

## **Verdelingseffecten van mobiliteitsbeleid**

Een overzicht van de mogelijkheden van (verkeers)modellen om effecten van beleid in beeld te brengen voor verschillende bevolkingsgroepen.

Rapport

Robert Cellissen, Iris Roeleven, Lizet Krabbenborg, Gerbert Romijn  
9 januari 2025

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid | KiM



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

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

Dit rapport te downloaden vanaf de [website](#) van het KiM.

## Samenvatting

**Effecten van mobiliteits-en bereikbaarheidsbeleid kunnen anders zijn voor verschillende groepen mensen. Deze verdelingseffecten krijgen de laatste jaren steeds meer aandacht. In deze studie onderzoeken we in hoeverre het huidige Nederlandse modelinstrumentarium in staat is om verschillen in effecten van mobiliteitsbeleid tussen bevolkingsgroepen en gebieden in beeld te brengen. Er kan veel meer dan in de praktijk wordt gedaan.**

### Verdelingseffecten

Onder verdelingseffecten van mobiliteitsbeleid verstaan we in dit onderzoek de manieren waarop mobiliteitsbeleid impact heeft op verschillende groepen binnen de samenleving. Wat doet bijvoorbeeld een nieuwe metroverbinding met de bereikbaarheid van banen voor praktisch opgeleiden? Welke groepen hebben het meeste voordeel van capaciteitsuitbreiding van het wegennet? Wie profiteren er van een verlaging van de ticketprijzen voor het ov? Kunnen scholieren meer scholen bereiken bij realisatie van een fietssnelweg?

Hierbij maken we onderscheid tussen ruimtelijke verdelingseffecten en verschillen tussen sociaal-economische of demografische groepen. Er zijn meerdere manieren om effecten van mobiliteitsbeleid in beeld te brengen. In dit onderzoek richten we ons specifiek op:

1. De effecten op *potentiële bereikbaarheid* voor verschillende groepen mensen
2. De effecten op *reistijden en reiskosten* voor verschillende groepen mensen

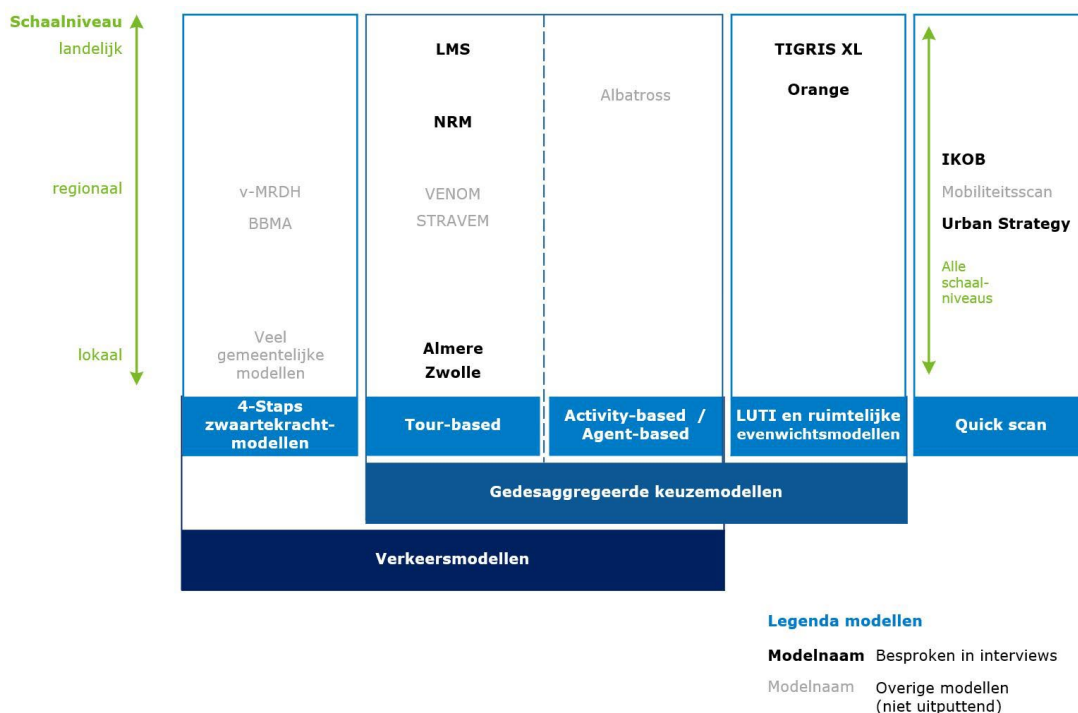
Dit onderscheid is in dit onderzoek van belang, omdat beide benaderingen andere eisen stellen aan modellen. Om verschillen in effecten op *reistijden en -kosten* voor verschillende groepen mensen in beeld te brengen is informatie nodig over welke mensen daadwerkelijk de effecten ervaren van een beleidsmaatregel. Evalueren op basis van *potentiële bereikbaarheid* stelt minder hoge eisen aan verkeersmodellen omdat niet exact bekend hoeft te zijn welke personen daadwerkelijk effect ervaren van een beleidsmaatregel.

### Modellenlandschap

De gevolgen van mobiliteitsbeleid worden veelal in kaart gebracht met (verkeers)modellen die zowel huidige als toekomstige effecten in beeld kunnen brengen. Bij de schets van het Nederlandse modellenlandschap onderscheiden we de volgende type modellen:

- 4-staps zwaartekrachtmodellen:
- Gedesaggregeerde tour-based verkeersmodellen
- Activity-based verkeersmodellen
- Land-Use Transport Interaction (LUTI) modellen en ruimtelijke evenwichtsmodellen
- Quick scan tools

Onderstaande figuur geeft een indruk van het modellenlandschap in Nederland. Deze lijst is niet uitputtend.



In deze studie gaan we verder in op de volgende modellen: LMS/NRM, Zwolle/Almere, TIGRIS XL, ORANGE, IKOB en Urban Strategy.

**In deze studie vergelijken we modellen alleen op de mate waarin verdelingseffecten in beeld kunnen worden gebracht. We vergelijken modellen niet op andere aspecten. Het kan dus best zo zijn dat een bepaald model voor het in kaart brengen van verdelingsaspecten erg geschikt is, maar dat er andere overwegingen zijn om het toch niet te gebruiken.**

**Alle beschouwde modellen kunnen in meer of mindere mate iets zeggen over verdelingseffecten.**

De verschillende typen modellen en de specifieke modellen verder onderzocht in deze studie kunnen allemaal ten minste één type verdelingseffect voor bereikbaarheid en mobiliteit in beeld brengen.

Zwaartekrachtmodellen kunnen ruimtelijke verdelingseffecten in beeld brengen, bijvoorbeeld verschillen tussen regio's. Ze zijn zelf echter niet geschikt om sociaal-economische of demografische verdelingseffecten in beeld te brengen.

Activity based modellen, LUTI/ruimtelijke evenwichtsmodellen en gedesaggregeerde tour-based verkeersmodellen kunnen naast ruimtelijke verdelingseffecten ook demografische en sociaal-economische verdelingseffecten in beeld brengen. Deze modeltypen verschillen niet ten principale in de mate waarin zij verdelingseffecten in beeld kunnen brengen – dat hangt vooral van de detaillering in de modellen af – maar wel in de markten die ze in beeld brengen en het keuzegedrag dat zij modelleren.

Net als de hiervoor benoemde modellen kunnen ook quick-scan tools gebruikt worden om zowel ruimtelijke verdelingseffecten als demografische en sociaal-economische verdelingseffecten in beeld te brengen. Verschillen tussen onderliggend keuzegedrag zitten echter in principe niet in quick-scan tools. Hiermee

kan dit type modellen geen effecten op (gerealiseerde) reistijden en kosten in beeld brengen, maar alleen de potentiële bereikbaarheid.

**De beschouwde modellen variëren in mogelijkheden om verdelingseffecten in beeld te brengen.**

Alhoewel de beschouwde modellen allemaal in meer of mindere mate iets kunnen zeggen over verdelingseffecten, verschillen ze op een aantal punten. Zo verschilt per model zowel de type mobiliteitseffecten als het type verdelingseffecten die in beeld kunnen worden gebracht. Ook verschillen de onderscheiden bevolkingsgroepen en type banen/voorzieningen per model. Daarnaast zijn er enkele praktische verschillen in het gebruik van de verschillende modellen. Een overzicht hiervan is weergegeven in onderstaande tabel.

	Gedesaggregeerde tour based modellen		LUTI en ruimtelijke evenwichtsmodellen		Quick Scan tools	
	LMS/NRM	Zwolle/Almere	TIGRIS XL	ORANGE	IKOB	Urban Strategy
<b>Mobiliteits-effecten</b>	Impact mobiliteitsbeleid op mobiliteitskeuzes van mensen en afgeleid daarvan de impact op de (landelijke) netwerken	Impact mobiliteitsbeleid op mobiliteitskeuzes van mensen en afgeleid daarvan impact op lokale netwerken	Impact mobiliteitsbeleid op mobiliteitskeuzes van mensen en de interactie met de woningmarkt en arbeidsmarkt.	Impact mobiliteitsbeleid op mobiliteitskeuzes van mensen en de interactie met de woningmarkt en arbeidsmarkt.	Impact mobiliteitsbeleid op de mogelijkheid van mensen om bestemmingen te bereiken	Impact mobiliteitsbeleid op mobiliteit en daarvan afgeleid de leefomgeving (o.a. geluidsoverlast en luchtkwaliteit)
<b>Bevolkings-groepen<sup>1</sup></b>	Inkomen (6) Opleiding (3) Geslacht (2) Leeftijd (5) Auto/rijbewijsbezit (5) Arbeidsparticipatie (3) Student (2) Stedelijkheidsgraad (6)	Opleiding (?) Geslacht (2) Leeftijd (5) Auto/rijbewijsbezit (2) Arbeidsparticipatie (2) Student (2) Stedelijkheidsgraad (6) Migratie-achtergrond (3)	Inkomen (6) Opleiding (3) Geslacht (2) Leeftijd (5) Auto/rijbewijsbezit (5) Arbeidsparticipatie (3) Student (2) Stedelijkheidsgraad (6)	Opleiding (3)	Inkomen (4) Opleiding (3)  Auto/rijbewijsbezit (4)  Voorkeurs-vervoerwijze (4)	
<b>Banen en voorzieningen</b>	Banen-opleidingsniveau (3) Leerlingplaatsen (4) Winkels (1)	Onbekend	Banen-opleidingsniveau (1) Leerlingplaatsen (4) Winkels (1)	Banen-opleidingsniveau (1)	Banen-opleidingsniveau (4)  Winkels (1)	Er worden geen banen en voorzieningen onderscheiden
<b>Type verdelings-effecten</b>	'verschillen in reistijden en kosten' en 'potentiële bereikbaarheid'	'verschillen in reistijden en kosten' en 'potentiële bereikbaarheid'	'verschillen in reistijden en kosten' en 'potentiële bereikbaarheid'	'verschillen in reistijden en kosten' en 'potentiële bereikbaarheid'	'potentiële bereikbaarheid'	'potentiële bereikbaarheid'
<b>Geografisch detail</b>	Landelijk (LMS) en regionaal (NRM)	Gemeentelijk en regionaal	Landelijk	Landelijk	Afhankelijk van toepassing	Afhankelijk van toepassing
<b>Documentatie</b>	Audit, review en documentatie beschikbaar	Geen documentatie beschikbaar	Audit en documentatie beschikbaar	Is nog in ontwikkeling. Documentatie zeer beperkt.	Documentatie beschikbaar.	Documentatie zeer beperkt.
<b>Praktijkcases</b>	Betalen naar gebruik	Geen praktijkcase voorhanden	MRDH	Geen praktijkcase voorhanden	MRA	Arnhem-Nijmegen

<sup>1</sup> De getallen tussen haakjes in deze tabel geven een indicatie van het aantal groepen dat per segment wordt onderscheiden.

### **Aandacht voor onzekerheden is belangrijk**

Het onderzoek schetst een aantal praktijkcases waarbij met modellen en tools verdelingseffecten voor mobiliteit en bereikbaarheid in beeld zijn gebracht. De mogelijkheden van modellen wordt in de praktijk echter nog niet ten volle benut. Eén van de mogelijke redenen hiervoor is onbekendheid met het gebruik van de uitkomsten. Daarbij komt dat voor het in beeld brengen van verdelingseffecten veel detailinformatie nodig is.

De belangrijkste onzekerheid zit niet zozeer in de modellen zelf, maar in de informatie die nodig is ten aanzien van de demografische en sociaal-economische bevolkingsamenstelling en ten aanzien van de ruimtelijke spreiding van verschillende typen voorzieningen en soorten banen.

### **Gestructureerde afweging voor inzet modellen bij verdelingseffecten**

Het gestructureerd beantwoorden van onderstaande vragen kan helpen om een optimale keuze te maken voor in te zetten modellen en tools bij het in beeld brengen van verdelingseffecten:

*Welke mobiliteitseffecten zijn relevant?* De onderzochte modellen hebben soms een verschillende inhoudelijke scope. Als bijvoorbeeld de achterliggende beleidsvraag zich richt op de mate waarin investeringen in infrastructuur effect hebben op de ruimtelijke ontwikkelingen, dan zijn LUTI of ruimtelijke evenwichtsmodellen een logische keuze. Als de vraag vooral gaat over effecten van mobiliteitsbeleid op reistijden, kosten of de potentiële bereikbaarheid, dan is het logisch om vooral te kijken naar verkeersmodellen of quick scan tools.

*Welke soorten verdelingseffecten zijn relevant?* Voor het in beeld brengen van verschillen in reistijden en kosten is de inzet van modellen nodig. Als alleen naar de potentiële bereikbaarheid wordt gekeken zijn ook quick scan tools een optie.

*Welke segmenten/bevolkingsgroepen zijn relevant?* De in het onderzoek onderzochte modellen kennen verschillen in de bevolkingsgroepen of segmenten die worden onderscheiden. De segmenten die het model onderscheid moeten aansluiten bij het te onderzoeken doel van de beleidsmaatregel.

*Wat is het gewenste geografische detailniveau?* Modellen hebben vaak een verschillend geografisch detailniveau. Als ingezoomd wordt op een regio en met meer geografisch detail naar resultaten wordt gekeken, ligt een keuze voor een model met een regionaal schaalniveau voor de hand.

*Wat is de status van het onderzoek?* Bij een verkennend onderzoek is de noodzaak van een volledig gevalideerd, getoetst en gedocumenteerd minder groot dan bij de onderbouwing van een wetsvoorstel of Tracébesluit. De mate waarin modellen zijn getoetst en gedocumenteerd verschilt tussen de in dit onderzoek onderzochte modellen.

### **Aandachtspunten bij gebruik van modellen bij verdelingseffecten**

Om de gewenste verdelingseffecten in beeld te krijgen kan het nodig zijn om aanvullende analyses te doen en meerdere modellen te combineren. Zo kunnen quick scan tools worden gebruikt om de uitkomsten van andere modellen te verrijken met meer detail. Het is echter belangrijk om vooraf kritisch na te denken welke verdelingseffecten in welke mate van detail in beeld moeten komen. Hoe meer detail wordt gevraagd, hoe groter de onzekerheden. Dat is onontkoombaar.

Als het in beeld brengen van verdelingseffecten nu en in de toekomst belangrijk wordt gevonden, investeer dan in het beschikbaar maken van geschikte informatie over de ontwikkeling van huidige en toekomstige ruimtelijke, demografische en sociaal-economische indicatoren die inzicht in verdelingseffecten mogelijk maken.

Daarbij past ook een waarschuwing: meer detail in data en modellen betekent niet altijd een verbetering van de kwaliteit van de uitkomsten.

Wanneer het van belang wordt geacht om verdelingseffecten in beeld te brengen is het belangrijk om ruimte te bieden in budgetten en tijd om evaluaties van mobiliteitsbeleid hiermee aan te vullen.

## Inhoud

### **Samenvatting 3**

### **Inhoud 8**

<b>1</b>	<b>Inleiding 9</b>
1.1	Aanleiding 9
1.2	Onderzoeksvragen en afbakening 10
1.3	Aanpak 10
1.4	Leeswijzer 10
<b>2</b>	<b>Verdelingseffecten 12</b>
2.1	Verdelingseffecten 12
2.2	De effecten van mobiliteitsbeleid 12
2.3	Denkraam 13
2.3.1	Bevolkingssamenstelling 13
2.3.2	Voorzieningen en banen 14
2.3.3	Mobiliteit 14
<b>3</b>	<b>Modellering van mobiliteit en bereikbaarheid in Nederland 15</b>
3.1	Verkeers- en vervoersmodellen 15
3.1.1	4-staps zwaartekrachtmodellen 15
3.1.2	Gedesaggregeerde tour-based keuzemodellen 16
3.1.3	Activity-based modellen 16
3.2	LUTI en ruimtelijke evenwichtsmodellen 17
3.2.1	LUTI-modellen 17
3.2.2	Ruimtelijke evenwichtsmodellen 17
3.3	Quick Scan tools 18
3.4	Modellenlandschap 18
<b>4</b>	<b>Modellen en verdelingseffecten: in theorie 20</b>
4.1	Bevolkingssamenstelling 20
4.2	Bestemmingen: voorzieningen en banen 22
4.3	Mobiliteit 24
4.3.1	Evalueren op basis van potentiële bereikbaarheid 24
4.3.2	Evalueren op basis van effecten op reistijden en kosten 26
<b>5</b>	<b>Modellen en verdelingseffecten: de praktijk 27</b>
5.1	Bevolkingssamenstelling 27
5.1.1	Onzekerheden en aandachtspunten 27
5.1.2	Hoe om te gaan met deze onzekerheden? 28
5.2	Banen en voorzieningen 31
5.2.1	Onzekerheden en aandachtspunten 31
5.2.2	Hoe om te gaan met deze onzekerheden? 32
5.3	Mobiliteit 32
5.3.1	Onzekerheden en aandachtspunten 32
5.3.2	Hoe om te gaan met deze onzekerheden? 37
<b>6</b>	<b>Conclusie en discussie 39</b>
	<b>Referenties 43</b>
	<b>Colofon 51</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Zowel binnen het Rijk als bij medeoverheden neemt de aandacht voor verschillen tussen groepen mensen toe. Dat geldt ook voor de effecten van trends en beleid op het gebied van mobiliteit en bereikbaarheid. Steeds vaker staat niet alleen de totale vervoersprestatie centraal, maar draait het ook om de vraag welke gebieden en welke groepen er in hun bereikbaarheid op voor- en achteruitgaan als gevolg van ontwikkelingen, maatregelen en projecten. Wat doet bijvoorbeeld een nieuwe metroverbinding met de bereikbaarheid van banen voor praktisch opgeleiden? Welke groepen hebben het meeste voordeel van capaciteitsuitbreiding van het wegennet? Wie profiteren er van een verlaging van de ticketprijzen voor het ov? Kunnen scholieren meer scholen bereiken bij realisatie van een fietssnelweg?

Hierin zitten twee verschuivingen in mobiliteitsbeleid:

- (1) De focus is verlegd van het verbeteren van mobiliteit (uitgedrukt in reistijdwinst en verbetering van de betrouwbaarheid van reistijd), naar een focus op bereikbaarheid (uit te drukken in de potentiële bestemmingen die vanuit een locatie bereikt kunnen worden)
- (2) Niet alleen de maatschappij als geheel, maar ook de verschillen tussen groepen en gebieden krijgen aandacht.

Deze verandering in denken vraagt mogelijk iets anders van het huidige in Nederland beschikbare modelinstrumentarium en de toepassing daarvan in ex-ante evaluaties van mobiliteitsbeleid. Huidige analyses worden o.a. ex-ante gebruikt in maatschappelijke kosten-baten analyses ter ondersteuning van een keuze voor een project en voor keuzes tussen alternatieven. Mobiliteitsbaten (reistijdbaten) vormen vaak een belangrijk aspect in maatschappelijke kosten-batenanalyses (MKBA's) van mobiliteitsmaatregelen. De verdeling van deze baten is in de praktijk echter meestal geen onderdeel van analyse. Terwijl hier wel al meerdere jaren meer aandacht voor wordt gevraagd.<sup>2</sup> Noch zijn veranderingen in bereikbaarheid (van activiteiten) als gevolg van een mobiliteits- of bereikbaarheidsmaatregel, en de verdeling daarvan als zodanig, zichtbaar in de meeste analyses. De mogelijkheden van modellen om de verdelingseffecten van zowel reistijdbaten als bereikbaarheidseffecten in kaart te brengen, zijn nog relatief weinig onderzocht en verkend.

