



Centraal Planbureau  
Planbureau voor de Leefomgeving

# Cahier Mobiliteit

TOEKOMSTVERKENNING • WELVAART EN LEEFOMGEVING





# Cahier Mobiliteit



Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving

# Cahier Mobiliteit

CPB/PBL

**Toekomstverkenning  
Welvaart en Leefomgeving  
Cahier Mobiliteit**

© Planbureau voor de Leefomgeving  
en Centraal Planbureau  
Den Haag, 2015  
PBL-publicatienummer: 1686

**Auteurs**

Daniëlle Snellen (PBL), Gerbert Romijn  
(CPB), Hans Hilbers (PBL)

**Met medewerking van**

Wim Blom (PBL), Arne Brouwers (CPB),  
Jordy van Meerkerk (PBL), Hans  
Nijland (PBL), Michel Traa (PBL),  
Paul Verstraten (CPB)

**Contact**

g.romijn@cpb.nl  
hans.hilbers@pbl.nl

**Met bijdragen van**

SWOV  
Significance

**Met dank aan**

Alle kritische meedenkers in de seminars  
en reviewrondes

**Figuren**

Beeldredactie PBL

**Omslagfoto**

Olaf Kraak Fotografie / Hollandse Hoogte

**Eindredactie en productie**

Simone Langeweg Tekst- en  
Communicatieadvies en Uitgeverij PBL

**Vormgeving en opmaak**

Textcetera, Den Haag

**Druk**

Xerox/OBT

U kunt de publicatie downloaden via de website [www.wlo2015.nl](http://www.wlo2015.nl). Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: CPB/PBL (2015), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Cahier Mobiliteit*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

De Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Cahier Mobiliteit is onderdeel van de serie 'Welvaart en Leefomgeving' (WLO) van het Planbureau voor de Leefomgeving en het Centraal Planbureau.

**Projectleiding WLO**

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

**Stuurgroep WLO**

Directie PBL en CPB

# Inhoud

**Voorwoord 7**

**Samenvatting 9**

**1 Inleiding 16**

**2 Trends en onzekerheden 18**

2.1 Drijvende krachten personenmobiliteit 18

2.2 Drijvende krachten goederenvervoer en zeehavens 21

2.3 Drijvende krachten luchtvaart 25

**3 Scenarioverhalen 30**

3.1 Inleiding 30

3.2 Het Hoge scenario 32

3.3 Het Lage scenario 33

3.4 Nederlands beleid: minimaal gedifferentieerd trendmatig 35

3.5 Wat als het toch anders loopt? 36

**4 Mobiliteit en transport in 2030 en 2050 38**

4.1 Personenmobiliteit 38

4.2 Goederenvervoer 48

4.3 Luchtvaart 53

**5 Wat als ... 64**

5.1 Tweegradendoelstelling wordt gehaald 64

5.2 Personenmobiliteit 65

5.3 Goederenvervoer en zeehavens 72

5.4 Luchtvaart 74

**Literatuur 78**





# Voorwoord

Beleid wordt gemaakt voor de toekomst. Maar die toekomst gaat gepaard met grote onzekerheden. Voor beleidsmakers is het een uitdaging om voor een zo onzekere toekomst robuust beleid te ontwikkelen. Sinds 2006 schetsen de scenario's in de studie 'Welvaart en Leefomgeving' mogelijke toekomstbeelden die beleidsmakers enig houvast geven. Anno 2015 en een economische crisis verder, hebben departementen behoefte aan een nieuwe toekomstverkenning.

In de nieuwe 'WLO' presenteren het Centraal Planbureau en het Planbureau voor de Leefomgeving twee mogelijke toekomstbeelden voor Nederland. Voor een Nederland waarin huidige en toekomstige generaties moeten leven, wonen en werken. Deze toekomstbeelden kunnen beleidsopgaven zichtbaar maken waar de samenleving de komende decennia voor gesteld wordt, op het gebied van woningbouw, infrastructuur, energie en landbouw. De geschetste toekomstbeelden zijn ook bedoeld als een gezamenlijke basis voor het beoordelen van beleidsvoorstellen.

De WLO 2015 heeft een modulaire opzet. In een zestal thematische cahiers komen achtereenvolgens de volgende onderwerpen aan de orde:

1. Bevolking
2. Macro-economie
3. Regionale ontwikkelingen en verstedelijking
4. Mobiliteit
5. Klimaat en energie
6. Landbouw

Op basis van twee integrale referentiescenario's wordt voor elk thema een mogelijke toekomst geschetst. Daarnaast zijn per thema aanvullende onzekerheidsverkenningen uitgevoerd.

Een zevende cahier, *Nederland in 2030 en 2050: twee referentiescenario's*, vat de geschetste toekomst van de zes thema's samen. Daarnaast heeft de WLO een zogenoemde Bijsluiter, die onder andere aangeeft hoe de referentiescenario's kunnen worden gebruikt in maatschappelijke kosten-batenanalyses van beleidsplannen.

Voor de WLO hebben het CPB en PBL dankbaar gebruikgemaakt van de input van externe deskundigen en vertegenwoordigers van departementen.

Laura van Geest  
Directeur CPB

Hans Mommaas  
Directeur PBL



# Samenvatting

Verstandig beleid vraagt om inzicht in hoe de wereld zich mogelijk zou kunnen ontwikkelen. Daarom hebben het PBL en CPB de Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving (WLO) gemaakt. Hierin worden onzekerheden verkend en scenario's ontwikkeld rondom ontwikkelingen die van invloed zijn op de fysieke leefomgeving. Voor het thema mobiliteit, waarvan dit cahier de beknopte weergave biedt, zijn twee rustige, beleidsarme referentiescenario's uitgewerkt: het scenario Hoog en het scenario Laag. Dit is gedaan voor binnenlandse personenmobiliteit, goederenvervoer (inclusief zeehavens) en luchtvaart. Tabel 1 aan het einde van deze samenvatting laat voor 2030 en 2050 zien hoe de mobiliteit en het vervoer zich in beide scenario's ontwikkelen.

## Personenmobiliteit

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 door de stijging van de kosten van auto-bezit. De technologische vernieuwingen die nodig zijn om auto's zuiniger te maken en zo bij te dragen aan het klimaatbeleid, maken de auto's duurder in aanschaf. De gebruikskosten nemen echter flink af, vooral in het scenario Hoog.

Het aantal binnen Nederland afgelegde kilometers neemt ten opzichte van 2010 toe met 14 procent in het Lage scenario en met 37 procent in het Hoge scenario. Bevolkingsontwikkeling en welvaartsgroei zijn hierbij belangrijke verklarende factoren, maar ook de verbetering van het infrastructuur- en OV-aanbod en de daling van de gebruikskosten van de auto spelen een significante rol. De groei zit vooral in de door autobestuurders afgelegde afstand (23 procent in scenario Laag en 58 procent in scenario Hoog). De toename van het verkeer is het sterkst buiten de spitsuren en op het hoofdwegennet. Ook reizen Nederlanders meer per trein (20-42 procent). Gebruik van het overig openbaar vervoer en lopen en fietsen nemen met meer bescheiden percentages toe.

Het reeds voorgenomen investeringspakket voor infrastructuur draagt bij aan beperking van de groei van de congestie tot 2030. Tussen 2010 en 2014 is het aantal voertuigverliesuren met 30 procent afgenomen. In het Hoge scenario ligt dit in 2030 ruim 10 procent boven het niveau in 2010, in het Lage scenario blijft het 30 procent lager dan in 2010. Voor de periode na 2030 zijn nog geen nieuwe investeringen in infrastructuur voorzien. In het Hoge scenario neemt de congestie na 2030 dan ook flink toe, in 2050 tot bijna 90 procent boven het niveau van 2010. In het Lage scenario volstaan de nu

voorgenomen investeringen om de congestie op langere termijn beneden het niveau van 2010 te houden.

Niet alleen de afgelegde kilometers of de eventuele vertragingen zeggen iets over de bereikbaarheid, ook de geografische bereikbaarheid (hoeveel bestemmingen binnen acceptabele reistijd te bereiken zijn) is een relevante indicator. De bereikbaarheid van banen<sup>1</sup> neemt voor alle vervoerwijzen en in alle scenario's toe. Deze toename heeft te maken 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.

De groei van de mobiliteit is niet gelijkmatig over Nederland verdeeld. In de Randstad (Noord- en Zuid-Holland, Utrecht en Flevoland) groeit de bevolking en daardoor ook de mobiliteit enkele procentpunten sterker 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 (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).

De hierboven beschreven bandbreedte schetst vooral *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. Er ligt 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* van de mobiliteitspatronen. Belangrijk kenmerk van die ontwikkelingen is dat ze mensen flexibeler maken in hun gedrag, waardoor de voorspelbaarheid kleiner wordt maar het aanpassingsvermogen aan de omstandigheden groter.

Mobiliteit brengt externe effecten met zich mee, zoals milieubelasting en onveiligheid. De uitstoot van CO<sub>2</sub> door zowel personenauto's als bestelauto's neemt in beide scenario's af: in het Lage scenario vooral voor 2030, in het Hoge scenario vooral na 2030. Het zuiniger worden van auto's en het meer elektrisch rijden compenseren de groei van de automobilititeit meer dan volledig. 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 de uitstoot van stikstofoxiden tussen test en praktijk bij de dieselauto's wordt weggenomen.

## Goederenvervoer en zeehavens

Ondanks verdienstelijking en dematerialisering van de economie groeit de omvang van het goederenvervoer naar, vanuit en door Nederland in beide scenario's, vooral

als gevolg van economische en internationale ontwikkelingen met een doorzettende tendens van internationale specialisatie en globalisering. In het Lage scenario neemt het binnenlands vervoer iets af. Wegvervoer blijft de grootste categorie binnen Nederland en groeit in absolute termen het meest, terwijl in relatieve termen het spoor sterk groeit. De binnenvaart verliest marktaandeel.

Het aantal ritten over de weg groeit minder hard (met een totaal van 1 procent tot 2050 in het Lage scenario en met 27 procent in het Hoge scenario) dan het vervoerd gewicht. Dit heeft te maken met hogere beladingsgraden en grotere voertuigen. De CO<sub>2</sub>-emissies door vrachtvoertuigen nemen af ten opzichte van 2010 met 5 procent in Laag en met 14 procent in Hoog. Technologische ontwikkelingen en bijmenging van biobrandstof zijn daarbij relevante factoren, vooral in het scenario Hoog.

De overslag in de zeehavens neemt in de referentiescenario's toe met 24 procent in scenario Laag en met 74 procent in Hoog. De onzekerheid hierover is dus relatief groot. Daarnaast zijn er nog aanvullende onzekerheden ten aanzien van de omvang en aard van de stromen van energiedragers (zoals kolen, olie of biomassa) en ontwikkelingen in de logistieke organisatie.

## Luchtvaart

Voor zowel personen- als goederenvervoer door de lucht zal de vraag in beide scenario's toenemen als gevolg van wereldwijde demografische en economische ontwikkelingen. Daarnaast spelen de ontwikkeling van de netwerken van bestemmingen en de ontwikkeling van ticketprijzen een rol. In scenario Laag wordt tot 2050 een gemiddelde jaarlijkse groei van de passagiersvraag voorzien van 2 procent. In scenario Hoog is dat ruim 3 procent per jaar. Voor goederenvervoer is sprake van een gemiddelde jaarlijkse groei van de vraag met 3 à 5 procent.

Afspraken vastgelegd in de Alders-akkoorden leggen echter restricties op aan de groei van Schiphol, waardoor met name in het Hoge scenario niet alle vraag kan worden geacommodeerd. Het gaat hierbij om ongeveer een kwart van de passagiersvraag, waarbij dit vaker transferpassagiers treft dan reizigers die Schiphol als vertrekpunt of eindbestemming hebben, en zo'n 40 procent van de goederenvervoersvraag. Een deel van de vraag zal uitwijken naar elders. Van de regionale luchthavens zullen vooral Eindhoven Airport en Lelystad Airport groeien.

De groei van de luchtvaartsector betekent ook dat Nederlanders steeds meer per vliegtuig reizen. In het Lage scenario wordt een toename van de per vliegtuig afgelegde afstand voorzien van bijna 85 procent, in het Hoge scenario is dat een toename van zo'n 160 procent. Vliegen wordt, in afstand uitgedrukt, op termijn de eerste vervoersmodaliteit van Nederlanders. De CO<sub>2</sub>-uitstoot van deze modaliteit neemt minder toe dan de afgelegde afstand, doordat vliegtuigen zuiniger worden en door de inzet van biobrandstoffen.

Gegeven de uitgangspunten van de WLO, past de geschetste groei van de luchtvaart binnen de afspraken van het Aldersakkoord. In de referentiescenario's worden de afspraken van het Aldersakkoord gerespecteerd en in beide scenario's neemt voor omwonenden de geluidshinder af. Doordat er in de scenario's wordt uitgegaan van een trendmatige technologische vooruitgang van vliegtuigen en baangebruik, kan deze reductie van geluidshinder samengaan met een substantiële groei van het aantal vluchten. Als de technologische vooruitgang meer of minder sterk blijkt te zijn, zal het toelaatbare aantal vluchten meer of minder sterk groeien en kunnen de omwonenden van Schiphol een meer of minder sterke reductie van de geluidshinder verwachten.

### Wat als?

De rustige referentiescenario's schetsen een bandbreedte van mogelijke ontwikkelingen voor twee consistente, rustige toekomstbeelden. Er zijn 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.

### Noot

- 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 als maat voor bereikbaarheid (zie Hilbers et al. 2016 voor een nadere toelichting).

Tabel 1

#### Resultaten WLO-scenario's

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
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

Tabel 1  
(vervolg)

index: 2010 = 100	Hoog		Laag	
	2030	2050	2030	2050
Voertuigkilometers hoofdwegenet	128	150	112	122
Voertuigverliesuren hoofdwegenet	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	
ernstige verkeersgewonden	83-101		77-93	
Emissies wegverkeer				
brandstofverbruik NL grondgebied	96	82	86	77
CO <sub>2</sub> -emissies NL grondgebied	86	63	78	69
Vervoerd gewicht goederen*	121	152	105	114
over de weg	123	158	104	114
per spoor	143	222	128	161
binnenvaart	116	134	105	110
Overslag Nederlandse zeehavens*	129	174	110	124
Luchtvaart**				
vervoersvraag passagiers	213	317	161	213
vervoersvolume passagiers	163	243	155	210
vervoersvraag vracht	256	651	196	353
vervoersvolume vracht	177	406	185	353
vluchten Schiphol	145	203	140	179
reizigerskilometers Nederlanders per vliegtuig	181	263	146	185
CO <sub>2</sub> -emissies	112	135	96	114

\* basisjaar 2011 (2011=100)

\*\* basisjaar 2013 (2013=100)

Tabel 2  
Resultaten aanvullende onzekerheidsverkenningen

Onzekerheid	Van toepassing op			Bevindingen
	P	G	L	
<b>Tweegradendoelstelling wordt gehaald</b> (kwalitatieve analyse)	P	G	L	<p>Vergt enorme omslag in het transportsysteem, maar is technisch wel mogelijk. Aanscherpen emissie-eisen voor verbrandingsmotoren volstaat niet. Transitie naar CO<sub>2</sub>-neutrale aandrijving is nodig. Auto's zullen fors duurder worden. Autobezit en autogebruik zullen minder stijgen. Mogelijk grotere rol voor openbaar vervoer, langzaam vervoer of autodelen.</p> <p>Goederenvervoer zal duurder worden en de sector zal meer richting klimaatneutraliteit gaan. Het effect hiervan op de vervoersstromen en de modal split is onduidelijk.</p> <p>Door hogere CO<sub>2</sub>-prijzen is er een flinke prikkel om vliegtuigen zuiniger te laten worden. Er zal tevens een grotere rol zijn weggelegd voor biobrandstoffen. Echter, vliegen zal ook duurder worden, wat een remmend effect heeft op de groei van de luchtvaartsector.</p>
<b>Andere ruimtelijke ontwikkeling</b> (kwantitatieve analyse)	P			<p>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.</p>
<b>Beperkt klimaatbeleid bij scenario Hoog</b> (kwantitatieve analyse)	P			<p>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 zeer beperkt.</p>
<b>Hoge olieprijs bij scenario Hoog</b> (kwantitatieve analyse)	P			<p>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.</p>
<b>Vergaande impact ICT op dagelijks leven</b> (kwalitatieve analyse)	P			<p>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).</p>



Tabel 2  
(vervolg)

Onzekerheid	Van toepassing op			Bevindingen
	P	G	L	
<b>Snelle intrede automatische voertuigen (kwalitatieve analyse)</b>	P			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, beter aanbod OV in dunbevolkte gebieden mogelijk.
<b>Sterke ontwikkeling autodelen (kwalitatieve analyse)</b>	P			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.
<b>Reshoring van productie (kwalitatieve analyse)</b>		G		Reshoring kan leiden tot een kleinere rol voor de Nederlandse zee- en luchthavens en meer intra-Europees transport (binnenvaart, spoor, short sea). Er is echter geen enkel zicht dat reshoring of nearshoring (in Noord-Afrika, het Midden-Oosten of Oost-Europa) kansrijk is.
<b>Nieuw internationale handelsverbindingen (kwalitatieve analyse)</b>		G		Vooralsnog verwachten we ook bij nieuwe handelsverbindingen weinig impact op de positie van de havens in de Hamburg-Le Havre-range (HLH) van zeehavens.
<b>Veranderingen in vervoerslogistieke organisatie (kwalitatieve analyse)</b>		G		Nieuwe technologieën zoals 3D-printen en drones kampen nog met substantiële praktische obstakels. Platooning van vrachtwagens lijkt wel kansrijk en kan leiden tot een andere modal split omdat wegvervoer relatief goedkoper wordt. Synchromodaal transport verhoogt de efficiëntie van de logistieke organisatie, maar het is moeilijk de effecten op de modal split en de positie van Nederland als doorvoerland in te schatten. De logistieke organisatie neigt naar een <i>hub-and-spoke</i> -netwerk terwijl klanten vragen om <i>point-to-point</i> -vervoer. Beide krachten werken elkaar tegen.
<b>Hubfunctie Schiphol valt weg bij scenario Laag (kwantitatieve analyse)</b>			L	Het verlies van de hubfunctie van Schiphol leidt tot een verschraling van het aantal bestemmingen en het verdwijnen van een groot deel van het transfersegment. Het aantal passagiers met Schiphol als vertrekpunt of bestemming zal minder snel stijgen. Het aantal passagiers zal met een kleine 10 procent toenemen ten opzichte van 2013 (in plaats van verdubbelen bij behoud van hubfunctie).
<b>Milieuwinst luchtvaart volledig benut voor groei bij scenario Hoog (kwantitatieve analyse)</b>			L	Conform afspraken mag de helft van de reductie in geluidshinder als gevolg van stillere vliegtuigen worden gebruikt voor extra groei van Schiphol. Wanneer deze milieuruimte volledig zou mogen worden benut, zou dat betekenen dat de volledige vervoersvraag in 2050 kan worden bediend (in plaats van 75 procent passagiersvraag en 60 procent goederenvraag).

P=Personenmobiliteit, G= Goederenvervoer, L=Luchtvaart

# 1

## Inleiding

Dit WLO-cahier gaat over mobiliteit. 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 leiden in onderlinge samenhang tot de ontwikkeling van mobiliteit: het bewegen van personen en goederen. Het cahier geeft voor zowel personen- en goederenvervoer (inclusief zeehavens) als luchtvaart een bandbreedte aan in de mogelijke ontwikkelingen. Deze bandbreedte volgt uit de belangrijkste relevante omgevingsonzekerheden op basis van twee rustige referentiescenario's. 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.

De studie legt de basis voor vervolgstudies, zoals de analyse van beleidsopties en maatschappelijke kosten-batenanalyses. 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 de ontwikkelingen niet bijstuurt.

### Cahier en achtergronddocument

Het cahier *Mobiliteit* beschrijft beknopt de kernonzekerheden die een rol spelen voor de toekomst van personen- en goederenmobiliteit, zeehavens en luchtvaart, de keuzes die zijn gemaakt voor de scenario's en de toekomstbeelden die dat oplevert voor Nederland in 2030 en 2050.<sup>1</sup> Op basis daarvan worden beleidsrelevante conclusies getrokken. Bij dit cahier horen drie achtergronddocumenten voor respectievelijk personenvervoer, goederenvervoer en luchtvaart (Hilbers et al. 2016; Romijn et al. 2016a; Romijn et al. 2016b). Deze beschrijven in meer detail de trends en onzekerheden, de scenario's, de gehanteerde methodieken en de resultaten.

### Afbakening

Bij personenmobiliteit wordt in dit cahier gekeken naar zowel gemotoriseerd wegverkeer en openbaar vervoer (trein en bus/tram/metro) als langzaam vervoer (lopen, fietsen). Het gaat primair om scenario's voor heel Nederland en er is gekozen

### **De toekomst verkennen met scenario's**

Met de studie Welvaart en Leefomgeving (de WLO) werpen het CPB en het PBL een blik in de toekomst: hoe ziet Nederland er uit in 2030 en 2050? Deze verkenning richt zich op de fysieke leefomgeving, we kijken daarbij naar vier brede thema's: *regionale ontwikkelingen en verstedelijking, mobiliteit, klimaat en energie* en, ten slotte, *landbouw*.

Aangezien niemand echt in de toekomst kan kijken, verkennen de planbureaus de toekomst met behulp van scenario's. Voor de WLO zijn twee scenario's ontwikkeld. Het scenario Hoog combineert een relatief sterke economische groei van ongeveer 2 procent per jaar met een relatief sterke bevolkingsaanwas. In scenario Laag gaat een gematigde economische groei van circa 1 procent samen met een beperkte demografische ontwikkeling. De twee scenario's vormen een bandbreedte waarbinnen zich de toekomst met enige waarschijnlijkheid zal afspelen. De scenario's zijn beleidsarm ingevuld; dat wil zeggen dat er geen nieuw beleid in wordt verondersteld. Ze bieden een kader om na te denken over beleid. Ze helpen om een visie en beleidsdoelen te formuleren. Daarnaast kunnen ze worden gebruikt om de effectiviteit van beleid te toetsen.

voor een bij dat schaalniveau passend modelinstrumentarium. Dat betekent dat er maar beperkt regionaal zal worden gedifferentieerd (naar landsdelen<sup>2</sup>) en dat de nadruk vooral ligt op de mobiliteitsopgave voor wegverkeer en openbaar vervoer. De gehanteerde methodiek leent zich in veel mindere mate voor gedetailleerde uitspraken over bijvoorbeeld hoe de mobiliteit in de steden zich zal ontwikkelen. Hiervoor zijn aanvullende analyses noodzakelijk. Bij goederenvervoer wordt het totaal vervoerde gewicht van, naar en binnen Nederland in beeld gebracht. Dit wordt uitgesplitst naar drie modaliteiten: wegvervoer, spoor en binnenvaart. De overslag in zeehavens wordt ook bekeken. Goederentransport via buizen en leidingen valt buiten de reikwijdte van het onderzoek. Bij luchtvaart is een analyse gemaakt van de vraag naar vervoer door personen en voor vracht (in tonnen gewicht), het aantal vluchten en het deel van de vraag dat daadwerkelijk kan worden geacommodeerd.

