RAPPORT

Verkeersmodel Gemeente Woerden

Technische rapportage

Klant: Gemeente Woerden

Referentie: BG6494_TP_RP_2001270912

Status: Definitief/P01.01

Datum: 27 januari 2020

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX AMERSFOORT
Transport & Planning
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document:	Verkeersmodel Gemeente Woerden
Ondertitel:	
Referentie:	BG6494_TP_RP_2001270912
Status:	P01.01/Definitief
Datum:	27 januari 2020
Projectnaam:	Verkeersmodel Gemeente Woerden
Projectnummer:	BG6494-101-100
Auteur(s):	William van Genugten
Opgesteld door:	Andele Swierstra
Gecontroleerd door:	William van Genugten
Datum/paraaf:	27-01-2020
Goedgekeurd door:	Albert Erhardt
Datum/paraaf:	27-01-2020

Classificatie
Projectgerelateerd

Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and ISO 45001:2018.

Inhoud

1	**Inleiding**	**1**
2	**Structuur en werking verkeersmodel**	**2**
2.1	Werking en doel van het verkeersmodel	2
2.2	Modelbeschrijving	2
2.3	Modelsystematiek	4
2.4	Specifieke modules	10
2.5	Matrixkalibratie	11
2.6	Mesoscopisch simulatiemodel	12
3	**Uitgangspunten basisjaar**	**13**
3.1	Gebiedsindeling	13
3.2	Sociaaleconomische gegevens	14
3.3	Netwerken	15
3.4	Verkeerstellingen	16
4	**Resultaten basisjaar**	**18**
5	**Uitgangspunten prognoses 2030 en 2040**	**20**
5.1	Sociaaleconomische gegevens	20
5.2	Netwerken	24
5.3	Beleidsinstellingen	25
5.4	Resultaten prognoses 2030 en 2040	25

1 Inleiding

De gemeente Woerden is volop in ontwikkeling. In de komende jaren worden 3.000 tot 6.500 woningen gebouwd en er zijn plannen om een sluitend netwerk van hoofdverbindingswegen te realiseren. De mobiliteit in Woerden en omgeving groeit en daarmee ook de kansen en bedreigingen op het gebied van verkeer, bereikbaarheid en leefbaarheid.

Voor het ontwikkelen van ruimtelijke en infrastructurele plannen is inzicht in de verwachte verkeers- en leefbaarheidseffecten noodzakelijk. Om deze effecten in beeld te brengen, is in de gemeente Woerden behoefte ontstaan voor de bouw van een gedetailleerd gemeentelijk verkeersmodel. De gemeente Woerden heeft Royal HaskoningDHV opdracht gegeven om een gemeentelijk verkeers- en vervoermodel te bouwen. Deze technische documentatie beschrijft de bouw van het verkeersmodel van Woerden en de keuzes die daarbij gemaakt zijn.

Leeswijzer
In voorliggend projectvoorstel wordt ingegaan op de aanpak en het proces voor het ontwikkelen van het verkeersmodel van Woerden en de wijze waarop de ontwikkeling van het verkeersmodel uitgevoerd wordt. Verder is een overzicht opgenomen van de planning en de organisatie.

In hoofdstuk 2 is gestart met een beschrijving van de structuur van het verkeersmodel. De uitgangspunten en resultaten van het basisjaar 2018 zijn toegelicht in de hoofdstukken 3 en 4. Hoofdstuk 5 beschrijft de uitgangspunten van de prognoses voor 2030 en 2040 en de resultaten.

2 Structuur en werking verkeersmodel

In dit hoofdstuk zijn de gehanteerde modeltechnieken en uitgangspunten van het Verkeersmodel Gemeente Woerden (VGW) op hoofdlijnen toegelicht.

2.1 Werking en doel van het verkeersmodel

Een verkeersmodel beschrijft de verplaatsingen die mensen maken om bijvoorbeeld te gaan werken, winkelen en recreëren en de keuze wanneer de verplaatsingen gemaakt worden (bijvoorbeeld in de ochtendspits of avondspits). Het verkeersmodel is multimodaal, dat wil zeggen dat het model naast de personenauto- en vrachtautoverplaatsingen tevens de verplaatsingen van de fietsers en het openbaar vervoer berekent. Het fiets- en openbaar ververvoermodel zijn toegevoegd voor de modal split berekeningen en derhalve niet gekalibreerd.

Een verkeersmodel berekent de effecten van veranderingen in de infrastructuur of dienstregeling (verkeersaanbod) en ruimtelijke ontwikkelingen op het gebied van wonen, werken en voorzieningen (verkeersvraag) op de (multimodale) verkeersstromen. Om met een verkeersmodel zo betrouwbaar mogelijke uitspraken te kunnen doen over de effecten van deze ontwikkelingen, wordt eerst een verkeersmodel opgesteld dat een realistische weergave van de huidige situatie (het basisjaar) geeft. Door vervolgens wijzigingen in de modelinvoer aan te brengen, worden voor de prognosescenario's de verwachte verkeerssituaties berekend.

Het Verkeersmodel Gemeente Woerden laat zien hoe het verkeer nu en in de toekomst gebruik zal maken van de beschikbare wegen in verschillende scenario's. Het model resulteert in wegvakbelastingen voor auto- en vrachtverkeer en indicatieve belastingen voor fietsverkeer en openbaar vervoer per motief en dagdeel (spits, restdag en etmaal). Het VGW richt zich voornamelijk op het auto- en vrachtverkeer. Beide modaliteiten zijn geijkt aan recente verkeerstellingen. Het VGW is uitermate geschikt voor het doorrekenen van verschillende combinaties van infrastructurele maatregelen en ruimtelijke scenario's, de effecten op de mobiliteit inzichtelijk te maken en alternatieven en varianten onderling te vergelijken. Daarnaast dient het verkeersmodel als bron voor vervolgonderzoeken, zoals luchtkwaliteits- en akoestische onderzoeken en kosten-batenanalyses. Het fietsverkeer en openbaar vervoer zijn voor modal split berekeningen meegenomen in het verkeersmodel. Het is daardoor mogelijk om effecten van mobiliteitsmaatregelen, zoals stimulerende maatregelen voor fiets en openbaar vervoer, lage parkeernormen in nieuwbouwwijken en frequentieverhoging van OV-lijnen, op de modal split te bepalen. Het fiets- en openbaar vervoermodel zijn niet geschikt voor het voorspellen van het aantal fietsers en OV-reizigers op fietsverbindingen en OV-lijnen omdat beide vervoerwijzen niet geijkt zijn aan tellingen.

2.2 Modelbeschrijving

Het VGW beschrijft de verplaatsingen die mensen maken om te gaan werken, winkelen, onderwijs te volgen en te recreëren en de keuze wanneer de verplaatsingen gemaakt worden (bijvoorbeeld in de ochtendspits of avondspits). Het verkeersmodel is een volledig multimodaal systeem met de vervoerwijzen personenauto's, openbaar vervoer, fiets en vrachtauto's. Het model beschrijft de gehele etmaalperiode op een gemiddelde werkdag.

Het VGW laat zien hoe het verkeer in de huidige situatie 2018 (het basisjaar) en de toekomstige situatie in 2030 en 2040 gebruik zal maken van de beschikbare wegen in de Woerden en omgeving. De etmaalperiode is daarbij opgesplitst in drie dagdelen: de ochtendspits, de avondspits en de restdagperiode. De optelling van de drie dagdelen resulteert in een gemiddeld werkdagetmaal.

Modelperioden

- Ochtendspits: gemiddeld uur periode van 07:00 tot 09:00 uur
- Avondspits: gemiddeld uur periode van 16:00 tot 18:00 uur
- Restdag: maatgevend restdaguur in de periode 9:00 tot 16:00 uur en 18:00 tot 7:00 uur. De restdagperiode is gebaseerd op een maatgevend restdaguur (i.p.v. een gemiddeld restdaguur) zodat congestie-effecten in de restdagperiode meegenomen zijn in de matrixschatting en routekeuze. Het maatgevende restdaguur betreft 1/12,5 deel van de totale restdag.
- De etmaalperiode volgt uit de sommatie van de genoemde dagdelen: ochtendspitsuur x 2 + avondspitsuur x 2 + maatgevend restdaguur x 12,5.

Het studiegebied van het verkeersmodel is de gehele gemeente Woerden. Het model berekent de verplaatsingen binnen Woerden (intern verkeer) en de verplaatsingen van en naar Woerden (extern verkeer). Het overige deel van de verplaatsingen in Nederland en daarbuiten wordt op lager detailniveau berekent.

Modelkenmerken en dimensies

De modelkenmerken en dimensies van het VGW zijn weergegeven in de volgende tabel.

