



Tauw

**Luchtkwaliteitsonderzoek
Spoorwegonderdoorgang N226
Maarsbergen**

15 april 2020



Verantwoording

Titel	Luchtkwaliteitsonderzoek Spoorwegonderdoorgang N226 Maarsbergen
Opdrachtgever	Provincie Utrecht
Projectleider	Berend Hoekstra
Auteur(s)	Luc Verhees
Tweede lezer	Berend Hoekstra
Projectnummer	1270221
Aantal pagina's	24
Datum	15 april 2020
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
T +31 57 06 99 91 1
E info.deventer@tauw.com



Inhoud

1	Inleiding	4
2	Beschrijving referentie en plansituatie.....	5
2.1	Aanleiding	5
2.2	Huidige situatie.....	5
2.3	Nieuwe situatie.....	6
3	Onderzoeksaanpak	7
3.1	Rekenmodel	7
3.2	Zichtjaar	8
3.3	Toetspunten	8
3.4	Relatie tussen modelberekeningen en metingen	9
4	Wettelijk kader en beleidskaders.....	10
5	Uitgangspunten en invoergegevens voor de modelberekeningen	12
5.1	Aanlegfase	12
5.2	Gebruiksfase	13
5.2.1	Verkeersmodel	13
5.2.2	Wegeigenschappen	14
5.2.3	Parkeerplaatsen	15
6	Resultaten	16
7	Conclusies	21
8	Vergelijking met metingen	22

Bijlage 1 Contourplots berekende concentratieniveaus

Bijlage 2 Kaarten wegkenmerken

Bijlage 3 Inzet materieel aanlegfase

Bijlage 4 Beantwoording reacties omgeving op concept rapport

Bijlage 5 Notitie verkeerscijfers (Sweco)

1 Inleiding

De provincie Utrecht, ProRail en de gemeente Utrechtse Heuvelrug werken samen aan het ongelijkvloers maken van de N226 met het spoor in Maarsbergen. Aanleiding voor de aanleg van de spoorwegonderdoorgang is de frequentieverhoging van het treinverkeer waardoor enerzijds de veiligheid op de spoorkruising dreigt af te nemen en anderzijds de doorstroming van het verkeer op de N226 verslechterd.

Onderzoek naar de gevolgen voor de luchtkwaliteit is één van de onderzoeken die uitgevoerd moet worden ten behoeve van de onderbouwing van de planologisch-juridische besluitvorming. Het planologisch-juridische besluit wordt door de provincie Utrecht genomen. De provincie heeft hier de regie over, maar de voorbereiding hiervan wordt uitgevoerd in een intensieve samenwerking met ProRail en de gemeente Utrechtse Heuvelrug.

De provincie Utrecht heeft ingenieursbureau Tauw gevraagd een onderzoek uit te voeren naar de effecten van het ongelijkvloers maken van de N226 met het spoor op de concentratieniveaus van de luchtverontreinigende stoffen NO₂ (stikstofdioxide) en fijnstof (PM₁₀ en PM_{2,5}).¹ Door het ongelijkvloers maken van de N226 met het spoor is er sprake van nieuwe infrastructuur en veranderen rijroutes, verkeersaantallen en de doorstroming van het verkeer. Dit heeft een effect op de lokale luchtkwaliteit. Het project heeft geen effect op het railverkeer. Het effect van railverkeer op de lokale luchtkwaliteit maakt dan ook geen deel uit van dit onderzoek.

Een eerste versie van het voorliggend rapport verscheen in oktober 2019. Op 20 november 2019 zijn de resultaten in een participatiebijeenkomst gepresenteerd aan omwonenden. Vragen van omwonenden inclusief de beantwoording van de vragen zijn gebundeld opgenomen in bijlage 4 bij deze rapportage. In maart 2020 kwamen geactualiseerde en verbeterde verkeersprognoses beschikbaar op basis waarvan het luchtkwaliteitsonderzoek is geactualiseerd.

De concentratieniveaus worden berekend met het door de Rijksoverheid goedgekeurde rekenmodel Geomilieu-STACKS+. De berekende totale concentraties worden als contourplots en tabellen gepresenteerd en worden getoetst aan de Wettelijke grenswaarden (luchtkwaliteitseisen). Naast het toetsen aan de Nederlandse grenswaarden, worden de resultaten beoordeeld aan de hand van strengere advieswaarden van World Health Organisation (WHO), welke als streefnormen worden genoemd in de Samenwerkingsagenda en uitwerkingsagenda Gezonde Lucht van de provincie Utrecht. De uitkomsten van het rekenmodel zijn vergeleken met NO₂ en PM₁₀ metingen die in de periode 30 april 2018 tot 13 mei 2019 door Tauw zijn uitgevoerd aan de Engweg 9a.

¹ Fijnstof met een diameter tot 10 micrometer (PM₁₀) en tot 2.5 micrometer (PM_{2,5})

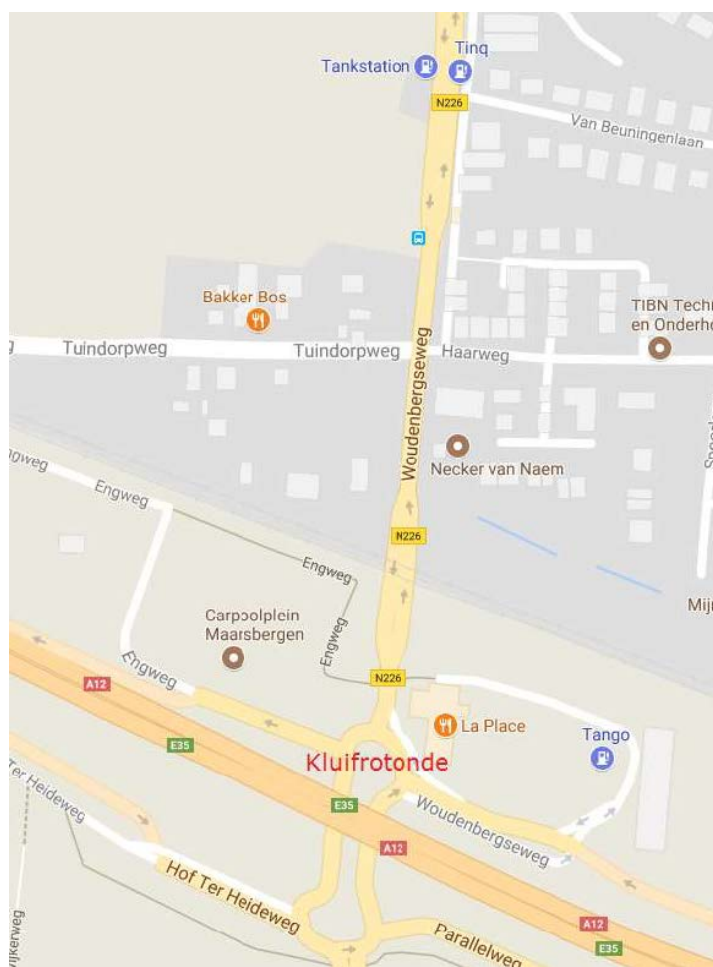
2 Beschrijving referentie en plansituatie

2.1 Aanleiding

Tussen de regio, waaronder de provincie Utrecht, de gemeente Utrechtse Heuvelrug en het toenmalige ministerie van Verkeer en Waterstaat, is in december 2005 een overeenkomst gesloten om te komen tot een drietal ongelijkvloerse spoorkruisingen. Eén van die drie ongelijkvloerse spoorkruisingen is de spoorkruising in de provinciale weg N226 bij Maarsbergen. Directe aanleiding hiervoor is de frequentieverhoging van het treinverkeer waardoor de veiligheid op de spoorkruising dreigt af te nemen. Daarnaast heeft deze frequentieverhoging ook negatieve gevolgen voor de doorstroming van het verkeer op de N226.