Toch zijn er wel mogelijkheden om verdelingseffecten in kaart te brengen met de huidige (verkeers)prognosemodellen. Verkeersmodellen (zoals LMS/NRM) hebben meer mogelijkheden om resultaten te verkrijgen dan alleen totale of gemiddelde reistijdwinsten. Daarnaast worden nieuwe methoden en modellen ontwikkeld en toegepast. Een Nederlands voorbeeld hiervan is IKOB (*integrale kijk op bereikbaarheid*). Dit is een instrument dat output van een verkeersmodel gebruikt en bewerkt om analyses te maken om verschillen in bereikbaarheid inzichtelijk te maken. IKOB is onder meer toegepast in het gebiedsgerichte bereikbaarheidsprogramma van de MRA; Samen Bouwen aan Bereikbaarheid (SbaB).

In deze studie verkennen we de mogelijkheden om verschillen in effecten van trends en beleid op het gebied van mobiliteit en bereikbaarheid tussen bevolkingsgroepen en gebieden ('verdelingseffecten') met het huidige beschikbare modelinstrumentarium ex-ante in beeld te brengen.

---

<sup>2</sup> Zie CPB & PBL (2013) en CPB & PBL (2022)

## 1.2 Onderzoeksvragen en afbakening

Om de mogelijkheden van het huidige Nederlandse modelinstrumentarium met betrekking tot ex ante verdelingseffecten in beeld te brengen hanteren we de volgende onderzoeksvragen:

- a) Wat zijn verdelingseffecten van trends en beleid op het gebied van mobiliteit en bereikbaarheid?
- b) In welke mate kunnen verschillende *typen* modellen, vanuit hun aard verschillende soorten verdelingseffecten wel of niet in beeld brengen?
- c) Welke verdelingseffecten met betrekking tot bereikbaarheid en reistijdbaten kunnen met *veelgebruikte* Nederlandse modellen in beeld worden gebracht?
- d) Wat zijn de onzekerheden en aandachtspunten hierbij?

Om het beantwoorden van de onderzoeksvragen behapbaar te houden is een scherpe afbakening belangrijk. We hebben daarom de volgende keuzes gemaakt. Bij het beantwoorden van de onderzoeksvragen kijken we gericht naar modellen die primair gericht zijn op mobiliteit of bereikbaarheid, en niet naar modellen zoals koopkracht- of wagenparkmodellen. Daarnaast focussen we op de verschillen in effecten van mobiliteitsbeleid op groepen mensen en gebieden, en niet op verschillen in effecten van mobiliteitsbeleid over de tijd (korte- of lange termijn). Hierbij kiezen we ervoor om goederenvervoer buiten de scope van deze studie te houden. Ook beperken we ons tot effecten op mobiliteit en bereikbaarheid. Andere dimensies, zoals blootstelling aan schadelijke uitstoot en andere omgevingshinder, of het behalen van economische schaalvoordelen, vallen eveneens buiten het onderwerp van deze studie. Als laatste punt van afbakening kijken we naar modellen op verschillende schaalniveaus binnen Nederland, maar richten we ons meer op modellen op landelijk en regionaal niveau en minder op modellen op lokaal niveau, waarvan er ook vele bestaan.

Deze studie biedt geen inhoudelijk 'model standaardwerk' maar een praktisch overzicht van de (on)mogelijkheden om verdelingseffecten met modellen in beeld te brengen. De nadruk ligt hierbij op het schetsen van de belangrijkste aandachtspunten en onzekerheden bij het in beeld brengen van verdelingseffecten. Het is ook geen 'beauty-contest' waarbij modellen uitputtend met elkaar vergeleken worden en het 'beste model' wordt gekozen. Ook is het nadrukkelijk niet de bedoeling om alle mogelijkheden van de modellen in beeld te brengen, de focus ligt op de mogelijkheden op het vlak van verdeling van effecten.

## 1.3 Aanpak

In dit onderzoek gebruikten we verschillende informatiebronnen om de onderzoeksvragen te beantwoorden. Ten eerste werd literatuuronderzoek gedaan rond het begrip verdelingseffecten. Daarnaast werd ook literatuur en documentatie van modellen gebruikt om de werking van modellen en modeltypen beter in kaart te brengen. Omdat de documentatie rond specifieke modellen beperkt is, hielden we hiernaast een serie aan interviews rond (verschillende) modellen met experts. In bijlage A vermelden we welke experts we geïnterviewd hebben. Daar gaan we ook in op de interviewmethode.

## 1.4 Leeswijzer

Dit rapport is als volgt opgebouwd. In Hoofdstuk 2 gaan we verder in op het concept verdelingseffecten en op de typen effecten die mobiliteitsbeleid kan hebben. Daarnaast wordt in dit hoofdstuk het denkraam geïntroduceerd dat centraal staat in de rest van het rapport. Vervolgens geven we in hoofdstuk 3 een overzicht van verschillende modeltypen en de mogelijkheden die deze typen bieden om verdelingseffecten in beeld te brengen. Hoofdstuk 4 gaat hierna aan de hand van

het denkraam uit hoofdstuk 2 in op de theoretische mogelijkheden die verschillende Nederlandse modellen hebben om verdelingseffecten in beeld te brengen. Hierna gaan we in hoofdstuk 5 verder in op de praktische ervaringen bij het in beeld brengen van verdelingseffecten met deze modellen. We eindigen met een conclusie en discussie in hoofdstuk 6.

## 2 Verdelingseffecten

In dit hoofdstuk gaan we in op het begrip verdelingseffecten dat we in deze studie hanteren. Ook introduceren we een denkraam met behulp waarvan de mogelijkheden van modellen in kaart kunnen worden gebracht om verdelingseffecten in beeld te brengen.

### 2.1 Verdelingseffecten

Verdelingseffecten van mobiliteitsbeleid kunnen gezien worden als de verschillende manieren waarop mobiliteitsbeleid impact heeft op verschillende groepen binnen de samenleving (Markovich & Lucas, 2011). Hierbij kunnen drie verschillende soorten verdelingseffecten onderscheiden worden (Jones & Lucas, 2012).<sup>3</sup>

Ten eerste kan er sprake zijn van ruimtelijke verdelingseffecten, waarbij er meer baten of lasten van een transportinterventie kunnen zijn voor een bepaald geografisch gebied (e.g. een bepaalde provincie) ten opzichte van andere geografische gebieden. In de literatuur wordt hierbij ook veel gekeken naar verschillen tussen effecten voor het platteland en stedelijk gebied (e.g. Bureau & Glachant, 2011; Di Ciommo & Shiftan, 2017).

Ten tweede kunnen verdelingseffecten betrekking hebben op verschillende sociaal-economische of demografische groepen. Hierbij kan mobiliteitsbeleid bijvoorbeeld resulteren in andere baten voor mensen met hogere inkomens dan voor mensen met lagere inkomens. Naast inkomen kunnen groepen ook onderscheiden worden op basis van bijvoorbeeld leeftijd, geslacht, etniciteit en meer (Lucas & Martens, 2019; Markovich & Lucas, 2011; Jones & Lucas, 2012).

Als laatste kunnen effecten van mobiliteitsbeleid verschillend verdeeld zijn over de tijd, bijvoorbeeld over een dag, een maand of jaren. Zo kan het zijn dat een maatregel die de reistijden tijdens de spits verbetert een positief effect heeft voor mensen die in de spits reizen, maar geen effect voor mensen die bijvoorbeeld veel 's avonds (moeten) reizen. Van deze effecten zijn in de literatuur weinig voorbeelden te vinden. Daarom hebben we ervoor gekozen om ons te richten op de eerste twee.

### 2.2 De effecten van mobiliteitsbeleid

Er zijn vele manieren om effecten van mobiliteitsbeleid in beeld te brengen. In dit onderzoek richten we ons specifiek op:

3. De effecten op potentiële bereikbaarheid voor verschillende groepen mensen
4. De effecten op reistijden en kosten voor verschillende groepen mensen

Belangrijke basis voor deze keuze is de Hoofdlijnennotitie Mobiliteitsvisie 2050 (IenW, 2023). Deze notitie introduceert de bereikbaarheidsbenadering in het mobiliteitsbeleid van het ministerie van IenW. Daarbij wordt een brede welvaartsbenadering gehanteerd, waarbij ook oog is voor 'verdelingseffecten van beleid'. Daarom kijken we in dit onderzoek naar de bereikbaarheid voor verschillende groepen mensen en verschillende gebieden. Daarbij sluiten we aan bij de in de Hoofdlijnennotitie gekozen definitie van bereikbaarheid: het aantal bestemmingen dat vanuit een locatie binnen een redelijke reistijd en tegen redelijke kosten bereikt kan worden.

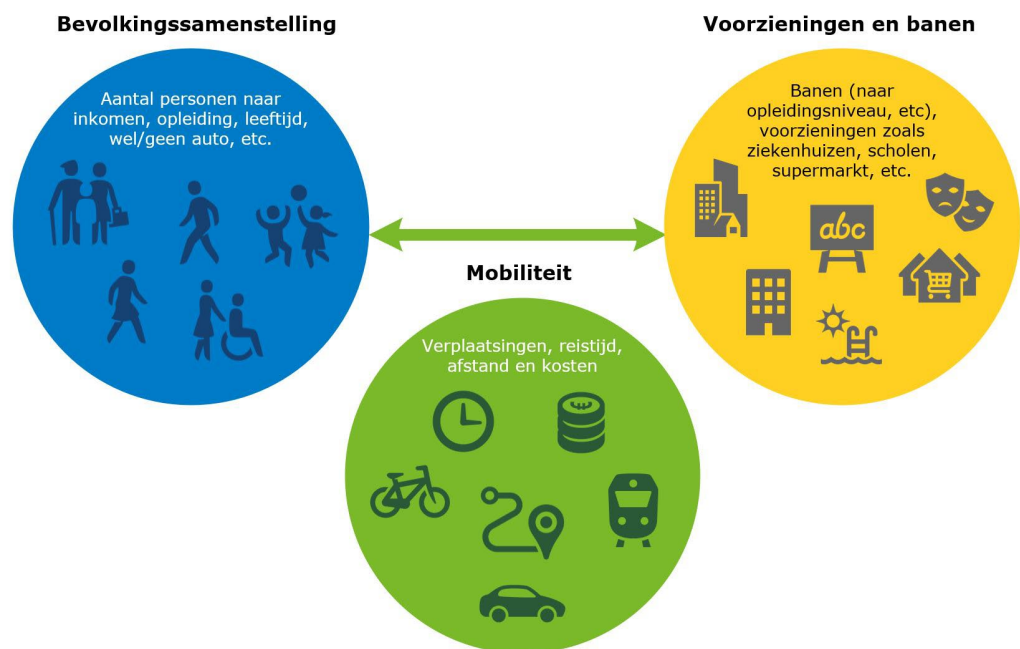
---

<sup>3</sup> Een alternatieve indeling is te vinden in Thomopoulos et al. (2009) die uitgaat van 11 zogeheten equity types.

Brede welvaart betekent ook aandacht voor de verdeling van 'winsten en verliezen' tussen bevolkingsgroepen in een maatschappelijke kosten-baten analyse (MKBA) (Visser & Wortelboer – van Donselaar, 2021). Daarom kijken we in dit onderzoek ook naar mogelijkheden om verschillen in reistijden en reiskosten voor verschillende groepen mensen met verkeersmodellen in beeld te brengen. Het onderscheid tussen 'potentiële bereikbaarheid' die ontstaat doordat mensen reizen zouden kunnen ondernemen en 'verschillen in reistijden en kosten' van reizen die mensen daadwerkelijk ondernemen is in dit onderzoek van belang, omdat beide benaderingen andere eisen stellen aan modellen. In de volgende paragraaf gaan we hier verder op in.

### 2.3 Denkraam

In deze studie onderzoeken we de mogelijkheden om met het huidige Nederlandse model instrumentarium verdelingseffecten ex ante in te schatten. Hiervoor gebruiken we een eenvoudig denkraam. Dit denkraam laat de belangrijkste componenten zien die nodig zijn om verdelingseffecten te kunnen bepalen. Het is gebaseerd op het denkraam dat Geurs en van Wee (2004) gebruiken om de verschillende componenten van bereikbaarheid te schetsen. Dit denkraam herhalen we aan het begin van hoofdstuk 4 en hoofdstuk 5.



**Figuur 1 Denkraam**

#### 2.3.1 Bevolkingssamenstelling

Om te weten in welke mate mobiliteitsbeleid impact heeft op verschillende groepen mensen binnen de samenleving, is in de eerste plaats informatie nodig over waar welke mensen wonen. Ofwel de bevolkingssamenstelling en omvang op gebiedsniveau, nu en in de toekomst. Per gebied is informatie nodig over hoeveel personen er wonen, met onderscheid naar de persoons- en huishoudkenmerken die passen bij het verdelingsvraagstuk dat onderzocht wordt. Bijvoorbeeld het aantal personen met een bepaald inkomen, opleidingsniveau of autobezit.

### 2.3.2 *Voorzieningen en banen*

Aan de aankomsten- of bestemmingskant van een reis speelt de aanwezigheid van voorzieningen en banen een rol.<sup>4</sup> Personen zullen een keuze maken voor een bepaalde bestemming, mede afhankelijk van de aanwezigheid van (type) banen en voorzieningen (winkels, scholen, etc.). Net als bij de bevolkingssamenstelling is hier ook een mogelijke onderverdeling van type banen en voorzieningen voor verdelingseffecten relevant. Het aantal banen per opleidingsniveau kan bijvoorbeeld sterk verschillen per locatie waardoor bepaalde locaties voor werk veel relevanter zijn voor mensen met een bepaald opleidingsniveau.

### 2.3.3 *Mobiliteit*

Een verkeersmodel is uiteindelijk een samenspel van mobiliteitsgedrag van verschillende typen mensen, de bevolkingssamenstelling op gebiedsniveau, de locaties van banen en voorzieningen, de kwaliteit van de vervoersnetwerken per modaliteit en veronderstelde toekomstige ontwikkelingen. Resultante hiervan zijn verplaatsingen of reizen van A naar B, met een bepaalde vervoerwijze, op een bepaald tijdstip met een bepaalde reistijd en tegen bepaalde kosten. Dit is wat in het denkraam onder de derde component 'Mobiliteit' valt.

In paragraaf 2.2 is het verschil opgemerkt tussen het evalueren op basis van 'potentiële bereikbaarheid' of 'verschillen in reistijden en reiskosten'. Beide manieren van evalueren vragen immers iets anders van modellen. Om verschillen in effecten op reistijden en kosten voor verschillende groepen mensen in beeld te brengen is namelijk informatie nodig over welke mensen daadwerkelijk de effecten ervaren van een beleidsmaatregel. Denk bij wijze van voorbeeld aan een nieuwe treinverbinding: om de verschillen in reistijden en -kosten van deze nieuwe verbinding voor groepen mensen te bepalen, moet bekend zijn welke type mensen daadwerkelijk in de toekomst gebruik gaan maken van deze treinverbinding. Dus welke mensen hebben daadwerkelijk de keuze gemaakt om in de trein te stappen, wat was hun alternatief en wat zijn op basis hiervan de verschillen in reistijden, kosten en eventueel bestemming en tijdstip? Hiervoor is per persoonstype informatie nodig over het aantal verplaatsingen van A naar B per vervoerwijze (Herkomsten/Bestemmingsmatrices).

Evalueren op basis van 'potentiële bereikbaarheid' (het aantal bestemmingen dat vanuit een locatie in potentie bereikt kan worden) stelt minder hoge eisen aan verkeersmodellen. Het kijken naar de potentiële bereikbaarheid betekent dat niet exact bekend hoeft te zijn welke personen daadwerkelijk effect ervaren van een beleidsmaatregel. Als voorbeeld gebruiken we weer de nieuwe treinverbinding: om de impact op de potentiële bereikbaarheid voor verschillende groepen mensen in beeld te brengen is alleen het verschil in reistijd of kosten van A naar B nodig. In potentie hebben alle inwoners van de steden rondom de nieuwe stations meer banen en voorzieningen binnen hun bereik door de nieuwe treinverbinding. Dit is onafhankelijk van de vraag of een inwoner daadwerkelijk gebruik gaat maken van de nieuwe treinverbinding.

---

<sup>4</sup> Deze keuze omvat niet alle soorten bestemmingen. Het bezoek aan familie en vrienden valt hier bijvoorbeeld buiten. Dat is ook moeilijk te onderzoeken omdat de locatie van familie en vrienden niet op groepsniveau te bepalen is.

## 3 Modelling van mobiliteit en bereikbaarheid in Nederland

Modellen zijn vereenvoudigde weergaves van de werkelijkheid en bootsen de werking van een systeem op een versimpelde manier na. Ze bieden daarmee de mogelijkheid om het effect van toekomstige veranderingen, zoals demografische veranderingen, beleidsmaatregelen of de aanleg van nieuwe infrastructuur, te bestuderen. Op het vlak van mobiliteit en bereikbaarheid zijn verschillende typen modellen te onderscheiden. In dit hoofdstuk wordt een globaal overzicht gegeven van de werking van een aantal, voor dit onderzoek relevante, modeltypen. Het doel is om op hoofdlijn inzicht te geven in de verschillen tussen bestaande modeltypen die relevant zijn bij het bepalen van verdelingseffecten. Een belangrijke opmerking hierbij is dat er discussie kan zijn over welke modeltypen er worden onderscheiden en waar ze precies van elkaar verschillen. Niet alle modellen zijn even netjes binnen één type model te plaatsen. Het doel van dit hoofdstuk is expliciet niet om een toevoeging te zijn aan deze (theoretische) discussie.

We maken onderscheid tussen modellen die het verkeers- en vervoersysteem beschrijven (**verkeers- en vervoersmodellen**), modellen die de interactie tussen ruimtelijke ontwikkeling en transport beschrijven (**ruimtelijke evenwichtsmodellen en Land-Use Transport Interaction (LUTI) modellen**) en tools die op basis van algemene rekenregels en invoer van andere modellen en data een inschatting maken (**Quick scan tools**).

### 3.1 Verkeers- en vervoersmodellen

Er bestaan verschillende typen verkeers- en vervoersmodellen waarmee de (toekomstige) verkeer- en vervoersstromen kunnen worden berekend. In het vervolg gaan we in op drie typen modellen en de componenten van deze modellen die relevant zijn bij het bepalen van verdelingseffecten.

#### 3.1.1 4-staps zwaartekrachtmodellen

Dit type model laat zien welke geaggregeerde verkeersstromen in de toekomst verwacht kunnen worden tussen zones. De raming van deze stromen is gebaseerd op het aantal activiteiten in een zone en de moeite van reizen tussen twee zones gebaseerd op bijvoorbeeld afstand en tijd (Acheampong & Silva, 2015). Voor meer informatie rond 4-staps modellen zie bijvoorbeeld de Dios Ortúzar & Willumsen (2011).

De woningvoorraad, voorzieningen en banen per zone zijn in dit model invoer. Dit zijn de gegevens die vooraf in het model moeten worden gestopt om de berekeningen te kunnen maken. Informatie over toekomstige ontwikkelingen kunnen hierbij gehaald worden uit omgevingsscenario's, bijvoorbeeld uit de Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving (WLO) van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) en het Centraal Planbureau (CPB). Wat betreft verplaatsingen worden in dit model geaggregeerde verkeersstromen tussen zones bepaald. Dit betekent dat de effecten van verschillende socio-demografische aspecten van individuen op het reisgedrag hoogstens beperkt, op zoneniveau, mee kunnen worden genomen (Acheampong & Silva, 2015).