Modeldeel	Modelaspect	Invulling
Modeldimensies	Studiegebied	• Gemeente Woerden (473 zones)
	Invloedsgebied	• Schil van 25km rond Woerden op NRM niveau (240 zones) • Rest invloedsgebied (schil van 50km) op LMS niveau (929 zones)[1]
	Buitengebied	• Rest van Nederland (133 zones) op gemeenteniveau • Buitenland op NRM niveau (159 zones)
	Scenario's	• Basisjaar 2018 • Prognosejaar 2030H en 2040H (WLO-scenario Hoog)
	Tijdsperioden/dagdelen	• Ochtendspits: gemiddeld werkdaguur in de periode 07:00 – 09:00 uur • Avondspits: gemiddeld werkdaguur in de periode 16:00 – 18:00 uur • Restdag: maatgevend werkdaguur in de periode 9:00 – 16:00 uur en 18:00 – 07:00 uur • Etmaal: gemiddelde werkdag in de periode 00:00 – 24:00 uur
	Vervoerwijzen	• Personenauto's: de lichte voertuigen • Vrachtauto's: middelzware en zware voertuigen (aggregatie) • Fiets: de fietsers • Openbaar vervoer: de passagiers
	Motieven	• werk ↔ woon • zakelijk ↔ zakelijk • winkel ↔ woon • onderwijs ↔ woon • zakelijk ↔ woon • overig
Invoergegevens	Sociaaleconomische gegevens	• Binnen het studiegebied specifiek op adres- en postcode 6-niveau, aangeleverd door gemeente Woerden • Buiten het studiegebied op basis van het NRM West 2018
	Netwerk	• Auto- en vrachtverkeer: gedetailleerd binnen het studiegebied, invloeds- en buitengebied op basis van NRM West 2018 • Fietsverkeer: gedetailleerd binnen het studiegebied • Openbaar vervoer: trein en buslijnen

[1] *Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat gebruikt voor het hoofdwegennet en het hoofdspoornet twee strategische verkeersmodellen: het Landelijk Model Systeem (LMS) en het Nieuw Regionaal Model (NRM). Er zijn vier regionale modellen van het NRM in gebruik: NRM-Noord, NRM-Oost, NRM-Zuid, NRM-West. Met deze modellen worden langetermijnprognoses gemaakt. Voor het maken van prognoses worden naast de infrastructurele ontwikkelingen verschillende scenario's voor de economische, demografische en ruimtelijke ontwikkelingen ingevoerd. Hierbij wordt momenteel gebruik gemaakt van de WLO-groeiscenario's van het Planbureau voor de Leefomgeving. Er worden twee scenario's meegenomen. Scenario Hoog combineert een relatief hoge bevolkingsgroei met een hoge economische groei van ongeveer 2% per jaar. In scenario Laag gaat een beperkte demografische ontwikkeling samen met een gematigde economische groei van ongeveer 1% per jaar.*

Modeldeel	Modelaspect	Invulling
	Parkeren	• In het centrum van Woerden zijn de werkelijke locaties van de grote parkeervoorzieningen ingevoerd inclusief parkeercapaciteit.
Modelsysteem	Ritgeneratie	• Per tijdsperiode zijn op basis van de sociaaleconomische gegevens en ritgeneratieparameters uit OViN-data, inclusief ophoging van de korte verplaatsingen, de ritten geschat. • In het buitengebied zijn niet studiegebied gerelateerde verplaatsingen overgenomen uit het NRM West 2018.
	Matrixschatting	• Een simultaan zwaartekrachtmodel per tijdsperiode voor drie vervoerswijzen, waarbij in de spitsperioden en restdag rekening wordt gehouden met de effecten van reistijdvertraging op de modal split en bestemmingskeuze. Het vrachtverkeer wordt in een solitair zwaartekrachtmodel geschat. • De bestemmingskeuze is afhankelijk van de bereikbaarheid van de bestemming (weerstand), waarbij gecongesteerde reistijden zijn teruggekoppeld zodat congestie invloed heeft op de bestemmingskeuze binnen de ochtendspits, avondspits en restdagperiode.
	Matrixkalibratie	• In de matrixkalibratie is het auto- en vrachtverkeer simultaan gekalibreerd op alle telpunten van het gemotoriseerde verkeer, waarbij de kalibratie begrensd is door een maximumcorrectiefactor per relatie. • Fiets en openbaar vervoer zijn niet gekalibreerd.
	Toedelingsmethodiek	• Auto- en vrachtverkeer: capaciteitsafhankelijke evenwichtstoedeling (25 iteraties) met kruispuntmodellering, waarbij het auto- en vrachtverkeer simultaan worden toegedeeld. Deze methodiek is gehanteerd voor ochtendspits, avondspits en restdagperiode. • Fietsverkeer: alles-of-niets toedeling. • Openbaar vervoer: toedeling op basis van multirouting.
	Simulatietechniek	• Mesoscopisch: dynamische simulatie op basis van individuele voertuigen, rijstrookafhankelijk.
Software	Aimsun	• Aimsun Next versie 8.4

2.3 Modelsystematiek

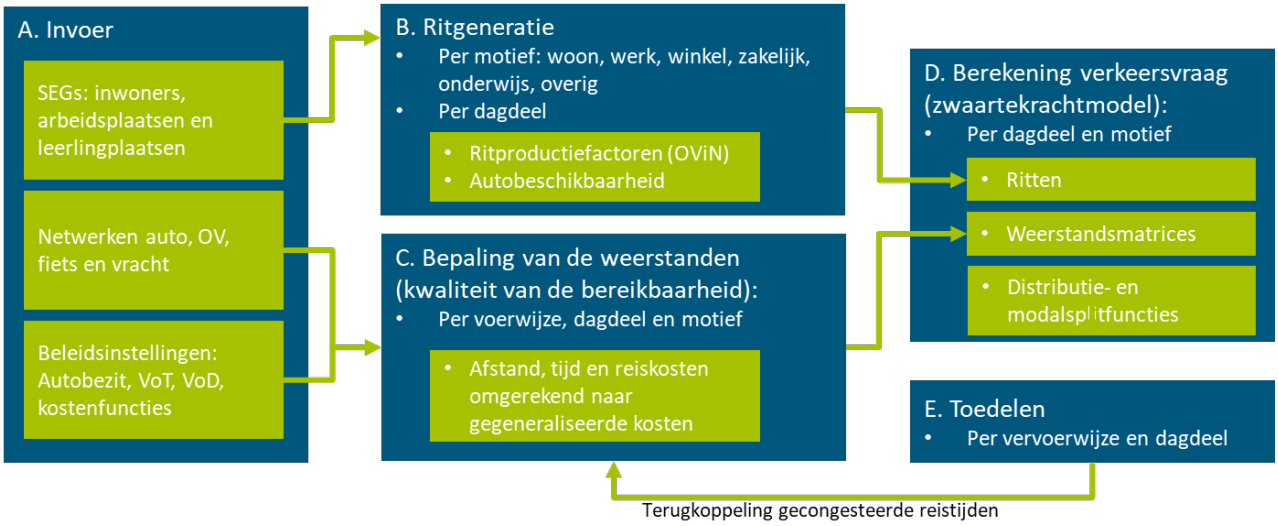
In het VGW worden de volgende keuzes gemodelleerd die een persoon maakt bij het plannen van een verplaatsing:

- de keuze voor het al dan niet maken van een verplaatsing;
- de keuze van het vertrektijdstip;
- de keuze van de bestemming (distributie);
- de keuze van de modaliteit (vervoerwijze);
- de keuze van de route.

De keuzemodellen resulteren in de herkomst- en bestemmingsmatrices (per motief en vervoerwijze), waarin de verplaatsingen tussen gebieden (modelzones) zijn opgenomen, en de wegvak- en baanvakbelastingen.

Het hart van het VGW is een simultaan zwaartekrachtmodel, waarin de bestemmings- en modaliteitskeuze gelijktijdig gemaakt worden op basis van de bereikbaarheid van de bestemming met de verschillende vervoerswijzen. Op basis van de weerstand tussen modelzones en de ruimtelijke vulling (o.a. woningen, bedrijven, winkels) worden per motief het aantal ritten per matrixcel bepaald. Modelzones met een grote ruimtelijke vulling (o.a. woningen, bedrijven, winkels) zullen daarbij meer verkeer genereren dan modelzones met beperkt omvang. Het zwaartekrachtmodel gaat daarbij uit van het principe dat naarmate de weerstand tussen twee gebieden toeneemt, het aantal verplaatsingen tussen deze gebieden kleiner wordt.

Het modelsysteem bestaat uit de onderdelen invoer (A), de ritgeneratie (B), weerstandsberekeningen (C), verkeersvraagbepaling (D) en toedeling (E). Het modelsysteem is in onderstaand schema weergegeven.



In het VGW wordt per tijdsperiode (ochtendspits, avondspits, restdag) het modelsysteem doorlopen met dagdeelafhankelijke ritproductiefactoren en dagdeelspecifieke weerstanden. In het modelsysteem worden de gecongesteerde reistijden uit de initiële toedeling teruggekoppeld naar de matrixschatting. Hiermee is congestie naast de invloed op de routekeuze ook van invloed op de bestemmings- en vervoerwijzekeuze.

De stappen van het matrixschattingsproces zijn hierna toegelicht, waarbij de invoer (A) in hoofdstuk 3 (basisjaar) en hoofdstuk 5 (prognosejaar) zijn beschreven.

De volgende algemene uitgangspunten zijn gehanteerd in het VGW:

- De matrixschatting is per dagdeel (ochtendspits, avondspits en restdagperiode) uitgevoerd.
- De distributie en modalsplit zijn simultaan uitgevoerd.
- Tijdens de matrixschatting is rekening gehouden met congestie en volledige kruispuntweerstanden.
- Auto- en vrachtverkeer zijn in de evenwichtstoedeling simultaan toegedeeld.
- Er is rekening gehouden met specifieke parkeerlocaties in het centrum van Woerden.