2.2 Huidige situatie

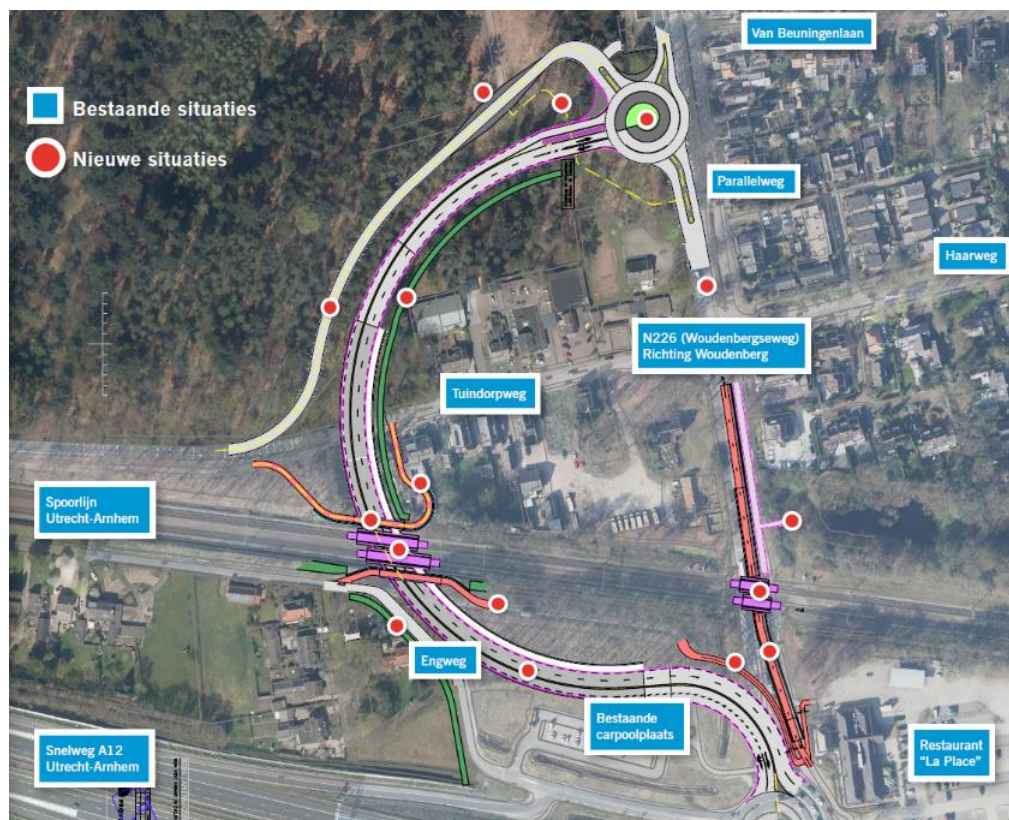
Komende vanuit het zuiden vanaf de kluifrotonde bij de A12, kruist de Woudenbergseweg (N226) in de huidige situatie het spoor gelijkvloers en kruist vervolgens de Tuindorpsweg/Haarweg in Maarsbergen.



Figuur 2.1 Huidige situatie kruising N226 – spoor in Maarsbergen

2.3 Nieuwe situatie

Provinciale staten hebben op 13 maart 2017 besloten de ongelijkvloerse kruising vorm te geven als Westvariant met een voor snelverkeer gesloten Tuindorppweg. Hiermee wordt de N226 tussen de kluirotonde (aansluiting A12) en de noordelijke rotonde ten zuiden van het brandstofverkoopspunt in westelijke richting (en onder het spoor door) verlegd. De Tuindorppweg wordt hierbij geknipt. Maarsbergen wordt met de bestaande N226 aangesloten op de nieuwe noordelijke rotonde. Verkeer uit Maarn kan Maarsbergen bereiken via een nieuwe weg die parallel aan de verlegde N226 loopt en ook aansluit op de nieuwe noordelijke rotonde. De A12 kan vervolgens via de verlegde N226 bereikt worden. Daarnaast wordt de Engweg plaatselijk omgelegd om de tunnel mogelijk te maken. Voor de fietsers wordt een nieuwe fietstunnel gerealiseerd ter plaatse van de bestaande kruising N226/spoor. Ook wordt een fietspad met viaduct aangelegd om de doorgaande fietsstructuur langs de Tuindorppweg te handhaven. En als laatste wordt voor de ontsluiting van de Engweg ten behoeve van fietsers en voetgangers een fietsviaduct met fietspaden aangelegd. Figuur 2.2 toont de beoogde situatie. Voor de realisatie van de tunnelbak is amovering van de woningen Tuindorppweg 5c en 5d en aanpassing van woning Tuindorppweg 5b noodzakelijk. Meer informatie over het project is te vinden op: <https://www.provincie-utrecht.nl/maarsbergen/>



Figuur 2.2 Plattegrond nieuwe situatie (westvariant)²

² Bron: https://www.provincie-utrecht.nl/publish/pages/322490/pu17-22521_plattegrond_situatie01.pdf

3 Onderzoeksaanpak

3.1 Rekenmodel

De berekeningen zijn uitgevoerd met de STACKS+ module voor luchtkwaliteitsberekeningen van het softwarepakket Geomilieu, versie 5.10. Geomilieu (en daarmee de STACKS+ module) is door het ministerie van I&W goedgekeurd voor berekeningen conform standaardrekenmethode 1 (wegen binnen de bebouwde kom), standaardrekenmethode 2 (snelwegen en wegen in open gebied) en standaardrekenmethode 3 (punt- en oppervlaktebronnen) uit de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit 2007 (Rbl 2007). De STACKS+ module in Geomilieu is een fysisch / chemisch rekenmodel dat de verspreiding van rookgassen en uitlaatgassen (emissies) berekent op basis van onder andere de meteorologie. Het model berekent de immissies (de concentratieniveaus) in de omgeving op leefniveau; 1,5 meter boven maaiveld. In Geomilieu zijn steeds de meest recente emissiefactoren voor het wegverkeer en de meeste recente achtergrondconcentraties (ook wel Grootchalige Concentratiekaarten Nederland; GCN) opgenomen. De achtergrondconcentraties worden gegeven als jaargemiddelde concentraties (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en gemiddeld over een kilometerblok³. Zowel de emissiefactoren voor wegverkeer als de GCN worden jaarlijks geactualiseerd en op 15 maart vrijgegeven door het ministerie van I&W.

De onzekerheid in de uitkomsten van lokale verspreidingsberekeningen (de bronbijdrage van lokale bronnen aan de concentratieniveaus) bedraagt ongeveer 25 %. Voor de grootschalige achtergrondconcentraties welke door het RIVM worden opgesteld wordt uitgegaan van een onzekerheid⁴ van 15 % voor NO_2 , PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$. Opgemerkt moet worden dat de relatieve hoge onzekerheid in luchtkwaliteitsberekeningen nauwelijks een rol speelt bij het onderling vergelijken van scenario's; de absolute waarden mogen dan een hoge onzekerheid hebben, indien scenario A lagere concentraties laat zien dan scenario B dan mag men er van uitgaan dat dit relatieve verschil betrouwbaar is.