Er bestaat in Nederland een aantal modellen die op deze manier werken, zoals een aantal gemeentelijke modellen, het model van de Metropoolregio Rotterdam-Den Haag (v-MRDH; MRDH, z.d.) en het model voor de provincie Noord-Brabant (BBMA, Provincie Noord-Brabant, z.d.)

### 3.1.2 *Gedesaggregeerde tour-based keuzemodellen*

Dit type modellen is ontwikkeld naar aanleiding van kritiek op verschillende tekortkomingen van (4-staps) zwaartekrachtmodellen. In gedesaggregeerde tour-based keuzemodellen worden niet de gemiddeldes per zone als uitgangspunt genomen, maar verschillende segmenten, gebaseerd op de karakteristieken van huishoudens en individuen, binnen een zone (Van der Tuin et al., 2021).

Sociaal-demografische kenmerken per zone en locaties van voorzieningen en banen zijn invoer van dit type model. Voor toekomstige ontwikkelingen is informatie uit omgevingsscenario's vaak de basis. Aangezien het gemodelleerde keuzegedrag in deze typen modellen gedesaggregeerd is (dus op het niveau van persoons- en huishoudtypes), kunnen resulterende verplaatsingen tussen zones in theorie uitgesplitst worden naar persoons- en huishoudtypes. Keuzegedrag van mensen wordt in dit type modellen gemodelleerd op basis van 'nut', waarbij mobiliteitskeuzes gemaakt worden op basis van het alternatief dat het meeste 'nut' oplevert. Dat 'nut' is opgebouwd uit verschillende aspecten van de alternatieven, zoals reistijd en reiskosten, gegeven de kenmerken van de personen en huishoudens. De modellen zijn gebaseerd op waargenomen gedrag, waarbij percepties, voorkeuren en de socio-economische karakteristieken van het (type) individu dat de beslissing neemt een rol spelen (Acheampong & Silva, 2015; Lopes et al., 2018).

Voor meer uitleg rond gedesaggregeerde tour-based keuzemodellen zie de Dios Ortúzar & Willumsen (2011).

LMS/NRM is een belangrijk voorbeeld van dit type model voor het beeld op respectievelijk landelijk niveau en het landsdeel niveau. De modellen voor de gemeenten Almere en Zwolle (Goudappel, z.d., [Individu centraal in nieuwe generatie verkeersmodellen | Goudappel](#)) zijn voorbeelden van een dergelijk model op lokaal niveau. VENOM (Vervoerregio Amsterdam, z.d.) en Stravem (4cast, z.d.) zijn voorbeelden van dergelijke modellen op een regionaal niveau.

### 3.1.3 *Activity-based modellen*

Dit type modellen is relatief nieuw en in Nederland nog niet breed beschikbaar of toegepast. Wel is er het ALBATROSS-model dat gedeeld eigendom is van de TUE en RWS WVL, maar dit wordt niet breed toegepast en laten we daarom verder buiten beschouwing. Ze kunnen worden gedefinieerd als modellen met een focus op de reeks activiteiten die individuen uitvoeren op een dag, gegeven de context en afhankelijkheden van activiteiten binnen huishoudens (Kiel et al., 2024). Zo wordt bijvoorbeeld rekening gehouden met het feit dat als er maar één auto in een huishouden beschikbaar is, deze niet tegelijkertijd door twee huishoudleden voor verschillende trips kan worden gebruikt.

Net zoals voor de andere typen verkeersmodellen geldt dat de locaties van woningen, de samenstelling van de bevolking, locaties voorzieningen en werk nu en in de toekomst invoer zijn. Omdat bij dit type model gebruik wordt gemaakt van een microsimulatie modelleringstechniek, kunnen zeer veel uitsplitsingen naar persoonstypes worden gemaakt (Davidson et al., 2011). Het gedrag van verschillende individuen in het model kan hierbij verschillen. Reizen worden hierbij bepaald op basis van een activiteitschema wat aan individuen is toegewezen op basis van het type individu, de locaties en de bereikbaarheid van activiteiten en de samenstelling van het huishouden van het individu (Kiel et al., 2024).

Voor meer uitleg over activity-based modellen zie bijvoorbeeld de Dios Ortúzar & Willumsen (2011) en Davidson et al. (2007). Voor meer informatie rond de verschillen tussen activity-based modellen en agent-based modellen, die wij buiten de scope van deze studie houden, zie Kiel et al. (2024).

## 3.2 LUTI en ruimtelijke evenwichtsmodellen

Al sinds het werk van Hansen (1959) wordt erkend, en sindsdien uitgebreid bestudeerd, dat transport en grondgebruik elkaar beïnvloeden (Acheampong & Silva, 2015). Dit heeft geresulteerd in een variatie aan "Land-Use Transport Interaction modellen" (ook wel LUTI-modellen) en ruimtelijke evenwichtsmodellen. In deze modellen zijn woon- en werklocaties niet alleen invoer, maar worden ze – onder impuls van een beleidsmatige ingreep of een trend – opnieuw bepaald als uitkomsten van het model. Dit zijn dus modellen met een bredere opzet dan de eerder beschreven verkeersmodellen. In het vervolg gaan we verder in op deze twee typen modellen.

### 3.2.1 LUTI-modellen

Deze modellen schatten locatiekeuzes en patronen van landgebruik in samenhang met verschillende mobiliteitsaspecten, socio-demografische kenmerken, industriekenmerken, omgevingsfactoren, de beschikbaarheid van (stedelijke) netwerken en beleid en regelgeving (Pozoukidou et al., 2015). Om dit te doen hebben de meeste LUTI-modellen (tenminste) drie deelmodellen: een socio-demografisch model, een transport model en een grondgebruik model (Acheampong & Silva, 2015).

De interactie tussen de verschillende deelmodellen betekent dat de locaties van woningen en banen uitvoer zijn van dit model. De ontwikkeling van arbeidsplaatsen in een gebied is bijvoorbeeld in LUTI-modellen onder andere afhankelijk van de kwaliteit van het transportsysteem (en omgekeerd). De mate waarin het model op gedesaggregeerd niveau keuzegedrag en informatie bevat over verschillende type mensen is afhankelijk van het type verkeersmodel dat als deelmodel wordt gebruikt om het transportsysteem te beschrijven. Dit kunnen verschillende typen modellen zijn, zoals een 4-staps zwaartekrachtmodel (Acheampong & Silva, 2015) of een gedesaggregeerd tour-based keuzemodel, zoals het geval is voor het Nederlandse landelijke LUTI-model Tigris-XL (Zondag & de Jong, 2011).<sup>5</sup>

### 3.2.2 Ruimtelijke evenwichtsmodellen

Ruimtelijke evenwichtsmodellen beschrijven ook de interactie tussen grondgebruik en transport, maar zijn sterker gebaseerd zijn op economische theorieën dan LUTI-modellen (Robson et al., 2018). Een belangrijk verschil is dat ruimtelijke evenwichtsmodellen ook naar het effect van de verdeling van activiteiten en transport scenario's op de grootte van de totale economie kijken. (Simmonds & Feldman, 2011). LUTI-modellen kijken daarentegen naar de verdeling van activiteiten binnen een economie van vaste omvang.

Ook voor dit type model geldt dat de locaties van woningen en bedrijven uitvoer zijn van het model. Hierbij kan gedesaggregeerd worden naar verschillende huishoudkarakteristieken en naar verschillende bedrijfskarakteristieken (Simmonds & Feldman, 2011). Reisgedrag van verschillende typen huishoudens wordt bepaald op basis van het nut dat kan worden behaald uit verschillende reisalternatieven. Het nut kan hierbij bijvoorbeeld worden bepaald door reistijd, reiskosten, en/of het loon wat op een specifieke werkplek verdiend kan worden (Krabbenborg & Tillema, 2022). De modellen bereiken een evenwicht wanneer bedrijven en huishoudens geen extra winst of nut meer kunnen halen uit een verhuizing naar een andere locatie (Spruijtenburg et al., 2023).<sup>6</sup> Een voorbeeld van een ruimtelijk evenwichtsmodel in Nederland is Orange (Spruijtenburg et al., 2023)

<sup>5</sup> Voor meer informatie over LUTI modellen zie Acheampong & Silva (2015).

<sup>6</sup> Voor verdere uitleg rond ruimtelijke evenwichtsmodellen m.b.t. transport zie Robson et al. (2018).

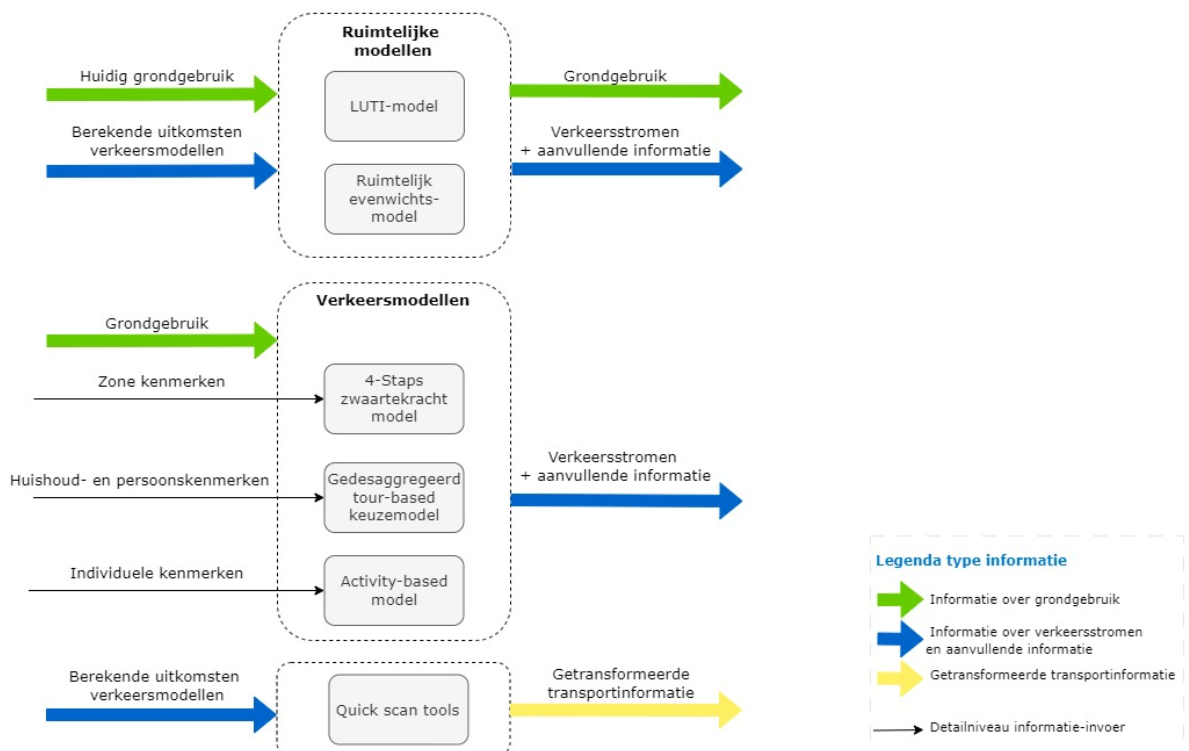
### 3.3 Quick Scan tools

Naast de hiervoor beschreven typen modellen onderscheiden wij nog een type modeltoepassing: de Quick Scan tools. Deze tools gebruiken historische data en informatie uit (verkeers)modellen om met algoritmes/berekeningen bereikbaarheidsanalyses uit te voeren. De mate van desaggregatie die mogelijk is bij dit type tools is afhankelijk van de mate van detail in de invoer die verkregen wordt uit data en typen (verkeers)modellen. Een voorbeeld van een Quick Scan tool is 'Integrale Kijk op Bereikbaarheid' (IKOB). IKOB wordt omschreven als een manier om de effecten van transportingrepen, zoals berekend door een ander type verkeersmodel, om te zetten naar ontplooiingsmogelijkheden voor personen en bedrijven in termen van de bereikbaarheid (Voerknecht, 2021). Andere quick scan tools zoals de Mobiliteitsscan (TNO, z.d.; Over de Mobiliteitsscan; [www.mobiliteitsscan-info.nl](http://www.mobiliteitsscan-info.nl)) en Urban Strategy (TNO., z.d.) gebruiken ook data en informatie uit andere verkeersmodellen. Ze richten zich op het visualiseren van deze data en informatie en het snel verkennen van het effect van transportingrepen op de bereikbaarheid van gebieden. Naast de mogelijkheid om als Quick Scan tool te fungeren bevat Urban Strategy ook (sub)modellen om zelf bijvoorbeeld de effecten op de vervoerwijzekeuze te kunnen bepalen. In ons onderzoek richten we ons op de quick scan functionaliteit van Urban Strategy.

### 3.4 Modellenlandschap

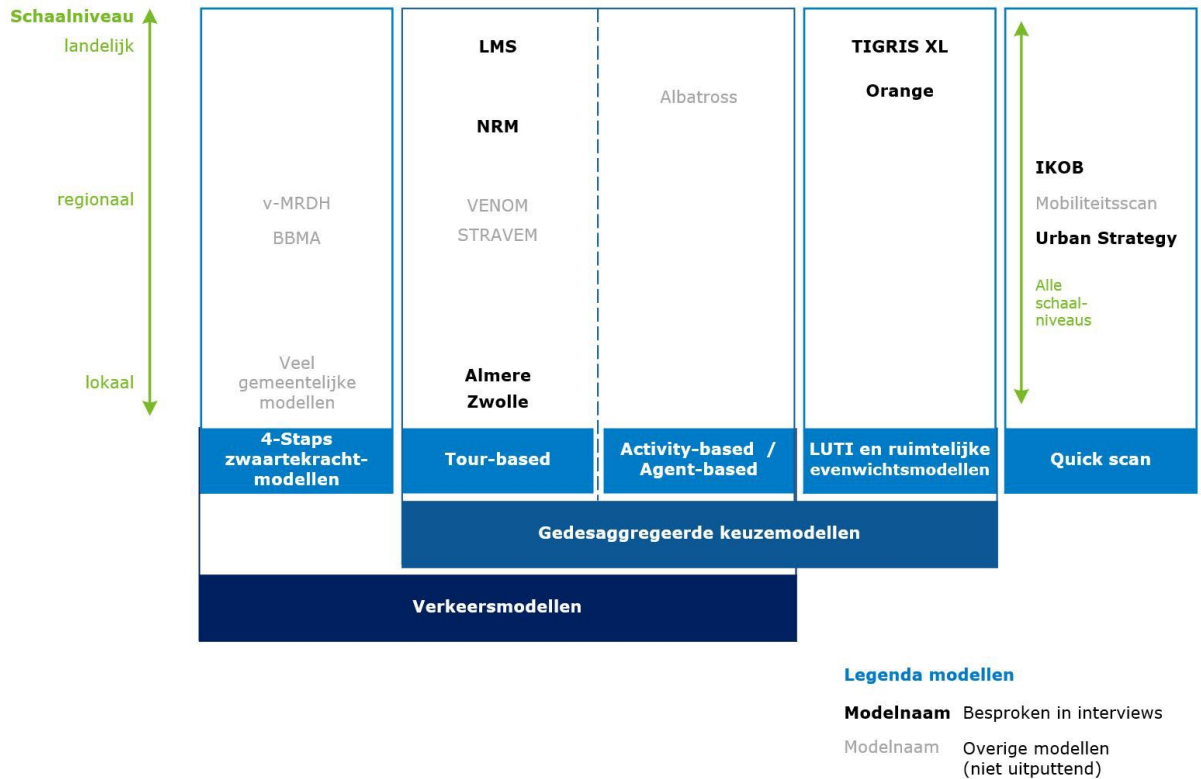
Het overzicht van modellen uit de vorige paragraaf kan vertaald worden in een modellenlandschap. In de eerste plaats hebben de verschillende modeltypen een relatie tot elkaar qua invoer en uitvoer.

In Figuur 2 staat een overzicht van de invoer en uitvoer van de verschillende typen modellen.



Figuur 2 Overzicht invoer en uitvoer van verschillende modeltypen

Daarnaast identificeren we een aantal concrete modellen die in Nederland beschikbaar zijn en gebruikt worden en delen we ze in naar de vorige paragraaf geschetste modeltypen. In Figuur 3 staat weergegeven hoe wij dit "Nederlandse modellenlandschap" samenvatten. In dit Figuur wordt op de X-as onderscheid gemaakt naar modeltype, en op de Y-as naar schaalniveau.



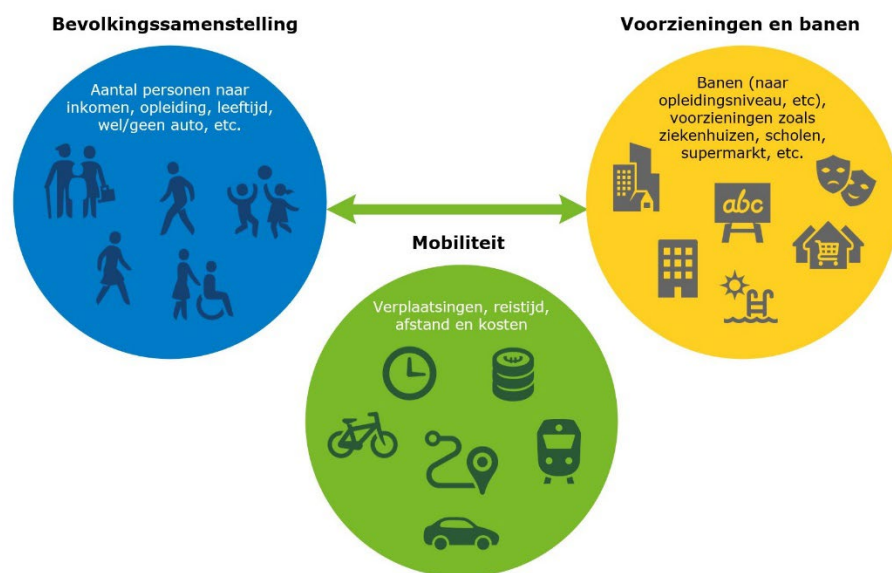
**Figuur 2 Modellen landschap**

Zoals is te zien in Figuur 3 in geel is er een aantal modellen binnen dit modellenlandschap waar we in het vervolg op focussen. Deze modellen zijn gekozen op basis van een aantal criteria: het schaalniveau van het model, de regelmaat waarmee ze gebruikt worden (in een beleidscontext) en de mogelijkheden die de modellen hebben in het uitsplitsen van groepen mensen. In Figuur 3 en in het vervolg houden we de modelnamen van deze modellen aan, en niet de naam van onderliggende rekenharten van deze modellen.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Bijvoorbeeld: Het Landelijk Modelsysteem (LMS) van het Ministerie van IenW gebruiken we als naam en niet het onderliggende rekenhart 'Groeimodel'. Overeenkomstig gebruiken we de namen 'Almere/Zwolle' voor de gedesaggregeerde modellen die bureau DAT.Mobility voor deze gemeentes heeft ontwikkeld. En hanteren we niet de naam 'Octavius' die aan het onderliggende rekenhart is gegeven.

## 4 Modellen en verdelingseffecten: in theorie

Aan de hand van de drie componenten van het in paragraaf 2.3 geïntroduceerde denkraam (herhaald in Figuur 4) beschrijven we in dit hoofdstuk de theoretische mogelijkheden om verdelingseffecten met de in hoofdstuk 3 beschreven modellen in beeld te brengen. Hieronder herhalen we het denkraam dat aangeeft welke componenten nodig zijn om verdelingseffecten op het gebied van bereikbaarheid en mobiliteit in kaart te brengen. In de hiernavolgende paragrafen gaan we in op de mate waarin verschillen inzichtelijk kunnen worden gemaakt met de beschikbare modellen.