Eigenschap	Functionaliteit
Multi-modaal (Auto/vracht, OV en fiets)	Ja
Terugkoppeling congestie naar matrixschatting	Ja
Toedeeltechniek	Capaciteitsafhankelijke evenwichtstoedeling (MSA) Auto- en vrachtverkeer simultaan
Kruispuntmodellering	Ja, o.b.v. volledige weerstand
Beschrijven lokaal wegennet	Gedetailleerd
Aansluiten op Verkeersmodel NRM 2018 West	Goede afstemming (invoer, uitgangspunten)
Grensoverschriidend verkeer	Ja

Tabel 1: Eigenschappen rekenmethodiek Verkeersmodel Gemeente Woerden

B. Ritgeneratie

In de ritgeneratie zijn de vertrekken en aankomsten per modelzone berekend op basis van de sociaaleconomische gegevens en ritgeneratiefactoren. De ritgeneratie resulteert in de totale vervoervraag in het model (verplaatsingsbehoefte). Er is onderscheid gemaakt naar dagdeel, verplaatsingsmotief en de mate van autobeschikbaarheid. De vervoerwijzekeuze (auto- en vrachtverkeer, openbaar vervoer en fiets) vindt plaats bij de verkeersvraagberekening (onderdeel D).

Uit het Onderzoek Verplaatsingen in Nederland (OViN) zijn de ritgeneratiefactoren per motief afgeleid met onderscheid naar stedelijkheidsgraad. Per verplaatsingsmotief zijn de aankomsten en vertrekken uit OViN afgeleid en samen met de sociaaleconomische gegevens (inwoners, huishoudens, autobezit, beroepsbevolking en arbeidsplaatsen) zijn vervolgens de ritgeneratiefactoren bepaald. Wanneer de aan OViN geschatte herkomst- en bestemmingsmatrices vergelijken aan tellingen, komt de verkeersproductie in verkeersmodellen te laag uit. Dit is het gevolg van een onderschatting van korte verplaatsingen, bestelauto's, vakantiemobiliteit en buitenlands verkeer in het OViN. Om dit te corrigeren worden de ritgeneratiefactoren uit het OViN in verkeersmodellen opgehoogd. In het VGW is hiertoe de ritproductie van het motief overig en het motief winkel opgehoogd met 40%.

In de volgende tabel zijn per verplaatsingsmotief de daarbij behorende verklarende variabelen aan de productie- en attractiezijde weergegeven.

Motief	Productie (vertrekken)	Attractie (aankomsten)
Woon – Werk	Werkzame beroepsbevolking	Aantal arbeidsplaatsen
Werk – Woon	Aantal arbeidsplaatsen	Werkzame beroepsbevolking
Zakelijk – Zakelijk	Aantal arbeidsplaatsen industrie en overig	Aantal arbeidsplaatsen industrie en overig
Woon – Zakelijk	Werkzame beroepsbevolking	Aantal arbeidsplaatsen industrie en overig
Zakelijk – Woon	Aantal arbeidsplaatsen industrie en overig	Werkzame beroepsbevolking
Woon – Winkel	Aantal inwoners	Aantal arbeidsplaatsen detailhandel
Winkel – Woon	Aantal arbeidsplaatsen detailhandel	Aantal inwoners
Woon – Onderwijs	Aantal inwoners 0-34 jaar	Leerlingplaatsen VO/MBO/HBO/WO
Onderwijs – Woon	Leerlingplaatsen VO/MBO/HBO/WO	Aantal inwoners 0-34 jaar
Overig – Overig	Aantal inwoners en arbeidsplaatsen	Aantal inwoners en arbeidsplaatsen
Vracht	Aantal arbeidsplaatsen industrie, detail en overig	Aantal arbeidsplaatsen industrie, detail en overig

Tabel 2: Verklarende sociaaleconomische variabelen in ritgeneratie

Met de sociaaleconomische gegevens en de ritgeneratiefactoren zijn de ritten voor het personenauto- en het vrachtverkeer afzonderlijk berekend. Het betreft het aantal vertrekken en aankomsten per zone per verplaatsingsmotief voor de perioden ochtendspits, avondspits en restdag. Hierbij zijn de volgende verplaatsingsmotieven onderscheiden: werk, zakelijk, winkel, onderwijs en overig. Per verplaatsingsmotief gelden andere ritproductiefactoren en andere verklarende variabelen. Tevens is rekening gehouden met de richting van de verplaatsing (bijvoorbeeld van wonen naar werken en andersom) en de verkeersproductie van bijzondere bedrijven en voorzieningen. De ritten van en naar het buitengebied en het doorgaande en externe verkeer zijn overgenomen uit NRM 2018 West.

Voor de ritgeneratie van het vrachtverkeer hoeft geen modal split bepaald te worden en is de unimodale matrixschatting separaat uitgevoerd.

C. Berekening van de weerstanden
De weerstand (of kwaliteit van de bereikbaarheid) wordt uitgedrukt in gegeneraliseerde kosten en is opgebouwd uit de reistijd (reistijdkosten per motief) en de afstand (variabele kosten per vervoerswijze). De gegeneraliseerde kosten zijn afgeleid uit het NRM (WLO-scenario Hoog) en zijn in overeenstemming gebracht met het niveau van het basisjaar 2018. Vervolgens zijn de kosten vertaald naar wegingsfactoren voor afstand en tijd. Voor 2018 bedraagt de wegingsfactor voor afstand 0,52; de wegingsfactor voor tijd is gelijk aan 1.

In de netwerken wordt in de toedeling voor elke vervoerswijze en voor elke verkeersrelatie een route bepaald inclusief de benodigde reistijd en afstand. Op basis van de wegingsfactoren voor afstand en tijd worden beide omgerekend naar gegeneraliseerde kosten en bij elkaar opgeteld. Op deze manier wordt voor ieder herkomst- en bestemmingspaar de gegeneraliseerde kosten per vervoerswijze (en per motief) bepaald. In de eerste iteratie is de weerstand in het autonetwerk bepaald op basis van de freeflow-condities, in de tweede iteratie op basis van de reistijden inclusief vertragingen. De weerstanden zijn volledig (100%) meegenomen in het distributie- en modal splitproces.

D. Berekening van de verkeersvraag
In het distributie- en modal splitproces zijn herkomst- en bestemmingsmatrices opgesteld op basis van het ingevoerde verkeersnetwerk, de beleidsparameters (factoren voor afstand- en tijdwaardering) en de berekende ritten. De herkomst- en bestemmingsmatrices zijn gegenereerd voor het auto-, vrachtverkeer, fietsverkeer en openbaarvervoerverplaatsingen voor de ochtendspits, avondspits en restdagperiode. In dit distributieproces zijn de berekende aankomsten en vertrekken met elkaar gecombineerd tot verplaatsingen waarbij rekening is gehouden met de weerstanden in het netwerk. Naarmate de afstand tussen de zones groter wordt, worden minder onderlinge verplaatsingen gemaakt. Bij de distributie wordt gebruik gemaakt van distributiefuncties, waarin (per motief) het verband is vastgelegd tussen de weerstand tussen twee zones en de aantrekkelijkheid van de verplaatsing. Deze functies zijn geschat op basis van het OViN waarbij de berekende herkomst- en bestemmingsmatrices qua ritlengteverdeling en modal split zo goed mogelijk overeenkomen met het OViN. De matrixschatting is voor elk motief afzonderlijk en per periode uitgevoerd en de afzonderlijke motiefmatrices voor autoverkeer zijn gesommeerd tot een totaalmatrix per periode. Voor het vrachtverkeer is een separate unimodale matrixschatting per dagdeel doorlopen op basis van de ritproductie- en attractie vrachtverkeer.

Na de eerste distributie is een capaciteitsafhankelijke toedeling gedraaid om de weerstanden op het netwerk te bepalen. In de netwerken is op basis van de toedeling voor elke vervoerswijze en voor elk herkomst- en bestemmingspaar een kortste route bepaald en weggeschreven in weerstandsmatrices. Vervolgens zijn voor ieder herkomst- en bestemmingspaar de reistijd en -afstand omgerekend naar gegeneraliseerde kosten, zodat een gewogen weerstand ontstaat voor elk herkomst- en bestemmingspaar. Met deze gewogen weerstanden is de distributie nogmaals uitgevoerd. Als gevolg van het aanwezige verkeer treden vertragingen op kruispunten en wegvakken op. Door deze vertragingen kunnen bepaalde verplaatsingen tussen een herkomst en een bestemming minder interessant worden. Hiermee is de distributie afhankelijk van de gecongesteerde reistijden geworden. Resultaat van de tweede distributie zijn synthetische herkomst- en bestemmingsmatrices gebaseerd op de gecongesteerde reistijden.

E. Toedeling
De laatste stap in de modelstructuur is de toedeling. De in de herkomst- en bestemmingsmatrices vastgelegde verplaatsingen worden toegedeeld aan het netwerk, waarbij de route tussen twee modelzones wordt bepaald.

Toedeling auto- en vrachtverkeer
In de toedeling worden de berekende herkomst- en bestemmingsmatrices iteratief toegedeeld aan het netwerk, waarbij de route wordt bepaald tussen twee modelzones. In het verkeersmodel is gebruik gemaakt van de capaciteitsafhankelijke evenwichtstoedeling voor zowel auto- als vrachtverkeer. Beide vervoerwijzen zijn simultaan toegedeeld aan het netwerk.

Het auto- en vrachtverkeer is simultaan en capaciteitsafhankelijk toegedeeld met de MSA-toedelingstechniek (Method of Succesive Averages) met kruispuntmodellering. Het autoverkeer is in 25 iteraties toegedeeld aan het netwerk, waarbij per iteratie een andere routekeuze kan optreden als gevolg van de vertragingen in het netwerk. Elke iteratie telt voor 1/25 mee in de uiteindelijke netwerkbelasting. Met de MSA-techniek worden gecongesteerde netwerkdelen in de routekeuze gemeden en ontstaat een evenwichtige spreiding van het verkeer over het netwerk.