Met het effect van een verdiepte en verhoogde wegligging houdt het rekenmodel Geomilieu-STACKS+ rekening. Bij een verhoogde ligging is er sprake van meer verwaaing en verdunning, waardoor er een lagere bijdrage aan de concentraties wordt berekend op korte afstand van de weg. Bij een verdiepte wegligging is er juist sprake van een iets verhoogde bijdrage aan de concentraties op korte afstand van de weg. Ook met de aanwezigheid van schermen houdt het model rekening. Een geluidsscherm zorgt ervoor dat de aanstroming wordt opgetild tot boven het scherm. Achter het scherm ontstaat daardoor extra turbulentie en dus een sterkere verdunning. De verkeersemmissies moeten over het scherm heen en zullen achter het scherm weer tot grondniveau dalen. Dit werkt dus positief op de verdunning. Als invloedgebied van een scherm op de concentraties kan maximaal 100 maal de schermhoogte worden aangehouden. In een complexe bebouwde omgeving wordt de onzekerheid van de uitkomsten van de lokale verspreidingsberekeningen groter. Het rekenmodel houdt globaal rekening met de invloed van bebouwing, vegetatie, schermen en andere obstakels.

³ Zie <https://geodata.rivm.nl/gcn/>

⁴ Zie: <https://www.rivm.nl/gcn-gdn-kaarten/onzekerheden>

Geomilieu-STACKS+ is een zogenaamd 'uur voor uur model'. Het berekent de verspreiding van rookgassen / emissies van uur tot uur door voor een periode van of één jaar (voor een historisch jaar) of voor een periode van 10 jaar (voor toekomstige jaren; 1995 t/m 2004 conform de Rbl 2007). Geomilieu-STACKS+ bevat een grote meteorologische database met uurlijkse meteorologische gegevens van diverse meteo-stations. Het rekenmodel houdt dus rekening met de meteorologische condities. Zo is bijvoorbeeld de jaargemiddelde bijdrage van bronnen aan de concentratieniveaus vanwege de in Nederland overheersende zuidwesten windrichting ten noordoosten van een bron altijd hoger dan ten zuidwesten van deze bron.

De input voor het rekenmodel wordt gevormd door de emissiebronnen (in dit project het wegverkeer) met hun bijbehorende kenmerken zoals aantallen, type en wegkenmerken. Hoofdstuk 4 beschrijft de uitgangspunten van het verkeersmodel en weggegevens die gebruikt zijn als invoer in het rekenmodel. Op basis van de in het model ingevoerde bronnen, de meteorologie en de omgevingsfactoren berekent het model vervolgens uur-, dag- en jaargemiddelde concentraties (immissies) op geselecteerde toets-/rekenpunten op leefniveau voor NO₂, PM₁₀, en PM_{2,5}. De resultaten worden gegeven in hoofdstuk 6.

Voor snelwegen wordt voor dubbeltelling gecorrigeerd met de in Geomilieu standaard aanwezige rekenoptie 'snelwegdubbeltellingscorrectie'. Dit is nodig omdat we voor dit project de A12 modelleren (tot 3 km buiten het modelgebied, conform de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit) en de concentratiebijdrage van snelwegen ook in de achtergrondconcentratiekaarten is opgenomen.

3.2 Zichtjaar

In het verkeersmodel van Sweco, dat is gebruikt als basis voor dit onderzoek, zijn voor de jaren 2020, 2026, 2030 en 2036 verkeersintensiteiten gegeven voor zowel de referentie- als plansituatie. De notitie "*Verkeerscijfers voor milieuonderzoeken ondertunneling spoor Maarsbergen (actualisatie)*, referentienummer: SWNL0258139, Sweco, 12 maart 2020" is als bijlage 5 bij deze rapportage gevoegd.

Als zichtjaar voor de luchtkwaliteitsberekeningen is het jaar 2026 aangehouden (voor referentie- als plansituatie). 2026 is het eerste jaar na de beoogde realisatie van het project waarvoor het verkeersmodel beschikbaar is. Daarbij is het projecteffect in 2026 groter dan in 2030 (en daarmee maatgevend) aangezien er richting 2030 sprake is van een aanzienlijke daling in de emissies van wegverkeer, welke zwaarder weegt dan de relatief beperkte toename in verkeersintensiteiten (zie ook pagina 17).

3.3 Toetspunten

Toetspunten of receptoren zijn de rekenpunten waarop Geomilieu de concentratieniveaus berekend. De volgende toetspunten zijn in het model opgenomen:

- Toetspunten als grid over het modelgebied. De onderlinge tussenafstand in zowel X- als Y-richting bedraagt 100 meter
- Toetspunten op 10 meter afstand van de rand van de wegverharding van de in het verkeersmodel opgenomen wegen; dit conform de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit.

Op deze punten dient te worden voldaan aan de grenswaarden voor luchtkwaliteit (zie hoofdstuk 4 en tabel 4.1). De tussenafstand tussen de punten bedraagt 20 m. Tevens zijn toetspunten geplaatst op 25 meter afstand van de rand van de weg met een tussenafstand van 40 m

- Toetspunten op de woningen (uit de BAG (BasisAdministratie Gebouwen; verblijfsobjecten))
- In totaal geeft dit 1.440 toetspunten in het modelgebied. Op basis van al deze toetspunten worden contourkaarten van de concentratieniveaus verkregen met een hoog ruimtelijk detailniveau.

3.4 Relatie tussen modelberekeningen en metingen

Geomilieu-STACKS+ is een rekenmodel dat is opgesteld op basis van vele meetcampagnes die in het verleden hebben plaatsgevonden en waarbij bronemissies en concentraties op leefniveau (immissies) zijn gemeten. Op basis van deze metingen is het model opgesteld, gekalibreerd en gevalideerd.

In Geomilieu zijn steeds de meest recente emissiefactoren voor het wegverkeer en de meeste recente achtergrondconcentraties opgenomen. Zowel de emissiefactoren als de GCN worden jaarlijks door het RIVM geactualiseerd en op 15 maart vrijgegeven door het ministerie van I&W. De emissiefactoren voor het wegverkeer worden jaarlijks door TNO geactualiseerd op basis van zowel emissiemetingen in het laboratorium als op de weg in praktijkomstandigheden. De achtergrondconcentratiekaarten zijn gebaseerd op een combinatie van modelberekeningen en metingen met het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit en zijn bedoeld voor het geven van een grootschalig beeld van de luchtkwaliteit in Nederland zowel voor jaren in het verleden als in de toekomst. Er is dus sprake van een getrapt systeem; metingen vormen de basis waarop rekenmodellen gebaseerd zijn. Aangezien er niet overal gemeten kan worden, alsmede voor het inschatten van concentratieniveaus in toekomstige situaties, wordt vervolgens gebruik gemaakt van een rekenmodel.

De modelresultaten van de referentiesituatie zijn vergeleken met metingen die in de periode 30 april 2018 tot 13 mei 2019 door Tauw zijn uitgevoerd aan de Engweg 9a. Zie hoofdstuk 8.

4 Wettelijk kader en beleidskaders

De belangrijkste regels over de luchtkwaliteit staan in hoofdstuk 5 (titel 5.2) van de Wet milieubeheer (Wm). Specifieke onderdelen van de wet zijn uitgewerkt in besluiten (AMvB's) en ministeriële regelingen. De kern van titel 5.2 Wm bestaat uit luchtkwaliteitsnormen, gebaseerd op de Europese richtlijnen, zie tabel 4.1.