## Noten

- 1 Internationale mobiliteit speelt hierbij uiteraard een rol en is in de modelberekeningen meegenomen, maar de scenario's en de resultaten concentreren zich vooral op de mobiliteit die zich afspeelt op Nederlands grondgebied.
- 2 We hanteren, net zoals in het WLO-cahier Regionale ontwikkelingen en verstedelijking, drie landsdelen: Randstad (Noord-Holland, Zuid-Holland, Utrecht, Flevoland), intermediaire zone (Noord-Brabant, Gelderland, Overijssel) en overig Nederland (Groningen, Friesland, Drenthe, Limburg, Zeeland).

# 2

## Trends en onzekerheden

### 2.1 Drijvende krachten personenmobiliteit

Mensen verplaatsen zich vooral omdat ze willen (of moeten) werken, sporten, winkelen, om vrienden of familie te ontmoeten, enzovoort. Al deze activiteiten vinden plaats op verschillende plekken. Het transportsysteem (infrastructuur en vervoermiddelen) maakt het mogelijk om tussen al die plekken te bewegen. Het resultaat is mobiliteit. De ontwikkeling van de mobiliteit is dus afhankelijk van krachten die ergens in dit systeem ingrijpen: ófwel op de behoefte om allerlei activiteiten uit te voeren, ófwel op de plek waar deze activiteiten zich afspelen, ófwel op de mogelijkheden tot verplaatsen. 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) en gedrag relevant zijn voor de toekomstige mobiliteit. Ook een aantal beleidsmatige ontwikkelingen speelt een rol. Om te kunnen aangeven welke mobiliteitsvraag de ontwikkelingen op al die terreinen opleveren, doen we aannames over de infrastructuurinvesteringen in de toekomst.

#### **Demografie, economie, ruimtelijke verdeling en klimaat-/energiebeleid**

Voor de WLO-thema's demografie, macro-economie, regionale ontwikkelingen en verstedelijking, en klimaat en energie is uitgewerkt wat, onder invloed van allerlei drijvende krachten, de mogelijke ontwikkelingen zijn. De resultaten hiervan vormen input voor het thema mobiliteit. Hieronder geven we de hoofdlijnen beknopt weer. Voor nadere informatie verwijzen we naar de cahiers van de desbetreffende thema's, de hoofdrapportage van de WLO en de Bijsluiter bij de WLO (CPB/PBL 2015a/b/c/d/e/f).

#### **Demografie**

Meer mensen betekent meer mobiliteitsvraag. Ook de bevolkingssamenstelling is relevant. Zo zal de vergrijzing de mobiliteitsgroei normaal gesproken remmen: ouderen zijn in de regel minder mobiel dan mensen in de 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. Jongere generaties vrouwen zijn hoger opgeleid en werken en reizen meer dan eerdere generaties. Deze effecten leiden tot meer mobiliteit.

## **Economie**

In een scenario met hoge economische groei neemt de vervoersvraag sneller toe dan in een scenario met lage economische groei. Economische groei leidt tot meer goederenvervoer en daarmee tot meer drukte op de weg, met mogelijke gevolgen voor de personenmobiliteit, die gebruik maakt van diezelfde weg. Hogere economische groei gaat veelal samen met een hogere arbeidsdeelname en een hoger inkomen, en hangt ook op die manier samen met een grotere mobiliteitsvraag.

## **Ruimtelijke ontwikkelingen**

Als het ruimtelijk scenario vooral een concentratie laat zien van mensen en bedrijvigheid in de Randstad en in de (centra van) steden, zal er naar alle waarschijnlijkheid sprake zijn van minder autogebruik en meer openbaarvervoergebruik. Bovendien worden projecten in de Randstad dan meer rendabel en die daarbuiten minder rendabel. Laat het ruimtelijk scenario een meer ruimtelijk gespreide ontwikkeling zien, dan is het verhaal omgekeerd.

## **Internationaal energie- en klimaatbeleid**

Voor mobiliteit vormt het toekomstige internationale energie- en klimaatbeleid een relevante onzekerheid. Dergelijk beleid komt in belangrijke mate in internationaal en Europees verband op Nederland af. Naarmate het klimaatbeleid ambitieuzer wordt, zal de mobiliteit sterker moeten verduurzamen. Dat kan grote repercussies hebben voor de brandstofkosten en dus voor de ontwikkeling van de autokosten. Maar verduurzaming levert ook prikkels en eisen aan de markt om energiezuiniger en duurzamer voertuigen te ontwikkelen. Een streng klimaatbeleid kan dus verschillende effecten hebben. Als duurzame(r) auto's duurder in aanschaf worden, reizen wellicht meer mensen met het openbaar vervoer omdat ze zich geen auto meer kunnen veroorloven. Anderzijds, wanneer rijden goedkoper wordt, bijvoorbeeld doordat auto's extreem zuinig worden, kan het autogebruik juist weer toenemen. Deze ontwikkelingen hebben een gedeeltelijke overlap met de onzekerheid ten aanzien van de ontwikkelingen in de voertuigtechnologie.

## **Ontwikkelingen in technologie, gedrag en beleid**

Binnen het onderwerp mobiliteit voor personenvervoer hebben we niet alleen gekeken naar de bovengenoemde, in de andere WLO-thema's uitgewerkte, drijvende krachten. Ook ontwikkelingen in technologie, gedrag en beleid die relevant zijn voor de mobiliteitsvraag in de toekomst, zijn meegenomen. Deze worden uitgebreider besproken in het achtergronddocument bij dit cahier (Hilbers et al. 2016). In deze paragraaf geven we een beknopt overzicht.

## **Auto's worden zuiniger en schoner**

Technologische ontwikkelingen veranderen de bestaande vervoerwijzen en brengen mogelijk nieuwe vormen van transport met zich mee. Zo zijn de motoren van conventionele auto's in de afgelopen decennia veel zuiniger en veel schoner geworden, in belangrijke mate als gevolg van de door de Europese Unie gestelde emissienormen.

Gelet op het belang dat de Europese Commissie hecht aan het klimaatbeleid, lijken verdere aanscherpingen van de emissie-eisen voor CO<sub>2</sub> plausibel. Dit zal ertoe leiden dat auto's die op fossiele brandstoffen rijden, nog zuiniger worden en dat het aandeel hybride voertuigen en voertuigen op elektriciteit of waterstof toeneemt. Dieselauto's zullen in de toekomst schoner worden, als ze 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.

### **De elektrische fiets heeft de wind mee**

De elektrische fiets is met een fikse opmars bezig. Zijn aandeel in het fietsenpark neemt gestaag toe en er komen ook nieuwe modellen bij die nog hogere snelheden mogelijk maken. De elektrische fiets heeft potentieel invloed op de vervoerwijzekeuze en de reisafstanden en maakt fietsen toegankelijk voor een grote groep mensen (langere afstanden). In 2013 werd al 12 procent van de fietskilometers met een elektrische fiets afgelegd. Alles wijst erop dat het belang van de elektrische fiets nog verder gaat toenemen.

### **Effecten automatische voertuigen spelen vooral op de lange termijn**

Automatische voertuigen lijken hét onderwerp van gesprek wanneer het over de toekomst van de personenmobiliteit gaat. Door deze technologie kan mobiliteit er fundamenteel anders uit gaan zien. Ze maakt dat de tijd die je in de auto doorbrengt, niet langer reistijd is zoals we die gewend zijn, maar verblijftijd, die je naar believen kunt invullen. Het is een vervoermiddel voor iedereen, ook onder de 18 en ver boven de 90. Parkeren hoeft niet meer in de buurt: het automatische voertuig kan zelf een plek te vinden. Ook zou de veiligheid fors kunnen verbeteren, waardoor de maximum snelheden mogelijk kunnen worden aangepast. In de komende decennia zullen auto's naar alle waarschijnlijkheid geleidelijk aan steeds meer dingen zelf kunnen. Maar de omvang en de afwikkeling van het verkeer veranderen vooral als de meest vergaande fase van automatisering wordt bereikt: als het voertuig alle rijtaken in alle omstandigheden zelfstandig kan uitvoeren.

### **Jongeren keren zich nog niet af van de auto**

In diverse Westerse landen daalt de automobiliteit onder jongeren/jongvolwassenen (zie bijvoorbeeld Florida 2012; Frontier Group/U.S. PIRG Education Fund 2012; IFMO 2013; Jaffe 2012; Kuhnimhof et al. 2012a; Kuhnimhof et al. 2012b). Ook in Nederland is dit het geval (KiM 2014a). Verklarende factoren voor deze daling van de (auto) mobiliteit blijken voornamelijk te liggen in situationele factoren (economische situatie en bestedingsruimte, levensfase, woonlocatie). Er is vooralsnog weinig bewijs dat de attitude onder jongvolwassenen zodanig verandert dat dat zou leiden tot minder mobiliteit. Ook is er vooralsnog weinig bewijs voor een mogelijk substitutie-effect door ICT-mogelijkheden (internet, smartphones en dergelijke). In de scenario's hebben we daarom aangenomen dat de veranderde patronen in de mobiliteit van jongeren voor het merendeel samenhangen met factoren als woonlocatie, inkomen en beschikbaarheid van vervoersopties.

### **Heeft de auto al gepiekt?**

*Peak car* is de hypothese dat het autogebruik zijn piek (heeft) bereikt en daarna gaat stabiliseren of dalen. Dit beeld komt voort uit ontwikkelingen die in diverse Westerse landen waarneembaar zijn. Kenmerkend is dat de afvlakking of daling van het autogebruik al (ruim) voor de crisis van 2008 is begonnen, en daaraan dus niet (uitsluitend) kan worden toegeschreven. In zijn toonaangevende werk spreekt Phil Goodwin (2012) van drie hypothesen over *peak car*:

1. het autogebruik zit nog altijd in een fase van gestage groei, maar de economische crisis leidt tot een tijdelijke stagnatie;
2. het autogebruik heeft zijn piek bereikt en zal vanaf nu stabiel blijven;
3. het autogebruik heeft zijn piek bereikt en zal vanaf nu dalen.

In de vigerende hypothesen spelen allerlei drijvende krachten een rol, zoals sociaal-economische factoren, demografische ontwikkelingen, factoren gerelateerd aan ruimtelijke vestigingspatronen, de beschikbaarheid van andere (betere) alternatieven, veranderende preferenties, auto-ontmoedigend beleid en verzadiging van het autobezit en de mobiliteitsbehoefte. Deze krachten zijn voor het overgrote deel vertegenwoordigd in de in deze WLO gebruikte modellen.

### **Autodelen neemt toe**

Autodelen sluit naadloos aan bij de deeleconomie – een andere manier van omgaan met goederen en diensten – die momenteel volop in de belangstelling staat. Niet langer het bezit, maar het gebruik van de auto staat voorop. Vooralsnog is autodelen een kleine nichemarkt, die vooral aantrekkelijk is 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 wel en er ontstaan steeds nieuwe business-modellen, waarin het onderscheid tussen privé en zakelijk en tussen privé en gedeeld anders wordt ingevuld.

### **ICT en mobiliteit: meer, minder of vooral anders?**

Al sinds de opkomst van de moderne communicatietechnieken wordt gespeculeerd over de mogelijke invloed van deze technieken op het verplaatsingsgedrag. Enerzijds biedt ICT mogelijkheden om fysieke mobiliteit te substitueren. Maar tegelijkertijd zijn er ook generatie-effecten of blijkt ICT verplaatsingen niet zozeer te vervangen of op te roepen, maar vooral te veranderen. Op basis van in de literatuur verwachte ontwikkelingen lijkt het aannemelijk dat enkele trends die nu al waarneembaar zijn, zich zullen doorzetten en mogelijk sterker worden, vooral onder gunstige economische omstandigheden.

## **2.2 Drijvende krachten goederenvervoer en zeehavens**

Ook de ontwikkeling van het goederenvervoer en de zeehavens is afhankelijk van een groot aantal drijvende krachten (zie ook Romijn et al. 2016a). Die krachten spelen zich veelal buiten Nederland af. In deze paragraaf volgt een beknopt overzicht.

## Wereldeconomie en internationale handelstromen

Eén van de belangrijkste onzekerheden voor het goederenvervoer en de zeevaart is de ontwikkeling van de wereldwijde economie en de daarmee samenhangende internationale handelstromen. Bij de vertaling van die ontwikkelingen naar de consequenties voor het goederenvervoer en zeehavens zijn drie aspecten belangrijk.

### De verhouding tussen wereldeconomie en wereldhandel

In de afgelopen decennia groeide de internationale handel sneller dan de wereldwijde economie, als gevolg van specialisering, globalisering door het slechten van handelsbarrières en het goedkoper worden van (internationaal) goederentransport. Deze tendens kan doorzetten, maar ook stabiliseren of zelfs omkeren, bijvoorbeeld wanneer de handel niet verder wordt geliberaliseerd, er nieuwe handelsbarrières worden opgeworpen of als de groei van de wereldeconomie nog verder dematerialiseert (als de groei zich concentreert in de dienstensectoren). Ook kan de aantrekkelijkheid van offshoring afnemen als de opkomende landen welvarender worden.

De globaliseringstrends van de afgelopen decennia werden mede mogelijk door vrijhandelsafspraken in het kader van de GATT (General Agreement on Tariffs and Trade) en nu de WTO (World Trade Organisation). De huidige WTO Doha-ronde van vrijhandelsafspraken vordert traag. In plaats daarvan wordt over regionale handelsovereenkomsten onderhandeld, zoals TPP (Transpacific Partnership) en TTIP (Transatlantic Trade and Investment Partnership). Deze handelsakkoorden zijn stappen naar een verdere vrijhandel. De mate waarin dergelijke handelsakkoorden in de toekomst worden gesloten, is bepalend voor de ontwikkeling van de wereldhandel.

### De ontwikkeling van (Noordwest-)Europa in de wereldeconomie en de wereldhandel

Een relatief lage groei van (Noordwest-)Europa ten opzichte van andere delen van de wereld heeft gevolgen voor de goederenstromen. Een herstel van de positie van (Noordwest-)Europa in de wereldeconomie gaat waarschijnlijk gepaard met een relatief grotere rol van de export vanuit Europa en minder vraag naar import. Hoe dit precies uitpakt, hangt af van de balans tussen Europese productie en vraag. Hiervoor zijn de toekomstige economische structuur van Europa en de ontwikkeling en de samenstelling van de Europese bevolking van belang.

### De positie van Nederland in de handel tussen Noordwest-Europa en de rest van de wereld

De positie van Nederland in de (internationale) handelstromen is bepalend voor de omvang van de handelstromen naar/van/via Nederland. Hiervoor is de internationale positie van de mainports van belang, met name de Rotterdamse haven en Schiphol.

## De Nederlandse economie en binnenlandse goederenstromen

De binnenlandse goederenstromen worden voornamelijk beïnvloed door de ontwikkeling van de Nederlandse economie. De belangrijkste onzekerheden voor de binnenlandse goederenstromen zijn:



1. *Sectorontwikkeling*  
Een euro extra landbouwproductie of energieproductie leidt tot meer goederenvervoer (gemeten in tonkilometers) dan bijvoorbeeld een euro extra productie van gezondheidszorgdiensten of financiële diensten. De samenstelling van de economische groei is dus van belang voor het binnenlandse goederenvervoer.
2. *Ruimtelijke ontwikkeling*  
Voor de ontwikkeling van het binnenlandse goederenvervoer is het van belang waar producenten en consumenten zich vestigen. Meer ruimtelijke concentratie zal leiden tot een afname van het binnenlandse goederenvervoer, meer spreiding betekent het omgekeerde.
3. *Detailhandel of online winkelen*  
De detailhandel moet worden bevoorradt op min of meer centrale punten, waarvandaan de consument het product zelf meeneemt. Online winkelen leidt tot een toenemende behoefte aan goederenvervoer over *the last mile*.

## Ontwikkelingen in de vervoerslogistieke dienstverlening

### **Efficiënter vervoer door schaalvergroting en samenwerking**

Schaalvergroting en intensieve samenwerking in de logistieke keten kunnen sterk bijdragen aan een betere effectiviteit en efficiëntie van de keten en tot het gebruik van andere modaliteiten, andere voertuigen of een andere beladingsgraad. De mate waarin dit gebeurt, is onzeker en hangt af van de omvang van de ladingsstromen en de kostenontwikkeling van de intracontinentale stromen. Ook maakt het uit hoe de vervoerslogistieke dienstverlening is ingericht. Voor de overslag in havens is het relevant of er vooral via directe verbindingen of via een *hub-and-spoke*-systeem<sup>1</sup> wordt gewerkt. Keuzes in het vervoerslogistieke proces werken door op bijvoorbeeld het aantal tonkilometers of voertuigkilometers, de in te zetten voertuigtypen en de beladingsgraden. Deze keuzes worden beïnvloed door zowel de eisen van leveranciers en consumenten als door bedrijfsvoeringsfactoren. Dit heeft consequenties voor de efficiëntie omdat bijvoorbeeld een betere match tussen voertuig- en ladingkeuze mogelijk is of lege terugritten kunnen worden vermeden. De hieruit voortvloeiende potentiële efficiëntiewinsten zijn substantieel: 10-20 procent lagere kosten lijkt haalbaar in een gematigd scenario, en bij meer structurele aanpassingen zijn ook percentages richting 40 procent haalbaar.

### **Technologie draagt bij aan efficiëntie**

Veel efficiëntieverbeteringen hangen samen met technologische mogelijkheden. De verdergaande invoering van ICT-technologie betekent dat vervoermiddelen en lading steeds beter in de tijd en ruimte kunnen worden gevolgd en dat voertuigen met elkaar kunnen communiceren. Dit biedt allerlei mogelijkheden om wachttijden te beperken, de inzet van vervoermiddelen te optimaliseren en de lading te bundelen (multimodaliteit of synchromodaliteit). Ook binnen de voertuigtechnologie zijn er ontwikkelingen, zoals de inzet van Lange Zware Voertuigen (LZV's), die nu al binnen Nederland worden ingezet en op termijn wellicht ook voor het internationale transport,

en *platooning*, waarbij onbemande voertuigen achter een bemand voertuig aanrijden. Het effect van het opkomende 3D-printing is waarschijnlijk een verschuiving naar meer laagwaardige stromen (grondstoffen) en minder halffabricaten. Voor hoeveel producten 3D-printing een alternatieve productiewijze wordt, is echter erg onzeker.

### **Stedelijk vervoer verandert door e-commerce**

E-commerce heeft geleid tot een sterke groei van het *last mile*-transport met directe leveringen aan de woning of het kantoor. De mogelijkheden tot efficiëntie zijn hier fors, maar vergen een structuurverandering in de markt. Het *last mile*-bezorgverkeer speelt zich veelal af in stedelijk gebied. Dit vergroot de kans op extra regelgeving om overlast te beperken (bijvoorbeeld milieunormen). Voor deze vorm van *last mile*-transport lijken schonere voertuigen (batterij) redelijk efficiënt te kunnen worden ingezet. De gevolgen van e-commerce voor de logistieke organisatie zullen in de toekomst waarschijnlijk verder doorzetten. Het is aannemelijk dat daarbij ook nieuwe (verdien)modellen zullen worden ontwikkeld. Welke modellen dit precies zijn, is vooraf moeilijk te duiden.

### **Internationaal beleid**

Omdat Nederland internationaal beleid maar zeer beperkt kan bijsturen, wordt dit in de scenario's als een omgevingsfactor beschouwd. Voor het goederenvervoer en de zeehavens zijn met name het internationale klimaat- en energiebeleid en het Europese transportbeleid van belang.

### **Internationaal klimaat- en energiebeleid heeft impact op transportkosten en stromen van energiedragers**

Het internationaal klimaat- en energiebeleid vormt een belangrijke onzekerheid vanwege het effect dat dit heeft op het vervoer van traditionele energiedragers zoals kolen, aardolie(producten), aardgas/LNG en biomassa. Het biedt ook nieuwe kansen: de haven van Rotterdam zou zich kunnen ontwikkelen tot de gasrotonde<sup>2</sup> van Europa en recycling kan een steeds belangrijker activiteit worden. De effecten op de transportkosten verschillen per modaliteit en kunnen leiden tot een andere beladingsgraad en een *modal shift* (verandering van vervoerwijze).

### **Europees transportbeleid beoogt betere verbindingen en vergroening**

Het belangrijkste EU-doel voor het goederenvervoer is de integratie van het Europese transportsysteem, waardoor goederenstromen minder belemmeringen ondervinden. Andere belangrijke doelen zijn de CO<sub>2</sub>-reductie tot 2050 en dat in 2050 de helft van het goederenvervoer over de weg (boven de 300 kilometer) is overgenomen door spoor en binnenvaart. Beleidsinstrumenten om deze doelen te realiseren zijn beprijzing (kilometerheffingen, brandstofaccijnzen en aanschafbelasting), infrastructuurbeleid, wet- en regelgeving rondom interne markt, standaarden en transportplanning en normstelling. Europees beleid kan hierdoor belemmeringen wegnemen voor het intra-Europese goederenvervoer. Of dat tot meer of minder goederenvervoer van, naar en door Nederland leidt, is echter onzeker.

## 2.3 Drijvende krachten luchtvaart

De ontwikkelingen in de luchtvaartsector worden in belangrijke mate gedreven door krachten in de internationale omgeving, en door de grenzen die binnenlands worden opgelegd. Hieronder volgt een overzicht van de verschillende drijvende krachten, nadere details zijn opgenomen in het bijbehorende achtergronddocument (Romijn et al. 2016b).

### Demografische en economische ontwikkeling

#### **Bevolkingsgroei en economische groei leiden tot meer vliegen**

De ontwikkeling van de luchtvaart hangt direct samen met de ontwikkeling van de bevolking: hoe meer mensen, hoe meer luchtreizigers. Ook de ontwikkeling in de samenstelling van de bevolking naar bijvoorbeeld leeftijd of inkomensniveau is relevant: jongeren vliegen vaker dan ouderen, en mensen met een hoog inkomen vliegen meer dan mensen met een laag inkomen. Niet alleen de Nederlandse bevolkingsontwikkeling is van belang, maar vooral ook de wereldwijde bevolkingsontwikkeling. Het gaat hierbij immers om mensen die potentieel naar Nederland komen (vakantie, zakenreis, enzovoort) of op Schiphol overstappen naar een andere vlucht. Daarnaast speelt de economische groei een rol. Wanneer de economie groeit (in reële termen) krijgen de mensen meer mogelijkheden om hun verdiende inkomen te besteden, bijvoorbeeld aan buitenlandse (vlieg)reizen en groeien de zakelijke contacten met daaraan gerelateerde businessreizen. Dit leidt tot een toename van het aantal vliegreizen (zowel zakelijk als niet-zakelijk).