Het VGW is gebouwd voor een gemiddeld ochtendspitsuur, gemiddeld avondspitsuur en een maatgevend restdaguur. De berekende wegvakbelastingen van de verschillende perioden zijn opgeteld om de etmaalbelastingen te krijgen. De etmaalbelasting van de wegvakken is berekend met de volgende formule: Etmaalbelasting = 2 x ochtendspitsuur + 2 x avondspitsuur + 12,5 x maatgevend restdaguur.

- **Capaciteitsbeperkingen:** Bij de toedeling is rekening gehouden met zowel de capaciteit van een wegvak als met de vertraging op kruispunten. Het verkeersmodel bevat een mechanisme om beperkte wegvakcapaciteiten en verliestijden op kruispunten te laten doorwerken in de routekeuze. Na elke iteratiestap worden nieuwe reistijden op wegvakken en vertragingstijden op kruispunten berekend. Op basis van deze nieuwe reis- en vertragingstijden worden vervolgens nieuwe routes gezocht. De iteraties gaan door tot een evenwicht in het verkeersmodel is ontstaan. In deze methode wordt het verkeer afhankelijk van de congestie dus over verschillende routes verdeeld.

  De vertraging op wegvakken is vastgelegd in de zogenaamde volume delay functies, waarin het verband tussen de intensiteit /capaciteitsverhouding en de verandering in snelheid is vastgelegd. Naarmate de intensiteit/capaciteitsverhouding stijgt, neemt de snelheid op het wegvak af en daarmee de reistijd toe.

- **Kruispuntmodellering:** Bij de capaciteitsafhankelijke toedelingsmethodiek is tevens kruispuntmodellering toegepast. In stedelijke netwerken is naast de wegcapaciteit ook de capaciteit van kruispunten belangrijk voor de routekeuze. Afhankelijk van de hoeveelheid verkeer op het kruispunt, het kruispunttype en de voorrangsrichting wordt per afslagbeweging een vertragingstijd berekend die in de routekeuze wordt meegenomen.

Toedeling openbaar vervoer
Een openbaar vervoer toedeling wijst de passagiers in de verkeersvraag toe aan de OV-lijnen om hun bestemming te bereiken. De belangrijkste output is de passagiersbelasting op de lijnen van het openbaar vervoer die beschikbaar zijn.

De openbaar vervoer toedeling gebruikt de methode ‘multirouting’ om de reizigers toe te wijzen aan de OV-lijnen. Reizigers kunnen in het verkeersmodel via verschillende routes naar hun bestemming gaan. De toedelingstechniek bevat een keuzemodel voor de OV-lijn en een keuzemodel voor de (eind)halte.

Reizigers die via dezelfde OV-lijn reizen, kunnen gebruik maken van meerdere haltes om op de bestemming te komen. Het voor- en natransport, bijvoorbeeld lopend naar het station, wordt gemodelleerd met zoneaansluitingen. De modelzones zijn aangesloten op de omliggende stations en bushaltes.

Bij de toedeling van de reizigers aan een openbaar vervoer netwerk wordt ervan uitgegaan dat reizigers hun totale kosten op de reis minimaliseren, waarbij de kosten worden gemeten aan de hand van een gewogen som van de reistijd in voertuigen voor het openbaar vervoer, wachttijden bij haltes van het openbaar vervoer, looptijden van, naar en tussen haltes en kostprijs. De spreiding over de routes is daarmee afhankelijk van de reistijd, wachttijd, overstaptijd en de haltes met loop en wachttijden.

Toedeling fietsverkeer
Het fietsverkeer is in de weerstandsberekeningen toegedeeld volgens de alles-of-niets methodiek op basis van de kortste route. Hierbij wordt geen rekening gehouden met weerstanden van kruispunten en comfortaspecten als verhardingstype en hellingen. De routekeuze vindt alleen plaats op basis van wegvaksnelheden.

In de eindtoedeling van het studiegebied is de stochastische toedelingstechniek uitgangspunt. Deze techniek gaat uit van een kansverdeling over alternatieve routes, waardoor een betere spreiding van het fietsverkeer over het netwerk optreedt. De routekeuze is afhankelijk van snelheid, afstand en comfortaspecten.

2.4 Specifieke modules

Parkeermodule
In het centrum van Woerden zijn meerdere grotere parkeerterreinen en -garages aanwezig nabij het winkelgebied. De bezoekende auto’s parkeren in de praktijk in de grotere parkeervoorzieningen, waarna met te voet naar de eindbestemming gaat. De winkelarbeidsplaatsen zorgen voor de ritproductie en -attractie van het winkelend publiek en trekken daarmee ook autoverplaatsingen aan. In het centrumgebied van Woerden zijn extra zoneaansluitingen bij de ‘winkelzones’ toegevoegd voor het autoverkeer. Deze zoneaansluitingen sluiten aan op de parkeerwegvakken, die op de plek liggen waar de belangrijke parkeervoorzieningen aansluiten op het wegennetwerk. Aan de parkeerwegvakken is een beperkte, periodeafhankelijke capaciteit toegekend, afgeleid uit de parkeercapaciteit van de parkeervoorziening en de turnover.

De toevoeging van parkeerbeperkingen in gebieden leidt in de toedeling tot zoekgedrag. Zones in centrumgebieden zijn op meerdere parkeervoorzieningen aangesloten. Bij volle parkeergarages als gevolg van de ingevoerde parkeerbeperking gaan auto’s via alternatieve parkeervoorzieningen in de omgeving naar de eindbestemming. Voor het vrachtverkeer (bevoorrading) verwijzen de zoneaansluitingen naar het dichtstbijzijnde knooppunt.

De parkeermodule leidt tot een hogere weerstand voor het centrum van Woerden ten opzichte van andere winkelgebieden in het verkeersmodel en kan daarmee de distributie en modal split negatief beïnvloeden. In het VGW is daarom gekozen om de parkeermodule enkel in de eindtoedeling mee te nemen.

Milieumodule
Het VGW resulteert in werkdaggemiddelde verkeersintensiteiten. Aan het VGW is een milieumodule gekoppeld voor de verrijking van de verkeersintensiteiten, zodat deze in luchtkwaliteits- en geluidsonderzoeken gebruikt kunnen worden. In de milieumodule worden de werkdaggemiddelde intensiteiten omgerekend naar weekdaggemiddelden en uitgesplitst naar de voertuigcategorieën licht, middelzwaar en zwaar verkeer en perioden dag (7-19 uur), avond (19-23 uur) en nacht (23-7 uur).

De omrekenfactoren voor auto en vracht zijn per wegcategorie afgeleid vanuit de gemeentelijke en provinciale verkeerstellingen en op basis van de wegcategorieën toegekend aan het netwerk.

2.5 Matrixkalibratie

Na de distributie en modal split worden de synthetische herkomst- en bestemmingsmatrices gekalibreerd aan verkeerstellingen voor een betere beschrijving van het verkeer op wegvakniveau. Het doel van de kalibratie is het verkeersmodel zo goed mogelijk aan te laten sluiten op de verkeerstellingen zonder dat de verkeersrelaties en ritlengteverdeling in de herkomst- en bestemmingsmatrices ingrijpend verandert. De herkomst- en bestemmingsmatrices zijn binnen randvoorwaarden van de maximale correctiefactor zodanig aangepast dat ze de tellingen zo dicht mogelijk benaderen. Het auto- en vrachtautoverkeer is simultaan gekalibreerd in vijf iteratiestappen.

De kalibratie van het auto- en vrachtverkeer is simultaan per dagdeel uitgevoerd in een geautomatiseerd iteratief kalibratieproces, bestaande uit de volgende stappen:

- Kalibratie iteratie 1 op onderliggend wegennet. In de eerste iteratie zijn de auto- en vrachtmatrices gekalibreerd aan de verkeerstellingen van auto, vrachtauto en motorvoertuigen op het onderliggend wegennet (in 25 iteraties).
- Toedeling van de gekalibreerde matrices aan het netwerk.
- Kalibratie iteratie 2 op onderliggend wegennet.
- Toedeling van de gekalibreerde matrices aan het netwerk.

De kalibratie van het onderliggend wegennet is in de spitsperiodes over beide kalibratie-iteraties samen begrensd door een maximale correctiefactor van 2 voor het autoverkeer en 3 voor het vrachtverkeer, in de restdagperiode door correctiefactoren van respectievelijk 3 en 4.

Na de kalibratie van het onderliggend wegennet is de kalibratie uitgevoerd op het hoofd- en onderliggend wegennet tezamen. Daarbij zijn in totaal 3 kalibratie-iteraties uitgevoerd en dezelfde correctiefactoren gehanteerd.

In de kalibratie is rekening gehouden met de betrouwbaarheid van een telling door het toekennen van gewichten. Oudere tellingen wegen minder zwaar (gewicht 4) dan recente verkeerstellingen (gewicht 5). De kalibratie heeft als resultaat gekalibreerde herkomst- en bestemmingsmatrices voor alle vervoerswijzen per tijdsperiode.

2.6 Mesoscopisch simulatiemodel

Het VGW is uitgebreid met een mesoscopisch dynamisch simulatiemodel voor de hele gemeente. Het simulatiemodel beschrijft de verkeersafwikkeling en laat de knelpunten in de stad en omgeving (A12) zien.

