoorlijk rooskleurig beeld, waarin voertuigautomatisering een belangrijke bijdrage levert aan de verkeersveiligheid. De verwachte ontwikkelingen zijn ontleend aan de ERTRAC (European Road Transport Research Advisory Council) road map. Op basis van aannamen over ontwikkeling in penetratiegraad en verkeersveiligheidseffecten, is een inschatting gemaakt van de aantallen slachtoffers die bespaard kunnen worden. In de minimale variant worden geen substantiële effecten verwacht en in de maximale variant in 2030 maximaal 12 procent besparing doden en 9 procent besparing ernstig verkeersgewonden bij ongevallen met motorvoertuigen.

6.5.5 Effecten op parkeerbehoefte

De meeste onderzoekers zien twee ontwikkelingen die beide een verminderde parkeerdruk in de stad tot gevolg hebben. Ten eerste verwacht men een geringer autobezit (zie bijvoorbeeld Silberg et al. 2012). Automatische auto's zijn naar verwachting duurder en lenen zich door hun zelfstandige aard ook goed als deelauto. De gebruiker hoeft immers niet meer eerst naar de auto toe, de auto komt de gebruiker ophalen. Ten tweede zijn automatische voertuigen goed in staat om hun passagiers af te zetten op de plaats van bestemming om vervolgens zelfstandig een van de grote parkeergelegenheden aan de rand van de stad op te zoeken (Begg 2014; Fagnant & Kockelman 2014). Straten met overal geparkeerde auto's zouden zomaar iets uit het verleden kunnen worden en in de stad zou daardoor veel ruimte vrij kunnen komen. Anderzijds zal er juist meer behoefte gaan bestaan aan ruimte om te stoppen om passagiers af te zetten of op te halen.

6.5.6 Meerdere scenario's denkbaar

Random automatische voertuigen zijn dus diverse scenario's denkbaar, afhankelijk van de stand van de techniek, de fysieke mogelijkheden en de adoptie door de bevolking. Daarnaast is het denkbaar dat automatische voertuigen een boost geven aan het autodelen (zie ook paragraaf 6.6). Immers, een belangrijke belemmering voor autodelen – de auto ergens op moeten halen – komt bij volledige automatisering te vervallen. De auto haalt immers jou op. Het KiM (2015) heeft recent een rapport uitgebracht met vier scenario's die een combinatie vormen van meer of minder technologische voortgang en meer of minder bereidheid tot delen. Deze vormen een interessante bandbreedte van hoe de toekomst er mogelijk uit gaat zien. Ook in de VS is een studie gedaan naar hoe een toekomst met automatische voertuigen eruit zou kunnen zien (Townsend 2014). Hierbij is niet alleen gevarieerd met technologie en bezitsverhoudingen, maar ook met andere maatschappelijke, economische en bestuurlijke ontwikkelingen en verschillende typen regio's met eigen karakteristieken. Deze studie laat zien dat zelfs onder de aanname dat er in de toekomst automatische voertuigen zijn, deze toekomst er heel verschillend uit kan zien.

6.6 Autodelen zet versterkt door

Autodelen is nu nog een bescheiden fenomeen: er waren in 2014 11.000 deelauto's op een totaal van ruim 8 miljoen. In de referentiescenario's zijn geen aannames gedaan over een significante toename van het autodelen. Immers, ervaring leert dat mensen vooralsnog erg gehecht zijn aan hun auto, autobezit nog steeds als aantrekkelijk wordt gezien en ook de jongere generaties nog niet aangeven de auto af te zweren (KiM 2014, Goudappel Coffeng & Young Works 2015). Toch wordt er door sommigen veel verwacht als het gaat om de mobiliteit in de toekomst. Vaak wordt hierover gesproken in combinatie met elektrische of automatische voertuigen.

Vanuit de innovatietheorie gezien heeft autodelen een aantal kenmerken die maken dat het groot zou kunnen worden.