**Figuur 3** De drie componenten van het denkraam verdelingseffecten en modellen

### 4.1 Bevolkingssamenstelling

Om verdelingseffecten te kunnen bepalen is het belangrijk om te weten waar mensen met verschillende kenmerken wonen. Informatie over de bevolkingssamenstelling (waar wonen mensen met welke persoons- en huishoudkenmerken) is op een hoog detailniveau voor het recente verleden beschikbaar via de registerdata van het CBS. Voor een toekomstige situatie is deze data per definitie niet beschikbaar. Daarom hebben verkeersmodellen bevolkingsmodules om de toekomstige verdeling van de bevolking of populatie in te schatten. Modellen komen in de regel tot een prognose vanuit een beschrijving vanuit een (gekalibreerde) basissituatie in een jaar in een recent verleden. Daarom maken modellen met bevolkingsmodules zowel een inschatting van de populatie in de huidige situatie als in de toekomst. Informatie over de hoeveelheid inwoners in een gebied naar persoonskenmerk zijn daarvoor een belangrijke basis (bijvoorbeeld naar leeftijdsklasse). Er zijn grofweg twee manieren om de (verdeling van de) populatie of bevolkingssamenstelling in te schatten.

Een eerste methode is het gebruik van een populatie-synthesizer. Een populatie-synthesizer voert op basis van informatie over aantal inwoners met specifieke kenmerken (de zogenaamde randtotalen) een wiskundige optimalisatie uit. Hierbij wordt een landelijk representatieve verdeling over persoons- en huishoudkenmerken voor elke modelzone aangepast, zodat deze past bij de

genoemde randtotalen. Deze randtotalen zijn bijvoorbeeld het aantal personen per leeftijdscategorie, het gemiddeld inkomen of het aantal personen naar opleidingsniveau.

Resultaat hiervan is per zone een inschatting van het aantal personen per persoonstype (bijvoorbeeld het aantal personen tussen 25-35 jaar met een hoge opleiding, fulltime werkend met een inkomen van 50-70 kE). Door dit zowel voor een basisjaar als voor een toekomstjaar te doen, ontstaat een zo goed mogelijk beeld van de huidige populatie én de verschuivingen daarin richting de toekomst.

De populatie synthesizer van modellen zoals LMS, NRM en TIGRIS (Significance, 2021) berekent ophoogfactoren per onderscheiden groep (huishoudtypes) voor elke in het model onderscheiden zone. Deze ophoogfactoren worden gebruikt om de landelijk representatieve verdeling over persoons- en huishoudkenmerken (een steekproef uit het OViN of ODIN<sup>8</sup>) per zone op te hogen, zodat deze in overeenstemming is met de randtotalen van de modelzone.

Ook de verkeersmodellen voor Almere en Zwolle gebruiken een populatie synthesizer<sup>9</sup>. Ook hier is een landelijk representatieve verdeling uit verplaatsingsenquêtes het startpunt voor elke modelzone, en wordt deze verdeling aangepast zodat deze exact voldoet aan de randtotalen per modelzone. Dit wordt apart gedaan voor persoonstypen en huishoudtypen. Met behulp van informatie over de samenstelling van huishoudens uit Mobiliteitspanel Nederland worden vervolgens de persoons- en huishouddistributies samengevoegd tot een consistente populatie waarin de relatie tussen personen en huishoudens klopt. Hieruit volgt een inschatting van de meest waarschijnlijke samenstelling is van de populatie op zonaal niveau. Deze synthetische populatie wordt zowel voor een basisjaar (huidige situatie) als voor een toekomstjaar (prognose) berekend.

Een tweede methode voor het bepalen van de toekomstige bevolkingssamenstelling is het gebruik van een populatie-simulator. Een dergelijke simulator berekent jaar-op-jaar de veranderingen in de populatie op zonaal niveau, uitgaande van toekomstprojecties van de kansen op overlijden, geboortes en migratie. Een populatie simulator heeft als input een volledige populatie nodig voor de huidige situatie (bijvoorbeeld op basis van microdata van het CBS). Een populatie simulator genereert dus een toekomstige situatie door een waargenomen populatie te laten evolueren over de tijd. Een dergelijke simulator is in Nederland in de beschouwde verkeersmodellen nog niet operationeel.<sup>10</sup>

Het model ORANGE heeft op dit moment geen module voor het inschatten van de toekomstige bevolkingssamenstelling. In plaats daarvan wordt in dit model gebruik gemaakt van een populatiegenerator die microdata van het CBS gebruikt om de bevolkingssamenstelling te bepalen. Hierbij wordt de bevolkingssamenstelling in de toekomst gelijk verondersteld aan de huidige verdeling.

Quick Scan tools kennen ook geen modules voor het inschatten van de toekomstige bevolkingssamenstelling. IKOB en Urban Strategy gebruiken de huidige populatie uit

---

<sup>8</sup> In deze steekproef zijn alle mogelijke huishoudens die kunnen voorkomen geaggregeerd naar een set van type huishoudens waarvoor modellen zijn geschat die voor de personen uit die huishoudens het reisgedrag beschrijven. Deze steekproef is gebaseerd op informatie uit onderzoeken van het CBS naar het verplaatsingsgedrag van Nederlanders (het Onderzoek Verplaatsingen in Nederland (OViN) of Onderweg in Nederland (ODiN)).

<sup>9</sup> De beschrijving van de werking is gebaseerd op een interview met DAT.mobility, en een korte verduidelijking van de werking van de module per email. De exacte werking wordt beschreven in een nog te publiceren Master Thesis van een student van de Universiteit Twente. Dit wordt naar verwachting begin 2025 gepubliceerd.

<sup>10</sup> Het landelijk personenautoparkmodel SPARK van het PBL en Rijkswaterstaat maakt wel gebruik van een dergelijke simulator. SPARK valt echter buiten de scope van deze studie, zie paragraaf 1.2.

registerdata, waarbij IKOB-veronderstellingen doet over de toekomstige veranderingen in de populatie die door de gebruiker zelf worden ingevoerd (Voerknecht, 2021, TNO, z.d.).

De verschillende modellen verschillen in de mate dat zij verschillende persoons- en huishoudenstypen kunnen onderscheiden. Tabel 1 bevat een overzicht van de achtergrondkenmerken waar de verschillende modellen onderscheid naar kunnen maken. Daarnaast kunnen alle modellen onderscheid maken naar verschillende gebieden, maar verschilt hun geografische detaillering.

**Tabel 1** Te onderscheiden bevolkingskenmerken in een aantal verschillende modellen

	Gedesaggregeerde tour based modellen		LUTI en ruimtelijke evenwichtsmodellen		Quick Scan	
	LMS/NRM	Zwolle/Almere	TIGRIS	ORANGE	IKOB	Urban Strategy
Inkomen	X	-	X	-	X	X
Opleidingsniveau	X	X	X	X	X	X
Geslacht	X	X	X	-	-	-
Leeftijd	X	X	X	-	-	X
Rijbewijsbezit	X	X	X	-	X	X
Arbeidsparticipatie	X	X	X	-	-	-
Student	X	X	X	-	X	-
Migratieachtergrond		X	-	-	-	-
Stedelijkheidsgraad	X <sup>11</sup>	X	X	-	-	-
(Aantal) auto's in huishouden	-	X	X	-	X	X
Reismotief	X	X	X	X <sup>12</sup>	X	X
Regio <sup>13</sup>	X	X	X	X	X	X

#### 4.2 Bestemmingen: voorzieningen en banen

Verkeersmodellen gebruiken voorzieningen en banen als een 'attractievariabele': die speelt een rol in de bestemmingskeuze in combinatie met bijvoorbeeld de bereikbaarheidskenmerken van een gebied.

In alle beschouwde modellen zijn de locaties van voorzieningen invoer. Hierbij wordt informatie over de locaties van voorzieningen in het heden (of eigenlijk het recente verleden) gehaald uit statistische databronnen.<sup>14</sup> Voor de toekomstige locaties van

<sup>11</sup> Strikt genomen is de stedelijkheidsgraad geen persoonskenmerk, maar is dit gekoppeld aan iemands woonlocatie.

<sup>12</sup> Alleen motief woon-werk

<sup>13</sup> Het detailniveau van te onderscheiden regio's verschilt per model.

<sup>14</sup> Een belangrijke databron is [LISA \(z.d.\)](#).

voorzieningen wordt informatie uit toekomstprojecties<sup>15</sup> gebruikt als invoer voor modellen.

Vooraf bij verdelingseffecten in bereikbaarheidsanalyses is het belangrijk om onderscheid te maken naar verschillende soorten voorzieningen. Bijvoorbeeld de bereikbaarheid van onderwijsinstellingen, zorgfaciliteiten en winkels. Er zijn meer soorten voorzieningen denkbaar die interessant kunnen zijn in bereikbaarheidsanalyses. Bijvoorbeeld horeca, cultuur (inclusief de bioscoop en de sportwedstrijd), natuur, sportbeoefening enzovoort. Dit soort voorzieningen zien we in de beschouwde verkeersmodellen beperkt terugkomen als attractievariabele.

Bij gedesaggregeerde tour based modellen zijn de locaties en opleidingsniveau van arbeidsplaatsen invoer. Deze invoer wordt voor het basisjaar van het model gebaseerd op verschillende statistische bronnen. Voor de toekomstige locaties en ontwikkelingen wordt informatie uit projecties gebruikt als invoer.

Bij LUTI en ruimtelijke evenwichtsmodellen is dit anders. Deze modellen zijn specifiek bedoeld om de interactie tussen demografie, economie (werkgelegenheid) en transport te modelleren. Het toekomstige aantal arbeidsplaatsen en hun locaties zijn uitvoer. TIGRIS werkt met een vast aantal arbeidsplaatsen in Nederland en modelleert alleen de toekomstige verdeling van deze arbeidsplaatsen. Dit in tegenstelling tot ORANGE waar de totale werkgelegenheid afhankelijk is van de interactie met demografie en transport. Voor het huidige aantal arbeidsplaatsen en hun locaties baseren ook deze modellen zich op verschillende statistische bronnen.

Bij het bepalen van verdelingseffecten kan ook het type arbeidsplaats relevant zijn. Bijvoorbeeld om bij de bereikbaarheid van banen onderscheid naar opleidingsniveau te kunnen maken. Daarbij rijst de vraag welke kenmerken van arbeidsplaatsen relevant zijn. Voor de hand liggende aspecten zijn de economische sector en het opleidingsniveau. De werkgelegenheid naar economische sector en de ruimtelijke spreiding daarvan is vrij goed beschikbaar zowel voor het basisjaar als voor de toekomst.<sup>16</sup> Voor een uitsplitsing naar opleidingsniveau ligt dat anders. Zeker voor een toekomstige situatie ontbreekt hierover vaak informatie en inzicht vanuit de omgevingsscenario's. Mede hierom wordt in het LMS/NRM bijvoorbeeld de verdeling van arbeidsplaatsen naar opleidingsniveau naar de toekomst toe constant verondersteld.

Net als bij de bevolkingssamenstelling is het aantal banen en voorzieningen, en hun locatie en type, externe invoer voor de quick scan tools. Over de toekomstige ontwikkeling hiervan maakt de gebruiker zelf veronderstellingen.

In Tabel 2 is een overzicht te vinden van de (type) banen en voorzieningen die (voor de toekomstige situatie) onderscheiden kunnen worden in de verschillende beschouwde modellen. Bij de karakterisering van arbeidsplaatsen beperken we ons tot het opleidingsniveau van een arbeidsplaats. Bij voorzieningen onderscheiden we scholing en winkelvoorzieningen.

---

<sup>15</sup> De WLO scenario's zijn hier een voorbeeld van. Bij de toepassing ervan is nog wel een vertaalslag nodig van de scenario-uitkomsten met een vrij grove gebiedsindeling naar de voorzieningen per modelzone, net zoals bij bevolking.

<sup>16</sup> Voor een basisjaar is er gedetailleerde statistische informatie over de werkgelegenheid beschikbaar bij het CBS ([CBS Statline, 2023](#)) naar bedrijfstakken en regio's. Voor ramingsjaren is er enige informatie beschikbaar over werkgelegenheid naar grof gedefinieerde sectoren en regio's in LMS en TIGRIS. Zie [WLO \(2015\)](#).

**Tabel 2** Te onderscheiden banen en voorzieningen in een aantal verschillende modellen (voor de toekomstige situatie)

	Gedesaggregeerde tour based modellen		LUTI en ruimtelijke evenwichtsmodellen		Quick Scan	
	LMS/NRM	Zwolle/Almere	TIGRIS	ORANGE	IKOB <sup>17</sup>	Urban Strategy
Arbeidsplaatsen totaal	X	X	X	X	X	-
Arbeidsplaatsen naar opleidingsniveau	X	-	-	X	X	-
Leerlingplaatsen totaal	X	X	X	-	-	-
Leerlingplaatsen naar schooltype	X	?	X	-	-	-
Winkels totaal	X <sup>18</sup>	X	X	-	X	-
Winkels naar type	-	-	-	-	X	-

### 4.3 Mobiliteit

Zoals in de toelichting op het denkraam in paragraaf 2.3.3 geschetst, zijn de uitkomsten van een verkeersmodel in de basis het aantal verplaatsingen of reizen van A naar B, met een bepaalde vervoerwijze, op een bepaald tijdstip, met een bepaalde reistijd en tegen bepaalde kosten. Daarnaast kunnen netwerkbelastingen de uitvoer zijn. Dit is wat in het denkraam onder de derde component 'Mobiliteit' valt. Daarbij is zoals eerder opgemerkt het onderscheid tussen het evalueren op basis van 'potentiële bereikbaarheid' of 'reistijden en kosten' van belang. Beide type evaluaties gebruiken namelijk op een andere manier informatie uit verkeersmodellen om tot verdelingseffecten te komen.

#### 4.3.1 *Evalueren op basis van potentiële bereikbaarheid*

Bij evalueren op basis van 'bereikbaarheid' wordt het aantal bestemmingen dat vanuit een locatie in potentie bereikt kan worden in beeld gebracht. Hiervoor is geen exacte informatie nodig over welke personen daadwerkelijk effect ervaren van een beleidsmaatregel. Het gaat immers om de 'potentiële bereikbaarheid'. Afhankelijk van de definitie van 'bereikbaarheid' is hier de reistijd tussen A en B relevant, de afstand of de kosten. Of uiteraard een combinatie hiervan.

De berekening van huidige en toekomstige reistijden per vervoerwijze is in essentie vergelijkbaar in de verschillende beschouwde modellen. In het algemeen zijn de reistijden voor het openbaar vervoer afkomstig van de huidige dienstregeling en veronderstellingen over een toekomstige dienstregeling. Voor het autoverkeer wordt in een toedeling van de (toekomstige) vervoersvraag op het (toekomstige)

<sup>17</sup> IKOB kan, net als andere quick scan tools, extra informatie toevoegen. Dit is afhankelijk van de wensen van de gebruiker. Zo kan bijvoorbeeld data over leerlingplaatsen (eventueel naar type) worden toegevoegd. Deze flexibiliteit is een kracht van quick scan tools.

<sup>18</sup> Als benadering voor het aantal winkels wordt in het LMS/NRM het aantal arbeidsplaatsen in de detailhandel gehanteerd. Dat is ook een aantrekkelijke benadering omdat een winkel met twee medewerkers allicht een ander serviceniveau biedt dan een soortgelijke winkel met 20 medewerkers. Zie [LISA \(z.d.\)](#).

wegennet de reistijd berekend. Hierbij wordt rekening gehouden met vertraging op het wegennet. Voor fietsverkeer wordt vaak gebruik gemaakt van [open street map](#) data om de reistijd van A naar B te bepalen. Quick Scan tools gaan hier wisselend mee om: IKOB gebruikt informatie over reistijden uit andere verkeersmodellen. Urban Strategy heeft wel een module waarmee de reistijden voor het autoverkeer kunnen worden berekend.

De berekening van afstanden en reiskosten per vervoerwijze vindt in de regel op een vergelijkbare manier plaats als reistijden. De kosten zijn daarbij vaak een afgeleide van de afstanden, via kostenparameters met gemiddelde kosten per kilometer. Deze kostenparameters zijn onderdeel van de toedeling of skimprocedure<sup>19</sup> waarmee ook de reistijden worden berekend.

In de beschouwde modellen is beperkt onderscheid in reistijden en afstanden voor verschillende groepen mensen (in het kader van verdelingseffecten naar socio-economische of demografische kenmerken). Dit is op zich logisch omdat de reistijd van een rit van A naar B met modaliteit C in werkelijkheid ook weinig verschilt tussen groepen. In de beschouwde modellen wordt wel onderscheid naar reismotieven (bijvoorbeeld woon-werk en zakelijk) gemaakt. Omdat de reistijdwaardering hierbij verschilt per motief, verschilt de gevoeligheid voor kosten en daardoor mogelijk ook de routekeuze en daarmee de reistijd, afstand en kosten (Terwindt et al, 2024). Als voorbeeld noemen we tolheffing of toeslagen (HSL), maar ook de normale variabele autokosten spelen een rol. Minder kostengevoelige motieven (zoals zakelijk) zullen eerder geneigd zijn een toeslag of tolheffing te accepteren dan wanneer het een recreatieve rit betreft. Daarmee wordt de gekozen route, afhankelijk van het motief, anders.

Voor het in beeld brengen van de in potentie bereikbare activiteiten kan een reistijdvervalcurve een belangrijke rol spelen. Deze vervalcurves beschrijven de weging van verder weg gelegen activiteiten ten opzichte van de nabijgelegen bestemmingen (Voerknecht, 2021). Bestemmingen met een langere reistijd wegen daarbij minder zwaar mee dan dichtbijgelegen bestemmingen in het bepalen van de bereikbaarheid. Dit in de veronderstelling dat mensen eerder geneigd zijn een dichtbijgelegen bestemming te kiezen. Deze curves worden geschat op basis van waargenomen reistijden (bijvoorbeeld uit het OViN/ODiN (CBS, 2023)) en kunnen verschillen naar persoonskenmerk (bijvoorbeeld omdat mensen met een hoger inkomen verder reizen dan mensen met een lager inkomen). Deze reistijdvervalcurves hebben hiermee dus invloed op de verdelingseffecten m.b.t. bereikbaarheid. Naar de toekomst toe wordt hierbij over het algemeen verondersteld dat deze reistijdvervalcurves (naar persoonskenmerk) gelijk blijven.

De beschouwde modellen en analyses gaan vrijwel allemaal uit van reistijden (en reistijdvervalcurves) voor bereikbaarheidsanalyses. Alleen IKOB gaat uit van 'gegeneraliseerde reistijd', wat een mix is tussen de reistijd en de kosten. Daarbij worden de kosten op een andere manier meegewogen per doelgroep. De kosten voor lage inkomens worden bijvoorbeeld zwaarder gewogen dan bij hoge inkomens, waardoor de gegeneraliseerde reistijd voor dezelfde verplaatsing voor mensen met een laag inkomen hoger is dan mensen met een hoger inkomen.<sup>20</sup> In de

---

<sup>19</sup> Met een skimprocedure wordt de kortste of beste route van A naar B via een modelnetwerk bepaald. Hieruit resulteert onder andere een HB-matrix met afstanden, reistijden en eventueel kosten tussen herkomst en bestemming.

<sup>20</sup> In principe is een gegeneraliseerde reiskostenbenadering waarin kosten en tijd (en moeite) samen worden gewogen een betere indicator. De vraag is echter altijd hoe tijd en kosten moeten worden gewogen. Value-of-time studies (zie KiM, 2024) helpen daarbij en ze laten ook zien dat reistijdwaarderingen verschillen. Ook het zwaarder meewegen van kosten voor huishoudens met lage inkomens is een theoretisch valide aanpak. Zie [Bos et al. \(2018\)](#), met name hoofdstuk 4. Tegelijk is de exacte weging niet objectief is vast te stellen.

nutsfuncties van gedesaggregeerde tour-based verkeersmodellen zijn de kosten en reistijden aparte componenten.