Het netwerk is voor het studiegebied van het statische verkeersmodel uitgebreid met dynamische kenmerken die nodig zijn voor de mesoscopische simulaties. Het betreft onder andere specifieke netwerkparameters, verkeersregelingen, aantal opstelstroken en rijstroken, weefvakken en in- en uitvoegstroken. Het netwerk is verrijkt aan de hand van luchtfoto's en streetview beelden van Cyclomedia.

Op basis van de gekalibreerde HB-matrices zijn in het dynamische model de simulaties van de ochtend- en avondspits voor het prognosejaar 2030 uitgevoerd. Deze zijn uitgevoerd voor het studiegebied van het model. Het netwerk buiten het studiegebied is vanwege de grove vulling en rekentijden niet meegenomen in de dynamische simulaties.

Het dynamisch simulatiemodel is opgebouwd voor de toekomstige situatie in 2030. Het simulatiemodel is gevalideerd aan de locaties van knelpunten en de duur en lengte van de wachtrijen. De toetsing is uitgevoerd op basis van beschikbare gegevens uit omliggende mesoscopische simulatiemodellen (o.a. Utrecht en N201) en lokale kennis van opdrachtgever.

3 Uitgangspunten basisjaar

Hoofdstuk 3 beschrijft de uitgangspunten van de opzet van het verkeersmodel voor het basisjaar 2018. Het basisjaar is een jaar in het recente verleden vanwege de beschikbaarheid van gemeten data (verkeerstellingen) voor de toetsing van het verkeersmodel en de sociaaleconomische gegevens. Aangegeven is de herkomst van de basisgegevens en de wijze hoe deze zijn verwerkt.

3.1 Gebiedsindeling

In een verkeersmodel is het niet mogelijk om per adres de verplaatsingen te modelleren en worden adressen met een zekere logische samenhang (bijvoorbeeld een woonwijk of bedrijventerrein) geaggregeerd tot modelzones. In de modelzones worden de aantallen inwoners en arbeidsplaatsen in het gebied opgenomen.

De grootte van zones is in overeenstemming gebracht met de gedetailleerdheid van de bijbehorende netwerken. Een fijnmazige gebiedsindeling leidt tot betrouwbaardere uitspraken op het onderliggende wegennet. De gebiedsindeling van het studiegebied van het VGW is gemaakt op basis van de zespositie postcodegebieden en samenvoegingen daarvan. Bij het samenvoegen van de postcodegebieden geldt als uitgangspunt dat de gebieden gemeenschappelijke grenzen hebben en zoveel mogelijk ontsloten worden via dezelfde wegvakken. Hoe verder van het studiegebied (invloeds- en buitengebied), des te grover de gebiedsindeling wordt.

In het VGW is gekozen voor een fijnmazige gebiedsindeling, zodat het model gebruikt kan worden om de effecten van lokale maatregelen te bepalen. Het VGW bevat 1934 modelzones verdeeld over de volgende gebieden:

- Gemeente Woerden als studiegebied met 473 modelzones.
- Invloedsgebied met een schil van 25km rond Woerden op NRM-niveau (240 zones). Het overige deel van het invloedsgebied (schil van 50km) is op LMS-niveau (929 zones) meegenomen.
- In het buitengebied is de rest van Nederland (133 zones) op gemeenteniveau en het buitenland op NRM-niveau (159 zones) opgenomen.

In het invloeds- en buitengebied zijn alle zoneaansluitingen uit het NRM West overgenomen. Bij modelzones waarbij aggregaties zijn toegepast (op gemeente- of LMS-niveau), zijn zodoende meerdere zoneaansluitingen aangebracht. Door deze werkwijze is het aantal modelzones in het invloeds- en buitengebied sterk verminderd, waardoor de rekentijden beperkt blijven.

In het studiegebied zijn de geaggregeerde postcodegebieden als zones ingebracht, inclusief de zonezwaartepunten. De sociaaleconomische gegevens zijn op basis van de adres- en postcodegegevens gekoppeld aan de geaggregeerde postcodegebieden (modelzones) in het verkeersmodel.

In het buitengebied is de zone-indeling en de daaraan gekoppelde sociaaleconomische gegevens gelijk aan het NRM West 2018 West. Het doorgaande verkeer door het studiegebied en de verkeersrelaties tussen het buitengebied en het studiegebied zijn overgenomen uit het NRM West 2018.

3.2 Sociaaleconomische gegevens

Voor alle postcodegebieden in Woerden zijn de sociaaleconomische gegevens verzameld. In het model zijn inwoners, huishoudens en arbeidsplaatsen ingevoerd. Voor het studiegebied zijn alle bevolkingsgegevens geleverd op zespositie postcodeniveau. De arbeidsplaatsen zijn op adresniveau geleverd, omdat de gebiedsindeling op de bedrijventerreinen verfijnd is ten opzichte van de grote postcodegebieden op bedrijventerrein. De sociaaleconomische gegevens zijn op basis van de postcodes en adressen gekoppeld aan de gebiedsindeling van het VGW. Buiten het studiegebied is gebruik gemaakt van de gegevens uit het NRM West 2018. Het NRM kent als basisjaar 2014. De sociaaleconomische gegevens zijn in het buitengebied niet geïnterpoleerd tussen 2014 en 2030 naar een tussenliggend jaar 2018, omdat anders grote ontwikkelingen tussen 2019 en 2040 (deels) in het basisjaar terechtkomen. In plaats daarvan is de correctie in het invloeds- en buitengebied doorgevoerd door middel van kalibratie van de verkeersstromen op verkeerstellingen.

Inwoners en huishoudens
De inwoners en huishoudens van het studiegebied zijn gebaseerd op de cijfers van de basisadministratie van de gemeente Woerden. Het studiegebied telde in 2018 in totaal 37.801 inwoners en 15.864 huishoudens. Peildatum van de gegevens is 31 december 2018. In tabel 3 zijn het totale aantal inwoners en huishoudens weergegeven voor de verschillende woonkernen in 2018.

Ter vergelijking zijn in tabel 3 ook de gegevens van het basisjaar 2014 van het NRM West 2018 weergegeven. Het totale aantal inwoners ligt in het VGW hoger (ca. 1.500 inwoners) dan in het NRM.

Woonplaats	Huishoudens VGW	Inwoners VGW		*Huishoudens NRM*	*Inwoners NRM*
Woerden	15.864	37.801		15.257	36.313
Kamerik (inclusief Kanis)	1.487	3.906		1.501	3.801
Zegveld	876	2.272		888	2.295
Harmelen	3.260	8.158		3.257	8.222
Totaal	21.487	52.137		20.903	50.631

Tabel 3: Inwoners en huishoudens 2018 per woonplaats.

De arbeidsplaatsen in het studiegebied zijn aangeleverd door de gemeente Woerden op adresniveau en op basis van de geografische locatie van het adres gekoppeld aan de gebiedsindeling van het VGW. Er is onderscheid gemaakt in arbeidsplaatsen in detailhandel, industrie en overige arbeidsplaatsen. Tabel 4 geeft een overzicht van de arbeidsplaatsen (totaal aantal werkzame personen en uitzendkrachten) per woonkern. In het studiegebied zijn in totaal 27.626 arbeidsplaatsen ingevoerd.

Ter vergelijking zijn in tabel 4 ook de gegevens van het basisjaar 2014 van het NRM West 2018 weergegeven. Het totale aantal arbeidsplaatsen in het VGW ligt circa 100 arbeidsplaatsen hoger dan in het NRM.

Woonplaats	Detailhandel VGW	Industrie VGW	Overige VGW	Arbeidsplaatsen VGW		*Arbeidsplaatsen NRM*
Woerden	2.030	2.492	18.130	22.652		21.909
Kamerik (inclusief Kanis)	110	63	922	1.095		1.487
Zegveld	63	12	469	544		876
Harmelen	378	335	2.622	3.335		3.260
Totaal	2.581	2.902	22.143	27.626		27.532

Tabel 4: Arbeidsplaatsen 2018 per woonplaats.

Beroepsbevolking, autobezit en stedelijkheidsgraad
De beroepsbevolking (aantal werkenden), het autobezit en de stedelijkheidsgraad van de zones in het VGW zijn per zone overgenomen van de corresponderende zone uit het NRM West 2018.

3.3 Netwerken

Het VGW heeft een netwerk voor auto- en vrachtverkeer, openbaar vervoer en fiets. De netwerken worden binnen het modelsysteem gebruikt voor de weerstandsberekeningen, de toedelingen en de visualisatie van de verkeers- en vervoerstromen.

In het netwerk is per vervoerwijze onderscheid gemaakt in de kenmerken, zoals rijsnelheden en verschillen in wel/niet toegankelijk zijn van wegen. Daarnaast zijn per dagdeel afwijkende kenmerken gedefinieerd, bijvoorbeeld geslotenverklaringen van wegen in de spitsperioden (en niet in de restdag).

Auto- en vrachtverkeer
In het invloeds- en buitengebied is gebruik gemaakt van het netwerk van het NRM West 2018. Het netwerk in het studiegebied (gemeente Woerden) is opgebouwd vanuit het netwerk uit Open Streetmap. Door in basis gebruik te maken van het Open Streetmap netwerk zijn de wegen binnen Woerden met een correcte geografische ligging (X/Y-coördinaten) ingetekend en de straatnamen automatisch gekoppeld. Tevens bevat dit netwerk een uitgebreid detailniveau voor het toedelen van fietsverkeer. Binnen Gemeente Woerden zijn in principe alle wegen in het model opgenomen. Daar waar nodig is het wegennetwerk opgeschoond (o.a. zandpaden). Dit resulteert in een gedetailleerd, fijnmazig en vooral herkenbaar wegennet.