- *Toenemende meeropbrengsten* (Arthur 1989): Een technologie wordt aantrekkelijker naarmate meer mensen er al gebruik van maken. De diffusie van een technologie wordt als het ware een zelfversterkend proces. Dit geldt zeker voor autodelen. Aan de aanbodzijde gaan de kosten per rit omlaag omdat aanbieders een hogere bezetting van hun wagenpark krijgen als het aantal gebruikers toeneemt. Ook voor de nieuwe gebruikers wordt autodelen steeds aantrekkelijker naarmate er al meer gebruikers zijn. Hoe meer gebruikers, hoe groter het aanbod en variëteit van auto's in de buurt.
- *Recombinante innovatie* (van den Bergh 2008): Innovaties zijn doorgaans gebaseerd op een nieuwe combinatie van bestaande technieken. Autodelen is een voorbeeld van een recombinante innovatie. Technisch gezien is autodelen niet vernieuwend, maar door bestaande technologie op een nieuwe manier in te zetten is er toch sprake van een innovatie. Zo combineert autodelen de auto met andere technologie zoals chipcard, tankcard, boordcomputers en internet.
- *Lage switching costs* (Frenken et al. 2012): Overstappen op autodelen vereist nagenoeg geen verzonken investeringen bij de overstappers, iets wat vaak wel geldt voor veel nieuwe technologieën. De bestaande kennis over het gebruik van de auto en van reserveren via internet zijn voldoende.

Het netto-effect van autodelen op het autogebruik is nog niet zo makkelijk eenduidig vast te stellen. Het weinige onderzoek dat er gedaan is naar de effecten van autodelen op de mobiliteit heeft vooral betrekking op Noord-Amerika. Cervero et al. (2006) onderzochten deelnemers aan verschillende autodeelsystemen in de buurt van San Francisco. Velen bleken een beetje meer te rijden sinds ze de beschikking hadden over een deelauto, enkelen veel minder. Netto kwam het uit op minder autobezit en minder autokilometers. In een ander onderzoek schatten Martin en Shaheen (2011) dat het autobezit met 44 procent en het autogebruik met 43 procent daalde door deelname aan autodeelprogramma's. Millard-Ball et al. (2005) vonden soortgelijke reducties. PBL-onderzoek in Nederland (Nijland et al. 2015) laat zien dat autodelen leidt tot een daling van het autobezit en autogebruik van de ondervraagden. Als autodelen komt in plaats van een eigen auto leidt dat veelal tot minder auto-gebruik. Als autodelen wordt gekozen door huishoudens die anders geen (extra) auto hadden gekocht leidt het tot extra auto-gebruik. Het eerste effect lijkt sterker. De deelauto wordt vaak gebruikt als tweede auto.

Uit dat onderzoek blijkt ook dat circa 20 procent van de mensen positief staat tegenover autodelen. Er positief tegen overstaan betekent nog niet meteen deelnemen (anders waren er nu wel meer dan 11.000 deelauto's). Als de helft van hen daadwerkelijk zou gaan autodelen, dan zal de totale reductie van de automobiliteit hierdoor naar schatting zo'n 1,5-2 procent bedragen. Dit is een bescheiden totaaleffect. De kansen voor autodelen zijn het grootst in (zeer) stedelijke gebieden. Daar zijn er meer potentiële medegebruikers in de omgeving en is het parkeren van een eigen auto vaak lastiger. Autodelen kan hier helpen om de parkeerdruk te verlagen.

Eenzijds kun je zeggen, dat zelfs als autodelen heel groot zou worden (bijvoorbeeld 30 procent van de automobilisten doet aan autodelen), de effecten op het totaal aantal verreden kilometers beperkt zal zijn (bij 30 procent autodelen 7 procent minder autokilometers). Anderzijds kan het wel een behoorlijke impact op de stedelijke omgeving hebben, aangezien het vooral een stedelijk verschijnsel is en het aantal auto's in de steden aanzienlijk zou kunnen dalen.