#### *4.3.2 Evalueren op basis van effecten op reistijden en kosten*

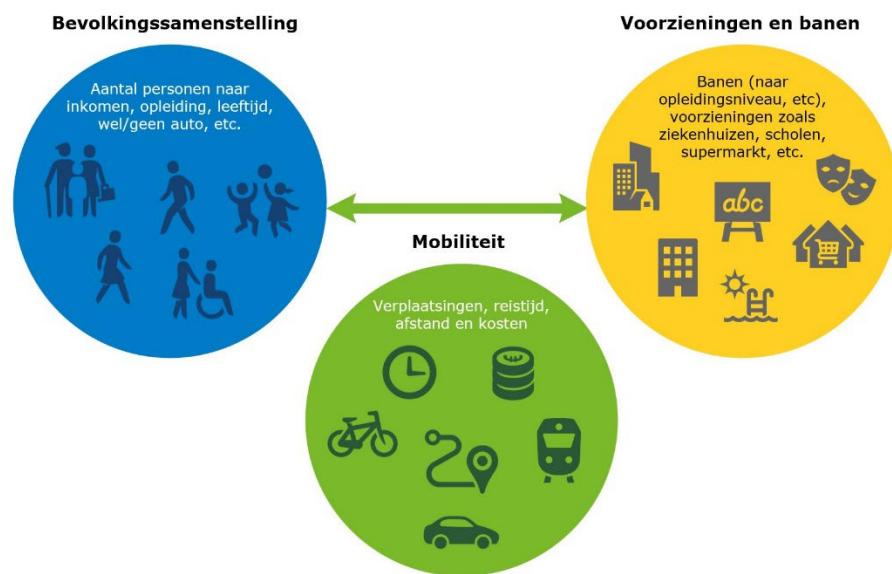
Bij het evalueren op basis van effecten op reistijden en kosten is informatie nodig over welke mensen daadwerkelijk welke verschillen in reistijden of reiskosten ervaren van een beleidsmaatregel. Om hierbij verdelingseffecten naar persoonstype te bepalen is per persoonstype informatie nodig over individuele keuzegedrag, resulterend in een matrix met daadwerkelijk gemaakte verplaatsingen per persoonstype per vervoerwijze (Herkomsten/Bestemmingsmatrices). Dit vergt informatie op gedesaggregeerd niveau als uitvoer van een verkeersmodel. In paragraaf 4.2 hebben we gezien dat de beschouwde modellen meerdere bevolkingsgroepen onderscheiden. De modellen nemen de in Tabel 1 geschetste segmentaties van de bevolking mee. In deze keuzemodellen zitten specifieke gedragsparameters per persoonstype. Naast dit specifiek keuzegedrag spelen ook andere factoren een rol in de uiteindelijke vervoerwijze/bestemmingskeuze en tijdstipkeuze. Bijvoorbeeld de in paragraaf 4.3 geschetste attractievariabelen zoals type arbeidsplaats maar ook de reistijd en kosten voor de reis spelen hierbij een rol.

De quick scan tools zijn hierop een uitzondering: deze bevatten geen keuzemodellen om het mobiliteitsgedrag van verschillende mensen te beschrijven. Quick scan tools werken met kentallen en rekenregels om verschillen in mobiliteitsgedrag tussen verschillende mensen te schetsen.

Het gebruik van (verkeers)modellen om verschillen in reistijden en kosten voor verschillende groepen mensen in beeld te brengen kent in de praktijk haken en ogen. Daarop gaan we in het volgende hoofdstuk nader in. In theorie zijn de mogelijkheden aanwezig: de beschouwde modellen onderscheiden immers in meer of mindere mate verschillend mobiliteitsgedrag per persoonstype. Het is van belang goed te kijken naar de onderliggende keuzes die bij de schatting van de modellen zijn gemaakt. Het is niet per definitie zo dat daadwerkelijk sprake is van verschillen in mobiliteitsgedrag bij de segmentaties uit tabel 1. In LMS/NRM worden bijvoorbeeld, afhankelijk van de specificaties van het model, bij niet significante verschillen in coëfficiënten in de nutsfuncties, verschillende groepen samengenomen. Voor deze samengenomen groepen zijn dus geen verschillen in mobiliteitsgedrag zichtbaar. Als in de toekomst meer duidelijkheid is over de beleidsmatig meest interessante te onderscheiden persoonstypes, kan daar bij de schatting van de modellen al rekening mee worden gehouden. Voor nu is het vooral van belang om voorafgaand aan een (model)onderzoek naar verschillen in kosten en baten tussen groepen mensen, te checken in welke mate de modellen ook onderscheid maken in de onderliggende gedragsparameters.

## 5 Modellen en verdelingseffecten: de praktijk

Aan de hand van de drie componenten van het in paragraaf 2.3 geïntroduceerde denkraam (Figuur 5) beschrijven we in dit hoofdstuk de praktische ervaringen bij het in beeld brengen van verdelingseffecten met de in dit rapport uitgelichte (verkeers)modellen (Figuur 3). Daarbij baseren we ons op interviews, aangezien documentatie op dit gebied zeer beperkt is. We contrasteren daarbij het daadwerkelijke gebruik van modellen met de potentie die we in hoofdstuk 4 beschreven. Hierbij gelden de besproken praktische ervaringen vaak voor het gros van de modellen waar we hiernaar kijken, en wordt naar een specifiek model verwezen wanneer deze een uitzondering vormt.



**Figuur 4** De drie componenten van het denkraam verdelingseffecten en modellen

### 5.1 Bevolkingssamenstelling

In het vorige hoofdstuk hebben we laten zien dat in theorie de bevolkingssamenstelling relatief ver gededesaggregeerd kan worden voor het bepalen van verdelingseffecten. In de praktijk moet hierbij echter wel rekening worden gehouden met een aantal onzekerheden en aandachtspunten. In het vervolg gaan we verder in op deze onzekerheden en aandachtspunten en de manieren waarop hiermee kan worden omgegaan.

#### 5.1.1 Onzekerheden en aandachtspunten

Bij de inschatting van de bevolkingssamenstelling in de toekomst bestaat een verscheidenheid aan onzekerheden. Het is daarom belangrijk om goed na te gaan wat er wel en niet in is meegenomen in de inschatting en in hoeverre dat invloed heeft op verdelingseffecten.

Zo maakt het uit of de bevolkingsgroei komt door natuurlijke aanwas of door migratie. In het eerste geval komen er heel jonge mensen bij die in ieder geval voorlopig geen rijbewijs of baan hebben en eerst nog tenminste 15 jaar onderwijs gaan volgen. Bij aanwas door migratie komen er mensen bij (of gaan er af) in andere leeftijdscategorieën: de kans is groter dat deze mensen al een rijbewijs of

baan hebben. Dat heeft invloed op mobiliteitsgedrag. Hierbij geldt ook dat de samenhang tussen demografische ontwikkelingen en mobiliteit niet altijd even duidelijk is. Het kan dus ook zijn dat bepaalde aspecten van demografie nu (nog) niet in de modellen zitten terwijl deze wel invloed kunnen hebben op het gedrag.<sup>21</sup>

Een belangrijke bron voor de inschatting van de toekomstige bevolkingsontwikkeling en zijn samenstelling is het CBS (2024), waarbij deze data bijvoorbeeld ook gebruikt wordt in de cases omschreven in kader 5.1. Deze bevolkingsprognoses zijn gebruikt in de door het CPB en PBL opgestelde welvaarts- en leefomgevingsscenario's (WLO, 2015) die een belangrijke basis vormen voor onder meer MKBA's. Beide bronnen kennen een relatief hoog aggregatieniveau en sommige uitsplitsingen die nodig zijn voor het in beeld brengen van verdelingseffecten zijn niet beschikbaar. Voorbeelden zijn:

- In de WLO wordt inkomensontwikkeling van huishouden bepaald door te rekenen met landelijk gemiddelde inkomensgroei voor alle huishoudens. De ontwikkeling van het inkomen verschilde in het verleden echter tussen regio's (Heijman & Kroes, 2012). Het is te verwachten dat de inkomensontwikkeling in de toekomst ook verschilt per regio.
- In de WLO wordt aangenomen dat de discrepantie tussen woningvraag en woningaanbod in de toekomst niet verandert. Er wordt daarmee van uitgegaan dat de vraag het aanbod bepaalt binnen grenzen van waar door woningbouw in is voorzien. Regionale of gemeentelijke woningbouwplannen passen niet altijd binnen dat stramien. Uiteindelijk bepalen woningbouwplannen wat er gebouwd wordt. Er ontstaat zo dus soms een discrepantie op regionaal of lokaal niveau.
- Het is de vraag of het verband tussen inkomen en opleidingsniveau in de toekomst hetzelfde blijft. Er is mogelijk sprake van 'diploma-inflatie', waarbij een toename van het aantal mensen dat op hetzelfde niveau afstudeert ervoor zorgt dat de waarde van een diploma op dit niveau afneemt.
- In alle modellen wordt de huidige landelijke verdeling over de huishoud- en persoonskenmerken zo veel mogelijk als basis gehouden. Het is de vraag of deze verdeling in de toekomst hetzelfde blijft.<sup>22</sup>

### 5.1.2 *Hoe om te gaan met deze onzekerheden?*

Onzekerheden rond de toekomstige bevolkingssamenstelling zijn niet te vermijden – de toekomst is intrinsiek onzeker. Een eerste belangrijke conclusie is dat de grootste onzekerheden niet kunnen worden weggenomen met geavanceerdere methodes en modellen. Er zijn echter ook manieren te bedenken om onzekerheden (in enige mate) te verminderen.

Ten eerste is een strategie om alleen naar het 'nu' te kijken. In dit geval hoeft je immers geen rekening te houden met onzekerheden naar de toekomst toe. Dat biedt echter geen soelaas als het doel is om toekomstig mobiliteitsbeleid ex ante te evalueren. Veranderingen in de demografie zijn immers een belangrijke verklarende variabele voor de ontwikkeling van mobiliteit. Dit laat het Mobiliteitsbeeld van het KiM uit 2017 (KiM, 2017) bijvoorbeeld zien, waaruit blijkt dat de mobiliteitsontwikkeling tussen 2005-2016 verschillend is geweest voor verschillende leeftijdsgroepen. Daarnaast is de toename van het aantal mensen in Nederland een belangrijke verklaring voor de mobiliteitsgroei in dezelfde periode. Het lijkt daarmee evident dat voor het ex ante evalueren van beleid het kijken naar de toekomst belangrijk is.

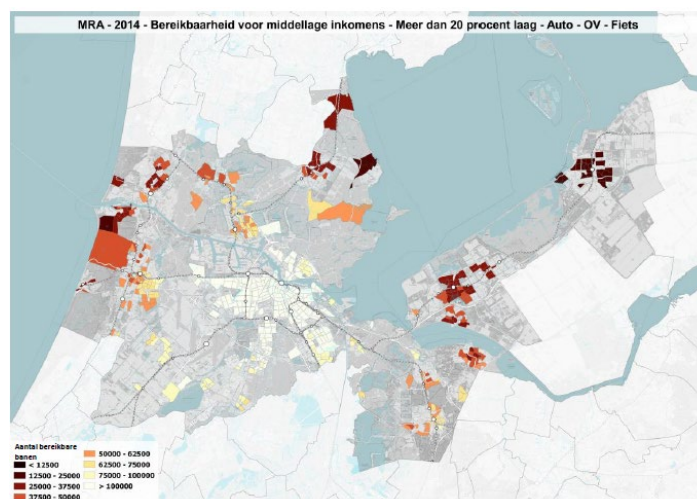
---

<sup>21</sup> Het KiM is momenteel bezig met een project rond de samenhang tussen demografie en mobiliteit.

<sup>22</sup> Het is iets ingewikkelder dan hier wordt gesteld: andere kenmerken op zonaal niveau worden als randvoorwaarden in een optimalisatie proces meegenomen waardoor de verdeling af zal wijken van die in het basisjaar.

### Kader 5.1 Praktijkcasus: Multimodaal Toekomstbeeld MRA (Goudappel & Een Nieuwe Kijk, 2022)

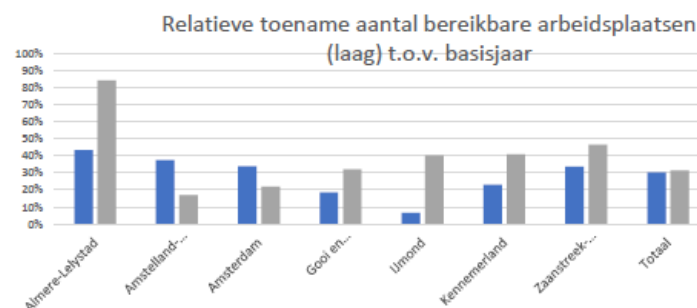
In 2022 is voor de Metropoolregio Amsterdam (MRA) onderzoek gedaan naar ongelijkheid in bereikbaarheid en de effecten van mobiliteitsbeleid voor verschillende groepen mensen: ouderen, jongeren en mensen met een laag inkomen. Hierbij is gebruikgemaakt van de Quick Scan tool IKOB. De potentiële bereikbaarheid stond centraal: hoeveel banen en voorzieningen kunnen mensen met een bepaalde (gegeneraliseerde) reistijd bereiken?



**Figuur 5 Aantal bereikbare banen voor mensen met een middellaag inkomen in zones met minstens 20% inwoners met laag inkomen.**

In bovenstaand kaartbeeld (Figuur 6, ter illustratie) is het aantal bereikbare banen per gebied weergegeven voor mensen met een laag inkomen. Hierbij is als basis gekeken naar informatie uit de huidige situatie. Deze informatie is deels afkomstig uit verkeersmodellen (reistijden) en uit statistische data van het CBS (bevolkingssamenstelling).

In de studie is ook het effect van beleid in de toekomst geanalyseerd. Daarbij zijn verwachtingen over de toekomst (ontwikkeling aantal inwoners en arbeidsplaatsen) geprojecteerd op data van de huidige situatie. Informatie over toekomstige reistijden is overgenomen uit een verkeersmodel (VENOM).



**Figuur 6 Toenames in het aantal bereikbare lage-inkomens arbeidsplaatsen in de optimale verstedelijkingsvariant 2040 (grijs) ten opzichte van het basisjaar (blauw).**

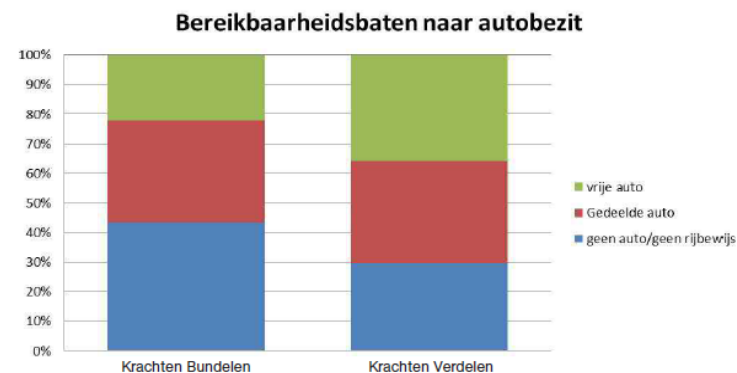
In de analyse van deze casus is gekeken naar specifieke scenario's voor de toekomst. In bovenstaande Figuur (7) is ter illustratie de ontwikkeling van het aantal bereikbare arbeidsplaatsen door personen met een laag inkomen weergegeven voor het jaar 2040 en in een 'optimaal verstedelijkingsscenario'.

Ten tweede kan het gebruik van een LUTI of ruimtelijke evenwichtsmodel bijdragen aan het beter grip krijgen op de toekomstige samenstelling en verdeling van de populatie. Deze modellen houden namelijk rekening met de interactie tussen demografische ontwikkelingen, het transportsysteem en de ruimtelijke verdeling van werkgelegenheid. Zo kan bijvoorbeeld met TIGRIS worden verkend wat de toekomstige ruimtelijke verdeling van verschillende type huizen met verschillende typen bewoners zou kunnen zijn en wat de impact daarvan is op de bereikbaarheid. Dit in tegenstelling tot verkeers- en vervoersmodellen, waar de demografische ontwikkeling en de ruimtelijke verdeling exogene invoer is. In kader 5.2 is een voorbeeld te vinden van een onderzoek waarin het model TIGRIS is gebruikt.

### Kader 5.2 Praktijkcasus: MIRT onderzoek MRDH (Goudappel et al., 2017)

In 2017 zijn de effecten (kosten en baten) onderzocht van twee toekomstbeelden voor de ruimtelijke ontwikkeling, inclusief bijbehorende pakketten met mobiliteitsmaatregelen voor de Metropoolregio Rotterdam-Den Haag (MRDH). Hierbij zijn ook verschillen tussen bevolkingsgroepen in beeld gebracht. Hiervoor is het LUTI-model TIGRIS gebruikt, in combinatie met het gedesaggregeerd verkeersmodel LMS. Door de onderzoekers is benadrukt dat het hier om een 'vingeroefening' gaat om een gevoel te krijgen voor verhoudingen.

In het onderzoek zijn twee pakketten maatregelen vergeleken ('krachten bundelen' -pakket met nadruk op fiets en OV en 'krachten verdelen' -pakket met nadruk op auto). Op geaggregeerd niveau is hierbij gekeken naar personen die wel/niet de beschikking hebben over een auto, en personen naar inkomen (laag/midden/hoog). Figuur 8 geeft een beeld van de wijze van presenteren en laat zien hoe de baten verdeeld zijn naar autobezit.



**Figuur 7 Bereikbaarheidsbaten naar autobezit ARU.**

Uit deze analyse is geconcludeerd dat de baten van een pakket met de nadruk op investeringen in auto relatief het meest terecht komen bij mensen die over een auto beschikken en een hoog inkomen hebben. Bij een pakket gericht op fiets is dit minder het geval.

Deze analyse en voorbeeldcase zou ook met een gedesaggregeerd verkeersmodel kunnen worden uitgevoerd. Het is daarmee een voorbeeld dat de keuze voor een model niet altijd duidelijk onderbouwd is.

Ten derde zou het kunnen helpen om beter en eerder in het proces het gesprek tussen planologen en (verkeers)modelbouwers te initiëren. Hierdoor kan wellicht een beter onderbouwde inschatting gemaakt worden van de bevolkingssamenstelling op nieuwbouwlocaties. Het leidt ook tot een breder draagvlak over de uitgangspunten van modelberekeningen.

Ten vierde zou een nationaal afgestemde schatting van de samenstelling van de Nederlandse populatie op een geografisch en sociaal-economische gedetailleerd

niveau een mogelijkheid zijn. Een dergelijk beeld kan als basis dienen voor de diverse modellen in Nederland. Dit vermindert niet zozeer de onzekerheid, maar wel de verschillen en inconsistenties tussen verschillende modellen (en daarmee ook verdelingseffecten) in Nederland<sup>23</sup>. Dit roept wel de vraag op wie dat moet doen en wat erin moet zitten.

Ten vijfde, als belangrijke dimensies ontbreken voor het in beeld brengen van verdelingseffecten kunnen aanvullende aannames of analyses nodig zijn. Een grofschetsmatig toekomstbeeld kan zo verder ingevuld worden voor bijvoorbeeld een regionale detaillering naar modelzone niveau, een detaillering naar bedrijfstakken of een detaillering naar opleidingsniveau. Die invullingen zijn gebaseerd op de ontwikkeling van randtotalen en aannames over de toedeling. Bij het aanbrengen van deze nadere detaillering kan gebruik worden gemaakt van quick-scan tools omdat zij op basis van informatie van andere modellen extra detaillering kunnen aanbrengen om specifieke verdelingseffecten te onderzoeken. Daarbij is het overigens wel goed om te constateren dat het aanbrengen van meer detail vaak ten koste gaat van de betrouwbaarheid van de uitkomsten.

Deze verschillende strategieën laten onverlet dat de toekomstige ontwikkeling van de ruimtelijke verdeling en samenstelling van de populatie onzeker is en dat daar in de analyse van verdelingseffecten rekening mee gehouden moet worden. Het kan daarom goed zijn om de gevoeligheid van een andere bevolkingssamenstelling op de uitkomsten te onderzoeken, zoals ook is gedaan in de casus omschreven in Kader 5.1.