#### **Internationale ontwikkelingen beïnvloeden behoefte aan vliegen op meerdere wijzen**

Wereldwijde economische groei kan gepaard gaan met specialisering en globalisering: ontwikkelingen die ertoe kunnen leiden dat de wereldwijde luchtvaart sneller groeit dan de wereldwijde economie. Wereldwijde economische groei betekent ook dat de inkomens van mensen toenemen, waardoor zij meer gaan vliegen. Een andere factor die de behoefte aan vliegen bepaalt, is de ontwikkeling van de kosten: worden de tickets in de komende decennia net zo snel goedkoper als in de afgelopen decennia het geval was of niet? Daarnaast bepalen de economische ontwikkeling van Noordwest-Europa en haar positie in de wereldeconomie hoe belangrijk deze regio is als bestemming (voor passagiers en vracht), en in welke mate de inwoners van Noordwest-Europa zelf geneigd zijn om te vliegen, zowel zakelijk als in de vrije tijd. Dit belang beïnvloedt mede de mate waarin in Noordwest-Europa goede concurrerende luchthavens beschikbaar zijn die ook een rol kunnen spelen als overstappunt en hub in de internationale luchtvaart. Deze internationale ontwikkelingen beïnvloeden de concurrentiepositie van de Nederlandse luchthavens. Ook de economische groei van Nederland speelt daarbij een rol. Die bepaalt immers vooral de groei van het luchtverkeer door reizigers die vanuit Nederland vertrekken of naar Nederland reizen (OD-verkeer: *origin and destination*). Ook relevant is de mate waarin er in Noordwest-Europa of daarbuiten (zoals in het Midden-Oosten) in het transfersegment concurrerende alternatieven zijn voor Schiphol.

## **Hubfunctie van Schiphol**

Een belangrijke onzekerheid voor de luchtvaart in Nederland is of Schiphol zijn hubfunctie behoudt. In de referentiescenario's wordt ervan uitgegaan dat de hubfunctie behouden blijft. Het wegvallen van die functie past niet bij het rustige karakter van de scenario's. Dat betekent echter niet dat het behoud van de hubfunctie vanzelfsprekend is. Naast de al genoemde mogelijke opkomst van concurrerende hubs kan ook de hubcarrier op Schiphol wegvallen. Om die reden hebben we in een aparte onzekerheidsverkenning onderzocht hoe het wegvallen van de hubfunctie van Schiphol van invloed is op de luchtvaart in Nederland (zie paragraaf 5.4).

## **Internationaal beleid**

Internationaal beleid kan maar zeer beperkt worden bijgestuurd door Nederland. Het moet daarom als gegeven worden beschouwd en is als zodanig een onzekere factor bij de ontwikkeling van toekomstscenario's. Voor de luchtvaart zijn hierbij met name het internationale klimaat- en energiebeleid, het Europese transportbeleid en het internationale luchtvaartbeleid van belang.

### **Streng internationaal klimaat- en energiebeleid maakt vliegen duurder**

Het internationale klimaat- en energiebeleid vormt een belangrijke onzekerheid voor de ontwikkeling van het vliegverkeer, vanwege de impact die het heeft op de brandstofkosten. Brandstofkosten vormen in de luchtvaart een belangrijk bestanddeel van de totale transportkosten, belangrijker dan bij de meeste andere modaliteiten. Stringent klimaatbeleid betekent een snel toenemende CO<sub>2</sub>-prijs. Het betekent ook dat de luchtvaart daaraan gaat meebetalen, wat vliegen duurder maakt.

### **Europees beleid beïnvloedt luchtvaart op meerdere fronten**

Het Single European Sky (SES) programma moet een soepeler afhandeling en een grotere capaciteit van het Europese luchtruim bevorderen. Hierdoor worden vliegreizen korter en daardoor goedkoper en zijn ze minder belastend voor het milieu (klimaat). Verder zet het Europese transportbeleid in op het ontwikkelen van Europese transportcorridors voor spoor en weg, alsmede belastingen/beprijzen, het ontwikkelen van voer-/vaar-/vliegtuigstandaarden en dergelijke. Dit heeft gevolgen voor de mate waarin het aantrekkelijk is om binnen Europa te vliegen.

Internationaal luchtvaartbeleid omvat bilaterale of multilaterale afspraken waarin is opgenomen welke maatschappijen vluchten mogen aanbieden in welke landen.<sup>3</sup> Internationale afspraken en verdragen kunnen beperkingen verminderen of juist aanscherpen. Daarnaast hebben we te maken met luchthavenbeleid van andere landen: Worden er nieuwe luchthavens geopend (of gesloten) of worden bestaande luchthavens uitgebreid, en hoe gaat men om met geluidsrestricties?

## Technologische ontwikkeling

### **Trendmatige ontwikkeling van veiligheid, vliegtuigen worden steeds stiller**

De technologische ontwikkeling in de luchtvaart vindt plaats op een aantal vlakken, te weten veiligheid, geluid, brandstofverbruik en de capaciteit van luchthavens. Bij veiligheid gaan we uit van een trendmatige ontwikkeling die voor de referentiescenario's niet verschilt. De geluidshinder door het luchtverkeer beperkt de meeste luchthavens in hun werking. Dit geldt ook voor Schiphol (zie paragraaf 3.4). Dit is een belangrijke drijvende kracht achter de ontwikkeling van steeds stillere vliegtuigen en technologie om stillere start-/landingsprocedures mogelijk te maken.

### **Hogere brandstofkosten leiden tot schonere toestellen**

Zoals hierboven al is opgemerkt, vormen de brandstofkosten een grote kostenpost voor de luchtvaart. Het loont dan ook om zuiniger met brandstof om te gaan, bijvoorbeeld door technologische verbeteringen aan vliegtuigen. Naarmate brandstofprijzen hoger zijn (bijvoorbeeld omdat er een (hogere) CO<sub>2</sub>-prijs moet worden betaald), zullen technologische verbeteringen op dit punt sneller beschikbaar komen. De technologische ontwikkeling betekent ook dat de impact van een vliegtuig op het milieu afneemt (geluid, luchtverontreinigende stoffen, CO<sub>2</sub>). Ook kan hierdoor het gebruik van biobrandstoffen worden bevorderd.

### **Meer efficiëntie in vliegbewegingen**

Ten slotte kunnen verbeterde start- en landingstechnieken en technologieën hiervoor de fysieke capaciteit van een bepaald banenstelsel verbeteren. Ook in het luchtruim kunnen vliegtuigen korter op elkaar vliegen en zijn er ontwikkelingen denkbaar waardoor men niet alleen in corridors hoeft te vliegen, maar van het hele luchtruim gebruik kan maken.

## Gedrag van passagiers en luchtvaartmaatschappijen

### **Vliegen wordt steeds normaler**

Het vlieggedrag van consumenten is aan verandering onderhevig. De algemene neiging om te vliegen hangt samen met inkomensontwikkeling, ticketprijzen, inkomenselasticiteit en de beschikbaarheid van alternatieven. Al deze zaken zijn besproken onder de noemer 'andere drijvende krachten'. Hiernaast kan het zijn dat mensen door de jaren heen anders tegenover vliegen gaan staan. Zo lijken jongere generaties makkelijker het vliegtuig te nemen dan oudere generaties, mogelijk omdat zij het vliegen met de paplepel ingegoten hebben gekregen. Andere factoren die een rol spelen bij de vlieggeneigdheid, zijn bijvoorbeeld de nabijheid van een luchthaven of het gemak van boeken, evenals de percepties over de milieueffecten.

### **Kostenbesparing belangrijke stimulans voor luchtvaartmaatschappijen**

Het vlieggedrag wordt verder bepaald door de luchtvaartmaatschappijen zelf, bijvoorbeeld door hun beleid ten aanzien van hun bestemmingen. Samenwerkende luchtvaartmaatschappijen bieden netwerken van bestemmingen aan. Dit kan een *hub-and-spoke*-systeem zijn, waarbij één of meerdere centrale luchthavens als hub worden ontwikkeld. Het kan ook een *point-to-point*-systeem zijn, waarbij de meeste verbindingen rechtstreeks worden aangevlogen. De samenstelling van de allianties en hun netwerken is een belangrijke onzekerheid. Specifiek van belang voor de Nederlandse situatie is de zelfstandigheid van KLM, de strategie van AirFrance/KLM en de vraag of dit bedrijf met twee hubluchthavens blijft werken of de activiteiten in Parijs gaat concentreren. Ook kunnen maatschappijen bij een veranderende vraag de vluchtfrequentie aanpassen en/of de vliegtuiggrootte. In de praktijk is een toename zichtbaar van zowel de vluchtfrequentie als de gemiddelde vliegtuiggrootte. Een andere onzekere factor is de ontwikkeling van de *low-cost carriers* (LCC) ten aanzien van hun luchthavenkeuze en de vraag of deze ook op intercontinentale verbindingen een rol gaan spelen. Tot slot is onzeker hoe de prijzen zich in de toekomst gaan ontwikkelen. In het verleden zijn ticketprijzen fors gedaald door voortgaande verbetering van de efficiëntie, met name onder druk van de concurrentie als gevolg van liberalisatie, verbetering van de bezettingsgraad, enzovoort.

## Noten

- 1 Bij een *hub-and-spoke*-systeem worden goederen van hun herkomst naar een verzamelpunt gebracht, dan in grote stromen vervoerd naar een ander verzamelpunt, en van daaruit weer fijnmaziger gedistribueerd. Dit in tegenstelling tot het systeem van directe verbindingen, waarbij goederen rechtstreeks van herkomst naar bestemming gaan.
- 2 Knooppunt voor transport en tijdelijke opslag.
- 3 Het internationale systeem van luchtvaartverdragen, dat zijn grondslag vindt in het Verdrag van Chicago (1944), omvat zowel bilaterale als multilaterale verdragen waarin afspraken zijn opgenomen over de over en weer toegestane markttoegang van onder die verdragen aangewezen luchtvaartmaatschappijen.



# 3

## Scenarioverhalen

### 3.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk zijn factoren beschreven die de mobiliteitsontwikkelingen in de komende decennia drijven. Elk van deze drijvende krachten kent onzekerheden en elke combinatie van factoren kan tot andere uitkomsten leiden. WLO-breed is gekozen voor twee rustige referentiescenario's, die een basis bieden voor robuuste besluitvorming (zie tekstbox 'De toekomst verkennen met scenario's' in hoofdstuk 1).

De verkende trends en onzekerheden uit hoofdstuk 2 vormen de basis voor twee scenarioverhalen. De korte samenvatting van de twee referentiescenario's luidt als volgt (zie ook tabel 3.1):

- Het scenario Hoog combineert een hoge demografische en economische groei (onder andere als gevolg van een sterke groei wereldeconomie en internationale handel) met een meer geconcentreerd ruimtelijk patroon, een ambitieus klimaatbeleid en een snelle technologische vooruitgang.
- Het scenario Laag combineert een lage demografische groei met een beperkte economische groei, een wat minder geconcentreerd ruimtelijk patroon, een beperkt klimaatbeleid en een trage technologische vooruitgang.

In de volgende paragrafen gaan we nader in op de specifieke aannames in de scenario's. De aannames rondom demografie, macro-economie, regionale ruimtelijke ontwikkelingen en energie/klimaat stippen we kort aan (zie de betreffende cahiers, PBL/CPB 2015c/d/e/f, voor nadere informatie), om daarna vooral aandacht te besteden aan de aannames die specifiek zijn voor de thema's personenmobiliteit, goederenvervoer en luchtvaart. In de achtergronddocumenten die bij dit cahier horen (Hilbers et al. 2016; Romijn et al. 2016a; Romijn et al. 2016b) zijn de scenario's in nader detail beschreven.

We beschrijven de ontwikkelingen ten opzichte van het basisjaar, tenzij anders vermeld.<sup>1</sup>



Tabel 3.1  
**Basisaanname referentiescenario's**

Onzekerheid	Aanname	
	Hoog	Laag
Demografie	sterke groei	eerst nog bescheiden groei, daarna krimp
Economie	sterke groei wereldeconomie en internationale handel behoud concurrentiepositie Nederlandse zee-/luchthavens grote dienstensector	bepaalde groei wereldeconomie en internationale handel behoud concurrentiepositie Nederlandse zee-/luchthavens kleine dienstensector
Technologie	snelle ontwikkeling	trage ontwikkeling
Ruimte	voortzetting trend tot concentratie in de Randstad en enkele grote steden	afzwakking concentratietrend (bepaalde concentratie)
Klimaatbeleid	substantieel	bepaald
Olieprijs	laag	hoog
Gedrag consumenten	geen fundamentele attitudeverandering ten aanzien van modaliteiten	geen fundamentele attitudeverandering ten aanzien van modaliteiten
Logistieke organisatie	sterke schaalvergroting, consolidatie en efficiëntieverbetering	bepaalde schaalvergroting, consolidatie en efficiëntieverbetering
Ontwikkelingen omgeving luchtvaart	sterke verdere liberalisering internationale luchtvaart sterke toename buitenlandse aanbod luchthavencapaciteit aanbod luchtvaartmaatschappijen neemt snel toe aandeel LCC stijgt verder hubfunctie Schiphol blijft onaangetast	bepaalde verdere liberalisering internationale luchtvaart sterke toename buitenlandse aanbod luchthavencapaciteit aanbod luchtvaartmaatschappijen neemt langzaam toe aandeel LCC blijft stabiel hubfunctie Schiphol blijft onaangetast
Europees transportbeleid	voornamelijk trendvolgend	voornamelijk trendvolgend
Nederlands beleid	minimaal gedifferentieerd trendmatig beleid MIRT-pakket tot 2030 wordt gerealiseerd behoud OV-studentenkaart Aldersakkoord	minimaal gedifferentieerd trendmatig beleid MIRT-pakket tot 2030 wordt gerealiseerd behoud OV-studentenkaart Aldersakkoord

## 3.2 Het Hoge scenario

### **Sterke bevolkingsgroei en gunstige economische ontwikkeling**

In het scenario Hoog zet de bevolkingsgroei door, als gevolg van een verder stijgende levensverwachting, hogere geboortecijfers en meer immigratie. Daarnaast worden de huishoudens kleiner, vooral in de periode tot 2030. Er is sprake van een aantrekkende groei in de wereldeconomie, een daling van de werkloosheid en een stijging van het inkomen. De groei komt met name door voortgaande technologische ontwikkeling, een stimulerende rol van financiële markten en een grotere internationale handel. De arbeidsparticipatie, vooral van ouderen en vrouwen, blijft grosso modo stijgen. Mensen werken bovendien langer door omdat de AOW-leeftijd oploopt met de toenemende levensverwachting.

### **Concentratie in Randstad en steden**

De bevolkingsgroei vindt vooral plaats in de Randstad en de steden; dit is een voortzetting van de recente trends. Deze concentratie is het gevolg van agglomeratie-effecten én een grotere waardering van stedelijke voorzieningen. Omdat verdichting slechts beperkt soelaas biedt, zal rond de groeiende steden aanzienlijke woningbouw plaatsvinden.

### **Stringent internationaal klimaatbeleid**

Vanwege de voortgaande internationale samenwerking wordt het klimaatbeleid 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. Dit betekent een CO<sub>2</sub>-prijs van 160 euro per ton in 2050. Veel klimaatbeleid en een snelle technologische ontwikkeling remmen de vraag naar olie, terwijl de afname van geopolitieke spanningen juist tot een groter aanbod leidt. Hierdoor blijft de olieprijs laag, ondanks de snellere groei van de wereldeconomie. De CO<sub>2</sub>-emissie-eisen voor het wegverkeer worden verder aangescherpt (tot 55 gram CO<sub>2</sub>/km) en de testmethode wordt meer in lijn gebracht met de praktijk.

### **Vooruitgang in voertuigtechnologie**

Als gevolg van de eisen die voortvloeien uit het internationale klimaatbeleid, zal de voertuigtechnologie zich verder ontwikkelen. Rond 2050 zullen conventionele auto's veel zuiniger zijn dan nu. Het aandeel elektrische auto's neemt toe. De hiervoor benodigde technologie leidt tot hogere aanschafkosten, maar de gebruikskosten nemen substantieel af. Daarnaast zijn er niches waarin elektrisch vervoer belangrijk is. Zo wordt de *last mile* vooral via elektrische stadsdistributie verzorgd en zijn er veel meer elektrische deelauto's dan nu, vooral in de grote steden. Automatische voertuigen spelen nog geen rol van betekenis. De elektrische fiets heeft zijn opmars doorgezet en wordt in 2050 niet alleen recreatief gebruikt, maar vaak ook voor woon-werkverkeer. Door de groei van de luchtvaartsector is er meer behoefte aan besparingsmogelijkheden en meer geld voor innovatie. Vliegtuigen worden hierdoor zuiniger, schoner en stiller en oudere toestellen worden relatief snel uitgefaseerd.

### **ICT werkt door in personenmobiliteit en goederenvervoer**

Door ontwikkelingen in de ICT wordt een fragmentatie van activiteiten in tijd en ruimte mogelijk. Thuiswerken is daar een voorbeeld van. In het scenario Hoog trekken we de trends op dit terrein zoveel mogelijk door: meer mensen gaan meer uren thuiswerken, wat gevolgen heeft voor het aantal woon-werkritten. Technologische ontwikkelingen dragen ook bij aan nieuwe logistieke concepten en werkwijzen. Bij hoge economische groei zijn de baten van innovaties groot en zijn er sterke prikkels tot innoveren. Het wordt steeds makkelijker om ladingsstromen te consolideren door *feeding* en bundeling.<sup>2</sup> Ook zal het goederenvervoer door efficiëntiewinsten relatief snel goedkoper worden.<sup>3</sup>

### **Luchtvaartsector liberaliseert verder**

Er is sprake van een relatief snelle verdere liberalisering van de intercontinentale luchtvaartmarkten, wat de prijs van het vliegen enigszins drukt. Er komt snel meer aanbod van buitenlandse luchthavencapaciteit, er komen veel nieuwe luchtvaartmaatschappijen bij en het aandeel van de low-cost carriers groeit. Het aantal verbindingen groeit sterk, maar het *hub-and-spoke*-systeem blijft bestaan. De hubfunctie van Schiphol blijft onaangetast.

### **Europees transportbeleid trendvolgend**

Het Europees transportbeleid is in dit scenario vooral trendvolgend: effectief waar knelpunten optreden. Hierbij gaat het zowel om de harmonisering van regelgeving als om het stimuleren van transportnetwerken. Er gaat geen handelsbelemmering uit van het Europees beleid, maar ook geen handelsbevordering. Ten aanzien van de luchtvaart zal in dit scenario het streven naar een Single European Sky (SES) in belangrijke mate worden gerealiseerd.

## **3.3 Het Lage scenario**

### **Bescheiden economische groei en bevolkingsgroei vlakt af**

In het scenario Laag is sprake van een gematigd herstel van de Europese economie, onder andere vanwege een trage technologische vooruitgang en een stagnerende interne markt. De arbeidsmarkt herstelt maar mondjesmaat en consumptie en investeringen komen niet terug naar het niveau van voor de crisis. De groei die er wel is, komt vooral door de export. Het inkomen stijgt nog wel, maar veel minder dan in het scenario Hoog. De arbeidsparticipatie, vooral van ouderen en vrouwen, stijgt licht. Mensen werken bovendien iets langer door. Mede door de bescheiden economische groei is er sprake van een beperkte toename van de levensverwachting, een lager geboortecijfer en minder immigratie. De bevolkingsgroei vlakt 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.

### **Meer evenwichtige groei van stedelijke regio's**

De trend waarbij de bevolking zich concentreert in (delen van) de Randstad en enkele steden daarbuiten, zet door maar minder sterk dan in het Hoge scenario. Dit vertaalt zich in een spreiding van de groei over meerdere steden. Diverse regio's krijgen te maken met krimp. De verhouding tussen stad, buitenwijken en platteland blijft min of meer stabiel, zoals ook in de afgelopen decennia het geval was.

### **Beperkt klimaatbeleid**

In dit scenario wordt beperkt (Europees) klimaatbeleid gevoerd. Door de lagere economische groei en de beperktere internationale samenwerking dan in het Hoge scenario zijn landen minder bereid hun klimaatbeleid aan te scherpen en te continueren na 2020. Hierdoor koerst de wereld af op een opwarming met ongeveer 3,5-4 graden Celsius ten opzichte van het pre-industriële niveau. Voor de luchtvaart blijft het Emissions Trading System (ETS) beperkt tot het Europese luchtruim. De CO<sub>2</sub>-beprijzing heeft nauwelijks invloed op de prijs van een vliegticket. De CO<sub>2</sub>-emissie-eisen voor wegverkeer worden verder aangescherpt tot 70 gram CO<sub>2</sub>/km. Beperkt klimaatbeleid en een matige technologische ontwikkeling leiden tot een grotere vraag naar olie, terwijl een toename van de geopolitieke spanningen het aanbod verkleinen. Hierdoor is de olieprijs relatief hoog, ondanks een langzamer groei van de wereldeconomie. De aanschafkosten voor auto's nemen minder toe dan in het scenario Hoog, en de gebruikskosten dalen ook minder.

### **Technologie ontwikkelt zich langzaam**

De technologische ontwikkeling is gematigd. Hierdoor blijven grote doorbraken in de batterijtechnologie uit, waardoor de elektrische auto duur blijft en een zeer klein marktaandeel heeft in 2050. Wel zal er sprake zijn van meer elektrisch vervoer in bijvoorbeeld de stadsdistributie en deelautosystemen in de grote steden. Automatische voertuigen spelen nog geen rol van betekenis. De elektrische fiets heeft zijn opmars doorgezet en wordt niet alleen recreatief gebruikt maar in 2050 ook vaak voor woon-werkverkeer. 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. De trage technologische voortgang betekent ook dat er in het goederenvervoer minder consolidatie van vervoersstromen zal optreden en dat er minder sprake is van efficiëntieverbetering. Ook de vliegtuigen worden maar beperkt schoner en oude toestellen blijven langer doorvliegen.

### **Luchtvaartmarkten liberaliseren in beperkte mate**

De liberalisering van de intercontinentale luchtvaartmarkten verloopt minder snel. Er komt snel meer aanbod van buitenlandse luchthavencapaciteit terwijl er maar beperkt nieuwe luchtvaartmaatschappijen bijkomen. Het aandeel van de low-cost carriers stabiliseert. Er is relatief weinig groei in frequenties en nieuwe bestemmingen. De hubfunctie van Schiphol blijft onaangetaast.

### **Europees transportbeleid trendvolgend**

Het Europees transportbeleid is ook in dit scenario vooral trendvolgend. Single European Sky wordt maar beperkt gerealiseerd.

## **3.4 Nederlands beleid: minimaal gedifferentieerd trendmatig**

Ten aanzien van het Nederlandse transport- en mobiliteitsbeleid gaan we er voor beide scenario's vanuit dat dit zoveel mogelijk blijft gehandhaafd dan wel zich trendmatig ontwikkelt. Op die manier brengen de scenario's het beste in beeld wat de mogelijke ontwikkelingen zijn zonder aanpassingen in beleid.