Aan elk wegvak zijn vervolgens specifieke kenmerken gekoppeld zoals snelheid, aantal rijstroken, wegcapaciteit en wegtype. De volgende kenmerken zijn aan het netwerk toegevoegd
- Wegcategorisering met bijbehorende wegvakcapaciteiten.
- Rijstroken en opstelstroken voor kruispunten.
- Invoeg- en uitvoegstroken op de autosnelwegen.
- Busbanen.
- Vrijliggende fietspaden inclusief oversteken/conflicten met openbaar vervoer en autoverkeer.
- Geslotenverklaringen voor auto- en vrachtverkeer.

Specifiek voor milieuberekeningen zijn de wegdekverhardingen overgenomen van het gemeentelijke beheersysteem voor de openbare ruimte.

In het auto- en vrachtnetwerk is aan alle kruispunten in het netwerk van het studiegebied een kruispunttype toegekend. Er is onderscheid gemaakt in:

- Gelijkwaardige kruispunten.
- Voorrangskruispunten.
- VRI-geregelde kruispunten.
- Rotondes.

Afhankelijk van het kruispunttype, de vormgeving en het verkeersaanbod zijn vertragingen berekend. Deze vertragingen hebben invloed op de routekeuze tijdens de toedelingen.

Het wegennetwerk, de kruispunten en de zoneaansluitingen zijn door de gemeente Woerden gecontroleerd en waar nodig is het netwerk aangepast. Aan het ingevoerde, initiële netwerk zijn verbeteringen doorgevoerd met betrekking tot ontbrekende en niet bestaande wegvakken, rijsnelheden, wegcategorisering, toegankelijkheid, kruispunttype en –vormgeving en aantakkingen van zones. Daarnaast is op basis van de modelresultaten (belaste netwerken, verschilweergaven, tellingen) het wegennetwerk gecontroleerd en aangepast voor een betere routekeuze.

Openbaar vervoer

Voor het openbaarvervoer netwerk is uitgegaan van het separate landelijke openbaar vervoer model met de OV-lijnen met daarin trein, bus, tram en metro. Dit model is opgebouwd vanuit Open Streetmap waaraan de meest recente dienstregeling van het openbaarvervoer is toegevoegd. De dienstregeling is afkomstig van GTFS (General Transit Feed Specification).

In het openbaar vervoer netwerk zijn binnen het studie- en invloedsgebied de relevante OV-lijnen opgenomen. Alle spoorlijnen in Nederland, alle BTM-lijnen (bus, tram, metro) in Woerden en de relevante BTM-lijnen in het invloedsgebied zijn meegenomen. De BTM-lijnen in buitengebied zijn niet verwijderd om de rekentijden acceptabel te houden.

Fiets

Voor het fietsnetwerk is in basis uitgegaan van het autonetwerk. Aan dit netwerk zijn de geslotenverklaringen voor fietsverkeer toegevoegd, o.a. op autosnelwegen. Vervolgens is het fietsnetwerk vanuit Open Streetmap uitgebreid met alle solitaire fietsverbindingen, zodat een fijnmazig fietsnetwerk ontstaat. De fietssnelheid op gemengde wegen is ingesteld op 16 km/u, de fietssnelheid op solitaire fietsvoorzieningen op 20 km/u en wordt gebruikt bij de weerstandsberekeningen. Voor de stochastische eindtoedeling zijn in het netwerk zijn de comfortaspecten kruispunttype, helling, wegdek, type fietsvoorziening en snelheid overig verkeer toegevoegd.

3.4 Verkeerstellingen

In het VGW zijn een groot aantal verkeerstellingen ingevoerd voor de ijking van het verkeersmodel. In het verkeersmodel zijn structureel en incidenteel uitgevoerde verkeerstellingen ingevoerd, waarbij onderscheid is gemaakt in de tijdsperioden ochtendspits, avondspits, restdag en etmaal. Tevens zijn voor de voertuigcategorieën personenauto en vrachtauto afzonderlijke tellingen ingevoerd.

In het verkeersmodel zijn gemeentelijke tellingen, provinciale tellingen en tellingen op Rijkswegen ingevoerd. De gemeentelijke tellingen zijn aangeleverd door de gemeente Woerden, de tellingen van de Provincie Utrecht zijn via de webapplicatie van de Provincie opgevraagd. De tellingen op Rijkswegen zijn afkomstig van NDW en INWEVA.

In tabel 5 is een overzicht weergegeven van het aantal telpunten van het gemotoriseerd verkeer per wegbeheerder. In totaal zijn 339 tellocaties voor gemotoriseerd verkeer en in het model ingevoerd. Voor openbaar vervoer en fiets is geen kalibratie uitgevoerd en zijn derhalve geen tellingen ingevoerd.

Locatie	Aantal	Bron
Rijkswegen	109 tellingen	INWEVA 2018, NDW
Provinciale wegen	96 tellingen	Provincie Utrecht
Harmelen	18 tellingen	Woerden, periode 2016-2019
Kamerik	12 tellingen	
Woerden	96 tellingen	
Zegveld	8 tellingen	
Totaal	**339 tellingen**	

Tabel 5: Aantal telpunten auto-/fietsverkeer en OV per wegbeheerder

De ingevoerde tellingen zijn gecontroleerd om foutieve verkeerstellingen uit te filteren. Controles zijn uitgevoerd op scheefheid tussen heen- en terugrichting, het aandeel vrachtverkeer, de verhouding tussen spitsen ten opzichte van de etmaalperiode. Daarnaast zijn nabijgelegen tellingen op onderlinge consistentie gecontroleerd. Op basis van de controles is een selectie van tellingen gemaakt met opvallende telwaarden. Tellingen uit deze selectie waarvoor geen plausibele verklaring gegeven kon worden, zijn niet meegenomen in de kalibratie van het verkeersmodel. Op basis van de uitgevoerde controles kan geconcludeerd worden dat gebruikte verkeerstellingen een consistente set aan gegevens is zonder onlogische of tegenstrijdige waarden.

4 Resultaten basisjaar

Na vaststelling van de uitgangspunten, de opbouw van het modelsysteem (zie hoofdstuk 2) en de verwerking van de invoergegevens is het verkeersmodel doorgerekend voor het basisjaar 2018. De opgestelde basismatrices zijn gecontroleerd en vervolgens gekalibreerd.

Na de kalibratie zijn de gekalibreerde herkomst- en bestemmingsmatrices van het auto- en vrachtverkeer toegedeeld aan het netwerk en zijn de modelwaarden vergeleken met de telwaarden. Conform de NRM-methodiek van Rijkswaterstaat zijn de modelwaarden (toedeling) vergeleken met telwaarden op basis van de T-toets. Omdat in verkeersmodellen relatief lage waarden met elkaar vergeleken worden, is het niet juist alleen het relatieve verschil tussen de tel- en modelwaarden te beschouwen. Door het uitvoeren van de T-toets wordt rekening gehouden met zowel absolute als relatieve afwijkingen. In de T-toets is vastgelegd dat bij een lage telwaarde een relatief hoge afwijking is toegestaan en bij een hoge telwaarde een relatief lage afwijking. In de T-toets is per telling een T-waarde berekend die de relevante afwijking tussen telling en modelwaarde weergeeft.

De T-waarde wordt als volgt bepaald:

$$T = \ln\left(\frac{(X_b - X_w)^2}{X_w}\right)$$

waarin:

T	=	afwijking
X_w	=	het waargenomen aantal (telling)
X_b	=	het berekende aantal (telling)

De grenzen die gesteld zijn aan de T-toets zijn voor personenauto en vrachtauto:

	Geen relevante afwijking	Grensgebied	Relevante afwijking
Op uurniveau (ochtend-, avondspits, restdag	T < 3,5	3,5 < T < 4,5	T > 4,5

Tabel 7: Grenzen T-toets

Aanvullend op deze normering geldt dat:

- Ten minste 80% van de T-toets geen relevante afwijking mag hebben;
- Ten hoogste 5% van de T-toets een relevante afwijking mag hebben.

Het kalibratieresultaat van het VGW is in de onderstaande tabellen weergegeven. Het kalibratieresultaat voldoet ruimschoots aan de daarvoor opgestelde landelijk gebruikte eisen. Hierdoor kan gesteld worden dat het (vracht)autoverkeer door het verkeersmodel zeer goed wordt beschreven.