Dat brengt ons bij een laatste overweging. Het is van belang is om voorafgaand aan een onderzoek naar verdelingseffecten een expliciete afweging te maken rond de bevolkingsgroepen die worden onderscheiden. Praktisch gezien spelen zowel het aanwezige onderscheid in de beschikbare modellen als ook de beleidsmatige relevantie van segmentaties in deze afweging rol. Door expliciete afwegingen te maken in de groepen die relevant zijn om te onderscheiden kan ook beter rekening worden gehouden met de onzekerheden die van belang zijn bij deze groepen. Om een voorbeeld te geven: als een maatregel tot doel heeft de kansengelijkheid op de arbeidsmarkt te vergroten dan is het logisch om naar opleiding te kijken. Als een maatregel als randvoorwaarde heeft dat de betaalbaarheid voor laagste inkomens moet worden verbeterd dan is onderscheid naar inkomensklasse logischer.

## **5.2 Banen en voorzieningen**

Net zoals voor de bevolkingssamenstelling geldt voor de locaties van banen en voorzieningen dat in de praktijk met bepaalde onzekerheden en aandachtspunten rekening dient te worden gehouden bij het bepalen van verdelingseffecten. Zeker met betrekking tot het modelleren van de toekomst.

### **5.2.1 Onzekerheden en aandachtspunten**

Voor banen en voorzieningen bestaat, gelijk aan de bevolkingssamenstelling, een mismatch tussen het detailniveau van de informatie uit de omgevingsscenario's en de benodigde informatie voor de verschillende modellen. De omgevingsscenario's leveren bijvoorbeeld alleen randtotalen voor totale aantallen arbeidsplaatsen op COROP-niveau. De modellen hebben een fijner geografisch niveau nodig en bijvoorbeeld ook een verdeling over type arbeidsplaatsen om op een gedetailleerder niveau uitspraken te kunnen doen over verdelingseffecten.

Daarnaast geldt eenzelfde soort onzekerheid rond de toekomstige verwachtingen voor de omvang, locatie en het type van banen en voorzieningen als voor de

---

<sup>23</sup> In SIVMO (Samenwerking Innovaties Verkeers- en Vervoersmodellen Overheden) wordt hier al initiatief genomen.

bevolkingssamenstelling. Zo is het lastig om te voorspellen waar arbeidsplaatsen zullen bijkomen of wegvallen en van welk type ze zullen zijn. Daarnaast is het mogelijk nog moeilijker om te voorspellen waar voorzieningen zich in de toekomst zullen vestigen. Dit is immers afhankelijk van keuzes gemaakt door de verscheidenheid aan eigenaren van deze voorzieningen, welke afhankelijk zijn van vele, deels moeilijk te kwantificeren, criteria. Wanneer in het kader van verdelingseffecten dus het doel zou zijn bijvoorbeeld te bepalen hoeveel mensen een voor hun (opleidingsniveau) relevante baan kunnen bereiken, geldt dus ook dat er extra onzekerheid komt kijken bij het verder uitsplitsen van banen en voorzieningen.

#### 5.2.2 *Hoe om te gaan met deze onzekerheden?*

Onzekerheden rond de verdeling van locaties van banen en voorzieningen zijn in principe onontkoombaar voor alle modellen. Wel kunnen net als voor de bevolkingssamenstelling strategieën bedacht worden om deze onzekerheden in enige mate te mitigeren. LUTI of ruimtelijke evenwichtsmodellen zoals TIGRIS of ORANGE kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden om de interactie tussen demografische ontwikkelingen, het transportsysteem en de ruimtelijke verdeling van werkgelegenheid te modelleren en daarmee een beter onderbouwd beeld te krijgen van de (mogelijke) locaties van arbeidsplaatsen in de toekomst en de invloed van onzekerheden op de modeluitkomsten. De onzekerheid rond de toekomstige locaties van banen en zeker van voorzieningen kan in geen enkel model echter volledig opgelost worden. Het kan daarom ook voor dit onderdeel handig zijn om verschillende scenario's van ruimtegebruik door te rekenen om te zien wat mogelijke verdelingseffecten naar de toekomst zijn.

### 5.3 **Mobiliteit**

In Hoofdstuk 4 hebben we laten zien dat het onderscheid tussen het evalueren op basis van '*potentiële bereikbaarheid*' of '*verschillen in reistijden en kosten*' van belang is voor het beschrijven van de mogelijkheden om met modellen verdelingseffecten te bepalen. Ook bij het beschrijven van de onzekerheden en aandachtspunten in de praktijk hanteren we dit onderscheid. Ter illustratie van de onzekerheden en aandachtspunten halen we drie Nederlandse praktijkcases aan waarbij verdelingseffecten zijn onderzocht.

#### 5.3.1 *Onzekerheden en aandachtspunten*

Het geografische detailniveau van modellen is, ongeacht het type verdelingseffect dat in beeld wordt gebracht, een generiek aandachtspunt. Meer specifiek gaat het dan om verdelingseffecten naar regio. Het is belangrijk dat de scope van de analyse van verdelingseffecten in balans is met het detailniveau van het model. Het in beeld brengen van de voorzieningen die binnen een reistijdgrens van 15 minuten liggen kan dus beter niet gedaan worden met een model met een minder detailniveau zoals het LMS. Andersom kunnen lokale (gemeentelijke) modellen beperkingen hebben bij het in beeld brengen van bereikbaarheid van regio's omdat het detailniveau buiten het studiegebied van modellen vaak snel minder wordt.

#### *Evalueren op basis van potentiële bereikbaarheid*

Reistijdvervalcurves worden vaak als basis gebruikt voor het analyseren van verschillen in bereikbaarheid van banen en voorzieningen voor verschillende groepen mensen. Bij de vervalcurves wordt vaak onderscheid gemaakt in verschillende doelgroepen, bestemmingen en vervoerwijzen. De exacte keuze hierin verschilt per model en per toepassing. In de casus omschreven in kader 5.3 worden bijvoorbeeld verschillende reistijdvervalcurves gehanteerd voor mensen met een beperkt budget en voor mensen met een gemiddeld budget. Voor verdelingseffecten op het gebied van potentiële bereikbaarheid zijn de vervalcurves dus een

belangrijke component, maar ook een belangrijke aanname. Daarbij zien we de volgende aandachtspunten.

Ten eerste worden reistijdvervalcurves geschat op basis van waargenomen gedrag en zeggen ze daarom alleen iets over de werkelijk gerealiseerde reistijd. Hierin zijn dus al impliciet voorkeuren van mensen in opgenomen. Hierdoor is het bijvoorbeeld zo dat mensen, volgens deze reistijdvervalcurves, in het openbaar vervoer bereid zijn een langere reistijd te accepteren dan autobestuurders. Recent onderzoek van het KiM (Hamersma & Roeleven, 2024) laat daarbij wel zien dat de reistijden die men acceptabel vindt inderdaad vaak verschillen per vervoerwijze en motief. De casus omschreven in kader 5.4 geeft een voorbeeld uit de praktijk van reistijdvervalcurves die verschillen per motief en vervoerwijze. Alhoewel deze verschillen in reistijdvervalcurves dus realistisch kunnen zijn, kan de vergelijkbaarheid van vervoerwijzen onderling lastig zijn wanneer de precieze verschillen in reistijdvervalcurves en het gebruik ervan onduidelijk zijn.

Ten tweede is het nog de vraag in hoeverre een vervalcurve verschilt tussen verschillende doelgroepen. Het is bijvoorbeeld bekend dat mensen met een laag inkomen minder lange afstanden afleggen (KiM, 2023; CBS Statline, 2024). Er is echter weinig recente informatie over hoe dit tot uiting kan komen in een vervalcurve en hoe deze empirisch onderbouwd geschat kunnen worden.<sup>24</sup> Dit komt ook naar voren in de casussen omschreven in kader 5.3 en 5.4 waarin bijvoorbeeld de empirische basis voor het onderscheid in reistijdvervalcurves naar budget onduidelijk blijft.

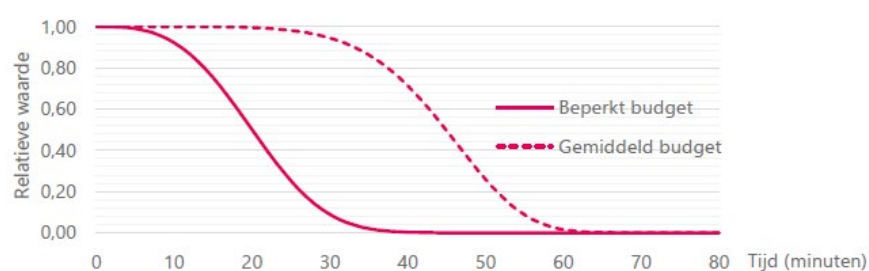
---

<sup>24</sup> In Hilbers en Verroen (1993) wordt dit wel gedaan. Ook in een studie van het PBL (Hilbers et al., 2007) over beprijzing van het wegverkeer komt dit naar voren. In beide gevallen is echter sprake van wat oudere studies die gebruik maken van modellen die nu niet meer beschikbaar zijn. Recentere voorbeelden zijn ons niet bekend.

### Kader 5.3 Praktijkcasus: Alternatief Ring Utrecht (Goudappel, 2023)

In 2024 heeft Goudappel in opdracht van de gemeente Utrecht onderzoek gedaan naar een alternatief voor de verbreding van de Ring Utrecht. Hierbij is het aantal te bereiken inwoners en arbeidsplaatsen voor zowel het alternatief in het Tracébesluit (TB) als het alternatief van de regio (ARU) in beeld gebracht met het gedesaggregeerde verkeersmodel NRM (West). Hierbij zijn verschillen tussen mensen met een 'beperkt' en 'gemiddeld' budget in beeld gebracht.

Het onderscheid tussen beide groepen mensen komt tot stand door een andere aanname voor de bereidheid van mensen om met een bepaalde reistijd een arbeidsplaats te kunnen bereiken (afstandsvervalcurve). Daarbij wordt ervan uitgegaan dat mensen met een laag budget minder lange reistijden accepteren om een arbeidsplaats te kunnen bereiken dan mensen met een gemiddeld budget, zie ook Figuur 9.



**Figuur 9 Reistijdvervalcurves voor mensen met beperkt budget vs. mensen met gemiddeld budget.**

Uit deze analyse wordt onder andere geconcludeerd dat het alternatief Ring Utrecht (ARU) meer ontplooiingsmogelijkheden biedt voor mensen met een gemiddeld of beperkt budget doordat meer arbeidsplaatsen binnen acceptabele reistijd kunnen worden bereikt. Daarbij is ook gekeken naar regionale verschillen en blijkt onder andere dat mensen met een beperkt budget die in de nabijheid van de Ring Utrecht wonen er het minst op vooruit gaan.

De onderzoekers gaan verder niet in op de empirische basis voor de aanname voor verschillen in acceptabele reistijden voor mensen met verschillende inkomens.

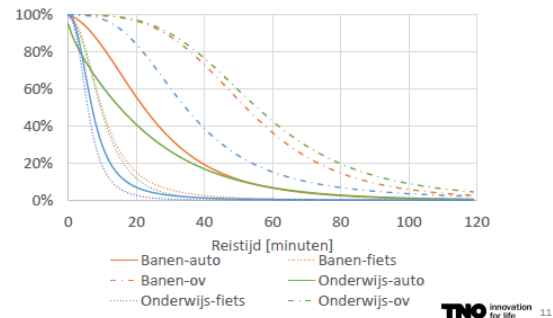
## Kader 5.4 Praktijkcasus: Bereikbaarheid en verdelingseffecten IMA (van der Tuin et al., 2023)

In 2023 heeft TNO in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat bereikbaarheidsanalyses uitgevoerd met Urban Strategy. Voor de regio Arnhem-Nijmegen is de bereikbaarheid van banen en onderwijs in beeld gebracht.

Het onderscheid tussen groepen mensen in deze analyse komt tot stand door een andere aanname voor de bereidheid van mensen om met een bepaalde vervoerwijze een arbeidsplaats of onderwijslocatie te kunnen bereiken (weergegeven in een afstandsvervalcurve). Daarbij wordt ervan uitgegaan dat mensen die met het OV reizen een langere reistijd accepteren dan mensen die met de auto of fiets reizen. Er wordt ook van uitgegaan dat mensen die met het OV naar onderwijs reizen een langere reistijd accepteren dan mensen die naar hun werk met het OV reizen. Met de fiets is dat omgekeerd: mensen die met de fiets naar hun werk reizen accepteren een langere reistijd dan mensen die naar onderwijs reizen. Zie ook Figuur 10.

### BEREIKBAARHEIDSINDICATOR IMA -VERDIEPING REISTIJDVERVALCURVES NAAR MOTIEF

- › De reistijdvervalcurves zijn voor elk reismotief en vervoerwijze afzonderlijk geschat door Significance op basis van OViN data.
- › Geschat op basis van waargenomen transportgedrag (OViN 2015-2017)
  - › Het is onbekend of de respondenten 'tevreden' zijn met hun huidige reistijd naar werk/winkel/onderwijs
  - › Of dat ze simpelweg 'geen keus' hadden, omdat er dichtbij geen geschikt werk te vinden is (of men bewust verder weg woont)



**Figuur 10** Reistijdvervalcurves naar motief en vervoerwijze.

De curves in Figuur 10 zijn geschat op basis van waargenomen gedrag (OViN). TNO merkt terecht op dat het onbekend is in welke mate de respondenten ook daadwerkelijk 'tevreden' zijn met de reistijd die ze nu hebben. Het is ook mogelijk dat mensen simpelweg 'geen keuze' hebben omdat dichtbij geen werk of onderwijsplek te vinden is. Verder stelt TNO in de aanbevelingen van dit verkennend onderzoek dat nog meer onderzoek nodig is naar verschillen in afstandsvervalcurves tussen verschillende type mensen (bijvoorbeeld inkomen, opleidingsniveau auto/fietsbezit, migratie-achtergrond etc).

### Evalueren op basis van verschillen in reistijden en kosten

Het afleiden van verplaatsingsmatrices (HB-matrices) met onderscheid naar verschillende doelgroepen is in de beschouwde modellen nog geen standaard uitvoer. 'Onder de motorkap' kan de informatie wel gegenereerd worden, maar dit is in de praktijk vaak nog onontgonnen terrein. Daarbij zien we een aantal aandachtspunten.

Een eerste aandachtspunt is dat een gekalibreerde HB-matrix met alle verplaatsingen van de hele populatie wordt opgesplitst in verschillende deelmatrices naar bevolkingsgroepen. De verplaatsingen per bevolkingsgroep zijn, in

tegenstelling tot een HB-matrix op totaal aantal verplaatsingen, niet gekalibreerd op waargenomen verkeersstromen (verkeerstellingen). Een andere mogelijkheid is om alleen te kijken naar de zogenaamde synthetische uitkomsten van het model<sup>25</sup>. Dit is gedaan in het onderzoek over wegbeprijzing in Stad en Ommeland beschreven in Kader 5.5. In beide gevallen mist een toets op daadwerkelijk waargenomen verkeersstromen (verkeerstellingen) en daarmee een deel van de empirische basis. Dit heeft gevolgen voor de betrouwbaarheid van de uitkomsten.

Ten tweede geldt dat hoe meer gedesaggregeerd naar modeluitkomsten wordt gekeken, hoe groter de betrouwbaarheidsmarge rond de uitkomsten wordt. De onderliggende gedragsmodellen zijn geschat op gedesaggregeerd niveau, waarbij het aantal waarnemingen dat aan de schatting ten grondslag ligt, afneemt naarmate meer in detail naar verschillende persoonstypes wordt gekeken.

Ten derde worden de geschatte gedragsparameters constant verondersteld richting de toekomst: of en in welke mate het gedrag van mensen verandert waardoor diezelfde mensen in exact dezelfde omstandigheden in de toekomst toch een andere keuze zouden maken is onbekend en daarmee ook onzeker. Deze constatering geldt voor alle modellen. Sommige modellen hebben een exploratieve modus: met wat – als analyses kunnen dan veronderstellingen worden gedaan over wijzigingen in het gedrag en de consequenties daarvan doorgerekend.

Als laatste is ook het meenemen van heterogeniteit in gedrag in modellen nog een belangrijk verbeterpunt. In het LMS komt bijvoorbeeld het verschillend afstandsgedrag van theoretisch opgeleiden tot uiting doordat hogere inkomens een lagere kostengevoeligheid hebben en doordat mensen met een hoog opleidingsniveau eerder voor de trein of fiets zullen kiezen voor hun woon-werkverkeer. Het feit dat theoretisch opgeleiden in bepaalde sectoren werken die verder weg liggen van de woonlocatie van deze theoretisch opgeleiden wordt hiermee nu alleen globaal meegenomen.

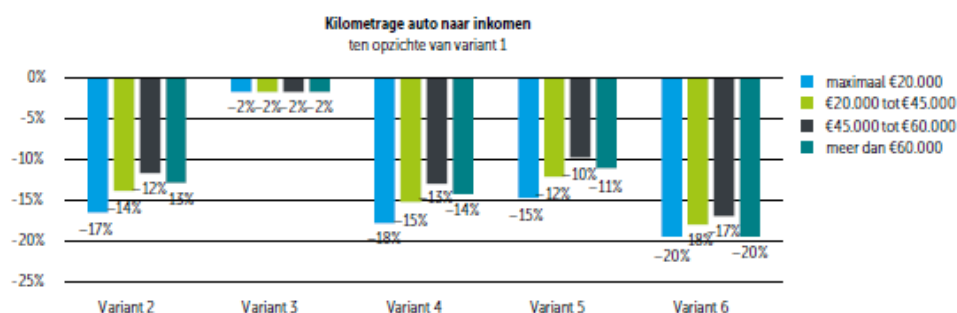
---

<sup>25</sup> Het LMS en NRM werkt met groeifactoren tussen een jaar in het heden (basisjaar) en in de toekomst. Deze groeifactoren worden berekend met gedragsmodellen, gebaseerd op waargenomen gedrag (OVIN) voor verschillende bevolkingsgroepen. Uitkomsten op basis van deze gedragsmodellen worden "synthetische uitkomsten" genoemd. Door de groeifactoren gebaseerd op de totale populatie van Nederland te projecteren op een met verkeerstellingen of OV-chipkaartdata gekalibreerde HB-matrix voor een basisjaar ontstaat een prognose-matrix met verplaatsingen van A naar B.

### Kader 5.5 Praktijkcasus: De prijs van mobiliteit in Stad en Ommeland (CROW, 2022)

In 2022 heeft CROW de effecten van verschillende vormen van wegbeprijzing (kilometerheffing) onderzocht. Daarbij is specifiek gekeken naar verdelingseffecten in de regio Groningen-Assen. Hierbij zijn ook verschillen tussen bevolkingsgroepen in beeld gebracht en is het gedesaggregeerd verkeersmodel NRM (Noord) gebruikt.

In het onderzoek is gekeken naar de effecten voor verschillende groepen mensen: regionale verschillen (o.b.v. woonplaats), inkomensgroepen en leeftijdsgroepen. Er zijn zes varianten van beprijzing onderzocht, variërend van een cordonheffing tot een kilometerheffing differentiatie naar plaats en tijd. Een voorbeeld van de presentatie van de uitkomsten kan gevonden worden in Figuur 11.



**Figuur 11** Kilometrage auto naar inkomen in Stad en Ommeland.

Uit deze analyse is onder andere geconcludeerd dat huishoudens met een relatief laag inkomen gemiddeld een grotere reductie van autokilometers zien dan huishoudens met een hoog inkomen. Er zijn door de onderzoekers verder geen uitspraken gedaan over de betrouwbaarheid van de uitkomsten, gegeven het gebruik van gedesaggregeerde informatie uit het verkeersmodel.

#### 5.3.2 Hoe om te gaan met deze onzekerheden?

Ongeacht het type verdelingseffect dat in beeld wordt gebracht, is het belangrijk om vooraf een welbewuste keuze te maken over welk model het meest geschikt is om de vraag te beantwoorden. Om verdelingseffecten in termen van 'potentiële bereikbaarheid' in beeld te brengen, zijn zowel verkeers-, LUTI-, en ruimtelijke evenwichtsmodellen als quick scan tools een optie, waarbij elke modeltype zijn eigen voor- en nadelen meebrengt (zie hoofdstuk 3). Als naar verschillen in daadwerkelijke reistijden en kosten wordt gekeken, ligt een gedesaggregeerd verkeersmodel, LUTI/ruimtelijk evenwichtsmodel of een activity-based model meer voor de hand. Er is dan namelijk informatie over (verschillen tussen) onderliggend keuzegedrag nodig.