Momenteel wordt vrijwel overal in Nederland aan de grenswaarden uit de Wm voldaan. Bij concentratieniveaus onder de grenswaarden is er echter nog steeds een negatief effect op de gezondheid ten gevolge van luchtverontreiniging. Daarnaast heeft een betere luchtkwaliteit economische waarde: gezondere werknemers, vermindering ziektekosten, aantrekkingskracht voor investeerders en nieuwe banen in de duurzaamheidseconomie. Provinciale Staten (PS) hebben op 5 februari 2018 de Samenwerkingsagenda Gezonde Lucht aangenomen. PS streeft er naar (streefnorm) om uiterlijk in 2030 in de hele provincie Utrecht te voldoen aan de streefwaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO). De Europese grenswaarden en advieswaarden van de WHO worden gegeven in tabel 4.1. De berekende concentratieniveaus in voorliggend onderzoek worden getoetst aan zowel de Europese grenswaarden als aan de advieswaarden van de WHO.

Tabel 4.1 Overzicht van grens- en advieswaarden van de in deze studie beschouwde stoffen

Stof	Type norm	Grenswaarde in Nederland en EU	Advieswaarde WHO
NO ₂	Jaargemiddelde concentratie	40 µg/m ³	-
	Uurgemiddelde concentratie ⁵	200 µg/m ³	-
		Mag max.18 keer per jaar worden overschreden	
PM ₁₀	Jaargemiddelde concentratie	40 µg/m ³	20 µg/m ³
	Etmaalgemiddelde concentratie	50 µg/m ³	-
		Mag max.35 keer per jaar worden overschreden	
PM _{2.5}	Jaargemiddelde concentratie	25 µg/m ³	10 µg/m ³
Roet (EC)	Jaargemiddelde concentratie	-	-

Het toepasbaarheidsbeginsel (artikel 5.19 lid 2 van de Wet milieubeheer) geeft aan waar de luchtkwaliteit niet beoordeeld hoeft te worden, namelijk:

- Op locaties die zich bevinden in gebieden die niet publiekelijk toegankelijk zijn en waar geen vaste bewoning is
- Op terreinen waarop een of meer inrichtingen zijn gelegen, waar bepalingen betreffende gezondheid en veiligheid op arbeidsplaatsen van toepassing zijn
- Op de rijbaan van wegen en de middenberm van wegen, tenzij voetgangers normaliter toegang tot de middenberm hebben

⁵ De grenswaarde voor de uurgemiddelde concentratie NO₂ wordt pas overschreden bij jaargemiddelde concentraties vanaf ongeveer 80 µg/m³. Dergelijk hoge concentraties doen zich in Nederland nergens voor, ook niet langs het hoofdwegennet. In de praktijk wordt daarom nooit aan de uurnorm voor NO₂ getoetst



De Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 (Rbl) bevat voorschriften voor onder meer het berekenen van de concentratie luchtverontreinigende stoffen.

In de Rbl staat onder andere dat voor het berekenen van concentraties langs wegen geldt dat een toetslocatie representatief moet zijn voor een weglengte van 100 meter en dat concentraties op een afstand van maximaal 10 meter van de wegrand worden bepaald.

In artikel 22 en 65 van de Rbl wordt beschreven dat de luchtkwaliteit berekend moet worden op een locatie waar de bevolking kan worden blootgesteld gedurende een periode die in vergelijking met de middelingstijd van de betreffende luchtkwaliteitseis significant is. Dit betekent dat in het kader van de luchtkwaliteit langs wegen een middelingsduur van één jaar voor NO_2 en een middelingsduur van 24 uur voor PM_{10} relevant is. Locaties waar de blootstellingsduur veel korter is dan deze middelingsduur zijn geen relevante toetslocaties. De eisen met betrekking tot de significante blootstellingsduur worden ook wel het 'blootstellingscriterium' genoemd.

5 Uitgangspunten en invoergegevens voor de modelberekeningen

5.1 Aanlegfase

Tijdens de aanlegfase komen emissies vrij ten gevolge van de inzet van diesel-, benzine of LPG aangedreven (mobiele) werktuigen en ten gevolge van de inzet van vrachtwagens voor de aan- en afvoer van grond/zand en materieel. Door de provincie Utrecht en ProRail is een uitgebreid overzicht aangeleverd van de inzet per jaar van (mobiele) werktuigen en vrachtwagens, met bijbehorend vermogen en de inzet van het materiaal in uren. Deze informatie is tevens gebruikt in het stikstofdepositie-onderzoek voor de aanlegfase, uitgevoerd door Movares. Het overzicht is opgenomen in bijlage 3.

De totale NO_x-emissie die vrijkomt in de aanlegfase bedraagt 1.133 kg NO_x. Voor de jaren 2023, 2024 en 2025 wordt de hoogste NO_x-emissie berekend, steeds circa 320 kg NO_x/jaar.

De totale PM₁₀-emissie die vrijkomt in de aanlegfase bedraagt 23,4 kg NO_x. Voor het jaar 2024 wordt de hoogste PM₁₀-emissie berekend; 11,3 kg PM₁₀/jaar.

De emissiefactoren voor werktuigen en vrachtwagens zijn afkomstig uit de TNO rapportage TNO-034-UT-2009-01782_RPT-ML van Hulskotte en Verbeek, 2009. Deze bedragen:

Voor STAGE IIIB-werktuigen	3,3 g NO _x /kWh en 0,025 g PM ₁₀ /kWh
Voor STAGE IV-werktuigen	0,4 g NO _x /kWh en 0,025 g PM ₁₀ /kWh
Voor EURO V-vrachtwagens	2,0 g NO _x /kWh en 0,025 g PM ₁₀ /kWh
Voor EURO VI-vrachtwagens	0,4 g NO _x /kWh en 0,01 g PM ₁₀ /kWh

Om een beeld te geven van de hoeveelheid emissies die vrijkomen bij de aanlegfase worden deze vergeleken met de emissies die vrijkomen ten gevolge van het verkeer op de A12. Op de A12 rijden op een gemiddelde dag zo'n 90.000 personenauto's en ruim 6.000 vrachtwagens. Over een traject van 1 km emitteren deze voertuigen (zichtjaar 2025) per dag 30,2 kg NO_x en 2,2 kg PM₁₀⁶. Tijdens de gehele aanlegfase wordt dus een gelijke hoeveelheid NO_x geëmitteerd als over een traject van 37 km op de A12 gedurende één dag, en een gelijke hoeveelheid PM₁₀ als over een traject van 11 km op de A12 gedurende één dag.

De emissies van de werkzaamheden in de aanlegfase vinden echter aanzienlijk dicht bij de bebouwing plaats dan de emissies op de snelweg. Met het rekenmodel Geomilieu-STACKS+ is daarom ook de bijdrage van de aanlegfase aan de concentratieniveaus berekend. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- De concentratiebijdrages zijn berekend met de hoogste emissies die gedurende de aanlegfase in een jaar plaatsvinden: 330 kg NO_x en 11,3 kg PM₁₀
- De werkzaamheden vinden plaats op werkdagen tussen 7 uur 's ochtends en 4 uur 's middags

De resultaten worden gegeven in hoofdstuk 6.

⁶ Bron: www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/vraag-en-antwoord/hoe-kan-ik-luchtvervuiling-berekenen

5.2 Gebruiksfase

5.2.1 Verkeersmodel

Belangrijke input voor het luchtkwaliteitsonderzoek is het verkeersmodel behorende bij het verkeersonderzoek van Sweco⁷. Het verkeersmodel is aangeleverd als GIS-bestanden (shapefiles) waarin de volgende informatie is opgenomen:

- Ligging van de wegen
- Weekdag intensiteiten van personenauto's, middelzwaar vrachtverkeer, zwaar vrachtvrachtverkeer en bussen voor de dag-, avond- en nachtperiode voor meerdere zichtjaren
- Stagnatiepercentage per wegdeel

De Kluifrotonde (dubbele rotonde) zoals opgenomen in het verkeersmodel komt qua ligging niet overeen met de werkelijke ligging. Aangezien bebouwing hier op grotere afstand ligt is de exacte wegligging hier niet van belang. Daarbij geeft het verkeersmodel geen informatie over de verkeersintensiteiten langs beide kanten van de dubbele rotonde aangezien deze veralgemeniseerd is tot één lijn. Wanneer de exacte ligging ingetekend zou worden zouden dus aannames over de verkeersintensiteiten moeten worden genomen. De geometrie van de Kluifrotonde zoals opgenomen in het verkeersmodel is daarom niet aangepast.