De investeringen in het (hoofd)wegennetwerk en het openbaarvervoeraanbod zijn tot 2030 vastgelegd in het Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport (MIRT). Er is nog geen helderheid over het investeringsbeleid dat na 2030 wordt gevoerd. In de referentiescenario's is daarom alleen gerekend met de uitbreidingen conform het MIRT, daarna blijft het netwerk zoals het is. Ook het effect van mogelijke vernieuwingen in het verkeersmanagement zijn buiten beschouwing gelaten. Daarnaast heeft beleid invloed op de prijs van reizen. Denk aan autobelastingen en accijnzen, parkeer- en OV-tarieven. In de doorrekening van de personenmobiliteit in 2030 en 2050 zijn we ervan uitgegaan dat hierin geen fundamentele veranderingen optreden.

Ten aanzien van de relevante expliciete of impliciete belastingen, subsidies en gebruikerstarieven voor weg, spoor, water, luchthavens en pijpleiding (prijnsbeleid) gaan we ervan uit dat de tarieven reëel constant blijven. Verder gaan we uit van de bestaande of reeds voorgenomen aanleg van nieuwe luchtvaartinfrastructuur en de vergunde capaciteit.

Om de overlast voor de omwonenden van Schiphol te beperken zijn de zogeheten Aldersakkoorden tot stand gekomen. Deze zijn het beleidsuitgangspunt voor de referentiescenario's. De belangrijkste elementen van de Aldersakkoorden zijn dat (1) tot 2020 maximaal 500.000 vluchten op Schiphol worden toegestaan en (2) de geluidshinderwinst door stillere vliegtuigen (of andere geluidshinderbeperkende maatregelen) voor de helft mag worden gebruikt voor extra vluchten.<sup>4</sup> Dat betekent dat omwonenden in beide scenario's de geluidshinder sterk zien teruglopen. Doordat er in de WLO-scenario's wordt uitgegaan van trendmatige technologische vooruitgang, kunnen deze geluidshinderwinsten samengaan met een substantiële groei van het aantal vluchten (zie ook kader op pagina 56).

### 3.5 Wat als het toch anders loopt?

In de rustige referentiescenario's hebben allerlei onzekerheden een plek gekregen. Toch is een aantal denkbare ontwikkelingen, zoals aangestipt in hoofdstuk 2, nog niet aan de orde gekomen. Om de mogelijke impact van die ontwikkelingen op de mobiliteit in kaart te brengen, zijn aanvullende onzekerheidsverkenningen uitgevoerd: wat als het toch anders loopt? Een groot verschil tussen deze onzekerheidsverkenningen en de referentiescenario's is dat de onzekerheidsverkenningen niet consistent over alle WLO-thema's zijn uitgewerkt. Wel zijn er wel overeenkomsten met de verkenningen in andere thema's. Zo is de aanvullende verkenning 'tweegradendoelstelling klimaatbeleid wordt gehaald' ook uitgewerkt in het thema klimaat en energie en zijn in het cahier *Regionale ontwikkelingen en verstedelijking* de alternatieve ruimtelijke patronen uitgewerkt in de aanvullende onzekerheidsverkenningen 'Hoog Spreiding' en 'Laag Concentratie'.

Niet alle denkbare ontwikkelingen die we in de aanvullende onzekerheidsverkenningen een plek wilden geven, konden kwantitatief worden doorgerekend. Het model-instrumentarium schiet bijvoorbeeld tekort 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 referentiescenario's voorzien.

De volgende aanvullende onzekerheidsverkenningen zijn uitgevoerd:

	Kwantitatief	Kwalitatief
Personen-mobiliteit	<ul style="list-style-type: none"><li>– Alternatieve verstedelijkingspatronen: Hoog – Spreiding en Laag – Concentratie</li><li>– Beperkt klimaatbeleid bij het Hoge scenario</li><li>– Hoge olieprijs bij het Hoge scenario</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Tweegradenscenario</li><li>– Impact ICT-ontwikkelingen</li><li>– Snelle intrede automatische voertuigen</li><li>– Autodelen zet versterkt door</li></ul>
Goederen-vervoer en zeehavens	<ul style="list-style-type: none"><li>– Alternatieve invulling aanvoer energiedragers</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Tweegradenscenario</li><li>– Reshoring van productie</li><li>– Nieuwe verbindingen voor internationale handel</li><li>– Veranderingen in logistieke concepten en organisatie</li></ul>
Luchtvaart	<ul style="list-style-type: none"><li>– Wegvallen hubfunctie Schiphol</li><li>– Benutten volledige milieuwinst geluidshinder voor extra groei luchtvaart</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Tweegradenscenario</li></ul>

## Noten

- 1 Het basisjaar is gekoppeld aan het gebruikte model en is voor binnenlandse personen-mobiliteit 2010, voor goederenvervoer en zeehavens 2011 en voor luchtvaart 2013.
- 2 *Feeding* en bundeling betreft het samenbrengen van kleine ladingsstromen in een grote haven (*feeding*: voeden) om deze op een groot schip naar een grote haven op een ander continent te verschepen (bundeling). Daar wordt de lading overgeladen op kleinere schepen (soms als *transshipment*) en vervolgens verscheept naar regionale havens. Het gaat dus om het consolideren van grote ladingsstromen over grote afstanden. Het vindt ook lokaal plaats als lokale leveringen via een warehouse, winkel of andere tussenleverancier worden geleverd aan eindgebruikers.
- 3 Voor *last mile*-transport dat nu door internet een steeds grotere rol heeft, hebben we aangenomen dat dit niet verder toe- of afneemt. Er komen andere pick-uptechnologieën bij.
- 4 Geluidshinderwinst wordt gedefinieerd als de vermindering van het aantal ernstig gehinderde woningen (woningen binnen een 58 dB contour) en/of inwoners (binnen een 48 dB contour). De afspraak houdt in dat er na 2020 kan worden doorgegroeid boven het plafond van 500.000 vliegtuigbewegingen als de luchtvaartsector zodanige hinderbeperkende maatregelen of innovaties doorvoert dat er ruimte ontstaat binnen de wettelijke gelijkwaardigheidscriteria. Die ontstane ruimte wordt dan volgens het 50-50-principe verdeeld: 50 procent van de ruimte mag worden gebruikt voor groei in verkeersvolume en 50 procent van de ruimte geldt als hinderbeperking voor de omgeving. Hiernaast bevatten de Aldersakkoorden ook afspraken en regels met betrekking tot de inzet van de start- en landingsbanen. De precieze bepaling van de geluidshinderwinst in de Aldersakkoorden is op het moment van schrijven nog niet duidelijk; de precieze uitwerking daarvan ook niet.

# 4

## Mobiliteit en transport in 2030 en 2050

De scenarioverhalen van hoofdstuk 3 zijn omgezet in kwantitatieve uitgangspunten en vervolgens doorgerekend. Voor gedetailleerde informatie over de gehanteerde uitgangspunten en de gebruikte modellen verwijzen we naar de achtergronddocumenten behorende bij dit cahier (Hilbers et al. 2016; Romijn et al. 2016a; Romijn et al. 2016b). In dit hoofdstuk beschrijven we de resultaten op hoofdlijnen.

### 4.1 Personenmobiliteit

Personenmobiliteit komt tot uitdrukking in diverse verschijningsvormen. Denk aan de omvang en aard van het autopark, het aantal gemaakte ritten of gereisde kilometers naar vervoerwijze, de omvang van de congestie, de intensiteit van het weggebruik, de bereikbaarheid van bestemmingen, enzovoorts. Om deze verschijningsvormen te bepalen zijn de scenario's doorgerekend met de modellen Dynamo (voor autobezit) en LMS (voor mobiliteitsontwikkelingen). De hoofdbevindingen zijn:

- Het aantal auto's in Nederland blijft toenemen, maar de groei vlakt sterk af in vergelijking met de vorige decennia.
- De binnen Nederland afgelegde afstand neemt ten opzichte van 2010 toe met 14 procent in scenario Laag en 37 procent in scenario Hoog.
- Tot en met 2030 neemt de congestie niet verder toe. Vanaf 2030 neemt de congestie weer toe in het Hoge scenario, maar niet in het Lage scenario.
- De bereikbaarheid van banen neemt voor alle vervoerwijzen en alle scenario's toe.
- In de Randstad (Noord- en Zuid-Holland, Utrecht en Flevoland) groeit de mobiliteit enkele procentpunten sterker dan elders in Nederland.
- De uitstoot van CO<sub>2</sub> en schadelijke stoffen door personenauto's en bestelbusjes neemt in beide scenario's af.
- Het aantal verkeersdoden neemt af.

#### Autopark

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 4.1). Dit komt vooral doordat de bevolking groeit en de welvaart toeneemt en het aandeel 18-plussers met een auto stijgt. De groei van het autobezit wordt geremd



**Figuur 4.1**  
**Autopark van personenauto's volgens WLO-scenario's**



Bron: PBL/CPB; CBS (Statline)

door de toename van de kosten. In het scenario Hoog tikken daarbij vooral de hogere aanschafkosten door. In het scenario Laag speelt dat minder een rol, maar daar zijn de relatief hogere gebruikskosten een relevante factor.

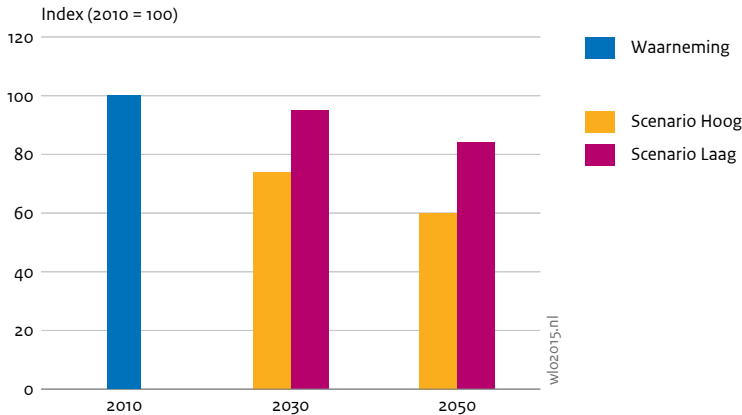
Nieuwe auto's zijn zuiniger, in scenario Hoog meer dan in scenario Laag. In combinatie met de veronderstellingen over de olieprijsontwikkeling leidt dit tot een verandering van de variabele autokosten (zie figuur 4.2). Met name in het Hoge scenario dalen deze substantieel. In 2030 liggen ze ongeveer 25 procent lager en in 2050 40 procent lager dan nu. 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 onder het huidige niveau.

### Mobiliteit naar vervoerwijze

In beide scenario's neemt het aantal reizigerskilometers toe (zie figuur 4.3): in scenario Hoog met ruim een derde in 2050 (ten opzichte van 2010), in scenario Laag is de toename bescheidener, bijna 15 procent. Vooral de bevolkingsgroei, veranderingen in de bevolkingssamenstelling en de welvaartsontwikkeling zijn bepalend voor deze toename. Daarnaast spelen de verbetering van het infrastructuraanbod en het OV-aanbod (vooral tot 2030) een rol. Door het toegenomen autobezit is de groei van het aantal reizigerskilometers voor de autobestuurder het sterkst: in het Hoge scenario

Figuur 4.2

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



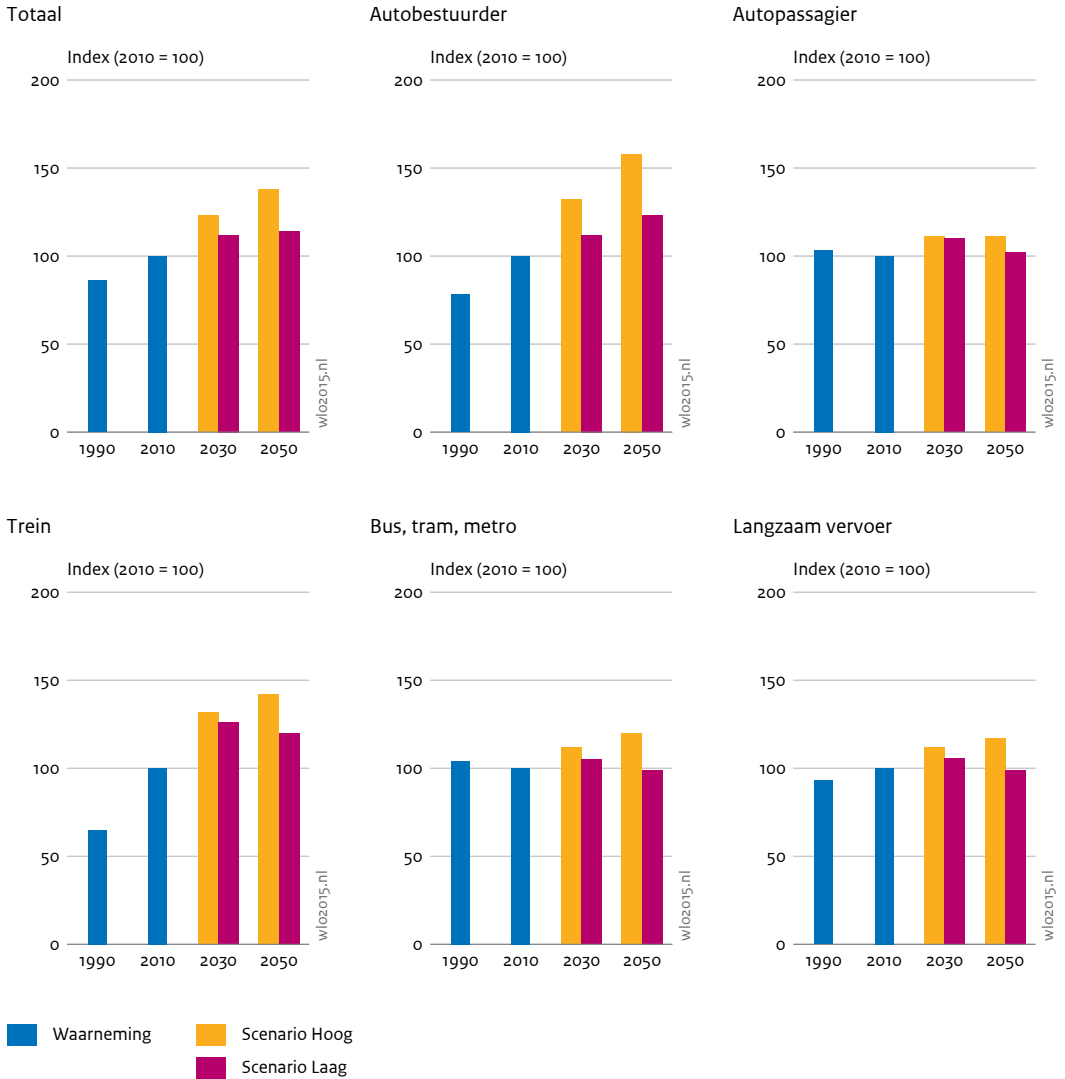
Bron: PBL/CPB

loopt die groei op tot bijna 60 procent. Naast demografie en economie zijn de uitbreiding van de wegcapaciteit en de veranderingen in de autokosten hierbij de meest relevante factoren. 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. Dit komt vooral door verbeteringen in het treinenaanbod. 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 lagere groei van gebruik van bus/tram/metro komt vooral door het gestegen autobezit en deels ook door de elektrische fiets. Ook het langzaam verkeer neemt maar bescheiden toe, ondanks de extra groei door de elektrische fiets. De vergrijzing (minder jongeren) en het gestegen autobezit remmen de groei van het langzaam verkeer.

Naast de totaal afgelegde afstand naar vervoerwijze zijn er andere relevante indicatoren van mobiliteitsgedrag. Zo blijkt dat het aantal verplaatsingen per persoon per dag in het Hoge scenario wat toeneemt terwijl het in het Lage scenario vrij constant blijft. De gemiddelde lengte van een verplaatsing neemt in het Lage scenario met circa 15 procent toe en in het Hoge scenario met een kleine 20 procent. In het Hoge scenario is dus sprake van zowel meer mensen, meer reizen per persoon per dag als langere reizen: deze aspecten leiden samen tot een duidelijk grotere mobiliteitsgroei. Doordat meer

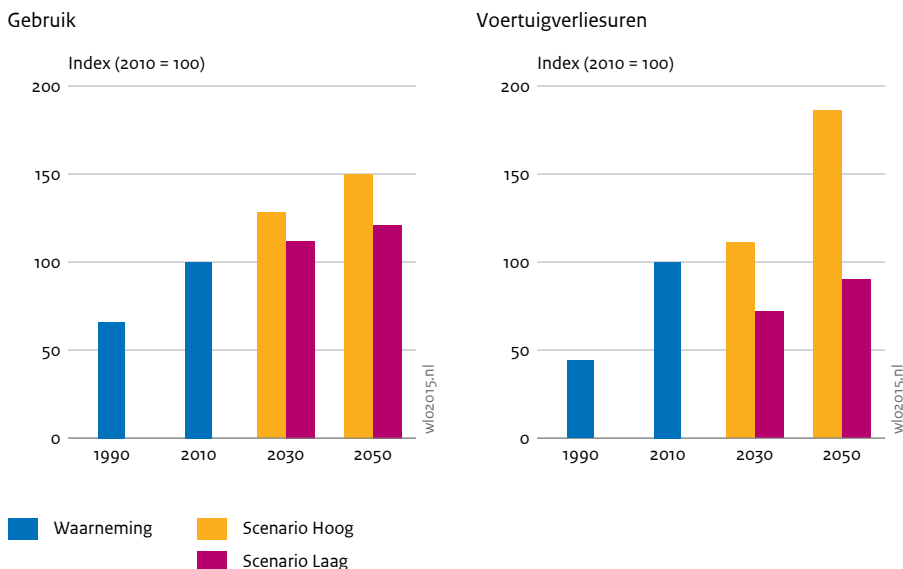
**Figuur 4.3**  
**Afgelegde kilometers naar modaliteit volgens WLO-scenario's**



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

Figuur 4.4

### Gebruik en voertuigverliesuren van hoofdwegennet volgens WLO-scenario's



Bron: PBL/CPB; RWS

gebruik wordt gemaakt van snellere vervoerwijzen neemt de reisduur van een gemiddelde verplaatsing overigens veel minder toe: met slechts 4 procent in scenario Laag en 6 procent in scenario Hoog.

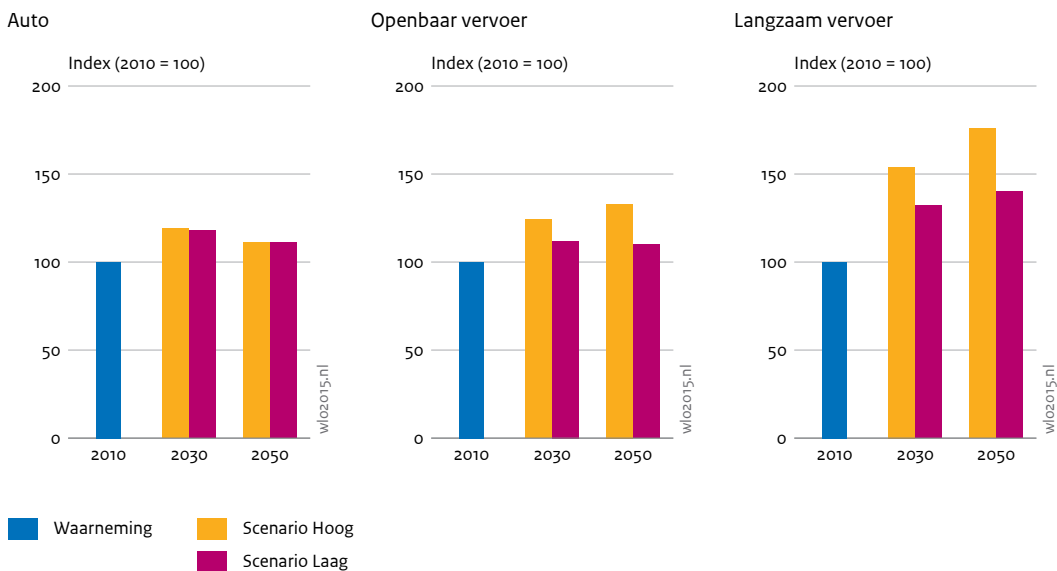
In de *modal split* (de verdeling over de vervoerwijzen) treden kleine veranderingen op. Het 'marktaandeel' van de autobestuurder neemt toe, het aandeel autopassagier en langzaam vervoer nemen wat af. In het aantal afgelegde kilometers is de auto dominant, met een aandeel van ruim 75 procent, maar in aantal verplaatsingen en ook in reistijd blijft het langzaam verkeer omvangrijk, met een aandeel van circa 35 à 40 procent.

Ten slotte hebben we gekeken naar het soort wegen en het tijdstip waarop het autoverkeer zich afspeelt. De groei buiten de spitsuren blijkt groter te zijn dan die tijdens de spits en de groei op auto(snel)wegen is hoger dan die op het lokale en regionale wegennet. Desondanks wordt nog steeds ruim 60 procent van de reistijd doorgebracht op het lokale en regionale wegennet.

### Gebruik hoofdwegennet en congestie

De groei van het personenautoverkeer is een belangrijke factor bij de ontwikkeling van het gebruik van het hoofdwegennet. Daarnaast zijn ontwikkelingen in het vrachtvervoer

**Figuur 4.5**  
**Bereikbaarheid van banen volgens WLO-scenario's**



Bron: PBL/CPB

van belang en de omvang van het personenautoverkeer uit het buitenland. In totaal leidt dit alles tot een toename van het gebruik van het hoofdwegenet met ruim 20 procent in het Lage scenario en met 50 procent in het Hoge scenario in 2050 (zie figuur 4.4).

Als maat voor de omvang van de congestie maken we gebruik van de voertuigverliesuren.<sup>1</sup> Hierbij speelt uiteraard niet alleen het gebruik van de weg een rol, maar ook de wegcapaciteit. Door de economische crisis en capaciteitsuitbreidingen zijn de voertuigverliesuren op het hoofdwegenet tussen 2010 en 2014 gedaald met 31 procent. In het Hoge scenario stijgt het aantal voertuigverliesuren in 2030 tot een niveau dat 11 procent hoger ligt dan in 2010. In het Lage scenario blijft het aantal voertuigverliesuren bijna 30 procent lager dan in 2010. Na 2030 nemen de files zonder verdere capaciteitsuitbreidingen of ander aanvullend beleid in het Hoge scenario weer toe, tot bijna 90 procent boven het niveau van 2010. In het Lage scenario blijven ze onder het niveau van 2010. In scenario Hoog hebben niet alleen het infrastructuraanbod en economische en demografische factoren invloed op de congestieniveaus, maar ook de relatief lage gebruikskosten voor de auto en de toename van het thuiswerken. De rijnsnelheden voor het autoverkeer zijn relatief constant in het Lage scenario (lichte toename op de auto(snel)wegen). In scenario Hoog blijven de snelheden in de daluren op het niveau van 2010, terwijl in de spitsuren sprake is van een lichte daling.