Auto	Aantal	Percentage		Vracht	Aantal	Percentage
T<3.5	311	95%		T<3.5	322	98%
3,5<T<4,5	12	4%		3,5<T<4,5	3	1%
4,5<T<5.5	3	1%		4,5<T<5.5	2	1%
T>5.5	1	0%		T>5.5	0	0%
Totaal	327	100%		Totaal	327	100%

Tabel 8.1: Kalibratieresultaat Auto Ochtendspits

Auto	Aantal	Percentage		Vracht	Aantal	Percentage
T<3.5	312	95%		T<3.5	322	98%
3,5<T<4,5	13	4%		3,5<T<4,5	4	1%
4,5<T<5.5	2	1%		4,5<T<5.5	1	0%
T>5.5	0	0%		T>5.5	0	0%
Totaal	327	100%		Totaal	327	100%

Tabel 8.2: Kalibratieresultaat Auto Avondspits

Auto	Aantal	Percentage		Vracht	Aantal	Percentage
T<3.5	325	100%		T<3.5	326	100%
3,5<T<4,5	1	0%		3,5<T<4,5	0	0%
4,5<T<5.5	0	0%		4,5<T<5.5	0	0%
T>5.5	0	0%		T>5.5	0	0%
Totaal	326	100%		Totaal	326	100%

Tabel 8.3: Kalibratieresultaat Auto Restdag

5 Uitgangspunten prognoses 2030 en 2040

In dit hoofdstuk zijn de uitgangspunten van het prognosejaar 2030 en 2040 beschreven. De prognosescenario's zijn opgesteld door wijzigingen aan te brengen ten opzichte van het basisjaar op de volgende onderdelen:

- Sociaaleconomische gegevens
- Netwerken
- Beleidsinstellingen

5.1 Sociaaleconomische gegevens

Inwoners

Op basis van de door de gemeente Woerden aangeleverde ruimtelijke ontwikkelingen voor 2030 zijn sociaaleconomische gegevens per zone opgesteld binnen het studiegebied. De inwonersaantallen zijn geschaald naar de inwoners in het NRM West 2030H en 2040H (groeiscenario Hoog). Hiermee is de demografische ontwikkeling in Woerden meegenomen en komen de inwonersaantallen voor het prognosejaar 2030 en 2040 van het VGW en het NRM West overeen. Een overzicht van de inwoners per woonkern voor 2018, 2030 en 2040 is weergegeven in onderstaande tabellen. Buiten het studiegebied zijn de sociaaleconomische gegevens overgenomen van het NRM West 2030H.

Woonplaats	Huishoudens VGW	Inwoners VGW		*Huishoudens NRM*	*Inwoners NRM*
Woerden	18.237	42.648		19.665	42.920
Kamerik	1.599	4.124		1.676	3.812
Zegveld	988	2.497		1.059	2.332
Harmelen	3.626	8.900		3.938	9.104
Totaal	24.450	58.169		26.338	58.168

Tabel 9: Inwoners en huishoudens 2030 per woonplaats.

Woonplaats	Huishoudens VGW	Inwoners VGW		*Huishoudens NRM*	*Inwoners NRM*
Woerden	18.737	45.293		21.590	45.988
Kamerik	1.599	4.293		1.767	3.679
Zegveld	988	2.592		1.118	2.374
Harmelen	3.626	9.254		4.223	9.397
Totaal	24.950	61.432		28.698	61.438

Tabel 10: Inwoners en huishoudens 2040 per woonplaats.

De specifieke woningbouwprojecten zijn in de volgende tabel weergegeven. De ontwikkeling Middelland betreft een transformatie van een bedrijventerrein naar woonwijk. De bedrijven (arbeidsplaatsen) in het gebied zijn verwijderd en vervangen door woningen.

			Percentage gereed			Aantal woningen	
Modelzone	**Ontwikkeling**	**Locatie**	**2018**	**2030**	**2040**	**2030**	**2040**
221	t Oude Landt	Woerden	0%	100%	100%	24	24
501	Campinaast	Woerden	0%	100%	100%	100	100
502	De Veste	Woerden	0%	100%	100%	4	4
503	Defensie-eiland	Woerden	0%	100%	100%	106	106
504	Den Oudsten	Woerden	0%	100%	100%	175	175
505	Hoge Rijndijk fase C en D	Woerden	0%	100%	100%	27	27
506	Jan Steenstraat vm WA school	Woerden	0%	100%	100%	33	33
507	Leidschestraatweg	Woerden	0%	100%	100%	8	8
508	Leidsestraatweg 229	Woerden	0%	100%	100%	12	12
509	Middelland-Noord 1	Woerden	0%	35%	68%	138	263
510	Middelland-Noord 2	Woerden	0%	35%	68%	138	263
511	Middelland-Noord 3	Woerden	0%	35%	68%	138	263
512	Middelland-Noord 4	Woerden	0%	35%	68%	138	263
513	Middelland-Noord 5	Woerden	0%	0%	0%	0	0
514	Middelland-Noord FNV	Woerden	0%	100%	100%	265	265
515	Oudelandseweg 44	Woerden	0%	100%	100%	20	20
516	Prinsenhof (Prinsenlaan)	Woerden	0%	100%	100%	23	23
517	Pius X	Woerden	0%	100%	100%	30	30
518	Pius X, vm school	Woerden	0%	100%	100%	8	8
519	Snellerpoort	Woerden	0%	100%	100%	770	770
520	Van Kempensingel	Woerden	0%	100%	100%	3	3
521	Vm Minkema	Woerden	0%	100%	100%	36	36
522	Waterrijk	Woerden	0%	100%	100%	77	77
523	Woerden Centraal (Campina)	Woerden	0%	100%	100%	102	102
352	Harmelen, Kinderdagverblijf	Harmelen	0%	100%	100%	6	6
524	Harmelen, Buitenhof	Harmelen	0%	100%	100%	100	100
525	Harmelen, Haanwijk	Harmelen	0%	100%	100%	90	90
526	Harmelen, Hof van Harmelen	Harmelen	0%	100%	100%	96	96
527	Harmelen, Mauritshof vm Notenbalk	Harmelen	0%	100%	100%	24	24
528	Harmelen, Vm Fontein	Harmelen	0%	100%	100%	25	25
529	Harmelen, Vm Raadhuis	Harmelen	0%	100%	100%	16	16
530	Harmelen, Vm Zwembad	Harmelen	0%	100%	100%	9	9
531	Kamerik NO2	Kamerik	0%	100%	100%	14	14
532	Kamerik NO3	Kamerik	0%	100%	100%	60	60
533	Kamerik, Vm scholenlocatie(s)	Kamerik	0%	100%	100%	25	25
534	Kanis-Miland (vm zorgcomplex)	Kamerik	0%	100%	100%	13	13
535	Zegveld, Zuidwest	Zegveld	0%	100%	100%	55	55
536	Zegveld, De Pionier	Zegveld	0%	100%	100%	19	19
537	Zegveld, Weidz (Hoofdweg-Milandweg)	Zegveld	0%	100%	100%	38	38

De gebiedsindeling voor de prognosejaren is aangepast ten opzichte van het basisjaar 2018. De ruimtelijke ontwikkelingen zijn grotendeels in nieuwe modelzones opgenomen, zodat het kalibratie-effect geen invloed heeft op de verkeersgeneratie van deze nieuwe ontwikkelingen. In totaal zijn hiertoe 38 zones toegevoegd.

Arbeidsplaatsen
Als basis voor de arbeidsplaatsen gelden de gemeentelijke opgave. De totale hoeveelheid arbeidsplaatsen binnen Woerden ligt daarmee lager dan de landelijk scenario's 2030H en 2040H. Voor het studiegebied is er zodoende voor gekozen de arbeidsplaatsen bij te schalen naar het niveau van 2030H en 2040H in het NRM West.

De arbeidsplaatsen in Woerden voor de scenario's 2030H en 2040H zijn gebaseerd op de arbeidsplaatsen in 2018, aangevuld met de ontwikkelingen op bedrijventerreinen en winkels. In tabel X zijn de arbeidsplaatsen voor 2030 en 2040 weergeven per woonkern een ter vergelijking de totalen van het NRM West 2030H en 2040H weergegeven.

Woonplaats	Detailhandel VGW	Industrie VGW	Overige VGW	Arbeidsplaatsen VGW		*Arbeidsplaatsen NRM*
Woerden	2.202	2.752	19.144	24.098		24.572
Kamerik	116	67	991	1.174		976
Zegveld	68	12	502	582		642
Harmelen	407	360	2.816	3.583		3.262
Totaal	2.793	3.191	23.453	29.437		29.452

Tabel 11: Arbeidsplaatsen Woerden 2030 per woonplaats.

Woonplaats	Detailhandel VGW	Industrie VGW	Overige VGW	Arbeidsplaatsen VGW		*Arbeidsplaatsen NRM*
Woerden	2.222	2.778	18.968	23.968		24.689
Kamerik	118	67	999	1.184		938
Zegveld	68	12	508	588		599
Harmelen	409	361	2.847	3.617		3.145
Totaal	2.817	3.218	23.322	29.357		29.371

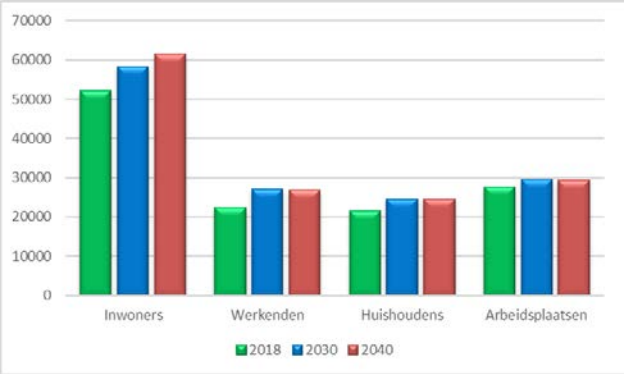
Tabel 12: Arbeidsplaatsen Woerden 2040 per woonplaats.

De specifieke ontwikkelingen op het gebied van arbeidsplaatsen zijn in de volgende tabel weergegeven. De ontwikkeling Middelland betreft een transformatie van een bedrijventerrein naar woonwijk. De bedrijven (arbeidsplaatsen) in het gebied zijn verwijderd.