Stagnatie

Stagnatie is in het verkeersmodel van Sweco opgenomen. Ten gevolge van de spoorwegonderdoorgang zal de stagnatie op de N226 en de stagnatie op de afrit van de A12 (richting Arnhem) naar de N226 sterk afnemen. In bijlage 2 zijn thematische kaarten opgenomen van de stagnatie in de referentie- en plansituatie. Het stagnatiepercentage wordt gedefinieerd zoals gegeven in tabel 5.2.

Tabel 5.1 Bepaling van het percentage stagnerend verkeer (Bron: CAR handreiking)

Omschrijving situatie ⁹	% stagnerend verkeer
Geen stagnatie	0%
Stagnatie gedurende een klein deel van de ochtend- of avondspits (minder dan 1 uur)	7%
Stagnatie gedurende een klein deel van de ochtend- en avondspits (minder dan 2x 1 uur)	15%
Stagnatie gedurende een groot deel van de ochtend- of avondspits (bijna 2 uur)	15%
Stagnatie gedurende de gehele ochtend- of avondspits (meer dan 2 uur)	20%
Stagnatie gedurende een groot deel van de ochtend- en avondspits (bijna 2x 2 uur)	30%
Stagnatie gedurende de gehele ochtend- en avondspits (meer dan 2x 2 uur)	40%

⁷ Verkeerscijfers voor milieuonderzoeken ondertunneling spoor Maarsbergen (actualisatie), referentienummer: SWNL0258139, Sweco, 12 maart 2020

5.2.2 Wegeigenschappen

Bijlage 2 bevat een aantal thematische kaarten waarop de ligging van de gemodelleerde wegen wordt getoond, de verkeersintensiteiten, rijsnelheid, stagnatie en de weghoogte/-diepte. Dit voor zowel de referentie- als de plansituatie. Hieronder worden de uitgangspunten van deze verschillende parameters – die allen effect hebben op de berekende concentratieniveaus – verder besproken.

Rijsnelheid

Voor snelwegen en wegen buiten de bebouwde kom moet in het rekenmodel de maximale snelheid worden ingevoerd. Voor de A12 bij Maarsbergen is dit 130 km/uur.

Voor buitenwegen en wegen binnen de bebouwde kom dient de gemiddelde rijsnelheid te worden aangehouden. Een gemiddelde rijsnelheid van 22 km/uur wordt standaard aangehouden voor 'normaal stadsverkeer' en 37 km/uur voor 'doorstromend stadsverkeer'. Ook voor de onderdoorgang is uit gegaan van verkeer dat zich gedraagt als verkeer binnen de bebouwde kom. De emissies van wegverkeer zijn daarmee hoger dan bij een snelheid van 60 km/uur. Er is dus 'worstcase' gerekend.

Schermen

Informatie over de ligging en hoogte van schermen langs de snelweg is overgenomen uit het NSL. Naast de snelweg langs de Engweg bevindt zich een scherm. Volgens het NSL is dit scherm 3,84 meter hoog. Het talud van de spoorweg langs de Tuindorpweg heeft een vergelijkbaar effect op de verspreiding van de uitlaatgassen als een scherm. In het model is dit talud ingevoerd als een scherm met een hoogte van 1,5 meter.

Wegtype

Wegen met min of meer aangesloten bebouwing waarbij de afstand van de straatas tot de bebouwing die kleiner is dan driemaal de hoogte van het gebouw⁸ worden ook wel 'street canyons' genoemd. De concentraties in een street canyon kunnen als gevolg van opsluiting en recirculatie van vrijgekomen verkeersemissies oplopen. De in dit project gemodelleerde wegen voldoen echter niet aan criterium en zijn daarom gemodelleerd als wegtype 'normaal'. Langs een weg als de Haarweg liggen weliswaar woningen maar deze zijn op relatief grote afstand van de weg gelegen en bovendien is er geen sprake van aaneengesloten bebouwing. De snelwegen zijn ingevoerd met wegtype 'snelweg' waarvoor andere emissiefactoren gelden dan voor wegen met wegtype 'normaal' die binnen de bebouwde kom liggen of waarvan de maximum rijsnelheid < 80 km/uur bedraagt.

Hoogte- /diepteligging wegen ten opzichte van maaiveld

De hoogte- /diepteligging van het wegdek ten opzichte van maaiveld is bepaald op basis van het AHN (Algemeen Hoogtebestand Nederland). Dit speelt alleen bij de snelweg en bij de nieuw aan te leggen spoorwegonderdoorgang.

⁸ Bron: meet- en rekenvoorschrift bevoegdheden luchtkwaliteit



Daar waar de A12 de N226 kruist, is de hoogte van de A12 boven maaiveld het hoogst, namelijk 6 meter. De diepteligging van de nieuwe onderdoorgang is afgeleid uit bouwtekeningen. De maximale diepte bedraagt 5 meter onder maaiveld.

5.2.3 Parkeerplaatsen

Verkeersbewegingen van, naar en op de grote parkeerplaats bij het Hotel Maarsbergen en restaurant La Place, alsmede de verkeersbewegingen van, naar en op het carpoolplein Maarsbergen zijn niet opgenomen in het verkeersmodel. Op basis van luchtfoto's is het aantal parkeerplaatsen vastgesteld. Deze bedragen 178 voor personenauto's en 3 voor bussen op de parkeerplaats bij het Hotel Maarsbergen en restaurant La Place en 46 voor personenauto's op het carpoolplein.

Op basis van diverse luchtfoto's is voor beide parkeerplaatsen een bezettingsgraad bepaald van 40 %. Voor de parkeerplaats bij het Hotel Maarsbergen en restaurant La Place wordt aangenomen dat dagelijks twee verschillende auto's op één parkeerplaats staan. Voor het carpoolplein wordt aangenomen dat er per dag steeds maar één auto op een parkeerplaats staat. Tabel 5.2 geeft de cijfers die leiden tot het aantal verkeersbewegingen. Deze zijn in het model opgenomen en gemodelleerd als personenauto's met een lage rijsnelheid (vergelijkbaar met rijden in een file), waardoor relatief hoge emissies gemodelleerd worden. Het aantal verkeersbewegingen is voor zowel de referentie- als de plansituatie aangehouden.

Tabel 5.2 Berekening aantal verkeersbewegingen op de parkeerplaatsen

	Aantal plaatsen	Bezettings- graad	Auto's / etmaal / plaats	Aantal verkeers- bewegingen / etmaal
Parkeerplaats Hotel en La Place	180	40%	2	288
Carpoolplein	46	40%	1	37

6 Resultaten

Figuren 6.1 t/m 6.3 tonen respectievelijk de jaargemiddelde NO_2 , PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$ concentratie voor de plansituatie. De overige contourplots, met uitzondering van de verschilplots tussen plan- en referentiesituatie, zijn opgenomen in bijlage 1. Tabel 6.1 toont voor een aantal adressen die dicht bij de projectlocatie liggen, de concentratieniveaus in de plan- en de referentiesituatie.