Literatuur

- Aguiléra, A., C. Guillot & A. Rallet (2012), 'Mobile ICTs and physical mobility: Review and research agenda'. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(4): 664-672.
- Arthur, W.B. (1989), 'Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events'. *Economic Journal*, 99: 116-131.
- Begg, D. (2014), *A 2050 Vision for London: what are the implications of driverless transport*. Londen: Transport Times.
- Bergh, J.C.J.M. van den (2008), 'Optimal diversity: increasing returns versus recombinant innovation'. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 68: 565-580.
- Boer E. den, S. Aarnink, F. Kleiner & J. Pagenkopf J. (2013), *Zero emissions trucks. An overview of state-of-the-art technologies and their potential*. Delft: CE Delft.
- Boggelen, O. van & J. van Oijen (2013), *Feiten over de elektrische fiets*. Utrecht: Fietsbe- raad, publicatie 24.
- Bundesamt für Energie (2014), *Verbreitung und Auswirkungen von E-Bikes in der Schweiz. Schlussbericht*. Bern: Bundesamt für Energie.
- Cervero R., A. Golub & B. Nee (2006), *San Francisco City CarShare: Longer-Term Travel-Demand and Car Ownership Impacts*, Berkeley: University of California at Berkeley, Institute of Urban and Regional Development.
- College van Rijksadviseurs (2015), *Nederland Fietsland*, Den Haag: College van Rijksadvi- seurs/Artgineering.
- CPB/PBL (2015a), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Cahier WLO-Nederland in 2030 en 2050: twee referentiescenario's*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomge- ving/Centraal Planbureau.
- CPB/PBL (2015b), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Cahier mobiliteit*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving/Centraal Planbureau.
- CPB/PBL (2015c), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Cahier demografie*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving/Centraal Planbureau.
- CPB/PBL (2015d), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Cahier macro-economie*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving/Centraal Planbureau.
- CPB/PBL (2015e), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Cahier regionale ontwik- kelingen en verstedelijking*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving/Centraal Planbu- reau.
- CPB/PBL (2015f), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Cahier klimaat en ener- gie*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving/Centraal Planbureau.

ECN, CEDelft & TNO (2014), *Scenarios for energy carriers in the transport sector*. Petten: ECN, rapportnr. ECN-E--13-067.

Egelte, J.J.A., J. Jansen, W.J. Jansen, G. Schotten & D. Dicou (2014), Overwegingen bij de Loonontwikkeling. *DNB Occasional Studies*, 12.

Fagnant, D, & K. Kockelman (2014), 'Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations'. *Transportation Research part A: Policy and Practice*, 77: 167-181.

Florida, R. (2012), 'Why Young Americans Are Driving So Much Less Than Their Parents', Citylab.com, 10 April 2012 via <http://www.citylab.com/commute/2012/04/why-young-americans-are-driving-so-much-less-their-parents/1712/> - ingezien 7 januari 2015.

Frenken, K., L. Izquierdo & P. Zeppini (2012), 'Branching innovation, recombinant innovation and endogenous technological transitions'. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 4: 25-35.

Frontier Group/U.S. PIRG Education Fund (2012), *Transportation and the New Generation. Why Young People Are Driving Less and What It Means for Transportation Policy*.

Gezondheidsraad (2006), *Stille gebieden en gezondheid*, Den Haag.

Goodwin, Ph. (2012), 'Three Views on 'Peak Car''. *World Transport Policy and Practice*, vol. 17, 4 January 2012.

Goudappel Coffeng & Young Works (2015), *Jongeren en mobiliteit*. Amsterdam: Goudappel Coffeng/Young Works.

Hendriksen, I., L. Engbers, J. Schrijver, R. van Gijlswijk, J. Weltevreden & J. Wilting (2008), *Elektrisch Fietsen. Marktonderzoek en verkenning toekomstmogelijkheden*. Leiden: TNO Kwaliteit van Leven.

IFMO (2013), *'Mobility Y' – The Emerging Travel Patterns of Generation Y*. München: Institute for Mobility Research.

Jaffe, E. (2012), 'Young Americans Aren't the Only Ones Driving Much Less Than Their Parents', Citylab.com, 4 juni 2012, via <http://www.citylab.com/commute/2012/06/young-americans-arent-only-ones-driving-much-less-their-parents/2169/> - ingezien 7 januari 2015.