			Percentage gereed			Aantal arbeidsplaaten	
Modelzone	**Ontwikkeling**	**Locatie**	**2018**	**2030**	**2040**	**2030**	**2040**
538	Voortuin A12_QBTEC	Woerden	0%	100%	100%	150	150
538	Voortuin A12_Hoogendoorn	Woerden	0%	100%	100%	0	0
538	Voortuin A12_Promatrix	Woerden	0%	100%	100%	60	60
538	Voortuin A12_Hans Severs	Woerden	0%	100%	100%	50	50
538	Voortuin A12_Elektro Internationaal	Woerden	0%	100%	100%	120	120
538	Voortuin A12_Vd Woude	Woerden	0%	100%	100%	30	30
398	Middelland-Noord 1	Woerden	0%	35%	68%	-113	-215
397	Middelland-Noord 2	Woerden	0%	35%	68%	-169	-322
395	Middelland-Noord 3	Woerden	0%	35%	68%	-126	-240
401	Middelland-Noord 4	Woerden	0%	35%	68%	0	0
403	Middelland-Noord 5	Woerden	0%	0%	0%	0	0
400	Middelland-Noord FNV	Woerden	0%	100%	100%	-213	-213

Vergelijking van de sociaaleconomische gegevens

In onderstaand histogram zijn de sociaaleconomische gegevens voor Woerden voor de verschillende scenario's vergeleken. Hieruit is op te maken dat ten opzichte van het basisjaar 2018 het aantal inwoners tot 2040 groeit, maar dat de groei na 2030 afvlakt. De groei tussen 2018 en 2030 en de afvlakking na 2030 is eveneens te zien bij de werkenden, huishoudens en arbeidsplaatsen. Ondanks de groei van het aantal inwoners tussen 2030 en 2040 neemt het aantal werkenden in Woerden af. Dit wordt veroorzaakt door demografische ontwikkelingen (vergrijzing). Het aantal arbeidsplaatsen in 2030 en 2040 is vrijwel gelijk. Tussen 2030 en 2040 zijn nodig weinig woninbouwplannen en uitbreidingen op bedrijventerreinen concreet. De bevolkingstoename tussen 2030 en 2040 is voornamelijk opgevangen in de bestaande woongebieden (verdichting). De sterkere groei van de beroepsbevolking ten opzichte van de arbeidsplaatsen in Woerden betekent tevens een verandering in de pendelstromen van en naar de gemeente.



5.2 Netwerken

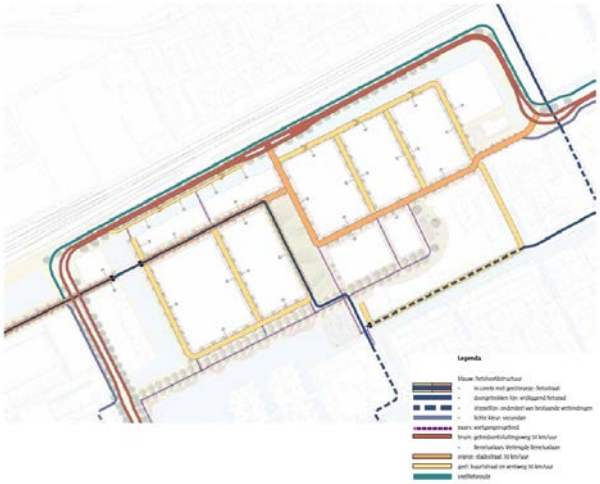
Het wegennetwerk voor 2030 en 2040 is opgebouwd op basis van het wegennetwerk 2018. Op basis van de door de gemeente Woerden aangeleverde informatie zijn wijzigingen in het wegennetwerk voor het auto- en vrachtautoverkeer aangebracht. Buiten het studiegebied zijn de infrastructurele wijzigingen overgenomen uit het NRM West.

In overleg met de gemeente Woerden zijn de infrastructurele ontwikkelingen meegenomen die zijn vastgelegd en waarvoor besluitvorming heeft plaatsgevonden en die daarmee planologisch verankerd zijn. Deze ontwikkelingen liggen vast in bijvoorbeeld een bestemmingsplan, een omgevingsvergunning of een verkeersbesluit. De netwerkaanpassingen hebben betrekking op de volgende aspecten:

- Aanleg van nieuwe wegen. Ook het afsluiten van bestaande wegen is een mogelijkheid.
- Uitbreiden of beperken wegcapaciteit. In het verlengde van de categorisering van het wegennet kunnen capaciteitsbeperkende of capaciteitsvergrotende maatregelen worden genomen.
- Aanpassen van snelheden en capaciteiten van wegen, bijvoorbeeld door de invoering van Duurzaam Veilig maatregelen. Het betreft vooral invoeren van de 30km/h- en 60 km/h-gebieden.
- Verhogen of beperken van de doorstroming op kruispunten. Door het aanpassen van kruisingen of de aansluiting op het hoofdwegennet kan de doorstroming sterk verbeterd worden. Ook kan er gekozen worden om de doorstroming juist te verminderen om de routekeuze te beïnvloeden.

Infrastructurele ontwikkelingen
Hierna is een lijst opgenomen met de infrastructurele ontwikkelingen in Woerden in voor beide toekomstscenario's zijn doorgevoerd:

- Herinrichting Jozef Israëllaan/Boerendijk als gebiedsontsluitingsweg met solitair tweerichtingsfietspad aan de oostzijde van de weg.
- Capaciteitsuitbreiding kruispunt Hollandbaan – Waardsebaan met dubbele opstelstrook voor rechtdoor gaand verkeer op de Hollandbaan.
- Omlegging van Steinhagenseweg als onderdeel van de gebiedsontwikkeling Snellerpoort.
- Afwaardering van de Molendijk en Korte Waarder in Nieuwerbrug.



Figuur 1: Wegenstructuur gebiedsontwikkleing Snellerpoort

De infrastructurele ontwikkelingen buiten Woerden zijn overgenomen van het NRM West. Voor het prognosenetwerk van het openbaar vervoer zijn geen wijzigingen voorzien in Woerden.

Momenteel (december 2019) spelen verschillende projecten waar nog geen definitieve besluitvorming over heeft plaatsgevonden (bijvoorbeeld Brug Woerden West). Deze zijn daarom niet meegenomen in het prognosejaar. Periodiek wordt het verkeersmodel geactualiseerd waarbij dergelijke grootschalige infrastructurele werken, waarover dan besluitvorming heeft plaatsgevonden, in die actualisatie verwerkt worden.

5.3 Beleidsinstellingen

De beleidsinstellingen en modelparameters zijn voor 2030 bijgesteld. Het betreft de ontwikkeling beroepsbevolking, het autobezit en wegingsfactoren voor afstand en tijd.

Weging afstand en tijd
In de toekomst verandert de waardering van afstand en tijd als gevolg van o.a. veranderende brandstofkosten, voertuigefficiency en besteedbaar inkomen. De relatieve weging van afstand en tijd is van belang voor de distributie (weerstandsbepaling) en toedeling (routebomen). De wegingsfactoren zijn aangepast op basis van de veranderingen naar de prognoses vanuit het NRM West 2018. In de onderstaande tabel zijn de wegingsfactoren voor afstand en tijd voor het basisjaar 2018 en de prognoses 2030 en 2040 gegeven. De reisafstand wordt voor het autoverkeer in de toekomst minder belangrijk ten opzichte van de reistijd als gevolg van dalende reiskosten. In de landelijke WLO-scenario's gaat het Planbureau voor de Leefbaarheid uit van dalende brandstofprijzen, waardoor autorijden goedkoper wordt. Dit resulteert in langere ritten in de toekomst.

Wegingsfactor	2018	2030	2040
Tijd	1	1	1
Afstand	0.524	0.38	0.31

Tabel 13: Ontwikkeling wegingsfactor.

De kostenindex voor trein is conform het NRM op 104 gezet, de kostenindex voor bus, tram en metro op 105. Dit geldt voor zowel het prognosejaar 2030 als 2040.

Autobezit, autobezetting en werkzame beroepsbevolking
De beroepsbevolking (aantal werkenden) en het autobezit van de zones in het VGW zijn per zone overgenomen van de corresponderende zone uit het NRM West 2018.

Het autobezit is gebaseerd op het NRM West 2018, scenario Hoog. Tussen 2018 en 2030 stijgt het autobezit met circa 9% in Woerden en tussen 2018 en 2040 met circa 12%. In de prognosemodellen is het autobezit met deze groeipercentages opgehoogd.

De verandering van de autobezetting per motief is voor de prognosejaren overgenomen uit het NRM West 2018. Gemiddeld neemt de autobezetting tot 2030 af met 1,7% en tot 2040 met 3,3%.

De werkzame beroepsbevolking (percentage werkenden) is overgenomen uit het NRM West 2018. Per zone in de gemeente Woerden zijn de waarden van de beroepsbevolking overgenomen van de corresponderende NRM-zone. De werkzame beroepsbevolking neemt tot 2030 toe met 22%, waarna deze afneemt tot 2040 naar een groei van 20% ten opzichte van het basisjaar 2018.

5.4 Resultaten prognoses 2030 en 2040

Geheel conform dezelfde methodiek van het basismodel 2018 zijn voor 2030 en 2040 de herkomst- en bestemmingsmatrices opgesteld en de wegvakbelastingen bepaald voor de ochtendspits, avondspits, restdagperiode en etmaalperiode. Voor de prognosesituaties kan logischerwijs geen kalibratie op telcijfers worden uitgevoerd. De rekenkundige toekomstmatrices zijn gecorrigeerd met de in de huidige situatie gebruikte kalibratiecorrectiefactoren. Deze correctiefactoren passen de verplaatsingen per herkomst- en bestemmingsrelatie aan op basis van de correctie die is toegepast in het kalibratieproces van het basisjaar. De ruimtelijke ontwikkelingen in Woerden zijn opgenomen in nieuwe modelzones, zodat de kalibratiecorrectie geen invloed heeft op de verkeersproductie en -attractie van deze ontwikkelingen.