In figuur 6.1 en 6.2 is te zien dat voor NO_2 en PM_{10} de jaargemiddelde grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nergens overschreden wordt. Figuur 6.3 laat zien dat de voor $\text{PM}_{2,5}$ de jaargemiddelde grenswaarde van $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nergens overschreden wordt. Ook de WHO advieswaarden voor PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$ (zie tabel 4.1) worden nergens in het plangebied overschreden. De NO_2 achtergrondconcentratie ligt in het modelgebied op 8,7 tot $9,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De bijdrage aan de concentratie van de gemodelleerde lokale wegen en de A12 loopt op tot maximaal $10 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ – dus ongeveer het dubbele van de achtergrondconcentraties – vlak langs de A12. Voor $\text{PM}_{2,5}$ en vooral PM_{10} is de bijdrage van de gemodelleerde lokale wegen en de A12 veel kleiner aangezien de concentratieniveaus voor fijnstof vooral bepaald worden door de grootschalige achtergrondconcentraties (gemiddeld $15,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM_{10} en $8,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor $\text{PM}_{2,5}$). Fijnstof ligt als ‘een deken’ over Nederland en wordt slechts voor een klein deel bepaald door lokale bronnen.

Figuren 6.4 t/m 6.6 laten het verschil in jaargemiddelde concentratie zien tussen de plan- en de referentiesituatie. Langs de N226 / Woudenbergseweg, waar in de plansituatie het verkeer wegvalt dat nu via de nieuwe spoorwegonderdoorgang wordt geleid, verbetert de luchtkwaliteit. In het gebied langs / in de buurt van de nieuwe spoorwegonderdoorgang (Tuindorppweg en Engweg) verslechtert de luchtkwaliteit. De afname en toename van de concentratieniveaus is van dezelfde orde grootte. In het gebied waar de luchtkwaliteit verslechtert zijn iets minder woningen gelegen dan in het gebied waar de luchtkwaliteit verbetert. Op vijf woningen (exclusief de te amoveren woningen) is er sprake van een toename van de jaargemiddelde NO_2 concentratie van $> 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Op circa 10 woningen wordt een afname van de jaargemiddelde NO_2 concentratie van meer dan $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berekend. Dit geldt voor gelijke aantallen woningen bij concentratieverschillen PM_{10} van $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jaargemiddeld en bij concentratieverschillen $\text{PM}_{2,5}$ van $0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jaargemiddeld. Op die locaties waar de luchtkwaliteit verslechtert (Tuindorppweg en Engweg) is dit met maximaal $2 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$, $0,5 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ en $0,2 \mu\text{g PM}_{2,5}/\text{m}^3$. De jaargemiddelde concentraties voor het zichtjaar 2026 blijven zoals eerder aangegeven overal beneden de WHO advieswaarden.

Langs de N226 ten noorden van de nieuw aan te leggen rotonde, en in het noordelijke gedeelte van Maarsbergen, is er in de plansituatie sprake van een beperkte toename in concentratieniveaus van gemiddeld $0,1 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ voor de woningen direct langs de N226. Dit wordt veroorzaakt door een toename met ruim 2.000 mvt/etmaal in de plansituatie ten opzichte van de referentiesituatie (zie bijlage 2); deze toename weegt zwaarder dan de afname in stagnatie.

Tabel 6.1 Jaargemiddelde concentraties in referentie- en plansituatie 2026 voor enkele maatgevende toetslocaties.

	NO ₂ referentie (µg/m ³)	NO ₂ plan (µg/m ³)	PM ₁₀ referentie *) (µg/m ³)	PM ₁₀ plan *) (µg/m ³)	PM _{2,5} referentie (µg/m ³)	PM _{2,5} plan (µg/m ³)
Tuindorppweg 5b	11,99	13,85	15,84	16,18	8,97	9,07
Tuindorppweg 8b	11,78	13,18	15,84	16,05	8,97	9,03
Engweg 1	12,99	14,27	16,00	16,23	9,03	9,10
Engweg 3	14,57	15,11	16,25	16,32	9,10	9,11
Engweg 12	15,65	15,60	16,40	16,42	9,18	9,18
Woudenbergseweg 56	14,11	12,30	16,51	16,27	9,21	9,13
Woudenbergseweg 68	13,11	13,46	16,34	16,42	9,15	9,17

*) Het aantal overschrijdingsdagen PM₁₀ komt uit op 6 dagen in zowel de plan- en referentiesituatie voor alle adressen

De verspreidingsberekeningen zijn uitgevoerd voor zichtjaar 2026. Voor zichtjaar 2030 kan volgende worden gesteld:

1. De achtergrondconcentraties zullen verder dalen (zie <https://geodata.rivm.nl/gcn/>)
2. De verkeersintensiteit zal op de A12 en N226 tussen 2026 en 2030 volgens het verkeersmodel van Sweco met een kleine 8 % toenemen
3. De emissie van het wegverkeer zal tussen 2026 en 2030 volgens TNO afnemen met⁹:
 - a. Circa 40 % voor NO_x voor personenauto's en circa 15 % voor vrachtverkeer
 - b. Met enkele procenten voor PM₁₀
 - c. Met circa 10 % voor PM_{2,5}

De toename in concentratieniveaus die veroorzaakt wordt door punt 2) worden ruimschoots gecompenseerd door punt 1) en 3). Netto zal er richting 2030 dus sprake zijn van een verdere afname van de concentratieniveaus ten opzichte van 2026.

Aanlegfase

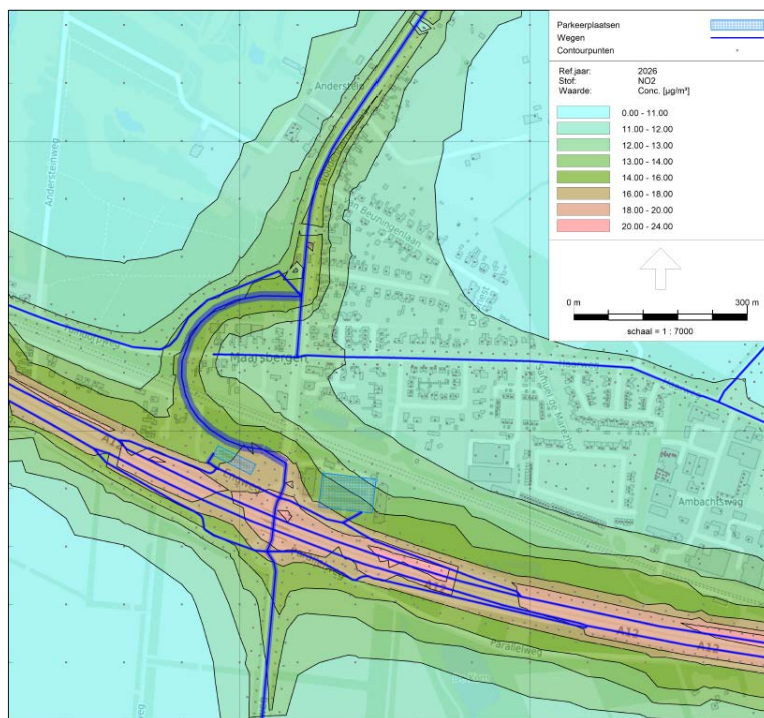
De berekende toename van de jaargemiddelde concentratieniveaus tijdens de aanlegfase is als volgt:

- NO₂: maximaal 0,3 µg/m³ op direct naast de aan te leggen tunnelbak gelegen woningen. Op de meest westelijk gelegen woningen aan de Engweg en in Maarsbergen noord bedraagt de toename maximaal 0,02 µg/m³
- PM₁₀: maximaal 0,05 µg/m³ op direct naast de aan te leggen tunnelbak gelegen woningen