Kien Onderzoek (2015), *Onderzoek SNM Hopper-campagne*. Groningen: Kien Onderzoek.

KiM (2013a), *Leidt webwinkelen tot meer mobiliteit? Quickscan naar de betekenis van internetwinkelen voor de mobiliteit*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

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

KiM (2014a), *Niet autoloos, maar auto later. Voor jongvolwassenen blijft de auto een aantrekkelijk perspectief*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

KiM (2014b), *Meer tijd- en plaatsonafhankelijk werken: kansen en barrières*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

KiM (2015), *Chauffeur aan het stuur? Zelfrijdende voertuigen en het verkeer- en vervoerssysteem van de toekomst*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

KpVV (2014), <http://kpvvdashboard-4.blogspot.nl/>

Kuhnimhof, T., J. Armoogum, R. Buehler, J. Dargay, J.M. Denstadli & T. Yamamoto (2012a), 'Men Shape a Downward Trend in Car Use among Young Adults—Evidence from Six Industrialized Countries'. *Transport Reviews*, 32(6).

Kuhnimhof, T., R. Buehler, M. Wirtz & D. Kalinowskad (2012), 'Travel trends among young adults in Germany: increasing multimodality and declining car use for men'. *Journal of Transport Geography*, 24, september 2012.

Lee A., E. Molin, K. Maat & W. Sierzchula (2014), Substitutie door elektrische fietsen. Paper gepresenteerd op het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, november 2014, Eindhoven.

Ligterink, N.E. & A.R.A. Eijk (2014), *Update analysis of real-world fuel consumption of business passenger cars based on Travelcard Nederland fuelpass data*. Delft: TNO.

Litman, T. (2014), *The future isn't what it used to be*. Victoria: Victoria Transport Policy Institute.

Lyons, G. & Ph. Goodwin (2014), *Grow, peak or plateau - the outlook for car travel*. Discussion Paper, New Zealand Ministry of Transport.

Martin E. & S. Shaheen (2011), 'Greenhouse Gas Emission Impacts of Carsharing in North America'. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 12(4).

Metz, D (2010), 'Saturation of Demand for Daily Travel'. *Transport Reviews*, 30(5).

Milakis D., M. Snelder, B. van Arem, B. van Wee & G. Homem de Almeida Correia (2015), *Development of automated vehicles in the Netherlands: scenarios for 2030 and 2050*. Delft: TU Delft.

Millard-Ball, A., G. Murray, J. ter Schure, C. Fox, & J. Burkhardt (2005), *Car-sharing: Where and How it Succeeds*. Washington DC: Transportation Research Board, TCRP report 108.

Ministry of Transport (1963), *Traffic in Towns. A study of the long term problems of traffic in urban areas*. Reports of the Steering Group and Working Group appointed by the Minister of Transport, (The Buchanan Report). Londen: Her Majesty's Stationary Office.

Mokhtarian, P. (2009), 'If telecommunication is such a good substitute for travel, why does congestion continue to get worse?'. *Transportation Letters*, 1(1): 1-17

MuConsult (2015), *DYNAMO 3.0: Dynamic Automobile Market Model. Technische eindrapportage*. Amersfoort: MuConsult.

Newman, P. & J. Kenworthy (2011), "Peak Car Use': Understanding the Demise of Automobile Dependence'. *World Transport Policy and Practice*, 17(2), juni 2011.

Nijland H., A. Hoen, D. Snellen & B. Zondag (2012), *Elektrisch rijden in 2050, gevolgen voor de leefomgeving*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Nykvist B. & Nilsson M. (2015), 'Rapidly falling costs of battery packs for electric vehicles'. *Nature Climate Change*, 5: 329–332

OECD/International Transport Forum (2013), *Long-run Trends in Car Use*. ITF Round Tables, No. 152, OECD Publishing/ITF.