Daarnaast is vooraf een welbewuste keuze maken over het gewenste geografische detailniveau van belang. Zoals eerder gesteld dient het gewenste geografische detailniveau te passen bij het detailniveau van het model.

#### Evalueren op basis van potentiële bereikbaarheid

De belangrijkste onzekerheid specifiek voor het analyseren van 'bereikbaarheid' betreft de afstandsvervalcurves. Een goede empirische basis voor deze curves ontbreekt vaak. Daarnaast is het de vraag in welke mate het mogelijk en betrouwbaar is om deze curves af te leiden voor verschillende groepen mensen. Om meer grip te krijgen op deze onzekerheid is het goed de gevoeligheid te

onderzoeken van verschillende curves en zo na te gaan in welke mate keuzes bij het schatten van deze curves de uiteindelijke uitkomsten van de analyse beïnvloeden.

In hoofdstuk 4 staat dat in de praktijk de analyse van bereikbaarheid in hoofdzaak nog op basis van reistijden plaatsvindt (hoeveel voorzieningen kunnen binnen xx minuten bereikt worden?). Het quick-scan model IKOB kijkt hierbij naar gegeneraliseerde reistijd, waarbij de kosten van een reis voor mensen met een lager inkomen harder wegen dan voor mensen met een hoog inkomen. Als ook kosten in beeld gebracht worden, is het met het oog op transparantie aan te raden om kosten en reistijd apart te presenteren, samen met het 'gegeneraliseerde' beeld.

#### *Evalueren op basis van verschillen in reistijden en kosten*

Er zijn twee manieren besproken tijdens de interviews waarop kan worden omgegaan met een aantal van de genoemde onzekerheden en aandachtspunten bij het in beeld brengen van verschillen in reistijden en kosten voor verschillende groepen mensen. Deze betreffen vooral het verbeteren van de kwaliteit van de modellering, maar hebben geen impact op de mogelijkheden om (meer) verdelingseffecten in beeld te brengen.

Ten eerste is het gegeven de bestaande onzekerheden in gedragsparameters die geschat zijn op beperkte groepen belangrijk om niet te ver te desaggregeren. Hoe verder je groepen uitsplitst, hoe onzekerder de resultaten immers worden. Door te kijken naar een beperkt aantal segmentaties (bijvoorbeeld 3 inkomensgroepen i.p.v. 8) en te aggregeren op geografisch niveau (bijvoorbeeld op gemeenteniveau i.p.v. wijken en buurten) zijn de uitkomsten betrouwbaarder. Je neemt dan namelijk voldoende HB-relaties samen om eventuele onnauwkeurigheden uit te middelen.

Ten tweede is het belangrijk om per project te kijken naar de mate waarin de verschillende persoonstypes ook daadwerkelijk ander keuzegedrag laten zien, gegeven de voorgenomen beleidsmaatregel. Door telkens opnieuw af te wegen welke bevolkingsgroepen relevant zijn om te onderscheiden, afhankelijk van de maatregel en de achterliggende doelen daarvan, kan in de uitkomsten met meer zekerheid worden gezegd in welke mate het gedrag naar bevolkingsgroep wel of niet verschilt. Tabel 3 in de conclusie geeft een overzicht van de belangrijkste mogelijkheden die verschillende modellen hebben.

## 6 Conclusie en discussie

Er zijn allerlei redenen om (verkeers)modellen te gebruiken in het ondersteunen van keuzes rond mobiliteits- en bereikbaarheidsbeleid. Zo kan bepaald beleid als doel hebben om de ontwikkeling in een bepaald gebied te bevorderen, of om bepaalde knelpunten op te lossen. Modellen kunnen vervolgens gebruikt worden om de effecten van beleid op deze doelen in beeld te brengen. In deze studie kijken we vooral naar een effect dat steeds belangrijker lijkt te worden bij het maken van beleid: verdelingseffecten. We kijken daarbij specifiek naar de mogelijkheden die verschillende modellen bieden om verschillen in de effecten van mobiliteitsbeleid tussen bevolkingsgroepen in beeld te brengen. Deze verschillen in effecten tussen bevolkingsgroepen noemen we verdelingseffecten.

**In deze studie vergelijken we modellen alleen op de mate waarin verdelingseffecten in beeld kunnen worden gebracht. We vergelijken modellen niet op andere aspecten. Het kan dus best zo zijn dat een bepaald model voor het in kaart brengen van verdelingsaspecten erg geschikt is, maar dat er andere overwegingen zijn om het toch niet te gebruiken.**

Mobiliteits- of bereikbaarheidsbeleid heeft niet alleen effect op de totale vervoersprestatie of bereikbaarheid maar kan ook verschillend uitpakken voor verschillende groepen of gebieden. Aandacht voor verdelingseffecten in mobiliteits- en bereikbaarheidsbeleid neemt dan ook zowel binnen het rijk als bij medeoverheden sterk toe. Hierbij geldt meer en meer dat niet alleen totale mobiliteits- of bereikbaarheidseffecten relevant zijn, maar ook hoe deze effecten verdeeld worden over de bevolking. Verschillende typen verdelingseffecten kunnen hierbij van belang zijn. We maken in dit rapport onderscheid tussen ruimtelijke verdelingseffecten (naar de woonlocatie van mensen), demografische verdelingseffecten (naar leeftijd, geslacht, etc.) en sociaal-economische verdelingseffecten (naar opleiding, arbeidsmarktstatus, inkomen).

Verschillende (typen) mobiliteit gerelateerde modellen kunnen (in verschillende maten) deze typen verdelingseffecten in beeld brengen. In dit rapport onderscheiden we 6 verschillende typen modellen: 4-staps zwaartekrachtmodellen, gedesaggregeerde tour-based keuzemodellen, LUTI-modellen, ruimtelijke evenwichtsmodellen, activity-based modellen en quick-scan tools. Binnen deze typen modellen wordt op een aantal specifieke modellen verder ingezoomd. Deze modellen zijn o.a. gekozen vanwege de frequentie waarmee ze gebruikt worden in Nederland en de mogelijkheden die ze hebben om verdelingseffecten in beeld te brengen. We kijken daarom verder niet naar specifieke zwaartekrachtmodellen. De modellen waar we wel naar kijken zijn: LMS/NRM, modellen Zwolle/Almere, TIGRIS XL, ORANGE, IKOB en Urban Strategy.

Voor de beschreven (typen) modellen is onderzocht wat hun mogelijkheden zijn om verdelingseffecten in beeld te brengen. De belangrijkste bevinding is dat alle beschouwde (verkeers)modellen kunnen in meer of minder mate iets zeggen over verdelingseffecten:

- 4-staps zwaartekrachtmodellen kunnen ruimtelijke verdelingseffecten in beeld brengen, bijvoorbeeld verschillen tussen regio's. Ze zijn zelf echter niet geschikt om sociaal-economische of demografische verdelingseffecten in beeld te brengen
- Activity based modellen, LUTI/ruimtelijke evenwichtsmodellen en gedesaggregeerde tour-based verkeersmodellen kunnen naast ruimtelijke verdelingseffecten ook demografische en sociaal-economische

verdelingseffecten in beeld brengen. Deze modeltypen verschillen niet ten principale in de mate dat zij verdelingseffecten in beeld kunnen brengen – dat hangt vooral van de detaillering in de modellen af – maar wel in de markten die ze in beeld brengen en het keuzegedrag dat zij modelleren. Daarbij is het wel zo dat er verschillen zijn in de bevolkingsgroepen die de Nederlandse modellen (momenteel) kunnen onderscheiden. Tabel 3 geeft een overzicht van de belangrijkste mogelijkheden die verschillende modellen hebben.

- Net als de hiervoor benoemde modellen kunnen ook quick-scan tools gebruikt worden om zowel ruimtelijke verdelingseffecten als demografische en sociaal-economische verdelingseffecten in beeld te brengen. Verschillen tussen onderliggend keuzegedrag zitten echter in principe niet in quick-scan tools. Hiermee kan dit type modellen geen effecten op (gerealiseerde) reistijden en kosten in beeld brengen, maar alleen de potentiële bereikbaarheid. Ook voor quick-scan tools geldt dat het per model verschilt welke bevolkingsgroepen onderscheiden kunnen worden.

Er kan dus meer met verkeersmodellen om verdelingseffecten in beeld te brengen dan nu de praktijk is. Een grotere onderzoekslast, onbekendheid met gebruik van uitkomsten, het ontbreken van beleidsdoelstellingen op het vlak van verdelingseffecten van mobiliteitsbeleid en het ontbreken van bindende voorschriften in de MKBA-leidraad of andere evaluatie instrumenten zijn hier mogelijke oorzaken van.

Het in beeld brengen van verdelingseffecten brengt verschillende onzekerheden en aandachtspunten met zich mee, deels vanuit de modellen zelf en deels vanuit de data die ze gebruiken als invoer. De belangrijkste onzekerheid zit niet zozeer in de modellen zelf, maar in de gedetailleerde informatie die nodig is ten aanzien van de demografische en sociaal-economische bevolkingssamenstelling en ten aanzien van de ruimtelijke spreiding van verschillende typen voorzieningen en soorten banen.

- De toekomstige ontwikkeling van de bevolkingssamenstelling en de toekomstige locaties van voorzieningen en banen zijn van nature onzeker, bijvoorbeeld doordat migratiecijfers en beslissingen van bedrijven rond hun locatie voor de toekomst moeilijk te voorspellen zijn. Toekomstscenario's – zoals de WLO – nemen deze onzekerheden niet weg, maar bieden wel een consistent beeld van de samenhang tussen de onzekerheden.
- Daarnaast geldt dat de bronnen die gebruikt worden voor het bepalen van de toekomstige bevolkingssamenstelling en de toekomstige locaties van voorzieningen en banen een relatief hoog aggregatieniveau kennen. Dit betekent dat naarmate de gewenste detaillering toeneemt er steeds meer aannames moeten worden gedaan.

Voor het bepalen van verdelingseffecten zijn verschillen in gedrag en percepties van verschillende groepen relevant. Het is daarmee belangrijk om te weten in hoeverre gedrag en percepties in de praktijk van elkaar verschillen en in hoeverre dit ook wordt meegenomen in het model. Ook daarbij wordt tegen de grenzen van data en onderzoek aangelopen, waarbij het bijvoorbeeld moeilijk is om het gedrag van zeer specifieke groepen te onderscheiden omdat de steekproeven van de gebruikte data hier niet groot genoeg voor zijn.

Voor het bepalen van verschillen in effecten op reistijden en kosten voor verschillende groepen mensen ontbreekt een deel van de empirische basis. De toets of kalibratie op daadwerkelijk waargenomen verkeersstromen (verkeerstellingen of OV-chipkaartdata) ontbreekt namelijk. Waargenomen verkeersstromen zijn alleen beschikbaar voor het totaal aantal voertuigen of reizigers, zonder onderscheid naar het type persoon dat in het voertuig rijdt.

Tabel 3 Overzicht analysemogelijkheden modellen van verdelingseffecten voor mobiliteit en bereikbaarheid

	Gedesaggregeerde tour based modellen		LUTI en ruimtelijke evenwichtsmodellen		Quick Scan tools	
	LMS/NRM	Zwolle/Almere	TIGRIS XL	ORANGE	IKOB	Urban Strategy
<b>Mobiliteits-effecten</b>	Impact mobiliteitsbeleid op mobiliteitskeuzes van mensen en afgeleid daarvan de impact op de (landelijke) netwerken	Impact mobiliteitsbeleid op mobiliteitskeuzes van mensen en afgeleid daarvan impact op lokale netwerken	Impact mobiliteitsbeleid op mobiliteitskeuzes van mensen en de interactie met de woningmarkt en arbeidsmarkt.	Impact mobiliteitsbeleid op mobiliteitskeuzes van mensen en de interactie met de woningmarkt en arbeidsmarkt.	Impact mobiliteitsbeleid op de mogelijkheid van mensen om bestemmingen te bereiken	Impact mobiliteitsbeleid op mobiliteit en daarvan afgeleid de leefomgeving (o.a. geluidsoverlast en luchtkwaliteit)
<b>Bevolkingsgroepen<sup>26</sup></b>	Inkomen (6) Opleiding (3) Geslacht (2) Leeftijd (5) Auto/rijbewijsbezit (5) Arbeidsparticipatie (3) Student (2) Stedelijkheidsgraad (6)	Opleiding (?) Geslacht (2) Leeftijd (5) Auto/rijbewijsbezit (2) Arbeidsparticipatie (2) Student (2) Stedelijkheidsgraad (6) Migratieachtergrond (3)	Inkomen (6) Opleiding (3) Geslacht (2) Leeftijd (5) Auto/rijbewijsbezit (5) Arbeidsparticipatie (3) Student (2) Stedelijkheidsgraad (6)	Opleiding (3)	Inkomen (4) Opleiding (3)  Auto/rijbewijsbezit (4)  Voorkeursvervoerswijze (4)	Inkomen (3) Opleiding (3)  Leeftijd (5) Rijbewijsbezit (2) Auto in HH (2)
<b>Banen en voorzieningen</b>	Banen-opleidingsniveau (3) Leerlingplaatsen (4) Winkels (1)	Onbekend	Banen-opleidingsniveau (1) Leerlingplaatsen (4) Winkels (1)	Banen-opleidingsniveau (1)	Banen-opleidingsniveau (4)  Winkels (1)	Er worden geen banen en voorzieningen onderscheiden
<b>Type verdelings-effecten</b>	'verschillen in reistijden en kosten' en 'potentiële bereikbaarheid'	'verschillen in reistijden en kosten' en 'potentiële bereikbaarheid'	'verschillen in reistijden en kosten' en 'potentiële bereikbaarheid'	'verschillen in reistijden en kosten' en 'potentiële bereikbaarheid'	'potentiële bereikbaarheid'	'potentiële bereikbaarheid'
<b>Geografisch detail</b>	Landelijk (LMS) en regionaal (NRM)	Gemeentelijk en regionaal	Landelijk	Landelijk	Afhankelijk van toepassing	Afhankelijk van toepassing
<b>Documentatie</b>	Audit, review en documentatie beschikbaar	Geen documentatie beschikbaar	Audit en documentatie beschikbaar	Is nog in ontwikkeling. Documentatie zeer beperkt.	Documentatie beschikbaar.	Documentatie zeer beperkt.
<b>Praktijkcases in dit rapport</b>	Alternatief Ring Utrecht (ARU), De prijs van mobiliteit in stad en Ommeland	Geen praktijkcase voorhanden	MIRT-onderzoek MRDH	Geen praktijkcase voorhanden	Multimodaal Toekomstbeeld MRA	Bereikbaarheids- en verdelingseffecten IMA

*Handreiking voor beleid*

Dit onderzoek maakt duidelijk dat er verschillende modellen in Nederland beschikbaar zijn die, met elk hun eigen mogelijkheden en aandachtspunten, verdelingseffecten in beeld kunnen brengen. Bij de keuze voor mogelijke in te zetten modellen bij beleidsvragen kan een systematische beantwoording van een aantal vragen behulpzaam zijn:

- *Welke mobiliteitseffecten en/of bereikbaarheidseffecten zijn relevant? De onderzochte modellen hebben soms een verschillende inhoudelijke scope. Als bijvoorbeeld de achterliggende beleidsvraag zich richt op de mate*

<sup>26</sup> De getallen in haakjes in deze tabel geven een indicatie van het aantal groepen dat per segment worden onderscheiden.

waarin investeringen in infrastructuur effect hebben op de ruimtelijke ontwikkelingen, dan zijn LUTI of ruimtelijke evenwichtsmodellen een logische keuze. Als de vraag vooral gaat over effecten van mobiliteitsbeleid op reistijden, kosten of de potentiële bereikbaarheid, dan is het logisch om vooral te kijken naar verkeersmodellen of quick scan tools.

- *Welke soorten verdelingseffecten zijn relevant?* Voor het in beeld brengen van verschillen in reistijden en reiskosten is de inzet van modellen nodig. Als alleen naar de potentiële bereikbaarheid wordt gekeken zijn ook quick scan tools een optie.
- *Welke segmenten/bevolkingsgroepen zijn relevant?* De in het onderzoek onderzochte modellen kennen verschillen in de bevolkingsgroepen of segmenten die worden onderscheiden. De segmenten die het model onderscheid moeten aansluiten bij het te onderzoeken doel van de beleidsmaatregel.
- *Wat is het gewenste geografische detailniveau?* Modellen hebben vaak een verschillend geografisch detailniveau. Als ingezoomd wordt op een regio en met meer geografisch detail naar resultaten wordt gekeken, ligt een keuze voor een model met een regionaal schaalniveau voor de hand.
- *Wat is de status van het onderzoek?* Bij een verkennend onderzoek is de noodzaak van een volledig gevalideerd, getoetst en gedocumenteerd model minder groot dan bij de onderbouwing van een wetsvoorstel of Tracébesluit. De mate waarin modellen zijn getoetst en gedocumenteerd verschilt tussen de in dit onderzoek onderzochte modellen.

Nota bene, deze vragen focussen op het in kaart brengen van verdelingseffecten. De inzet van modellen heeft veelal een breder doel, wat van invloed kan zijn op de keuze.

Daarnaast zien we in de meer beleidsmatige context de volgende aandachtspunten bij het gebruik van modellen voor het in beeld brengen van verdelingseffecten.

- Wanneer het van belang wordt geacht om verdelingseffecten in beeld te brengen is het belangrijk om ruimte te bieden in budgetten en tijd om evaluaties van mobiliteitsbeleid hiermee aan te vullen.
- Om de gewenste verdelingseffecten in beeld te krijgen kan het nodig zijn om aanvullende analyses te doen en meerdere modellen te combineren. Zo kunnen quick scan tools worden gebruikt om de uitkomsten van andere modellen te verrijken met meer detail.
- Het is echter belangrijk om vooraf kritisch na te denken welke verdelingseffecten in welke mate van detail in beeld moeten komen. Hoe meer detail wordt gevraagd hoe groter de onzekerheden. Dat is onontkoombaar.
- Als het in beeld brengen van verdelingseffecten nu en in de toekomst belangrijk wordt gevonden, investeer in het beschikbaar maken van geschikte informatie over de ontwikkeling van huidige en toekomstige ruimtelijke, demografische en sociaal-economische indicatoren die inzicht in verdelingseffecten mogelijk maken. Dat betekent veelal dat in de scenario's verdergaande uitspraken gedaan moeten worden. Daarbij past ook een waarschuwing: meer detail in data en modellen betekent niet altijd een verbetering van de kwaliteit van de uitkomsten.