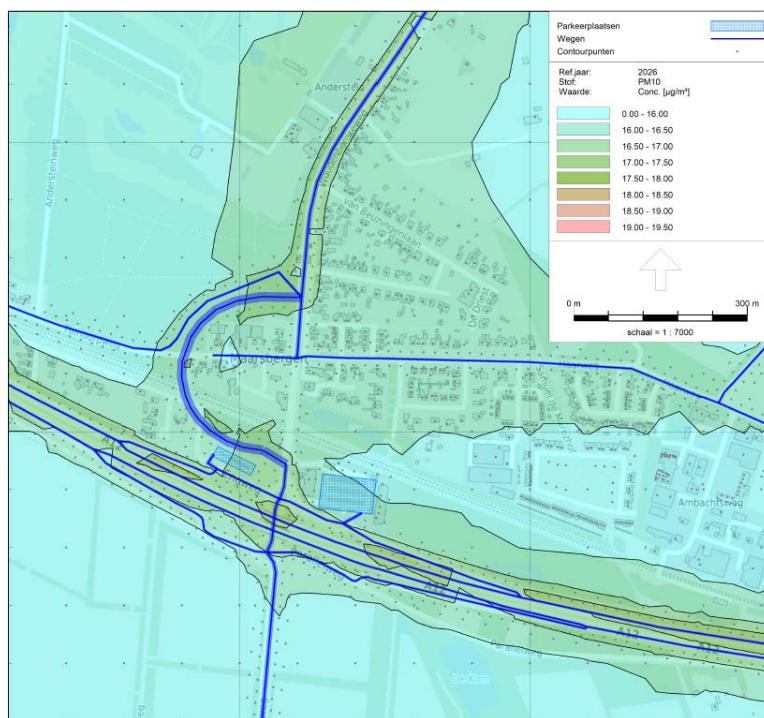
De uitgangspunten zijn beschreven in paragraaf 5.1

De toename in de concentraties in de aanlegfase ligt daarmee lager dan de toename tijdens de gebruiksfase (zie figuren 6.4 t/m 6.6). Bovendien betreft het hier een tijdelijke toename gedurende circa drie jaar. De grenswaarde voor jaargemiddelde concentraties wordt nergens overschreden. Ook de WHO advieswaarden voor PM₁₀ en PM_{2,5} worden nergens in het plangebied overschreden.

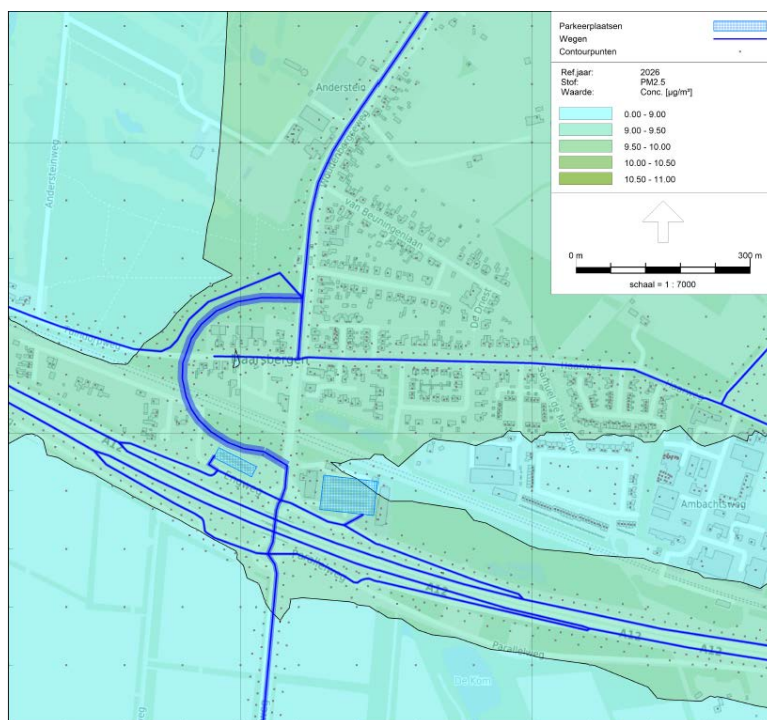
⁹ www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/vraag-en-antwoord/hoe-kan-ik-luchtvervuiling-berekenen



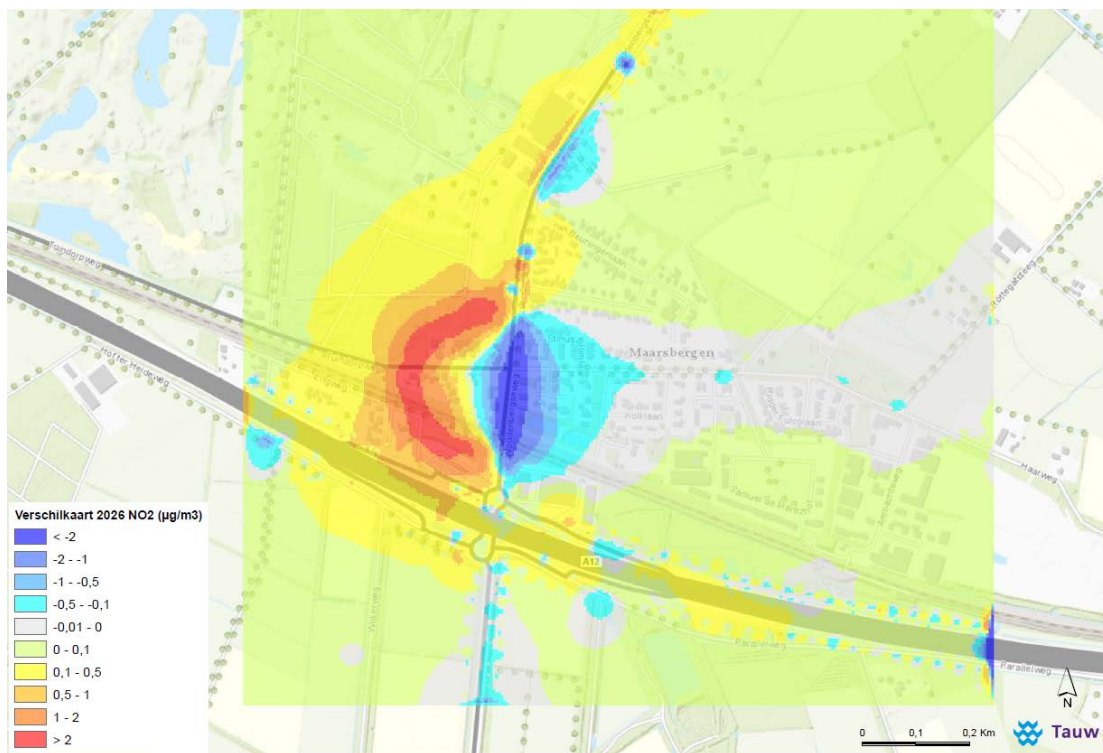
Figuur 6.1 Jaargemiddelde NO₂ concentratie in de plansituatie (µg/m³)