Tabel 4.1

**Basisindicatoren personenmobiliteit naar landsdeel volgens WLO-scenario's**

	Randstadprovincies				
	2010	Hoog 2030	Hoog 2050	Laag 2030	Laag 2050
Afgelegde afstand (in miljarden kilometers)	85	128	145	115	118
autobestuurder	40	136	165	114	127
autopassagier	24	117	119	114	108
trein	8,4	137	149	130	124
bus/tram/metro	4,2	118	128	110	13
langzaam vervoer	7,4	121	129	111	15
Voertuigkilometers hoofwegennet	27	133	157	114	126
Voertuigverliesuren hoofwegennet	25	108	197	67	86
Bereikbare banen					
per auto	138	118	110	118	111
per openbaar vervoer	143	122	132	111	110
per langzaam vervoer	140	154	178	132	141

**Bereikbaarheid van banen**

Congestie en rijnsnelheden, zoals beschreven in de vorige paragraaf, zeggen eigenlijk alleen iets over de kwaliteit van de verkeersafwikkeling. Bereikbaarheid – of je je bestemming kunt bereiken of hoeveel keuze in bestemmingen je hebt – hangt ook af van andere factoren. Het samenspel van de ruimtelijke inrichting en het vervoerssysteem bepaalt de geboden geografische bereikbaarheid. Dit illustreren we met de bereikbaarheid van banen (zie ook PBL 2012). 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 woonplek binnen acceptabele reistijd kan bereiken, neemt vooral tot 2030 toe, tot bijna 20 procent boven het niveau van 2010 (figuur 4.5). Daarna neemt deze bereikbaarheid weer wat af, tot ruim 10 procent boven het niveau van 2010. In beide scenario's is de ontwikkeling dus ongeveer gelijk, maar om andere redenen. In het Hoge scenario speelt naast de nationale groei van de werkgelegenheid (plus 14 procent) ook stedelijke concentratie een belangrijke rol (plus 9 procent). Na 2030 heeft de toename van de drukte op de weg in dit scenario een drukkend effect op het aantal banen dat binnen bereik ligt

	Intermediaire zone				Overig Nederland					
	2010	Hoog 2030	Hoog 2050	Laag 2030	Laag 2050	2010	Hoog 2030	Hoog 2050	Laag 2030	Laag 2050
	67	121	134	111	114	35	115	126	105	105
	35	130	153	113	124	18	126	146	108	115
	20	107	105	107	100	10	102	99	102	92
	5,6	131	140	126	121	2,8	116	125	110	105
	1,6	104	111	100	95	0,9	95	99	91	85
	5,3	106	110	112	97	3,1	100	99	96	87
	23	124	144	110	119	10	123	142	107	85
	17	119	181	82	101	5,0	197	150	66	78
	75	113	106	113	107	44	111	17	107	101
	73	120	125	111	108	37	107	110	98	94
	69	145	160	128	134	51	137	150	119	123

(min 10 procent). In het Lage scenario is de toename vooral het gevolg van stedelijke concentratie (plus 8 procent) in combinatie met snellere reistijden (plus 7 procent), terwijl de werkgelegenheidsontwikkeling een negatief effect geeft (min 4 procent).

De bereikbaarheid van banen binnen acceptabele reistijd per openbaar vervoer neemt in scenario Hoog gestaag toe tot 2050. In het Lage scenario neemt deze tot 2030 toe om daarna weer iets te dalen (figuur 4.5). De bijdrage van snellere reistijden in het openbaar vervoer aan de verbeterde bereikbaarheid van banen is in beide scenario's 5 procent. Daarbij speelt in het Hoge scenario ook de nationale groei van de werkgelegenheid (plus 14 procent) en de stedelijke concentratie (plus 11 procent) een rol. De meer geconcentreerde verstedelijking doet ook in het Lage scenario een duid in het zakje (plus 9 procent). De afname na 2030 komt doordat de werkgelegenheid in Nederland daalt.

Ten slotte is gekeken naar de bereikbaarheid van banen binnen acceptabele reistijd per langzaam vervoer. Deze neemt in beide scenario's toe (figuur 4.5) door een sterkere stedelijke concentratie (plus 12 procent) en vooral door de rol van de elektrische fiets. Deze maakt het reizen per fiets sneller, waardoor er binnen dezelfde tijd meer banen kunnen worden bereikt (plus 30-38 procent).

## Regionale verschillen

De groei van de mobiliteit is niet gelijkmatig over Nederland verdeeld (zie tabel 4.1). In de Randstadprovincies groeit de bevolking en daardoor ook de mobiliteit enkele procentpunten sterker dan elders in Nederland. Toch groeit het aantal voertuigverliesuren hier tot 2030 minder dan elders omdat relatief veel capaciteitsuitbreidingen in de Randstad zijn gepland. Na 2030 is de toename van de congestie in de Randstad wel bovengemiddeld. In de provincies Noord-Brabant, Gelderland en Overijssel 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. Die verschillen worden groter. Door de sterkere groei van de werkgelegenheid in de Randstad neemt daar het aantal bereikbare banen sterker toe dan elders.

## Verkeersveiligheid, emissies en energiegebruik

### Verkeersveiligheid<sup>2</sup>

In 2010 waren er 640 verkeersdoden te betreuren. Dat aantal was in 2014 al gedaald naar 570. Het aantal ernstige verkeersgewonden steeg tussen 2010 en 2014 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 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 4.2). 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.

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.



Tabel 4.2

**Verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden volgens WLO-scenario's**

Index 2010=100	2010 (abs.)	Hoog 2030		Laag 2030	
		Gunstig	Minder gunstig	Gunstig	Minder gunstig
Verkeersdoden	640	58	73	53	66
Ernstig verkeersgewonden (MAIS2+)	19.100	83	101	77	93

Bron: Weijermars &amp; Stipdonk (2015)

Tabel 4.3

**Energieverbruik en emissies van personenauto's en bestelauto's volgens WLO-scenario's**

Index 2010=100	2010 (abs)	Scenario Hoog		Scenario Laag	
		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
CO <sub>2</sub> -emissies personenauto's op NL grondgebied (Mton)	18,6	83	58	74	64
CO <sub>2</sub> -emissies bestelauto's op NL grondgebied (Mton)	4,1	78	50	72	55

Bron: PBL/CPB

**Emissies en energiegebruik**

Gemotoriseerde mobiliteit gaat gepaard met gebruik van energie en uitstoot van emissies (zie tabel 4.3). Het energieverbruik door personenauto's daalt in beide WLO-scenario's, in scenario Hoog iets meer dan in scenario Laag. Ook de CO<sub>2</sub>-emissies dalen in beide scenario's, wederom in Hoog meer dan in Laag. Dit laatste heeft te maken met de forsere technologische ontwikkeling in het Hoge scenario. De daling na 2030 is hierbij aanzienlijker dan voor 2030. In scenario Laag dalen de CO<sub>2</sub>-emissies voor 2030 juist meer dan daarna. De emissies van NO<sub>x</sub> 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<sub>x</sub>-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.

Ook bestelauto's gaan minder energie verbruiken (zie tabel 4.3). 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 CO<sub>2</sub>-emissies af. In 2050 is het niveau van die emissies in het Hoge scenario lager dan in het Lage scenario. 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.

## 4.2 Goederenvervoer

De scenario's voor het goederenvervoer zijn doorgerekend met het strategische goederenvervoermodel BasGoed. De belangrijkste uitkomsten betreffen de ontwikkeling van het totale goederenvervoer, de *modal split*, de ontwikkeling van het aantal ritten voor het wegvervoer en de ontwikkeling van de overslag in de zeehavens. De hoofdbevindingen zijn:

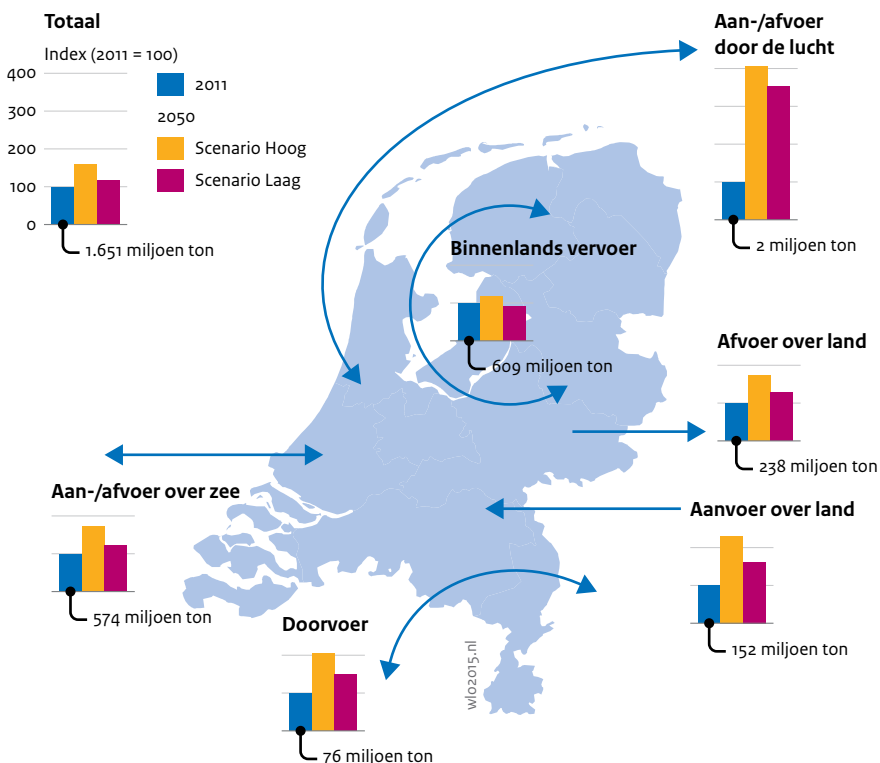
- De omvang van het goederenvervoer naar, van en door Nederland groeit in beide scenario's. In het Lage scenario neemt het binnenlands vervoer iets af.
- Wegvervoer blijft de grootste categorie binnen Nederland. Het groeit in absolute termen het meest, terwijl het in relatieve termen het spoorvervoer is dat sterk groeit. De binnenvaart verliest marktaandeel.
- Het aantal ritten over de weg groeit met 1 tot 27 procent.
- De overslag in de zeehavens neemt in de referentiepaden toe met zo'n 24 tot 74 procent.

### Ontwikkeling van het vervoerd gewicht

Figuur 4.6 geeft voor het Hoge en het Lage scenario de omvang en de geraamde ontwikkeling tot 2050 van het totale goederenvervoer van, naar en in Nederland. We gaan eerst in op het goederenvervoer over land: het binnenlands goederenvervoer, de doorvoer en de aan- en afvoer over land. De aan- en afvoer over zee wordt verderop apart besproken. De aan- en afvoer door de lucht komt in paragraaf 4.3 aan de orde.

Uit figuur 4.6 blijkt dat in scenario Hoog het totale vervoerde gewicht over land gedurende de periode 2011-2050 met 52 procent groeit (naar ruim 1.600 miljoen ton per jaar). In scenario Laag ligt de groei gedurende dezelfde periode op slechts 14 procent (naar een jaarlijks volume van ruim 1.200 miljoen ton). De internationale en binnenlandse economische ontwikkelingen zijn de belangrijkste drijvende krachten achter deze ontwikkeling. Alleen op basis daarvan zou het vervoerd gewicht in het Hoge scenario met 83 procent groeien en in het Lage scenario met 27 procent. Door de ontwikkeling van de waarde-gewichtverhouding wordt deze groei geremd met 34 procent (scenario Hoog) respectievelijk 15 procent (scenario Laag).<sup>3</sup> Figuur 4.7 laat zien dat in beide

Figuur 4.6  
Vervoerd gewicht volgens WLO-scenario's



Bron: CPB/PBL, CBS/Eurostat/ Havenbedrijf Rotterdam

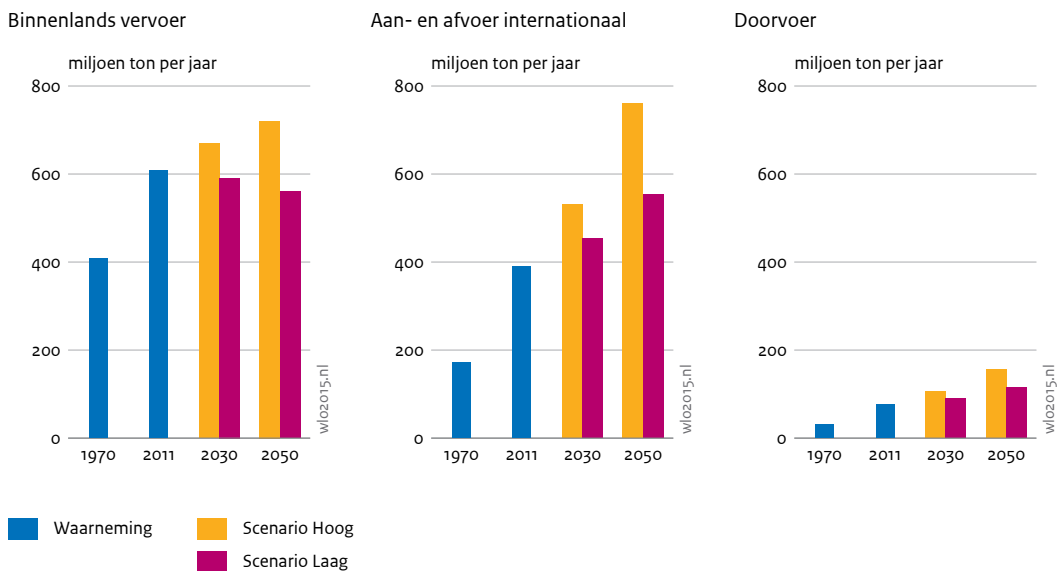
scenario's de internationale aan- en afvoer sneller groeit dan het binnenlands vervoer. Het binnenlands goederenvervoer groeit alleen in het Hoge scenario nog licht. In het Lage scenario daalt het binnenlands goederenvervoer.

### Ontwikkeling van het goederenvervoer over land per modaliteit

Voor het goederenvervoer over land worden drie modaliteiten onderscheiden: wegvervoer, spoor en binnenvaart. Figuur 4.8 laat zien hoe de verschillende modaliteiten zich in de twee scenario's ontwikkelen. Enkele opvallende ontwikkelingen zijn:

- Gemeten in vervoerde hoeveelheden vindt de grootste toename plaats in het wegvervoer. Alleen in het Lage scenario blijft de toename beperkt.
- Procentueel gezien neemt het spoorvervoer het sterkst toe. Het spoorvervoer wint in beide scenario's dan ook marktaandeel, al blijft dat marktaandeel klein.

Figuur 4.7  
Vervoerd gewicht volgens WLO-scenario's



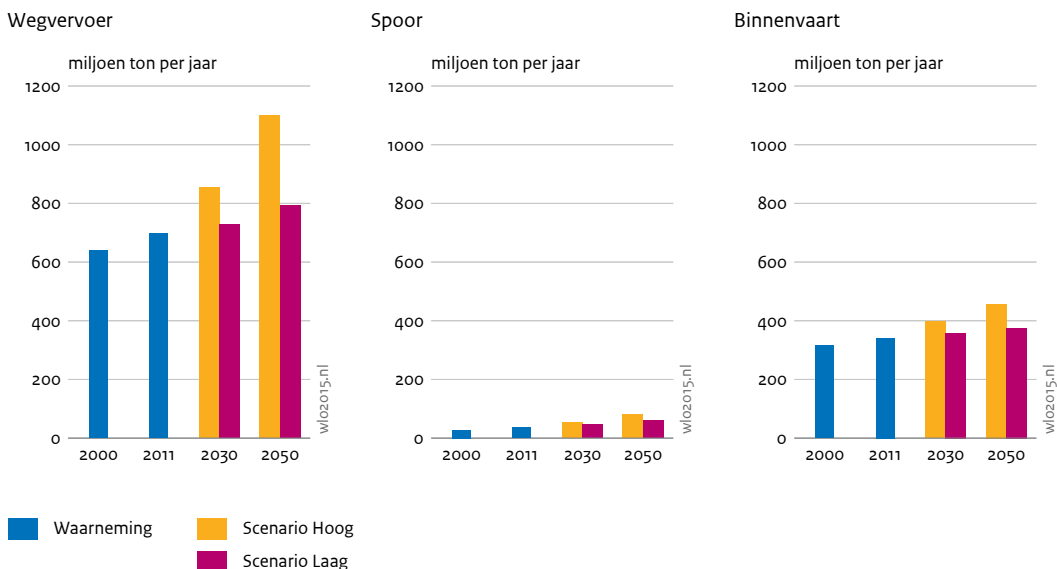
Bron: CPB/PBL; CBS/KiM

- De binnenvaart groeit nog wel, maar verliest in beide scenario's marktaandeel. Dat komt doordat de goederenstromen waarvoor het marktaandeel van de binnenvaart relatief groot is (bulkgoederen), minder belangrijk worden. In scenario Hoog wordt de binnenvaart in de toekomst bovendien aangeslagen voor de CO<sub>2</sub>-uitstoot.
- Het wegvervoer wint veel marktaandeel in scenario Hoog, maar verliest marktaandeel in scenario Laag.

De groei van het totaal aantal ritten in het wegvervoer (in scenario Hoog 27 procent in 2050) is minder sterk dan de groei van het aantal vervoerde tonnen (in scenario Hoog 57 procent in 2050). Ook in het Lage scenario neemt het totaal aantal ritten minder toe dan het aantal vervoerde tonnen, hoewel het groeiverschil hier minder groot is: 1 procent toename van het totaal aantal ritten tegen 14 procent groei van het totaal aantal vervoerde tonnen. Deze groeiverschillen worden veroorzaakt door de veronderstelde ontwikkelingen in de logistieke organisatie. Een aantal factoren leidt tot minder ritten per vervoerde ton, zoals hogere beladingsgraden, efficiëntiewinst door de inzet van zwaardere voertuigen en een toename van het aandeel beladen voertuigen. Een verhoogde handlingfactor leidt juist tot meer ritten. Per saldo geldt dat in beide scenario's de logistieke organisatie efficiënter wordt.

Figuur 4.8

### Vervoerd gewicht over land naar modaliteit volgens WLO-scenario's



Bron: CPB/PBL; CBS/KiM

### Voertuigkilometers, energieverbruik en emissies

Het aantal voertuigkilometers door vrachtauto's en trekkers neemt in beide scenario's toe (zie tabel 4.4): in het Lage scenario met zo'n 5 procent en in het Hoge scenario met ongeveer 25 procent tot 2050. De groei tot 2030 is sterker dan die daarna. Het energieverbruik per kilometer daalt alleen in scenario Hoog na 2030. Daardoor neemt alleen in scenario Hoog na 2030 het energieverbruik voor het goederenvervoer over de weg binnen Nederland niet toe. Door de grotere inzet van biofuels daalt dan bovendien de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het vrachtverkeer tot onder het niveau van scenario Laag en onder het huidige niveau. Door de strenge normen is de uitstoot van NO<sub>x</sub> per vrachtautokilometer in 2030 nog maar een tiende van het gemiddelde in 2010; voor de verbrandingsemissies is dit nog maar een zesde. Daardoor is de emissie van schadelijke stoffen door het vrachtverkeer over de weg sterk gereduceerd.

### Ontwikkeling van het goederenvervoer via de zeehavens

Met behulp van BasGoed is ook een prognose opgesteld voor het goederenvervoer via de Nederlandse zeehavens. Het resultaat kan worden beschouwd als een *business-as-usual*-scenario: de BasGoed-scenario's bevatten geen havengerelateerde ontwikkelingen, maar wel het scenario voor internationale handel en sectorale en regionale ontwikkeling. Figuur 4.9 toont het goederenvervoer via de Nederlandse zeehavens voor beide scenario's. Het goederenvervoer via de zeehavens groeit

Tabel 4.4

### Energieverbruik en CO<sub>2</sub>-emissies van vrachtauto's en trekkers volgens WLO-scenario's

Index 2010=100	2010 (abs)	Scenario Hoog		Scenario Laag	
		2030	2050	2030	2050
Voertuigkilometers (mld)	7,2	113	125	104	105
Energiefactor (MJ/km)	10,8	100	85	100	100
Brandstofverbruik op Nederlands grondgebied (PJ)	77	113	106	104	105
CO <sub>2</sub> -emissies op Nederlands grondgebied (Mton)	5,7	103	86	95	96

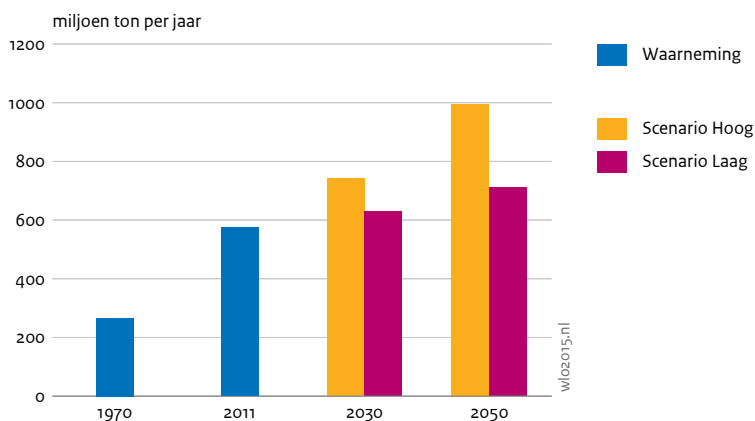
Bron: PBL/CPB

sterker dan het totale nationale goederenvervoer: 74 procent in het Hoge scenario en 24 procent in het Lage scenario. Dit komt doordat de internationale handelsstromen sterk groeien, in vergelijking tot bijvoorbeeld de binnenlandse handelsstromen.

Binnen de totale overslagontwikkeling zijn er drie ontwikkelingen die aparte aandacht behoeven:

- De ontwikkeling van de containeroverslag gaat sneller dan de totale overslag. Dit komt niet doordat containers vaker worden toegepast, maar door de toename van het aandeel goederen met een hoge containerisatiegraad: een samenstellingseffect.
- De aanvoer van energiedragers via de Nederlandse zeehavens is onderdeel van het overslagbeeld. Dat kunnen in de toekomst biomassa en biobrandstof zijn in plaats van de huidige kolen en olie. De ontwikkeling van de overslag van energiedragers is geraamd op circa 1 procent per jaar in scenario Hoog en blijft onveranderd in scenario Laag. De ontwikkeling van de aanvoer van energiedragers is uiterst onzeker. Deze is bijvoorbeeld sterk afhankelijk van de mogelijkheden om CO<sub>2</sub> af te vangen en op te slaan (CCS) en de mogelijkheden om biomassa internationaal te verhandelen. Dat geldt zowel voor het overgeslagen volume als voor de samenstelling ervan. Zonder internationale handel in biomassa en zonder CCS zou de overslag van energiedragers na 2030 met ruim 4 procent per jaar kunnen krimpen. Terwijl met internationale handel van biomassa en met CCS er na 2030 ook sprake kan zijn van een groei van 3 procent per jaar.
- De steeds grotere intercontinentale goederenstromen en de steeds grotere schepen leiden tot een *hub-and-spoke*-systeem dat zich steeds verder ontwikkelt. Hierbij neemt de noodzaak toe om goederenstromen te consolideren en te *feederen*. Dit betekent dat het transshipmentsegment naar alle waarschijnlijkheid zal groeien, al kunnen deze stromen heel makkelijk verschuiven. Dat segment is niet verbonden met de attractie of generatie van goederenstromen in het achterland van de Nederlandse havens. Deze stromen zijn al met al lastig in te schatten.