PBL (2012), *Balans van de Leefomgeving 2012*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL (2014), *Bereikbaarheid Verbeeld. 14 infographics over mobiliteit, infrastructuur en de stad*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Romijn, G., W. Blom & H. Hilbers (2016a), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Achtergronddocument Mobiliteit – Luchtvaart*. Den Haag: Centraal Planbureau en Planbureau voor de Leefomgeving.

Romijn, G., P. Verstraten, H. Hilbers & A. Brouwers (2016b), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Achtergronddocument Goederenvervoer en Zeehavens*. Den Haag: Centraal Planbureau en Planbureau voor de Leefomgeving.

Silberg, G., R. Wallace, G. Matuszak, JPlessers, C Brower & D. Subramanian (2012), *Selfdriving cars: The next revolution*. KPMG / Center for Automotive Research

Steven H. (2005) *Ermittlung der Geräuschemission von Kfz im Straßenverkehr*, TÜV Nord Mobilität - RWTÜV Fahrzeug GmbH, Würselen

The Economist (2012), 'Seeing the back of the car', *The Economist*, 22 September 2012, via <http://www.economist.com/node/21563280>.

TNO (2015), *Potential CO₂ reduction technologies and their costs for Dutch passenger car fleet*. Delft: TNO, rapportnr. 2015 R10730.

TNS (2014), *Are the wheels coming off for Generation Y?*. London: TNS UK.

Toorn JD van, Dool TC van den (1997), *Geluidemissie door motorvoertuigen - klassieke metingen en analyses met de Syntakan*, Delft: TNO-TPD

Townsend, A. (2014), *Re-programming mobility. The digital transformation of transportation in the United States*. New York: Rudin Center for transportation policy and management.

Umweltbundesamt (2014), *E-Rad macht mobil, Potenziale von Pedelecs und deren Umweltwirkung*. Dessau: Umweltbundesamt.

Verheijen, E. & J. Jabben (2010), *Effect of electric cars on traffic noise and safety*. Bilthoven: RIVM.

V&W & EZ (2000), *Evaluatie van infrastructuurprojecten. Den Haag: Leidraad voor Kostenbatenanalyse*. Den Haag: Ministeries van Verkeer & Waterstaat en Economische Zaken.

V&W & CPB (2004), *Directe Effecten Infrastructuurprojecten: Aanvulling op de Leidraad OEI*. Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat en Centraal Planbureau.

Weijer, C. van de (2015), Disruptieve mobiliteit. *Essaybundel RWS Imagine!* Ministerie van Infrastructuur en Milieu/Rijkswaterstaat.

Weijermars, W.A.M. & Wesemann, P. (2013), Road safety forecasting and ex-ante evaluation of policy in the Netherlands. *Transportation Research Part A*, 52: 64-72.

Weijermars, W, F. Bijleveld, S. Houwing, H. Stipdonk & A. Dijkstra (2015), *Verkeersveiligheidsprognoses 2020 en 2030. Schatting van de verwachte aantallen verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden*. Den Haag: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, rapportnr. R-2015-17A.

Wijermars W. & H. Stipdonk (2015), *De verkeersveiligheid in 2020 en 2030. Prognoses voor de aantallen verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden*. Den Haag: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, rapportnr. R-2015-17

Wilmink, I., E. Jonkers, B. Netten, & J. Ploeg (2013), *Quick scan van de potentiële effecten van (snelheids)maatregelen op filegolven*. Delft: TNO, rapportnr. R11313.

Bijlage A

Invloed stedelijkheidsgraad op autobezit

De wijze waarop de verschillende gemeenten veranderen van klasse stedelijkheidsgraad is bepaald op basis van een analyse van de ontwikkeling in de periode tussen 2000 en 2012 van het aantal huishoudens en de OAD van Nederlandse gemeenten.

Het autobezit verschilt naar stedelijkheidsgraad. In zeer sterk stedelijke gebieden heeft 46 procent van de huishoudens een auto, in niet-stedelijke gemeenten is dat percentage 70 procent. Voor een deel komt dat door samenstellingseffecten (bijvoorbeeld een andere leeftijd- of huishoudenssamenstelling), maar ook wanneer daar voor gecorrigeerd wordt blijft er nog steeds een duidelijk verband tussen stedelijkheid en autobezit (tabel A1).