## Referenties<sup>27</sup>

- Acheampong, R. A., & Silva, E. (2015). Land Use–Transport Interaction Modeling: A Review of the Literature and Future Research Directions A Review of the literature and Future Research Directions. *Journal Of Transport And Land Use*, 8(3), 11–38. <https://www.jstor.org/stable/26189164>
- Bos, F., van der Pol, T., & Romijn, G. (2018). *Should CBA's include a correction for the marginal excess burden of taxation?* Discussion paper | CPB.
- Bureau, B., & Glachant, M. (2011). Distributional effects of public transport policies in the Paris Region. *Transport Policy*, 18(5), 745–754. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.01.010>
- CBS. (2023). *Onderweg in Nederland (ODiN) 2022- Onderzoeksbeschrijving*. <https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/rapportages/2023/onderweg-in-nederland--odin---2022-onderzoeksbeschrijving?onepage=true>
- CBS. (2024). *Dashboard Bevolkingsprognose*. [https://dashboards.cbs.nl/v5/dashboard\\_bevolkingsprognose/](https://dashboards.cbs.nl/v5/dashboard_bevolkingsprognose/)
- CBS Statline. (2023). *Banen van werknemers in december; economische activiteit (SBI2008), regio*. <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/83582NED/table?ts=1726513533041>
- CBS Statline. (2024). *Mobiliteit; per persoon, persoonskenmerken, vervoerwijzen en regio's*. <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/84709NED/table?ts=1727773555754>
- Centraal Planbureau (CPB) & Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). (2013). *Algemene leidraad voor maatschappelijke kosten-batenanalyse*. <https://www.cpb.nl/publicatie/algemene-leidraad-voor-maatschappelijke-kosten-batenanalyse>
- Centraal Planbureau (CPB) & Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). (2022). *Maatschappelijke kosten-batenanalyse en brede welvaart*. <https://www.pbl.nl/publicaties/maatschappelijke-kosten-batenanalyse-en-brede-welvaart>
- CROW. (2022). De prijs van mobiliteit in Stad en Ommeland.
- Davidson, B., Vovsha, P., & Freedman, J. (Eds.). (2011). *New Advancements in Activity-Based Models* [Australasian Transport Research Forum 2011 Proceedings 28 - 30 September, 2011, Adelaide, Australia]. [https://australasiantransportresearchforum.org.au/wp-content/uploads/2022/03/2011\\_Davidson\\_Vovsha\\_Freedman.pdf](https://australasiantransportresearchforum.org.au/wp-content/uploads/2022/03/2011_Davidson_Vovsha_Freedman.pdf)
- De Dios Ortúzar, J., & Willumsen, L. G. (2011). *Modelling transport*. Wiley.
- Di Ciommo, F., & Shiftan, Y. (2017). Transport equity analysis. *Transport Reviews*, 37(2), 139–151. <https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1278647>
- 4-Cast. (z.d.). *STRAVEM: modelontwikkeling*. <https://4cast.nl/portfolio/stravem/>
- Geurs, K. T., & Van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal Of Transport Geography*, 12(2), 127–140. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>
- Goudappel, De Zwarte Hond, Tauw, & Rebel Group. (2017). *Bijlage 6 Kosten en Baten: Analyse-en Oplossingsrichtingenfase MIRT-onderzoek Bereikbaarheid Rotterdam Den Haag*.
- Goudappel & Een Nieuwe Kijk. (2022). *Multimodaal Toekomstbeeld – Werkspoor Inclusieve mobiliteit*. Onderzoeksrapport.
- Goudappel. (2023). *Alternatief Ring Utrecht: Einddocument Mobiliteitsadvies en modellering*. Rapport.

<sup>27</sup> Een overzicht van referenties per model kan gevonden worden in Bijlage B

- Hamersma, M., Moorman, S., 't Hoen, A., & Arendsen, K. (2023). *Op weg naar bereikbaarheidsdoelen in mobiliteitsbeleid*. Rapport | Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM).  
<https://www.kimnet.nl/publicaties/publicaties/2023/03/17/op-weg-naar-bereikbaarheidsdoelen-in-mobiliteitsbeleid>
- Hamersma, M. & Roeleven, I. (2024). *Acceptabele bereikbaarheid: een reizigersperspectief*. Rapport | Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM).  
<https://www.kimnet.nl/publicaties/publicaties/2024/09/26/acceptabele-bereikbaarheid-een-reizigersperspectief>
- Heijman, W. J. M., & Kroes, R. G. (2012). Regionale verschillen in werkgelegenheid en inkomen. *ESB Economisch Statistische Berichten*, 97(4626), 13-14. <https://esb.nu/regionale-verschillen-in-werkgelegenheid-en-inkomen/>
- Hilbers, H. & Verroen, E. (1993). *Het beoordelen van bereikbaarheid en locaties: definiering, maatstaven, toepassing en beoordeling*. Delft: TNO Inro
- Hilbers, H., Thissen, M., van de Coevering, P., Nimtanakool, N., & Vernooij, F. (2007). *Beprijzing van het wegverkeer*. Rapport | PBL.  
<https://www.pbl.nl/publicaties/beprijzing-van-het-wegverkeer>
- Jones, P., & Lucas, K. (2012). The social consequences of transport decision-making: clarifying concepts, synthesizing knowledge and assessing implications. *Journal Of Transport Geography*, 21, 4-16.  
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.012>
- Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM). (2017). *Mobiliteitsbeeld 2017*. Rapport.  
<https://www.kimnet.nl/publicaties/rapporten/2017/10/23/mobiliteitsbeeld-2017>
- Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM). (2023). *Mobiliteitsbeeld 2023*. Rapport.  
<https://www.kimnet.nl/publicaties/publicaties/2023/11/14/mobiliteitsbeeld-2023>
- Kiel, J., Hermens, S., Hogetoorn, M., Janson-Goossens, J., & Schlemmer, L. (2024). *AABMs inventory: Inventory of activity-and agent-based transport models*. Panteia. <https://panteia.com/files/inventory-aabm-20240614-pdf/>
- Krabbenborg, L., & Tillema, T. (2022). *Agglomeratie-effecten in MKBA: de stand van zaken*. Notitie | Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM).  
<https://www.kimnet.nl/publicaties/notities/2022/02/15/agglomeratie-effecten-in-mkba-de-stand-van-zaken>
- LISA. (z.d.). *Home*. <https://lisa.nl/home>
- Lopes, A. S., Loureiro, C. F. G., & Van Wee, B. (2018). LUTI operational models review based on the proposition of an a priori ALUTI conceptual model. *Transport Reviews*, 39(2), 204-225. <https://doi.org/10.1080/01441647.2018.1442890>
- Lucas, K., Martens, K., Di Ciommo, F., & Dupont-Kieffer, A. (2019). *Measuring transport equity*. Elsevier.
- Markovich, J., & Lucas, K. (2010). The Social and Distributional Impacts of Transport: A Literature Review. *Transport Studies Unit School Of Geography And The Environment*.  
[https://www.researchgate.net/publication/254608991\\_The\\_Social\\_and\\_Distributional\\_Impacts\\_of\\_Transport\\_A\\_Literature\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/254608991_The_Social_and_Distributional_Impacts_of_Transport_A_Literature_Review)
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW). (2023). *Mobiliteitsvisie 2050 hoofdlijnennotitie*. Rapport | Rijksoverheid.nl.  
<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2023/03/17/bijlage-hoofdlijnennotitie-mobiliteitsvisie-2050>
- MRDH. (z.d.) *Verkeersmodel*. <https://mrdh.nl/verkeersmodel>
- Over de mobiliteitsscan*. (z.d.). <https://mobiliteitsscan-info.nl/>
- Pozoukidou, G., Gavanas, N., & Verani, E. (2015). Potential contribution of LUTI models in contemporary strategic planning for urban mobility: a case study of the metropolitan area of Thessaloniki. *WIT Transactions On The Built Environment*, 168, 843-854. <https://doi.org/10.2495/sd150742>
- Provincie Noord-Brabant. (z.d.) *Verkeersmodel BBMA*.  
<https://www.brabant.nl/bbma/>

- Robson, E. N., Wijayaratna, K. P., & Dixit, V. V. (2018). A review of computable general equilibrium models for transport and their applications in appraisal. *Transportation Research Part A Policy And Practice*, 116, 31–53. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.06.003>
- Significance (2021). *Documentatie van GM4, deel D4 Bevolkingsmodule*.
- Simmonds, D., & Feldman, O. (2011). Alternative approaches to spatial modelling. *Research in Transportation Economics*, 31(1), 2–11. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2010.11.002>
- Spruijtenburg, D., Boonman, H., & Van der Tuin, M. (2023). *Groene mobiliteitstransities: kan iedereen wel meeprofiteren?* Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk. [https://www.cvs-congres.nl/Thomopoulos, N., Grant-Muller, S., & Tight. M.R. \(2009\), Incorporating equity considerations in transport infrastructure evaluation: Current practice and a proposed methodology. \*Evaluation and Program Planning\*, 32\(4\). 351-359. <https://doi.org/10.1016/j.evalproplan.2009.06.013>](https://www.cvs-congres.nl/Thomopoulos,N.,Grant-Muller,S.,&Tight.M.R.(2009),Incorporatingequityconsiderationsintransportinfrastructureevaluation:Currentpracticeandaproposedmethodology.EvaluationandProgramPlanning,32(4).351-359.https://doi.org/10.1016/j.evalproplan.2009.06.013)
- Terwindt, M., Faber, R., & Romijn, G. (2024). *Elasticiteiten van binnenlandse personenmobiliteit*. Rapport | Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid. <https://www.kimnet.nl/publicaties/rapporten/2024/09/12/elasticiteiten-van-binnenlandse-personenmobiliteit>
- TNO. (z.d.). *Urban Strategy: An integral and interactive multimodal approach for urban planning developed by TNO*.
- Van der Tuin, M., De Romph, E., & Snelder, M. (2021). *Urban Tools Next Rapport c: toepasbaarheid van de gekozen oplossing voor parkeren, ketens en nieuwe modaliteiten voor gedesaggregeerde modellen*. TNO.
- Van der Tuin, M., van der Poel, B., & Vonk, T. (2023). *Bereikbaarheid en verdelingseffecten IMA*. Rapport | TNO.
- Vervoerregio Amsterdam. (z.d.). *Regionaal verkeersmodel VENOM*. <https://vervoerregio.nl/venom>
- Visser, J., & Wortelboer-van Donselaar, P. (2021). *Uitwerking van brede welvaart voor de monitoring en evaluatie van mobiliteitsbeleid*. Notitie | Kennisinstituut Voor Mobiliteitsbeleid (KiM). <https://www.kimnet.nl/publicaties/notities/2021/12/01/uitwerking-van-brede-welvaart-voor-de-monitoring-en-evaluatie-van-mobiliteitsbeleid>
- Voerknecht, H. (2021). *De Integrale Kijk Op Bereikbaarheid voor sturen op brede welvaart*. Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, 2021.
- WLO. (2015). *Regionale ontwikkelingen en verstedelijking*. Rapport | CPB & PBL. <https://www.wlo2015.nl/rapporten-wlo/regionale-ontwikkelingen-en-verstedelijking>
- Zondag, B. (2007). *Joint Modeling of Land-use, Transport and Economy* [PhD-proefschrift]. TU Delft.

## Bijlage A Geïnterviewde experts en interviewmethodiek

In deze bijlage gaan we verder in op de experts die zijn geïnterviewd in het kader van dit onderzoek en de methodiek die hierbij gebruikt is.

### A.1 Lijst experts waarmee interviews zijn gehouden

Voor dit onderzoek zijn interviews gehouden met een aantal experts op het gebied van (specifieke) modellen. In Tabel A1 is een overzicht van deze experts te vinden.

**Tabel A.1 Geïnterviewde experts**

<b>Interview nr.</b>	<b>Expert</b>	<b>Model(len) besproken</b>
<b>1</b>	Frank Hofman	LMS/NRM
<b>2</b>	Hans Hilbers	LMS/NRM, TIGRIS XL
<b>3</b>	Luuk Brederode & Bernike Rijksen	Almere/Zwolle
<b>4</b>	Henk Meurs	Algemeen
<b>5</b>	Justin Hogenberg & Niek Guis	LMS/NRM
<b>6</b>	Hans Voerknecht & Marco van Burgsteden	IKOB
<b>7</b>	Barry Zondag	TIGRIS XL
<b>8</b>	Hettie Boonman & Marieke van der Tuin	Orange & Urban Strategy

### A.2 Interviewmethodiek

De interviews voor dit onderzoek zijn gestructureerd aan de hand van het denkraam gepresenteerd in paragraaf 2.3. Op basis van dit denkraam hebben we de volgende structuur gemaakt welke we als basis voor elk interview hebben gebruikt:

- A. Introductie van het onderzoek.
- B. Toetsen van onze basis: scope, denkraam (Figuur 2.1) en schema ordening modellen (Figuur 3.2).
- C. Bespreken modellen aan de hand van denkraam en eventueel met een casus als voorbeeld.
  1. *Bevolkingssamenstelling*:
    - i. Is het model in staat een prognose te maken van de toekomstige bevolkingssamenstelling op zonaal niveau, in de autonome situatie en na maatregelen?
    - ii. Zo ja, wat zijn de onzekerheden die hiermee samenhangen?
    - iii. Op welk niveau is onderscheid te maken naar bevolkingsgroepen naar verschillende herkomstgebieden?
  2. *Voorzieningen en banen*
    - i. Bevat het model data over de toekomstige ontwikkeling van omvang, locatie en soort voorzieningen en banen, in de autonome situatie en na een beleidsmaatregel?
    - ii. Zo ja, wat zijn de onzekerheden die hiermee samenhangen?
  3. *Mobiliteit*
    - i. Potentiële bereikbaarheid

- a. Bevat het model een inschatting van de reistijd, kosten of moeite om activiteiten of bestemmingen te kunnen bereiken? Voor welke vervoerwijzen?
  - b. Hoe worden in het model de reistijden, kosten of de moeite berekend?
  - c. Wat zijn de onzekerheden die samenhangen met deze inschatting?
- ii. Reistijden en kosten
- a. Bevat het model een prognose van het aantal verplaatsingen naar doelgroep, soort bestemming, en per vervoerwijze, in de autonome situatie en na een beleidsmaatregel?
  - b. Zo ja, wat zijn de onzekerheden die hiermee samenhangen?

D. Afronding.

Van elk interview hebben we een samenvatting gemaakt welke we ook ter controle hebben teruggelegd bij de gesprekspartners.

## Bijlage B Bronnen per model

In deze bijlage is een overzicht te vinden van bronnen die in dit onderzoek geraadpleegd zijn per onderzocht model. Hierin maken we onderscheid in bronnen die als documentatie van het model hebben gediend, oftewel bronnen waaruit informatie is gehaald over de werking van de modellen, en bronnen waarin de modellen zijn toegepast en die ter illustratie dienen (cases). In het grijs zijn tevens een aantal bronnen weergegeven die niet expliciet genoemd zijn in dit rapport, maar die wel gebruikt zijn bij het krijgen van een beeld van de verschillende modellen.

### **LMS/NRM**

#### *Documentatie*

Hofman, F. (2017). *Verkeer en vervoer: Landelijk Model Systeem (LMS)*.

<https://open.rijkswaterstaat.nl/zoeken/@49940/verkeer-vervoer-landelijk-model-systeem/> - highlight=LMS

Significance (2021). *Documentatie van GM4, deel D2 Systeemstructuur*.

Significance (2021). *Documentatie van GM4, deel D4 Bevolkingsmodule*.

Significance (2021). *Documentatie van GM4, deel D7 De Groeifactor module*.

Snelder, M. & Vonk Noordegraaf, D. (2022). *Review LMS/NRM*. TNO.

<https://open.rijkswaterstaat.nl/open-overheid/onderzoeksrapporten/@199659/review-lms-nrm>

Tavasszy, L., Snelder, M., Duijnisveld, M., Haaijer, R., Meurs, H., van Nes, R., Verroen, E., van Schien, C., Bates, J., & Jansen, B. (2012). *Audit LMS en NRM syntheserapport*. <https://open.rijkswaterstaat.nl/open-overheid/onderzoeksrapporten/@97172/audit-lms-nrm-syntheserapport/>

#### *Cases*

CROW. (2022). *De prijs van mobiliteit in Stad en Ommeland*.

Goudappel. (2023). *Alternatief Ring Utrecht: Einddocument Mobiliteitsadvies en modellering*. Rapport.

### **Zwolle/Almere**

#### *Documentatie*

-

#### *Cases*

-

### **TIGRIS XL**

#### *Documentatie*

Ritsema van Eck, J., Molenwijk, E., & Zondag, B. (2019). *Zelfstudie Audit TIGRIS XL*. PBL & Rijkswaterstaat.

<https://www.pbl.nl/uploads/default/downloads/pbl2020-zelfstudie-audit-tigris-xl-3975.pdf>

Van Buren, N., Bertolini, L., van Cranenburgh, S., van Oort, F., van Wissen, L., Witlox, F., van Wee, B. (2020). *Naar een nieuw TIGRIS XL? [Rapport visitatiecommissie]*. <https://www.pbl.nl/uploads/default/downloads/pbl2020-naar-een-nieuw-tigris-xl-3975.pdf>

- Zondag, B. (2007). *Joint Modeling of Land-use, Transport and Economy* [PhD-proefschrift]. TU Delft.
- Zondag, B. & de Jong, G. (2011). The development of the TIGRIS XL model: A bottom-up approach to transport, land-use and the economy. *Research in Transportation Economics*, 31. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2010.11.008>

#### Cases

- Goudappel, De Zwarte Hond, Tauw, & Rebel Group. (2017). *Bijlage 6 Kosten en Baten: Analyse-en Oplossingsrichtingenfase MIRT-onderzoek Bereikbaarheid Rotterdam Den Haag*.

### **ORANGE**

#### Documentatie

- Spruijtenburg, D., Boonman, H., & Van der Tuin, M. (2023). *Groene mobiliteitstransities: kan iedereen wel meeprofiteren?* Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk. <https://www.cvs-congres.nl/>

#### Cases

-

### **IKOB**

#### Documentatie

- Harbers, M.G.J. & Heijnen, V.L.W.A. (2023). *Reactie op de motie van de leden Bouchallikh en Alkaya over de IMA en de MKBA's aanpassen aan de inzichten van de Integrale Kijk op Bereikbaarheid* (Kamerstuk 35925-A-59). [https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven\\_regering/detail?id=2023D13044&did=2023D13044](https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/detail?id=2023D13044&did=2023D13044)
- Voerknecht, H. (2021). *De Integrale Kijk Op Bereikbaarheid voor sturen op brede welvaart*. Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, 2021.
- Voerknecht, H. & van der Kooij, E. (2023). *Met rechtvaardige (prijs) maatregelen in het OV bereikbaarheidstekort te verkleinen: tariefplafond en hemelsbreed betalen*. Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk. <https://www.cvs-congres.nl/>
- Wang, Q., Voerknecht, H., & Bruno, M. (2023). *Potential Impacts of Shared Bike-Transit Integration on Equity in Job Accessibility*. Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk. <https://www.cvs-congres.nl/>

#### Cases

- Goudappel & Een Nieuwe Kijk. (2022). *Multimodaal Toekomstbeeld – Werkspoor Inclusieve mobiliteit*. Onderzoeksrapport.

### **Urban Strategy**

#### Documentatie

- Spruijtenburg, D., Boonman, H., & Van der Tuin, M. (2023). *Groene mobiliteitstransities: kan iedereen wel meeprofitieren?* Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk. <https://www.cvs-congres.nl/>  
TNO. (z.d.). *Urban Strategy: An integral and interactive multimodal approach for urban planning developed by TNO.*
- Van der Tuin, M., De Romph, E., & Snelder, M. (2021). *Urban Tools Next Rapport c: toepasbaarheid van de gekozen oplossing voor parkeren, ketens en nieuwe modaliteiten voor gedesaggregeerde modellen.* TNO.

#### Cases

- Van der Tuin, M., van der Poel, B., & Vonk, T. (2023). *Bereikbaarheid en verdelingseffecten IMA.* Rapport | TNO.

## Colofon

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

9 januari 2025

### Auteurs

Robert Cellissen<sup>28</sup>

Iris Roeleven

Lizet Krabbenborg

Gerbert Romijn

**Met dank aan** Bert van Wee en Hans Hilbers voor de feedback op een  
conceptversie van dit rapport.

Projectnummer: ER2409

Vormgeving en opmaak: IenW

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)

Bezuidenhoutseweg 20

2594 AV Den Haag

Postbus 20901

2500 EX Den Haag

Telefoon : 070 456 1965

Website : [www.kimnet.nl](http://www.kimnet.nl)

E-mail : [info@kimnet.nl](mailto:info@kimnet.nl)

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

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van  
bronvermelding, *Cellissen, R., Roeleven, I. & Krabbenborg, L., & Romijn, G. (2025),  
Verdelingseffecten van mobiliteitsbeleid, Een overzicht van de mogelijkheden van  
(verkeers)modellen om effecten van beleid in beeld te brengen voor verschillende  
bevolkingsgroepen, Achtergrondrapport. Den Haag: Kennisinstituut voor  
Mobiliteitsbeleid (KiM).*

---

<sup>28</sup> Robert Cellissen is voor dit project gedetacheerd geweest bij het KiM vanuit Rijkswaterstaat.