Figuur 4.9  
Overslag in Nederlandse zeehavens volgens WLO-scenario's



Bron: CPB/PBL; CBS/Havenbedrijf Rotterdam

### 4.3 Luchtvaart

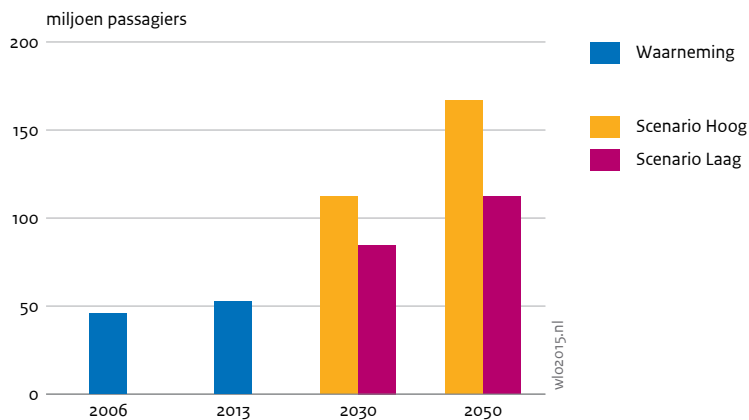
Bij luchtvaart zijn de uitkomsten van de scenario's in twee stappen bepaald: eerst zonder rekening te houden met capaciteitsbeperkingen op de luchthavens en daarna met dergelijke capaciteitsbeperkingen. De eerste berekening laat de ontwikkeling zien van de vraag naar luchtvaart (passagiers, vracht) en het aantal vluchten dat daarvoor nodig is. De tweede laat zien hoeveel van die vraag binnen de bestaande beleidskaders kan worden geacommodeerd. Deze 'gerestricteerde' uitkomsten leveren een beeld op van de vervoersvolumes die de Nederlandse luchtvaart in de toekomst verwerkt. Bij de vervoersvraag gaat het hieronder om de resultaten zonder capaciteitsbeperkingen, bij het vervoersvolume om de uitkomst met capaciteitsbeperkingen.

#### Vervoersvraag personen

Voor personenvervoer (aantal passagiers) wordt de vraag vooral bepaald door de binnenlandse en de wereldwijde ontwikkeling van de bevolking en het inkomen per hoofd, en door de ontwikkeling van de kosten en de ticketprijzen in de luchtvaart. In 2013 verwerkte Schiphol 52 miljoen passagiers. In scenario Laag neemt de vervoersvraag vanaf Schiphol toe naar ruim 110 miljoen passagiers in 2050 (zie figuur 4.10). Dit komt overeen met een gemiddelde jaarlijkse groei van 2 procent. In scenario Hoog groeit de vervoersvraag op Schiphol naar een kleine 170 miljoen passagiers in 2050: een gemiddelde jaarlijkse groei van 3 procent. De demografische en economische factoren bepalen de vraagontwikkeling in de luchtvaart het sterkst. Ook de ticketprijsontwikkeling heeft nog een substantiële invloed op het verschil tussen de twee scenario's: in het Lage scenario stijgen de ticketprijzen, wat de vraag remt, terwijl in

Figuur 4.10

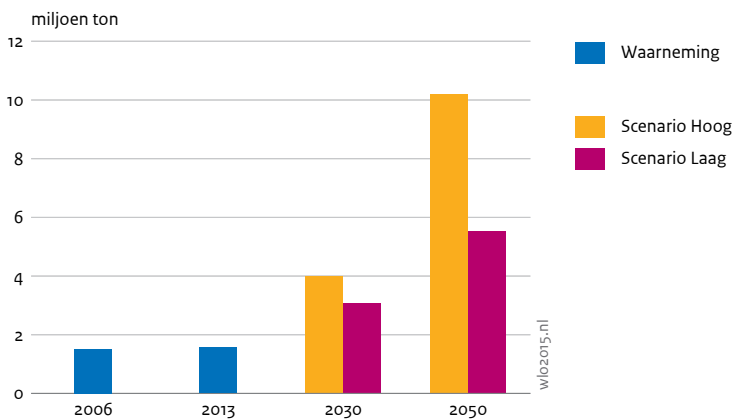
Vraag naar personenvervoer via Schiphol volgens WLO-scenario's



Bron: CPB/PBL; Eurostat

Figuur 4.11

Vraag naar vrachtvervoer via Schiphol volgens WLO-scenario's



Bron: CPB/PBL; Eurostat



het Hoge scenario de prijzen per saldo dalen, wat de vraag juist stimuleert. Verschillen in frequenties en vliegtijd leveren een bescheiden bijdrage aan de vraag.

### Vrachtvervoersvraag

De vrachtvervoersvraag neemt volgens de prognoses sterk toe: van 1,6 miljoen ton in 2013 naar 5,5 miljoen ton in 2050 in scenario Laag en naar 10,2 miljoen ton in 2050 in scenario Hoog (zie figuur 4.11). Deze sterke groei is een gevolg van de sterke toename van de internationale handel. Vooral de handelsstromen met Afrika en het Midden- en Verre Oosten zullen naar verwachting sterk groeien.

Daarbij is aangenomen dat luchtvracht een belangrijke modaliteit blijft in de internationale logistieke ketens. Het is mogelijk dat het belang van luchtvracht afneemt door concurrentie van andere modaliteiten. Andersom kan echter ook. Hiernaast is ervan uitgegaan dat Schiphol zijn rol in het luchtvrachtvervoer behoudt. Concurrentie van andere luchthavens kan ertoe leiden dat Schiphol marktaandeel verliest. Aan de andere kant is Schiphol voor vracht een aantrekkelijke luchthaven met een potentieel bedieningsgebied (binnen een zogeheten truckingafstand tot circa 600 kilometer) dat welvarend en productief is.

### Ontwikkeling van het aantal vluchten

#### Schiphol

De vraag naar luchtvervoer van passagiers en vracht bepaalt het aantal vluchten van passagiers- en vrachttoestellen dat nodig is om deze vraag te verwerken. Figuur 4.12 laat zien dat de ongerestricteerde ontwikkeling van het aantal vluchten in scenario Laag leidt tot 780.000 vluchten in 2050 (waarvan 10 procent vrachtvluchten) en in scenario Hoog tot 1,2 miljoen vluchten (waarvan 13 procent vrachtvluchten). In 2013 waren er op Schiphol 430.000 vluchten (waarvan 3 procent vrachtvluchten). Voor 2016 zijn er 470.000 vluchten (slots) ingepland.

Het aantal vluchten dat de Nederlandse luchthavens kunnen verwerken, hangt af van de capaciteit. Zoals aangegeven in paragraaf 3.3, voorzien de Aldersakkoorden in regels voor het aantal vluchten dat wordt toegestaan op Schiphol. Voor de WLO is de betekenis van deze beleidsuitgangspunten in beeld gebracht op basis van stiller wordende vliegtuigen.<sup>4</sup>

In scenario Laag is er voldoende capaciteit in Nederland om de hele vraag naar luchtvaart te accommoderen. Op Schiphol wordt de limiet van 500.000 vluchten rond 2020 bereikt. Na 2020 leidt de geluidswinst door stillere vliegtuigen tot extra ruimte. Desondanks kunnen rond 2030 zo'n 10.000 vluchten die van de luchthaven gebruik zouden willen maken, niet op Schiphol terecht. Op de regionale luchthavens is dan nog voldoende capaciteit om dit op te vangen. Vanaf 2030 groeit de luchtvaart minder snel, waardoor rond 2035 de toenemende geluidswinst leidt tot voldoende ruimte op Schiphol om aan de vraag te voldoen.

### **WLO-scenario's en de Marktverkenning Aldersadviezen**

Ten behoeve van de Aldersadviezen is een marktverkenning uitgevoerd (de notitie 'Verkenning marktontwikkeling luchtvaart' is op 5 juni 2014 aangeboden aan de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu; in het vervolg wordt hieraan gerefereerd als 'Marktverkenning Alders'). In de Marktverkenning Alders worden alle geldende restricties voor Schiphol doorgerekend. Volgens deze verkenning zou een maximaal aantal van 535.000 vluchten binnen alle toen gedefinieerde bepalingen van de Aldersakkoorden passen.

Voor de WLO-scenario's vormen de afspraken van de Aldersakkoorden het uitgangspunt (zie paragraaf 3.3). Het aantal vluchten op Schiphol dat binnen deze afspraken mogelijk is, is in de WLO-scenario's echter aanmerkelijk groter dan volgens de Marktverkenning Alders. Het verschil tussen de WLO en de Marktverkenning Alders zit vooral in verschillende uitgangspunten over de mate waarin en de snelheid waarmee vliegtuigen stiller worden, en in de mate waarin en de snelheid waarmee de capaciteit van het banenstelsel op Schiphol kan worden vergroot.

In de Marktverkenning Alders zijn deze ingeschat op basis van nu beschikbare of op korte termijn te verwachten technologieën.

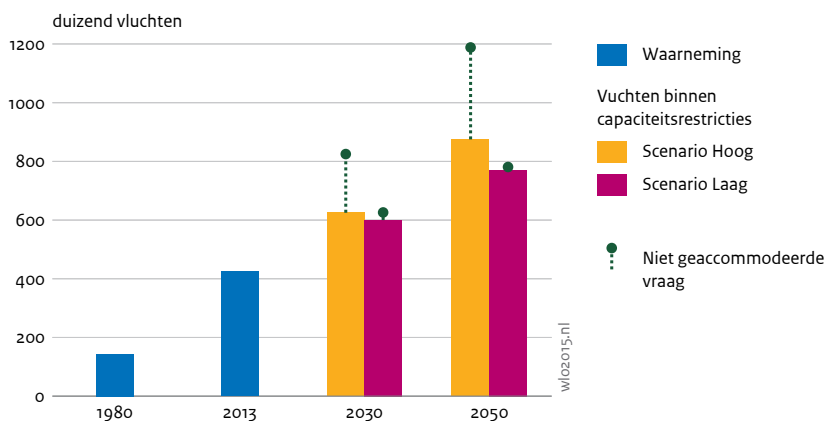
De uitgangspunten van de WLO op deze punten zijn gebaseerd op langjarige historische trends, waarbij door voortschrijdende technologische ontwikkeling steeds meer mogelijk wordt. Voor de WLO-scenario's gaan we ervan uit dat deze trends ook in de toekomst doorzetten, zeker als enkele decennia vooruit wordt gekeken.

In scenario Hoog bereikt Schiphol al snel de limiet van 500.000 vluchten. Bij de uitgangspunten van dit scenario, met vliegtuigen die relatief snel stiller worden, ontstaat door geluidshinderwinst bij het vliegverkeer na 2020 een groeiruimte van gemiddeld ongeveer 12.500 vluchten per jaar. Daardoor is er in 2030 ruimte voor 625.000 vluchten op Schiphol, en in 2050 voor 875.000. Desalniettemin betekent dit dat ruim een kwart van de vraag niet op Schiphol terecht kan. Bovendien verdwijnt de bandbreedte tussen beide scenario's voor het grootste deel.

### **Regionale luchthavens**

Figuur 4.13 laat voor beide scenario's de ontwikkeling van de regionale luchthavens zien. Daarbij is rekening gehouden met een extra capaciteit van 70.000 vluchten die gefaseerd wordt toegestaan op luchthaven Eindhoven (25.000) en luchthaven Lelystad (45.000). De ontwikkeling van de capaciteit van de regionale luchthavens naar 2030 en 2050 is berekend door de geluidswinst door stillere vliegtuigen te gebruiken als indicatie voor de groeiruimte. Voor Eindhoven is ervan uitgegaan dat de geluidswinst voor 50 procent wordt gebruikt, omdat er een daartoe strekkend beleidsvoorstel ligt. Voor de andere regionale luchthavens is 100 procent van de geluidswinst gebruikt voor groei.

**Figuur 4.12**  
**Aantal vluchten van en naar Schiphol volgens WLO-scenario's**



Bron: CPB/PBL; Eurostat

De regionale luchthavens ontwikkelen zich in scenario Laag vooral op basis van de vraag uit de eigen regionale markt. De ontwikkeling van Lelystad blijft daarbij beperkt.<sup>5</sup> Er is in het Lage scenario voldoende capaciteit in Nederland om aan de vraag naar luchtvaart te voldoen.

In scenario Hoog ontwikkelen de verkeersvolumes op de regionale luchthavens zich vanuit de eigen markt wat sterker dan in het Lage scenario. Daarnaast profiteren de regionale luchthavens van het capaciteitstekort op Schiphol. Dit is met name het geval voor de luchthavens Eindhoven en Lelystad, waar extra capaciteit is vergund om de capaciteitstekort op Schiphol op te vangen. De totale capaciteit van de Nederlandse luchthavens is in het Hoge scenario onvoldoende om alle vraag naar luchtvaart te verwerken.

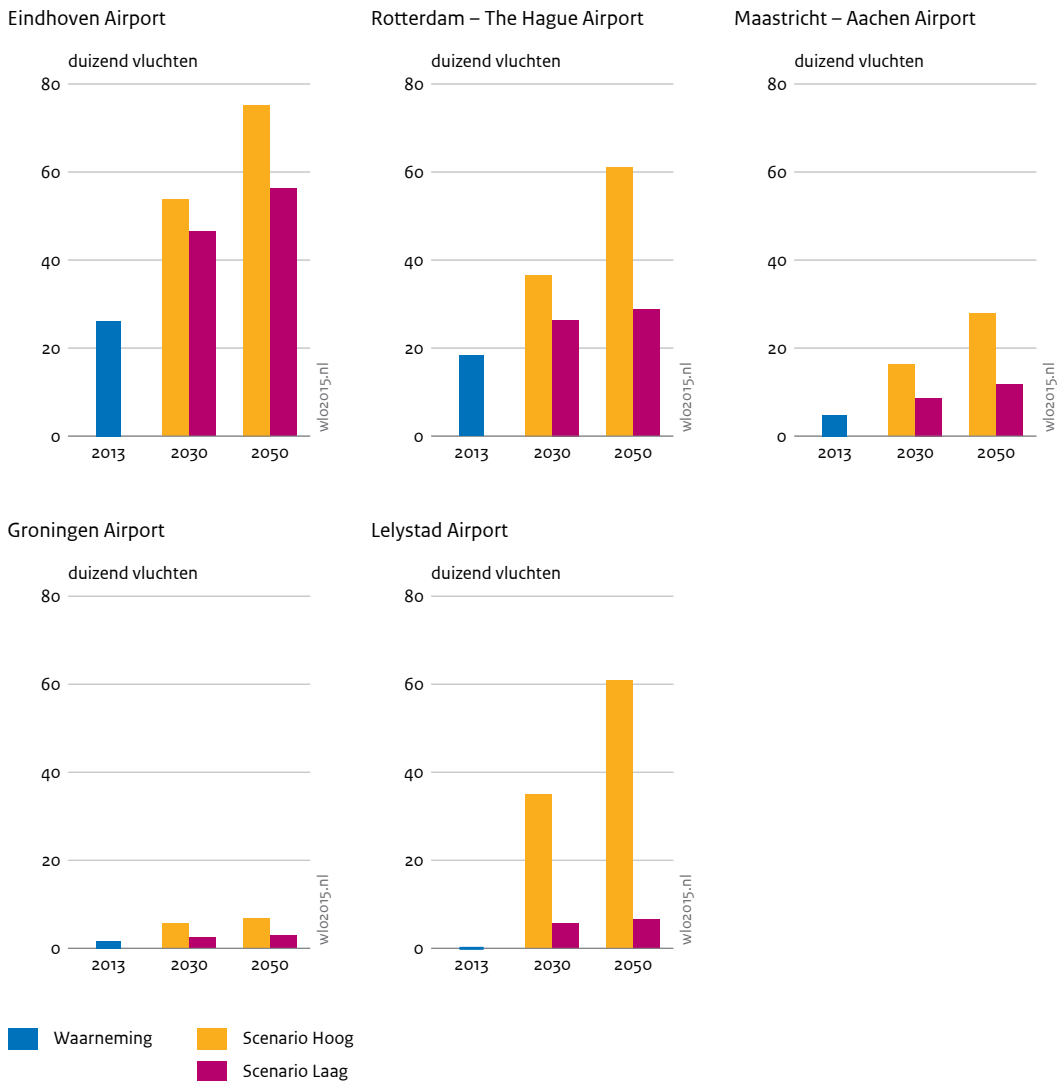
### Ontwikkeling van het personenvervoersvolume

Door restricties op Schiphol is er in het Hoge scenario onvoldoende capaciteit om aan de vervoersvraag te voldoen. In 2050 kunnen in dit scenario bijna 130 miljoen passagiers via Schiphol reizen (zie figuur 4.14). Dat betekent dat circa 40 miljoen passagiers (bijna een kwart van de vraag) zal besluiten om uit te wijken naar een andere binnenlandse of buitenlandse luchthaven, een andere vervoerwijze zal kiezen of zal afzien van een reis. In het Lage scenario heeft Schiphol in 2050 net voldoende capaciteit om aan de vraag te voldoen. Rond 2030 zal de capaciteit van Schiphol iets te klein zijn, maar het vraagoverschot kan in dit scenario op de regionale luchthavens terecht.

De groep vliegtuigpassagiers die hun reis beginnen of eindigen op Schiphol (Origin/Destination of OD-passagiers) en de groep passagiers die een overstap op Schiphol

Figuur 4.13

Aantal vluchten van en naar regionale luchthavens volgens WLO-scenario's



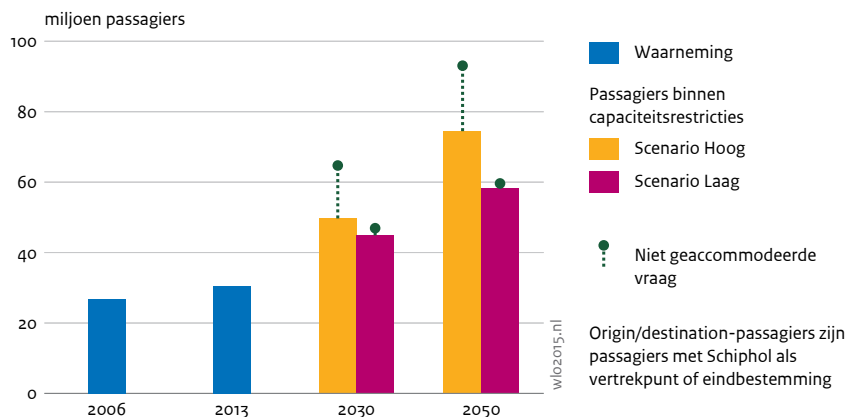
Bron: CPB/PBL; Eurostat

**Figuur 4.14**  
**Aantal passagiers via Schiphol volgens WLO-scenario's**



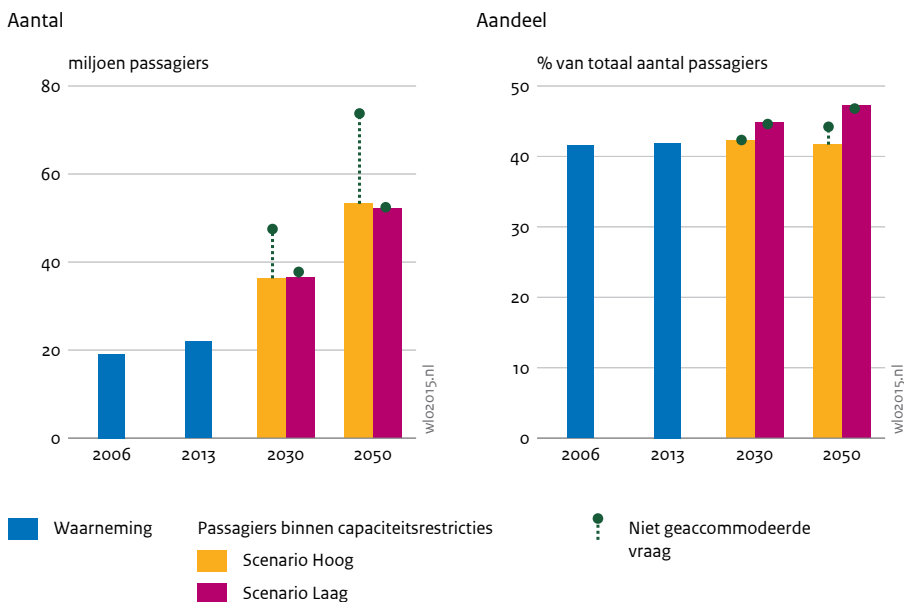
Bron: CPB/PBL; Eurostat

**Figuur 4.15**  
**Aantal origin/destination-passagiers op Schiphol volgens WLO-scenario's**



Bron: CPB/PBL; Eurostat

**Figuur 4.16**  
**Transferpassagiers via Schiphol volgens WLO-scenario's**

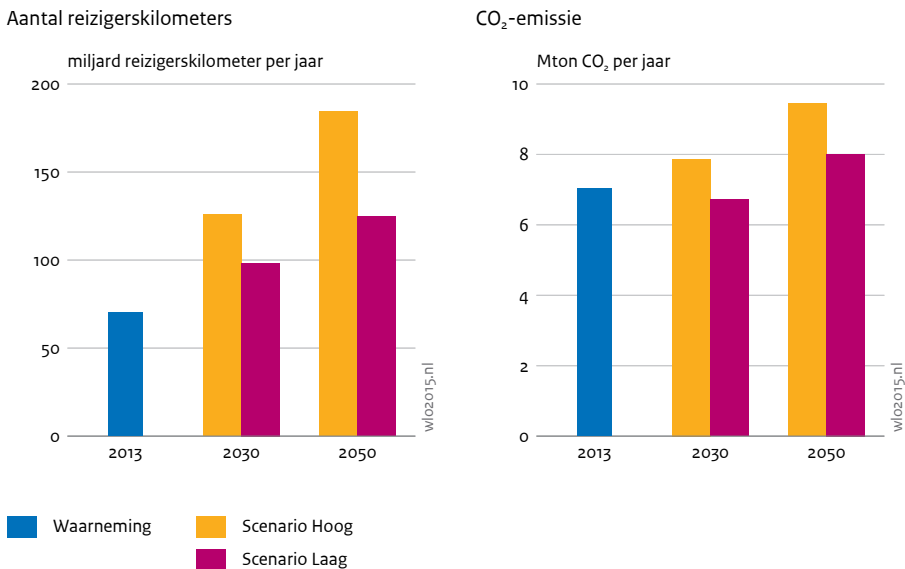


Bron: CPB/PBL; Eurostat

maken (transferpassagiers), hebben elk hun eigen groeikenmerken. Figuur 4.15 laat de ontwikkeling van het aantal OD-passagiers zien. In het Lage scenario hebben de restricties nauwelijks gevolgen voor het vervoersvolume van OD-passagiers, in het Hoge scenario leiden de restricties ertoe dat ongeveer 20 procent van de OD-vervoersvraag niet op Schiphol kan worden geacommodeerd. Figuur 4.16 laat zien dat beperkingen van de luchthavencapaciteit in het Hoge scenario leiden tot een afname van het aandeel transferpassagiers in het volume ten gunste van de OD-passagiers. Dit komt doordat transferpassagiers per reis zowel aankomen als vertrekken, terwijl OD-passagiers alleen landen óf vertrekken. Als er beperkingen zijn op het aantal vliegtuigbewegingen, gaat dat daarom eerder ten koste van het aantal transferpassagiers.