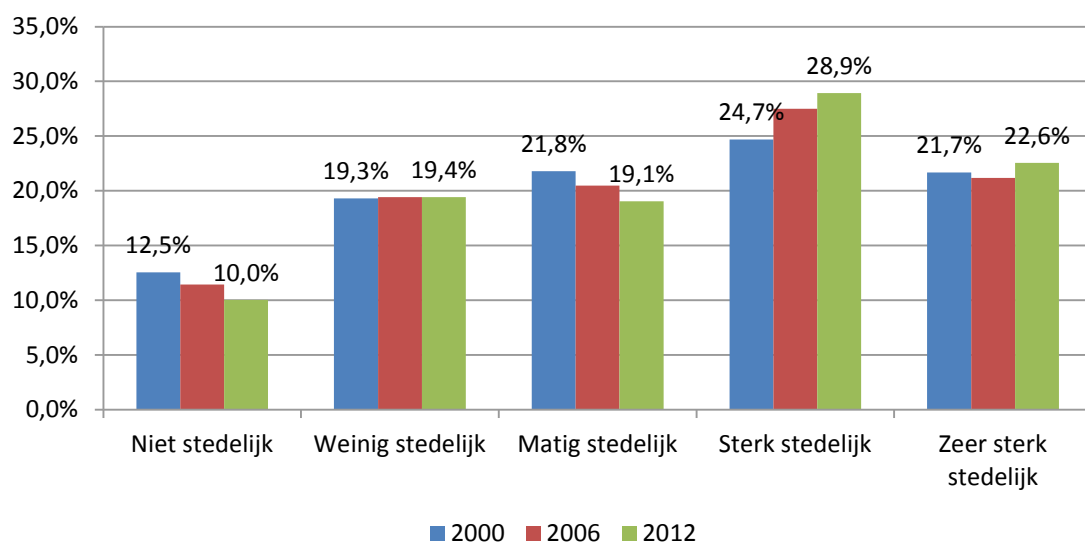
Tabel A1: autobezit per inwoner van 18 jaar en ouder naar stedelijkheidsgraad

	Gemeten	Gecorrigeerd
Zeer sterk stedelijk	0,462	0,482
Sterk stedelijk	0,585	0,585
Matig stedelijk	0,635	0,629
Weinig stedelijk	0,673	0,670
Niet stedelijk	0,698	0,698

De verdeling van de huishoudens over de klassen naar stedelijkheidsgraad verandert (figuur A1). Tussen 2000 en 2012 is het percentage huishoudens in Niet stedelijk gebied gedaald van 12,5 procent naar 10 procent. Het percentage in Sterk of Zeer sterk stedelijk is gestegen van 46,4 procent naar 51,5 procent. Die verschuiving komt voor een groot deel omdat gemeente gepromoveerd zijn van stedelijkheidsklasse (tabel A2).

In steden is het autobezit voor vergelijkbare huishoudens lager dan op het platteland. Daarom is stedelijkheidsgraad opgenomen in Dynamo 3.0 als verklarende variabele voor het autobezit.

Figuur A1: verandering verdeling huishoudens over stedelijkheidsgraad

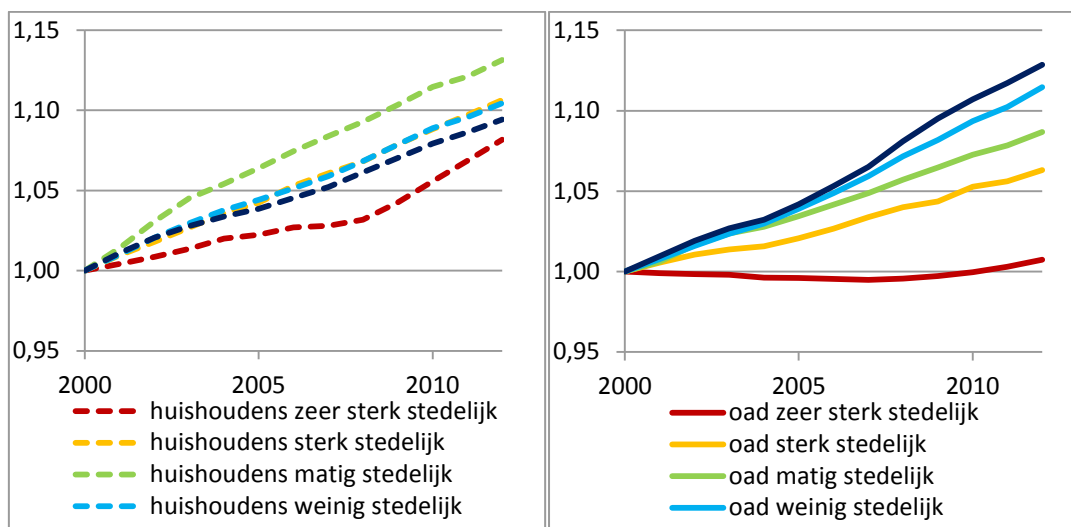


Tabel A.2: verandering verdeling huishoudens over stedelijkheidsgraad

	aandeel 2000	effect verdeling huishoudens over gemeenten	effect verandering klasse stedelijkheidsgraad gemeenten	aandeel 2012
Zeer sterk stedelijk	21,7%	-0,4%	+1,3%	22,6%
Sterk Stedelijk	24,7%	+0,4%	+4,1%	28,9%
Matig stedelijk	21,8%	+0,3%	-3,2%	19,1%
Weinig stedelijk	19,3%	-0,2%	+0,2%	19,4%
Niet Stedelijk	12,5%	-0,1%	-2,4%	10,0%

Als we de verandering van de huishoudens over stedelijkheidsklassen willen ramen, moeten we dus ook de veranderingen in stedelijkheidsklassen van gemeenten meenemen. De stedelijkheidsgraad wordt afgeleid uit de omgevingsadressendichtheid. Een stijgend aantal huishoudens in een gemeente leidt veelal tot een stijging van de omgevingsadressendichtheid. Die relatie is niet 1 op 1. Het blijkt dat met name in niet stedelijke gemeenten een stijging van het aantal huishoudens gepaard gaat met een stijging van de omgevingsadressendichtheid (figuur A2).

Figuur A2: Ontwikkeling aantal huishoudens en omgevingsadressendichtheid naar stedelijkheidsgraad



In de zeer sterk stedelijke gemeenten is de omgevingsadressendichtheid nauwelijks toegenomen, ondanks een stijging van het aantal huishoudens. In de sterk stedelijke gemeenten en de matig stedelijke gemeenten is de omgevingsadressendichtheid langzamer toegenomen dan het aantal huishoudens. In de niet stedelijke gemeenten en de weinig stedelijke gemeenten is de omgevingsadressendichtheid sneller toegenomen dan het aantal huishoudens.

Daarom is de aanpassing van de omgevingsadressendichtheid door groei van het aantal huishoudens verschillend naar stedelijkheidsklasse:

$$OAD_j = OAD_{j-1} \times \left\{ 1 + \left(\frac{HH_j}{HH_{j-1}} - 1 \right) \times (0,1 + 0,25 * STED_{j-1}) \right\}$$

Met:

OAD_j de omgevingsadressendichtheid in het jaar j

HH_j Het aantal huishoudens in het jaar j

$STED_j$ de stedelijkheidsgraad in het jaar j

Het betekent dat in zeer stedelijke gemeenten 1% stijging van het aantal huishoudens leidt tot 0,35% hogere omgevingsadressendichtheid en in niet-stedelijke gemeenten leidt 1% stijging van het aantal huishoudens leidt tot 1,35% hogere omgevingsadressendichtheid. Jaar op jaar wordt op basis van de omgevingsadressendichtheid de stedelijkheidsgraad afgeleid en dus ook voor het volgende jaar eventueel een andere gevoeligheid aangehouden