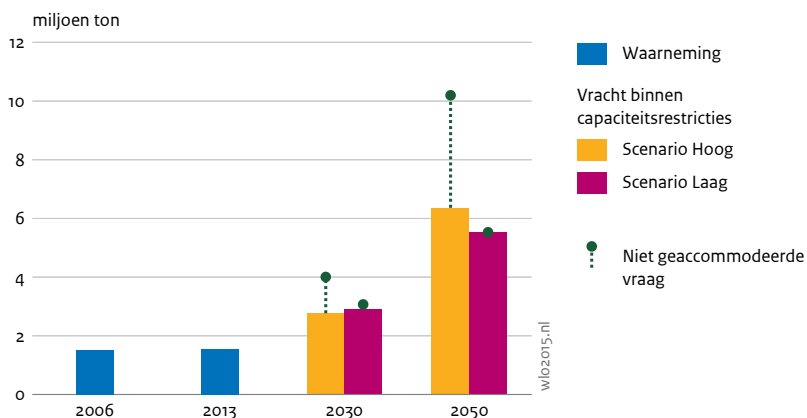
Aan de hand van het personenvervoersvolume kan ook een inschatting worden gemaakt van de personenmobiliteit door de lucht, uitgedrukt in afgelegde reizigerskilometers, van Nederlandse reizigers (zie figuur 4.17). Dit aantal loopt op van circa 70 miljard kilometer per jaar in 2013 tot 98-126 miljard kilometer in 2030 en 128-184 miljard kilometer in 2050. In het Hoge scenario is dus een toename voorzien met een factor 2,6. Dit betekent dat in het Hoge scenario in 2030 en in het Lage scenario in 2050 Nederlanders meer kilometers per vliegtuig afleggen dan dat ze per auto rijden.

**Figuur 4.17**  
**Mobiliteit per vliegtuig van Nederlandse bevolking volgens WLO-scenario's**



Bron: PBL/CPB (Aeolus)

**Figuur 4.18**  
**Hoeveelheid luchtvracht op Schiphol volgens WLO-scenario's**



Bron: CPB/PBL; Eurostat

Zo wordt vliegen, in afgelegde afstand, op termijn mogelijk de grootste modaliteit. De CO<sub>2</sub>-uitstoot van vliegen neemt veel minder snel toe dan de afgelegde afstand, doordat vliegtuigen zuiniger worden.

### Ontwikkeling van het vrachtvervoersvolume

Figuur 4.18 laat zien wat de capaciteitsbeperkingen op Schiphol betekenen voor de mate waarin de vrachtvervoersvraag kan worden geacommodeerd. In het Lage scenario heeft Schiphol in 2050 voldoende capaciteit om aan de vrachtvervoersvraag te voldoen. In het Hoge scenario is er in 2050 ruimte voor het vervoer van 6,4 miljoen ton vracht. Dat betekent weliswaar een stevige groei ten opzichte van de uitgangssituatie in 2013, maar het betekent ook dat bijna 4 miljoen ton (40 procent van de vraag) niet via Schiphol kan worden vervoerd. Daarmee is luchtvracht nog gevoeliger voor capaciteitsrestricties dan passagiers. Dit komt omdat luchtvracht flexibeler is dan OD-passagiers ten aanzien van het exacte aankomst-/overstappunt in Europa. Vracht kan relatief goedkoop per vrachtwagen tussen luchthavens worden vervoerd. Bovendien zijn vrachtvliegtuigen niet de meest schone of stille vliegtuigen: geluidsrestricties treffen hen dus meer dan proportioneel.

## Noten

- 1 Voertuigverliesuren is de optelsom van de extra reistijd die het gevolg is van de vertraagde afwikkeling van het verkeer op het wegennet als gevolg van een toename in de verkeersintensiteit (langzaam rijden) en de wachttijd als gevolg van congestie (stilstaan).
- 2 De verkeersveiligheidsramingen zijn gemaakt door SWOV (Weijermars & Stipdonk 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.
- 3 Het dempende effect van de waarde-gewichtsverhouding is hier weergegeven als percentage van het transportvolume in het basisjaar. Als we het dempende effect van de waarde-gewichtsverhouding bepalen als percentage ten opzichte van een situatie waarin er geen ontwikkeling in de waarde-gewichtsverhouding zou zijn, maar wel economische ontwikkeling, dan is de dempende werking van de waarde-gewichtsverhouding 19 procent in het Hoge scenario en 12 procent in het Lage scenario.
- 4 Dat is een benadering omdat de geluidshinderwinst in de Aldersakkoorden is gedefinieerd volgens winst in termen van afnemende hinder. Er is een toets uitgevoerd of het aantal vliegtuigbewegingen dat de WLO berekent, past binnen de afspraken van de Aldersakkoorden. Daaruit komt naar voren dat dit, gegeven de uitgangspunten van de WLO, het geval is.
- 5 De raming van de ontwikkeling van Lelystad is onzekerder dan die voor andere regionale luchthavens omdat het om een nieuwe luchthaven gaat. Er zijn geen historische gegevens aan de hand waarvan de aantrekkelijkheid van deze nog te ontwikkelen luchthaven kan worden vastgesteld. Schiphol verwacht op Lelystad in 2030 minimaal het dubbele aantal vluchten te bereiken. Daarbij is volgens Schiphol 'een juiste marketingstrategie' nodig.





# 5

## Wat als ...

De referentiescenario's beschrijven twee rustige ontwikkelpaden voor de komende 35 jaar. Om uiteenlopende redenen heeft een aantal zeer denkbare ontwikkelpaden van drijvende krachten geen plek gekregen in deze scenario's. Bijvoorbeeld omdat hun gevolgen hoogst onzeker zijn en 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. Deze paragraaf geeft een zeer beknopte weergave hiervan, nadere details zijn opgenomen in de achtergronddocumenten bij dit cahier (Hilbers et al. 2016; Romijn et al. 2016a; Romijn et al. 2016b).

### 5.1 Tweegradendoelstelling wordt gehaald

De twee scenario's bevatten aannames rondom het klimaatbeleid, maar geen van beide gaat uit van de realisatie van een mondiale doelstelling om de opwarming van de aarde te beperken tot maximaal twee graden. Als de internationale gemeenschap besluit die doelstelling daadwerkelijk te willen bereiken, is voor alle sectoren een forse reductie noodzakelijk van de CO<sub>2</sub>-emissies. De transportsector, die momenteel verantwoordelijk is voor ongeveer een kwart van de CO<sub>2</sub>-emissies, wordt dan geconfronteerd met CO<sub>2</sub>-prijzen die fors hoger liggen dan de 160 euro per ton in 2050 die het Hoge scenario kent. Dat zou kunnen leiden tot een reductie voor de transportsector met ongeveer 60 procent in 2050 ten opzichte van de emissies in 1990, zoals de Europese Commissie (EC 2011) beoogt.

De omslag in het huidige transportsysteem die hiervoor nodig is, is op verschillende wijzen in elk geval technisch mogelijk. Het aanscherpen van de emissie-eisen voor conventionele auto's of vrachtauto's met verbrandingsmotoren helpt, maar is uiteindelijk niet voldoende om de beoogde reductie te behalen. In een dergelijk scenario is het daarom nodig dat biobrandstoffen op grote schaal beschikbaar komen en/of dat personenauto's grotendeels elektrisch gaan rijden (zie ook een recente studie van ECN et al. 2014). Ook waterstofauto's zijn een mogelijkheid, maar worden momenteel minder waarschijnlijk geacht. De transitie naar rijden op elektriciteit of waterstof komt niet vanzelf, en is zeker niet gratis. Zo zullen de accu's, die een belangrijk deel van de

prijs van elektrische auto's uitmaken, naar verwachting weliswaar beter en goedkoper worden, maar desondanks relatief duur blijven. Hierdoor blijven elektrische auto's ook in de toekomst duurder in aanschaf dan vergelijkbare conventionele auto's (Nykvist et al. 2015). Anderzijds zal, als de hoge CO<sub>2</sub>-prijzen die horen bij een wereldbeeld met een strikt klimaatbeleid doorwerken in de brandstofprijzen, ook het gebruik van conventionele auto's fors duurder worden. Dit kan een transitie naar CO<sub>2</sub>-neutrale voertuigen stimuleren. Deze transitie kan worden ondersteund door de belastingen op aanschaf, bezit en gebruik van conventionele auto's hoger te maken en/of sterke restricties in te voeren op het gebruik van conventionele auto's.

Naar alle waarschijnlijkheid zal in dit scenario het autobezit minder sterk stijgen. Kosten zullen niet alleen neerslaan bij de eindgebruikers. Ook de overheid zal moeten investeren om een en ander mogelijk te maken. Bovendien zal zij, in elk geval bij een gelijkblijvend belastingregime, jaarlijks enkele miljarden aan inkomsten uit brandstofaccijnzen en autobelastingen mislopen.

In de luchtvaart zullen de consequenties van de tweegradendoelstelling merkbaar zijn. In het Hoge scenario, met een CO<sub>2</sub>-prijs van 160 euro per ton in 2050, vormt de CO<sub>2</sub>-uitstoot 15 procent van de kosten (in 2013 is dat ongeveer 1 procent). Dat is een belangrijke bijdrage aan de reële stijging van de ticketprijzen in de luchtvaart na 2030. Bij een tweegradenscenario gaat de CO<sub>2</sub>-prijs belangrijk sneller omhoog. Onder die druk worden vliegtuigen waarschijnlijk sneller zuiniger en zullen biobrandstoffen mogelijk sneller aan belang winnen. Desalniettemin is de verwachting dat vliegen duurder wordt. Dit maakt de ticketprijzen hoger, wat een rem is op de ontwikkeling van de luchtvaart.

Ook voor het goederenvervoer geldt dat belangrijk hogere CO<sub>2</sub>-prijzen en/of belangrijk strengere uitstootnormen tot extra kosten zullen leiden. Dit zal helpen om de transportsector klimaatneutraler te maken. Maar het betekent ook dat de kosten van transport omhoog gaan. Dit is een rem op globaliseringstrends en off-shoring. Of deze trends ook substantieel zullen worden beïnvloed, of zelfs omslaan tot re- of nearshoring, is moeilijk te voorspellen. Transportkosten vormen maar een klein deel van de wereldwijde waardeketen en andere ontwikkelingen zijn belangrijker drijvende krachten achter globalisering en offshoring (zie paragraaf 5.3).

## 5.2 Personenmobiliteit

### Alternatieve verstedelijkingspatronen

Binnen het thema regionale ontwikkelingen en verstedelijking zijn twee aanvullende onzekerheidsverkenningen uitgevoerd met alternatieve verstedelijkingspatronen. De ene aanvullende verkenning kent hoge economische en demografische groei (conform het Hoge scenario), maar met een patroon van ruimtelijke spreiding (variant Hoog Spreiding). De andere variant heeft het Lage scenario als basis, dus met lage economische en demografische groei maar dan met een geconcentreerde ruimtelijke

Tabel 5.1

**Index reizigerskilometers, voertuigkilometers hoofdwegennet, voertuigverliesuren hoofdwegennet en bereikbare banen volgens scenario Hoog (H) en variant Hoog Spreiding (HS) in 2050**

Index 2010=100	Nederland		Randstad		Intermediaire zone		Overig Nederland	
	H	HS	H	HS	H	HS	H	HS
Reizigerskilometers	138	138	145	140	133	138	125	133
als autobestuurder	158	159	165	161	153	159	146	155
als autopassagier	111	112	119	116	105	110	99	106
per trein	142	137	149	140	140	139	128	128
per bus/tram/metro	120	116	127	118	111	117	100	108
lopend/fietsend	117	117	129	120	110	117	100	108
Voertuigkilometers hoofdwegennet	150	151	157	155	144	147	142	148
Voertuigverliesuren hoofdwegennet	186	184	196	177	181	200	150	168
Bereikbaarheid van banen								
per auto	111	106	110	105	106	103	107	106
per openbaar vervoer	133	122	132	122	125	122	110	110
lopend/fietsend	176	155	178	156	160	152	150	143

ontwikkeling (Laag Concentratie). Deze zijn beide doorgerekend op hun consequenties voor de mobiliteit.

De aanvullende verkenningen hebben nauwelijks invloed op de totale in Nederland afgelegde afstand (zie tabellen 5.1 en 5.2). De 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 is bepaald en er alleen veranderingen zijn aangebracht in de toename tot 2050. Ook naar modaliteit bekeken zijn de verschillen beperkt: het meer suburbane verstedelijkingspatroon van de variant Hoog Spreiding leidt tot wat minder gebruik van het openbaar vervoer, zowel per trein als per bus/tram/metro, en tot iets meer autogebruik. Ook in voertuigkilometers op het hoofdwegennet en zelfs in voertuigverliesuren laat deze variant weinig verschil zien ten opzichte van scenario Hoog voor Nederland als geheel. Alleen in de variant Laag Concentratie is er sprake van een wat hogere congestie dan in het scenario Laag, al betekent dit nog altijd een daling ten opzicht van de situatie in 2010.

Echter, regionaal zijn er wel meer en grotere verschillen (zie voor details Hilbers et al. 2016). Hoog Spreiding leidt weliswaar tot minder mobiliteit en dus ook tot minder

Tabel 5.2

**Index reizigerskilometers, voertuigkilometers hoofdwegennet, voertuigverliesuren hoofdwegennet en bereikbare banen volgens scenario Laag (L) en variant Laag Concentratie (LC) in 2050**

Index 2010=100	Nederland		Randstad		Intermediaire zone		Overig Nederland	
	L	LC	L	LC	L	LC	L	LC
Reizigerskilometers	114	114	118	122	113	111	104	99
als autobestuurder	123	123	127	130	124	121	115	109
als autopassagier	102	102	108	111	100	97	92	86
per trein	120	123	125	129	121	122	108	107
per bus/tram/metro	99	102	103	109	95	94	85	82
lopend/fietsend	99	99	105	110	97	94	87	81
Voertuigkilometers hoofdwegennet	121	122	126	129	119	118	115	111
Voertuigverliesuren hoofdwegennet	90	95	85	97	101	98	78	71
Bereikbaarheid van banen								
per auto	111	113	111	112	107	105	101	98
per openbaar vervoer	110	116	110	116	108	107	94	91
lopend/fietsend	140	147	141	150	134	131	123	122

files in de Randstad, maar de mobiliteit en de congestie in de rest van Nederland nemen (fors) toe. Door de lagere mate van concentratie in de Randstad en de steden is de rol van het openbaar vervoer kleiner dan in het Hoge scenario. De bereikbaarheid van banen neemt in deze variant minder toe dan in het scenario Hoog, een verschil dat vrijwel geheel voor rekening komt van de verminderende bereikbaarheid in de Randstad (ondanks de lagere congestie daar).

Laag Concentratie leidt op nationale schaal niet tot een verschil in de omvang van de vervoersvraag. Maar door de sterkere concentratie in de Randstad zal de congestie in deze variant iets minder afnemen dan in het Lage scenario. De trein en ook bus/tram/metro profiteren als vervoerwijzen in lichte mate van de meer stedelijke configuratie. De bereikbaarheid van banen per auto ligt in deze variant op een vergelijkbaar niveau als bij scenario Laag, die per openbaar vervoer en langzaam vervoer is iets hoger. Wederom tekent dit verschil zich vooral in de Randstad af.

### **Beperkt klimaatbeleid en hoge olieprijs bij het Hoge scenario**

In het Hoge referentiescenario is een relatief ambitieus en krachtig internationaal klimaatbeleid verondersteld. Het is echter denkbaar dat, ook onder gunstig economisch

Tabel 5.3

**Index reizigerskilometers, voertuigkilometers hoofdwegennet, voertuigverliesuren hoofdwegennet en bereikbare banen bij beperkt klimaatbeleid respectievelijk hoge olieprijs bij scenario Hoog in 2050**

Index 2010=100	Hoog	Hoog met beperkt klimaatbeleid	Hoog met hoge olieprijs
Autopark	134	138	132
Variabele autokosten	60	66	72
Reizigerskilometers	138	136	135
als autobestuurder	158	156	151
als autopassagier	111	110	113
per trein	142	140	144
per bus/tram/metro	120	118	121
lopend/fietsend	117	116	118
Voertuigkilometers hoofdwegennet	150	148	145
Voertuigverliesuren hoofdwegennet	186	183	167

gesternte, de internationale gemeenschap er niet in slaagt om tot een breed gedragen ambitieus klimaatbeleid te komen. Dat vertaalt zich dan door in een minder sterke technologische ontwikkeling van de voertuigen, waardoor deze minder schoner worden. Dit heeft vooral effect op de autokosten en daarmee op het autobezit en -gebruik. Om de mogelijke gevolgen hiervan te bepalen zijn alle veronderstellingen van scenario Hoog gehandhaafd, maar is daarbij het klimaatbeleid van scenario Laag gehanteerd. Dit leidt tot een hoger autobezit maar de variabele autokosten nemen duidelijk toe omdat auto's minder zuinig zullen zijn (zie tabel 5.3). Voor de afgelegde afstanden, het gebruik van het hoofdwegennet en de congestie heeft dit per saldo maar een gering effect.

Het Hoge scenario veronderstelt ook een relatief lage olieprijs, doordat geopolitieke stabiliteit en technologische ontwikkelingen leiden tot minder vraag naar olie en meer schone alternatieven. De olieprijsontwikkeling is echter grillig. Daarom is ook een aanvullende onzekerheidsverkenning uitgevoerd waarbij de veronderstellingen van het Hoge scenario zijn gecombineerd met een hoge olieprijs. Dit aanvullende scenario heeft nauwelijks effect op het autopark al stijgen de variabele autokosten flink, namelijk met 20 procent (zie tabel 5.3). Hierdoor valt het aantal reizigerskilometers als autobestuurder lager uit, wat deels wordt gecompenseerd door een groter aantal kilometers als autopassagier en per trein. Het gebruik van het hoofdwegennet daalt ook, wat een gunstig effect heeft op de congestie.

## Impact ICT-ontwikkelingen

ICT-ontwikkelingen hebben impact op alle delen van het dagelijks leven. Technologische innovaties verbeteren de kwaliteit van leven en maken het mogelijk geheel nieuwe paden in te slaan. Ook speelt het internet een steeds grotere rol bij alle activiteiten. In de scenario's zijn zeer bescheiden aannames gedaan over de impact van ICT op de mobiliteitspatronen. De literatuur laat zien dat ICT een diversiteit aan effecten met zich meebrengt. Er is sprake van zowel generatie, substitutie als modificatie van mobiliteitspatronen, waardoor het netto-effect op de omvang van de mobiliteit onzeker is. Mensen passen hun mobiliteitsgedrag relatief flexibel aan aan de mogelijkheden die de ruimtelijke omgeving en het vervoerssysteem bieden. ICT vergroot vooral deze flexibiliteit. De manier waarop de patronen veranderen, lijkt dan belangrijker dan de simpele vraag of dit leidt tot meer of minder mobiliteit.

Drie thema's komen duidelijk uit de literatuur (zie bijvoorbeeld Aguilera et al. 2012) naar voren:

- *Veranderingen in de ruimtelijk-temporele verdeling van activiteiten*  
ICT maakt het mogelijk om flexibeler om te gaan met tijd en ruimte in de activiteitenpatronen. Ontmoetingen kunnen bijvoorbeeld makkelijker *last minute* worden gepland of, in overleg met anderen, worden herverdeeld. Verder is het makkelijker om te multitasken (bijvoorbeeld reizen en werken tegelijk). Dit alles kan leiden tot een fragmentatie van activiteiten naar tijd en plaats.
- *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. Verder lijkt consensus te bestaan over het feit dat ICT niet leidt tot minder face-to-face-contacten: sommige van deze contacten zullen worden vervangen door virtuele contacten, maar er worden ook nieuwe interacties gegenereerd en de tijd/plaats/aard van ontmoetingen kan veranderen.
- *De beleving van reizen en plekken*  
ICT kan van invloed zijn op de beleving van het reizen en van de fysieke ruimte, en die beleving kan weer gevolgen hebben voor het gedrag van reizigers. ICT kan hen helpen zich te oriënteren en makkelijker te reizen (denk aan navigatietools, reisinformatie en location-based informatie). Mogelijk vervaagt het onderscheid in reistijd en activiteitentijd, met consequenties voor tijdwaardering en de – tot op heden – vrij constante hoeveelheid tijd die mensen besteden aan reizen.

Daarnaast kan ICT de verkeersafwikkeling verbeteren, omdat reizigers beter weten wat de alternatieve mogelijkheden zijn, of omdat wegbeheerders het verkeer efficiënter kunnen reguleren.

Welke ICT-technologie er de komende 35 jaar beschikbaar komt en wat die gaat betekenen valt niet precies op voorhand te zeggen. De invloed van ICT op activiteiten- en verplaatsingspatronen kan voor generaties voor wie digitale tools vanzelfspreken,

anders zijn dan voor de groepen waarvan nu empirische gegevens beschikbaar zijn. ICT informeert over nieuwe mogelijkheden en dat kan extra mobiliteit creëren, zeker als mobiliteit goedkoop en gemakkelijk is. ICT kan ook mobiliteit vervangen, zeker als mobiliteit duur en tijdrovend is.

Op basis van de nu beschikbare kennis lijken dit de meest aannemelijk mogelijke effecten van ICT op de belangrijkste verplaatsingsmotieven:

- Werken: meer thuis- of elders werken, minder vaak forenzen, op andere tijdstippen forenzen, mogelijk langer worden van woon-werkafstanden omdat mensen minder vaak hoeven te forenzen.
- Winkelen: meer via internet, minder ritten naar winkels, meer bezorgverkeer, opkomst afhaalverplaatsingen, verschraling winkelaanbod, langere afstanden voor winkelen.
- Sociaal-recreatief verkeer: grotere omvang sociale netwerken en grotere ruimtelijke spreiding, meer deelname aan vrijetijdsactiviteiten op grotere afstand, maar ook minder verplaatsingen door online contacten, mogelijk veranderingen in tijdbeleving van reizen.

### Snelle intrede automatische voertuigen

In discussies over de toekomst van de mobiliteit komt de automatische auto meestal vrij snel aan de orde. Hoge verwachtingen van technologie worden hierbij veelal gecombineerd met een grote acceptatiebereidheid van burgers, met als gevolg dat vergezichten worden geschetst van een volledig automatisch, voor iedereen toegankelijk en extreem veilig mobiliteitssysteem. Een uitgebreide analyse die de TU Delft (Milakis et al. 2015) in opdracht van de planbureaus (PBL en CPB) heeft uitgevoerd, heeft deze verwachtingen iets getemperd en in een recente studie komt het KiM (2015) tot vergelijkbare conclusies. Automatische voertuigen zullen op termijn beschikbaar komen en langzaam deel gaan uitmaken van het wagenpark. De impact hiervan op de mobiliteit en de verkeersafwikkeling is nog erg onduidelijk. Daarom zijn we er in de referentiescenario's van uitgegaan dat automatisch rijden rond 2050 nog geen rol van betekenis speelt, in ieder geval niet in die mate dat het impact heeft op de vervoersvraag en de bereikbaarheid. Mochten automatische voertuigen toch sneller dan verwacht de markt gaan betreden en een substantieel deel van het autopark gaan uitmaken, dan zijn daar allerlei effecten van te verwachten. Namelijk:

- Automatische voertuigen kunnen snel reageren op nieuwe situaties en daardoor in principe dichter op elkaar rijden. Dat kan gunstige gevolgen hebben voor de *wegcapaciteit* en de *congestie*. Wel hangen die gevolgen sterk af van de penetratiegraad van de automatische voertuigen. Ook automatische vrachtwagens kunnen dichter op elkaar rijden (*platooning*), waardoor de wegcapaciteit kan worden vergroot. De verkeersveiligheid kan hierbij echter in het geding zijn door mogelijke problemen bij het in- en uitvoegen van het overige verkeer.
- Als automatisch rijden vooral op het hoofdwegennet mogelijk is, kan dat leiden tot veranderingen in de routekeuze. De toeleidende wegen kunnen drukker worden.



- In een automatisch voertuig kan de reiziger zich met andere zaken bezighouden dan het besturen van de auto (reistijdverrijking). Dit zou kunnen leiden tot een lagere *reistijdwaardering* dan die van de huidige automobilist.
- De totale *afgelegde afstand* kan toenemen. Immers, in principe kunnen meer mensen (zelfstandig) gebruik maken van de auto. Rijbewijsbezit is niet meer nodig, leeftijd is geen beperking meer en ook mensen die door beperkingen nu niet kunnen autorijden, kunnen dan prima een auto gebruiken. Daarnaast is er mogelijk een effect van auto's die leeg rondrijden, op weg naar een passagier of een parkeerplek. Als de reistijdwaardering substantieel verandert, is het mogelijk dat mensen vaker, verder en langer gaan reizen.
- Automatische voertuigen kunnen potentieel een *belangrijke rol spelen als middel voor openbaar vervoer in dunbevolkte gebieden*. Voor grote vervoersstromen, bijvoorbeeld die tussen en binnen de steden, zal er waarschijnlijk een rol blijven weggelegd voor regulier openbaar vervoer. De prijsontwikkeling van auto's speelt hierbij ook een rol. Automatische voertuigen zijn naar alle waarschijnlijkheid duurder, waardoor mogelijk meer mensen zijn aangewezen op alternatieve vormen van vervoer.
- Voertuigautomatisering beïnvloedt naar verwachting ook de *verkeersveiligheid*. Wanneer alle voertuigen volledig geautomatiseerd rijden, is de algemene verwachting dat dit gunstig is voor de verkeersveiligheid. Dit is nu nog niet vast te stellen. Het is ook nog niet duidelijk wat de verkeersveiligheidseffecten zijn wanneer een deel van de voertuigen deels of geheel geautomatiseerd rijdt.
- De *parkeerbehoefte* in de stad wordt kleiner doordat minder mensen een auto bezitten (zie bijvoorbeeld Silberg et al. 2012) en doordat automatische voertuigen goed in staat om hun passagiers af te zetten en elders te parkeren.

### Autodelen zet versterkt door

Ook autodelen is een onderwerp waarvan sommige mensen veel verwachten als het gaat om de mobiliteit in de toekomst. Vaak wordt hierover gesproken in combinatie met elektrische of automatische voertuigen. Autodelen is nu nog een bescheiden fenomeen: er waren in 2014 11.000 deelauto's op een totaal van ruim 8 miljoen. In de scenario's zijn geen aannames gedaan over een significante toename van het autodelen. PBL-onderzoek (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 autogebruik. 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 tegenover staan 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 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.

## 5.3 Goederenvervoer en zeehavens

### Reshoring van productie

In zowel het Hoge als het Lage scenario zijn we ervan uitgegaan dat de globaliseringstrend van de afgelopen decennia doorzet, waarbij de internationale handel sneller groeit dan de wereldeconomie. De drijvende krachten achter deze globaliseringstrend zijn echter niet helemaal vanzelfsprekend. In plaats zich trendmatig voort te zetten zou de internationale handel – ook in een hoog groeiscenario voor de wereldeconomie – zich minder snel kunnen ontwikkelen. Bijvoorbeeld doordat de voordelen van offshoring verdwijnen, dematerialisatie/verdienstelijking optreedt of de technologisch gedreven vermindering van de transportkosten is uitgewerkt. Dit kan leiden tot een reshoring van de productie.

We spreken van reshoring of nearshoring wanneer Europese bedrijven een deel van hun productie terugbrengen naar Europa of naar gebieden dicht bij Europa (Turkije, Balkan, Oost-Europa, Noord-Afrika). Dit heeft gevolgen voor de internationale goederenstromen. Het effect op de bevoorradingsketen en de daaraan gekoppelde goederenstromen is echter niet makkelijk vast te stellen. Bevoorradingsketens zijn immers complex en zullen zich aanpassen zodra één van de productieschakels verschuift. Het is echter wel te verwachten dat reshoring of nearshoring het belang van de Nederlandse zee- en luchthavens in de bevoorradingsketens zal verminderen. Ook zal er meer intra-Europees transport plaatsvinden met kansen voor *short sea*, binnenvaart en spoor.

### Nieuwe verbindingen voor internationale handel

In beide scenario's veronderstellen we dat het aandeel van de ladingsstromen die via de Hamburg-Le Havre zeehavenrange (HLH-range) worden vervoerd, gelijke tred houdt met de internationale handel van en naar Noordwest-Europa. Alternatieve handelsroutes kunnen in potentie leiden tot een verandering in de concurrentiepositie van de HLH-range binnen West-Europa. Daarom zijn drie nieuwe verbindingen voor de internationale handel kwalitatief geanalyseerd: (1) Zuid-Europese zeehavens, (2) de Euraziatische Landbrug en (3) de Noordelijke Zeeroute. Onze conclusie is echter dat nieuwe verbindingen de concurrentiepositie van de HLH-range niet substantieel zullen veranderen. De redenen hiervoor lopen uiteen.

Om te beginnen wordt de concurrentie tussen Noord- en Zuid-Europese zeehavens beperkt door natuurlijke barrières en een gebrek aan economische massa in het gebied ten zuiden van de Alpen. Hoewel het niet ondenkbaar is dat de Zuid-Europese zeehavens een deel van het concurrentieverschil in de toekomst gaan goedmaken, is het onwaarschijnlijk dat de balans tussen Noord en Zuid substantieel zal verschuiven.

De potentiële impact van de Euraziatische Landbrug (een spoorroute van Oost-Azië naar Europa) wordt, ondanks de relatief korte transporttijd, beperkt door hoge transportkosten en een geringe capaciteit. Hierdoor kan de Euraziatische Landbrug voor een aantal specifieke (tijdgevoelige) goederen een aanvulling zijn op de maritieme transportroutes, al zijn grote verschuivingen niet te verwachten. Deze nieuwe verbinding is mogelijk wel een concurrent voor de luchtvracht.

De Noordelijke Zeeroute zal, door het wegsmelten van het Noordpoolijs, in de toekomst economisch rendabel worden. In dat geval zal de zeeroute tussen West-Europa en Noordoost-Azië ongeveer één derde korter zijn. Volgens een theoretische studie (Bekkers et al. 2015) leidt dit tot een toename met 0,4 procent van de totale Nederlandse import en export. Over het precieze moment waarop de Noordelijke Zeeroute economisch rendabel is, bestaat echter veel onzekerheid. Het lijkt aannemelijk dat dit moment niet binnen de tijdshorizon valt van de huidige WLO. Beide scenario's gaan er dan ook vanuit dat de Nederlandse havens hun marktaandeel in de HLH-range behouden.

### Veranderingen in vervoerslogistieke concepten en organisatie

Zowel in het Lage als het Hoge scenario wordt ervan uitgegaan dat de logistieke organisatie in meer of mindere mate verder consolideert door *feeder*ing en bundeling van ladingstromen. Door technologische ontwikkelingen is het echter mogelijk dat consolidatie minder belangrijk wordt omdat de kosten van *point-to-point*-transport snel zakken.

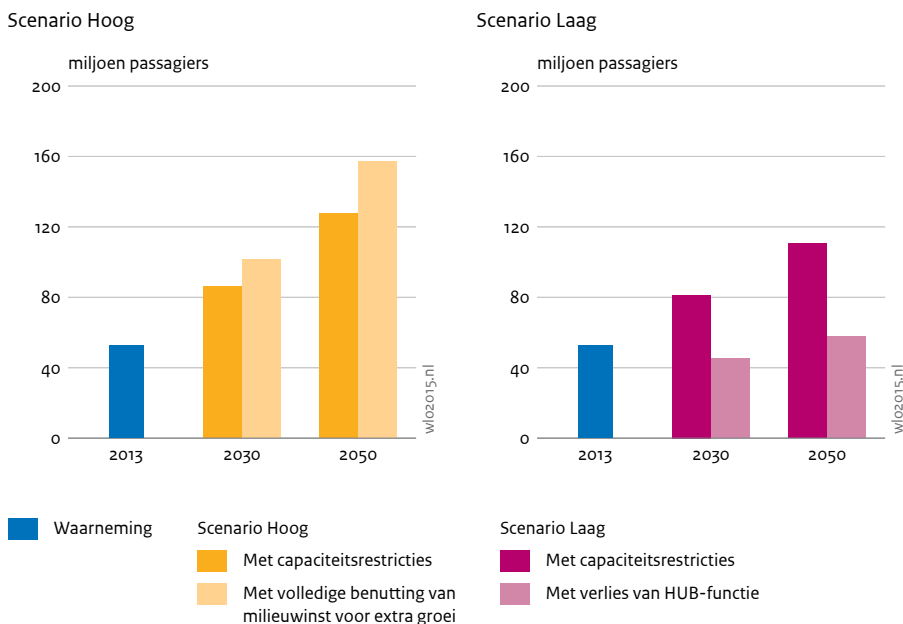
Al met al blijkt uit de literatuuranalyse dat opkomende technologieën, zoals 3D-printing en drones, nog kampen met substantiële praktische obstakels. Een brede toepasbaarheid is hierdoor beperkt. *Platooning*, daarentegen, lijkt op termijn wel toepasbaar te zijn, wat de afstandskosten van het wegvervoer kan verlagen. Lagere afstandskosten van wegvervoer zullen uiteindelijk leiden tot een andere *modal split*: meer wegvervoer, minder spoor en/of binnenvaart.

Daarnaast zou synchromodaal transport<sup>1</sup> in potentie kunnen leiden tot een efficiëntere logistieke organisatie. Deze ontwikkeling is in lijn met de scenario's die al rekening houden met efficiëntiewinsten binnen de gehele logistieke sector. Verder kan synchromodaal transport de *modal split* (waarschijnlijk van wegvervoer naar spoor en binnenvaart) en de concurrentiepositie van Nederland als doorvoerland beïnvloeden. Deze effecten zijn echter hoogst onzeker.

Andere uitkomsten van deze analyse zijn dat concurrentiedruk zorgt voor een trend in de richting een *hub-and-spoke*-netwerk, terwijl de eisen van de consument vragen om een *point-to-point*-netwerk. Beide krachten werken tegengesteld aan elkaar, waardoor de logistieke organisatie naar alle waarschijnlijkheid per saldo niet substantieel zal veranderen.

Figuur 5.1

## Aantal passagiers via Schiphol volgens WLO-scenario's en aanvullende onzekerheidsverkenning



Bron: CPB/PBL; Eurostat

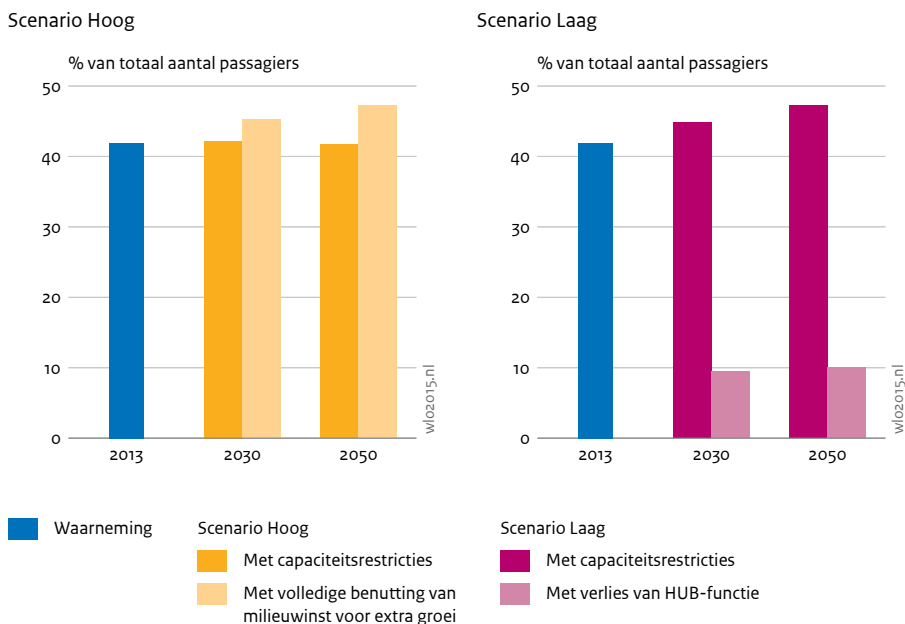
## 5.4 Luchtvaart

### Hubfunctie Schiphol valt weg

Schiphol is een aantrekkelijke luchthaven in een welvarende regio. De bewoners en de bedrijven in deze regio hebben profijt van de luchthaven. De aantrekkelijkheid van de regio wordt mede bepaald door het grote bestemmingennetwerk dat de hubcarrier exploiteert en dat mede mogelijk is vanwege de aantrekkelijkheid van Schiphol als hubluchthaven. In de scenario's gaan we ervanuit dat de hubfunctie van Schiphol blijft behouden. Het wegvallen van de hubfunctie past niet bij het rustige karakter van de scenario's.

Dat betekent echter niet dat het behoud van de hubfunctie vanzelfsprekend is. Er zijn genoeg redenen waarom Schiphol zijn positie als internationale hubluchthaven niet zou kunnen behouden. In de eerste plaats wordt Noordwest-Europa in de wereldwijde economie in de toekomst relatief minder belangrijk, niet zozeer door slechte economische prestaties maar vooral door de groei elders in de wereld. Reizigersstromen zullen zich als gevolg daarvan verplaatsen en de hubluchthavens in Noordwest-Europa komen hierdoor onder druk te staan. Daarnaast kan de hubfunctie onder druk komen te

**Figuur 5.2**  
**Aandeel transferpassagiers via Schiphol volgens WLO-scenario's en aanvullende onzekerheidsverkenning**



Bron: CPB/PBL; Eurostat

staan door concurrentie binnen Europa of met luchthavens in het Midden-Oosten. Ten slotte kan de hubcarrier besluiten zijn huboperatie te staken of te verplaatsen.<sup>2</sup>

De mogelijkheid dat Schiphol zijn hubfunctie verliest, is daarmee een belangrijke onzekerheid voor de luchtvaart in Nederland. Daarom is het wegvallen van de hubfunctie in een aparte onzekerheidsverkenning onderzocht als variant op het Lage scenario. Zonder hubfunctie worden in 2050 in het Lage scenario nog maar 58 miljoen passagiers vervoerd, in plaats van 110 miljoen wanneer de hubfunctie blijft behouden (zie figuur 5.1). Dat betekent een minimale stijging van het huidige niveau van circa 53 miljoen. Het transfersegment verdwijnt voor een groot deel (zie figuur 5.2). Het aantal directe bestemmingen en frequenties vanaf Schiphol neemt af, waardoor tevens het aantal OD-passagiers minder snel stijgt.

### **Volledige benutting vermindering geluidshinder voor extra groei**

De capaciteitsbeperkingen op Schiphol worden bepaald door de Aldersafspraken. Na 2020 mag de luchtvaart groeien als er milieuwinst wordt geboekt in termen van geluidshinder. Daarbij geldt dat de helft van die winst mag worden gebruikt voor groei van de luchtvaart. Met een onzekerheidsverkenning is onderzocht wat er gebeurt als

de gehele milieuwinst zou worden gebruikt voor groei van de luchtvaart op Schiphol. Figuur 5.1 laat zien dat dan het aantal passagiers op Schiphol dan toeneemt tot circa 160 miljoen in 2050. Daarmee kan vrijwel de gehele vraag naar luchtvaart uit het Hoge scenario worden bediend.

## Noten

- 1 Bij synchromodaal transport ligt de regie in handen van een logistieke dienstverlener die op ieder gewenst moment kan beslissen over de te gebruiken modaliteit. De verlader boekt dus ‘a-modaal’, wat betekent dat van tevoren niet vastligt via welke modaliteit de goederen worden vervoerd. De logistieke dienstverlener optimaliseert de vervoersstromen over het gehele transportnetwerk (in plaats van over slechts één modaliteit of bevoorradingsketen).
- 2 De ontwikkelingsmogelijkheden van de luchthaven Schiphol worden ingeperkt door restricties die de geluidshinder moeten beperken. Als de technologische ontwikkeling ten aanzien van het baangebruik en het stiller worden van vliegtuigen tegenvallen, worden deze restricties al snel zo knellend dat de hubfunctie van Schiphol onder druk komt te staan. Dit geldt overigens in vergelijkbare mate voor concurrerende hubluchthavens in Noordwest-Europa.



# Literatuur

- Alderstafel (2014), *Notitie Verkenning Markontwikkelingen Luchtvaart*. Groningen: Hans Alders.
- Aguilera, 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.
- Bekkers, E., H. Rojas-Romagosa & J. Francois, (2015), *Melting Ice Caps and the Economic Impact of Opening the Northern Sea Route* (No. 307). Den Haag: CPB.
- CPB/PBL (2015a), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Nederland in 2030 en 2050: twee referentiescenario's*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving / Centraal Planbureau.
- CPB/PBL (2015b), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Bijsluiter*, 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 ontwikkelingen en verstedelijking*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving / Centraal Planbureau.
- CPB/PBL (2015f), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Cahier Klimaat en energie*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving / Centraal Planbureau.
- ECN, TU Delft & TNO (2014), *Scenarios for energy carriers in the transport sector*, Petten: ECN.
- European Commission (2011), *WHITE PAPER, Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system*, COM(2011) 144 final, Brussel.
- 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.
- 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*.
- Goodwin, Ph. (2012), 'Three Views on 'Peak Car'', *World Transport Policy and Practice*, vol. 17, 4 January 2012.
- Hilbers, H., J. van Meerkerk, D. Snellen, G. Romijn & H. Nijland (2016), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving: Achtergronddocument Personenmobiliteit*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving / Centraal Planbureau.
- 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 June 2012, via <http://www.citylab.com/commute/2012/06/young-americans-arent-only-ones-driving-much-less-their-parents/2169/> -, ingezien 7 januari 2015.
- KiM (2013), *Leidt webwinkelen tot meer mobiliteit? Quickscan naar de betekenis van internetwinkelen voor de mobiliteit*, 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 plaatsafhankelijk werken: kansen en barrières*, Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.
- KiM (2015), *Chauffeur aan het stuur?*, Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.
- KpVV (2014), <http://kpvvdashboard-4.blogspot.nl/>
- Kuhnimhof, T., R. Buehler, M. Wirtz & D. Kalinowskad (2012a), 'Travel trends among young adults in Germany: increasing multimodality and declining car use for men', *Journal of Transport Geography*, vol. 24, september 2012.
- Kuhnimhof, T., J. Armoogum, R. Buehler, J. Dargay, J.M. Denstadli & T. Yamamoto (2012b), 'Men Shape a Downward Trend in Car Use among Young Adults—Evidence from Six Industrialized Countries'. *Transport Reviews*, vol. 32, no. 6.
- Litman, T. (2014), *The future isn't what it used to be*, Victoria Transport Policy Institute.
- Milakis, D., M. Snelder, B. van Arem, B. van Wee & G. Correia (2015), *Development of automated vehicles in the Netherlands: scenarios for 2030 and 2050*, Delft, The Netherlands: Delft University of Technology.
- 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.
- Nijland, H., J. van Meerkerk & A. Hoen (2015), *Effecten van autodelen op mobiliteit en CO<sub>2</sub>-uitstoot*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Nykvist, B. & M. Nilsson (2015), 'Rapidly falling costs of battery packs for electric vehicles', *Nature Climate Change*, 5: 329–332.
- PBL (2012), *Balans van de Leefomgeving 2012*, Den Haag/Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Romijn, G., P. Verstraeten, H. Hilbers & A. Brouwers (2016a), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving: Achtergronddocument Goederenvervoer en zeehavens*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving / Centraal Planbureau.
- Romijn, G., W. Blom & H. Hilbers (2016b), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving: Achtergronddocument Luchtvaart*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving / Centraal Planbureau.
- Silberg, G., R. Wallace, G. Matuszak, J. Plessers, C. Brower & D. Subramanian (2012), 'Selfdriving cars: The next revolution'. KPMG and Center for Automotive Research. KPMG: Center for Automotive Research.TNO (2015). Potential CO<sub>2</sub> reduction technologies and their costs for Dutch passenger car fleet, Rapport 10730.
- Weijer, C. van de (2015), 'Disruptieve mobiliteit', Essay voor de bundel *RWS Imagine!*, Ministerie van Infrastructuur en Milieu/Rijkswaterstaat.
- Weijermars, W. & H. Stipdonk (2015), *De verkeersveiligheid in 2020 en 2030. Prognoses voor de aantallen verkeersdoden en ernstig verkeersgewonden*. Den Haag: SWOV.