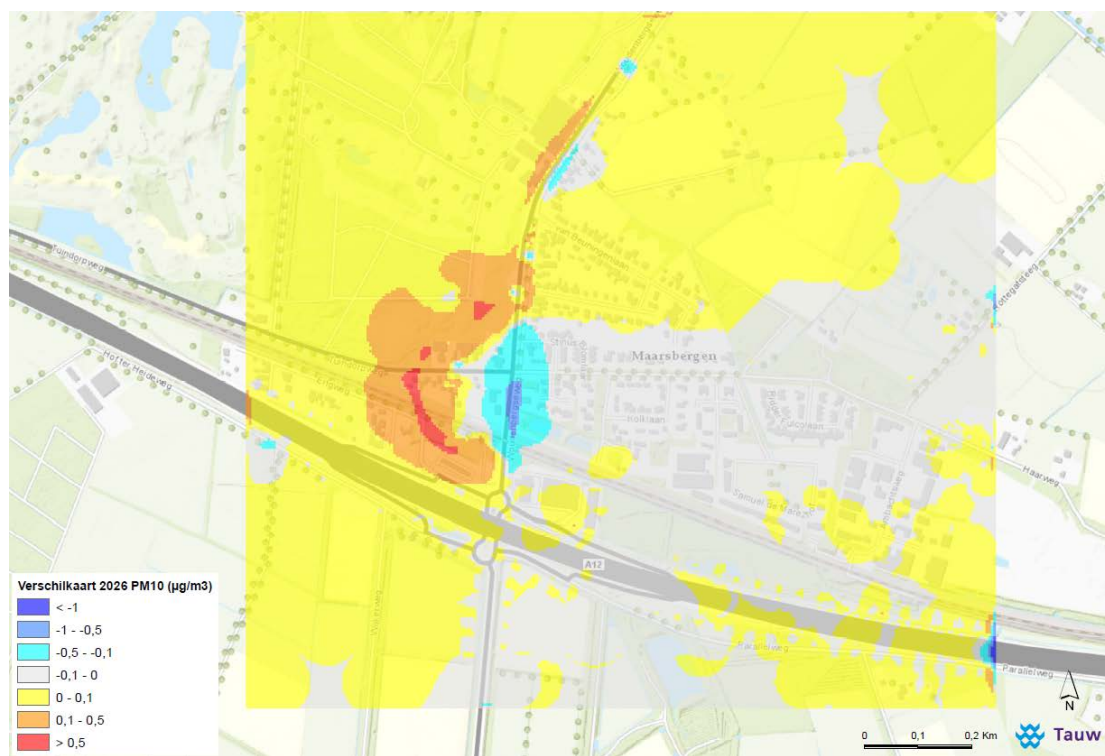
Figuur 6.2 Jaargemiddelde PM₁₀ concentratie in de plansituatie (µg/m³)



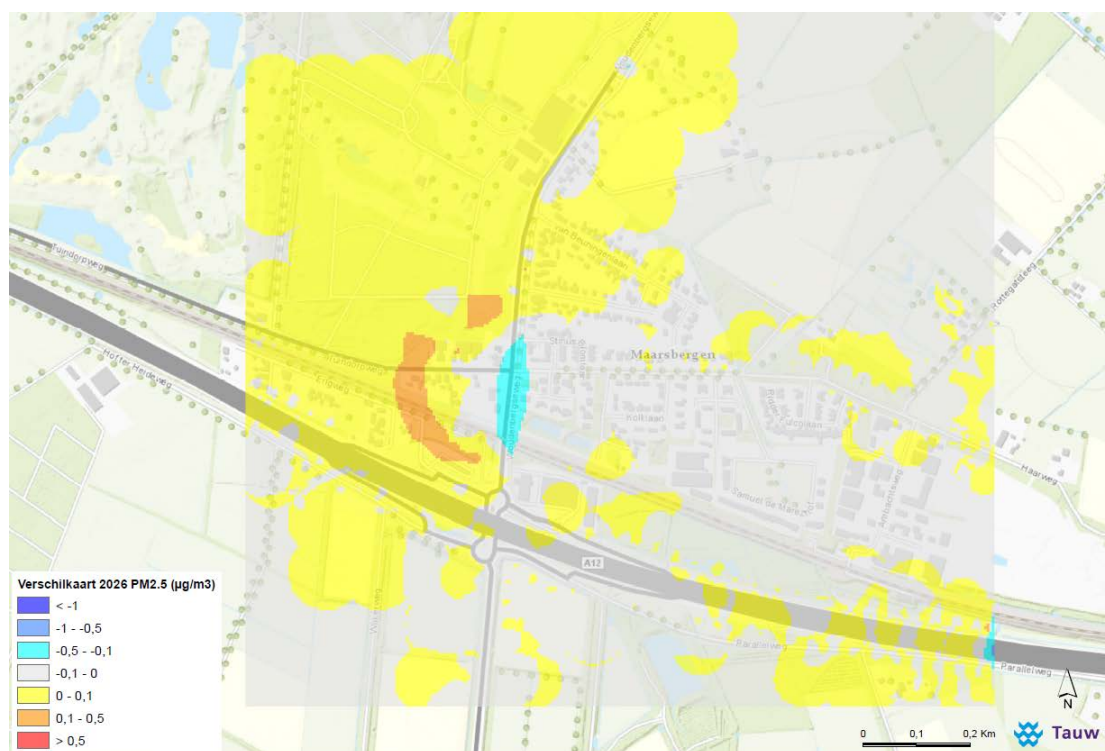
Figuur 6.3 Jaargemiddelde $PM_{2.5}$ concentratie in de plansituatie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Figuur 6.4 Verschil in jaargemiddelde NO_2 concentratie tussen de plan- en de referentiesituatie



Figuur 6.5 Verskil in jaargemiddelde PM_{10} concentratie tussen de plan- en de referentiesituatie



Figuur 6.6 Verskil in jaargemiddelde $PM_{2,5}$ concentratie tussen de plan- en de referentiesituatie



7 Conclusies

Een gevolg van de aanleg van de spoorwegonderdoorgang is dat er geen verkeer meer rijdt op de N226 / Woudenbergseweg, tot aan de nieuw aan te leggen noordelijke rotonde. Langs dit tracé van ongeveer 250 meter verbetert de luchtkwaliteit. Op circa 10 woningen wordt een afname berekend van de jaargemiddelde NO_2 -concentratie van meer dan $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en een afname van meer dan $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ van de jaargemiddelde PM_{10} -concentratie. In het gebied van ongeveer gelijke grootte langs / in de buurt van de nieuwe spoorwegonderdoorgang (Tuindorpweg en Engweg) verslechtert de luchtkwaliteit. Op vijf woningen (exclusief de twee te amoveren woningen) wordt een toename berekend van de jaargemiddelde NO_2 -concentratie van meer dan $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en een toename van meer dan $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ van de jaargemiddelde PM_{10} -concentratie. Op die locaties waar de luchtkwaliteit verslechtert (Tuindorpweg en Engweg) is dit met maximaal $2 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$, $0,5 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ en $0,2 \mu\text{g PM}_{2,5}/\text{m}^3$ (jaargemiddeld).

Langs de N226 ten noorden van de nieuw aan te leggen rotonde, en in het noordelijke gedeelte van Maarsbergen, is er in de plansituatie sprake van een beperkte toename in concentratieniveaus van gemiddeld $0,1 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ voor de woningen direct langs de N226. Dit wordt veroorzaakt door een toename met ruim 2.000 mvt/etmaal in de plansituatie ten opzichte van de referentiesituatie; deze toename weegt zwaarder dan de afname in stagnatie.

De jaargemiddelde concentraties blijven overal ruim beneden de grenswaarden van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor NO_2 en PM_{10} en $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor $\text{PM}_{2,5}$ en blijven ook beneden de WHO advieswaarden voor PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$. Dit geldt ook voor de aanlegfase, wanneer gedurende een jaar de gemiddelde concentratie toeneemt met maximaal $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor NO_2 en $0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM_{10} .

8 Vergelijking met metingen

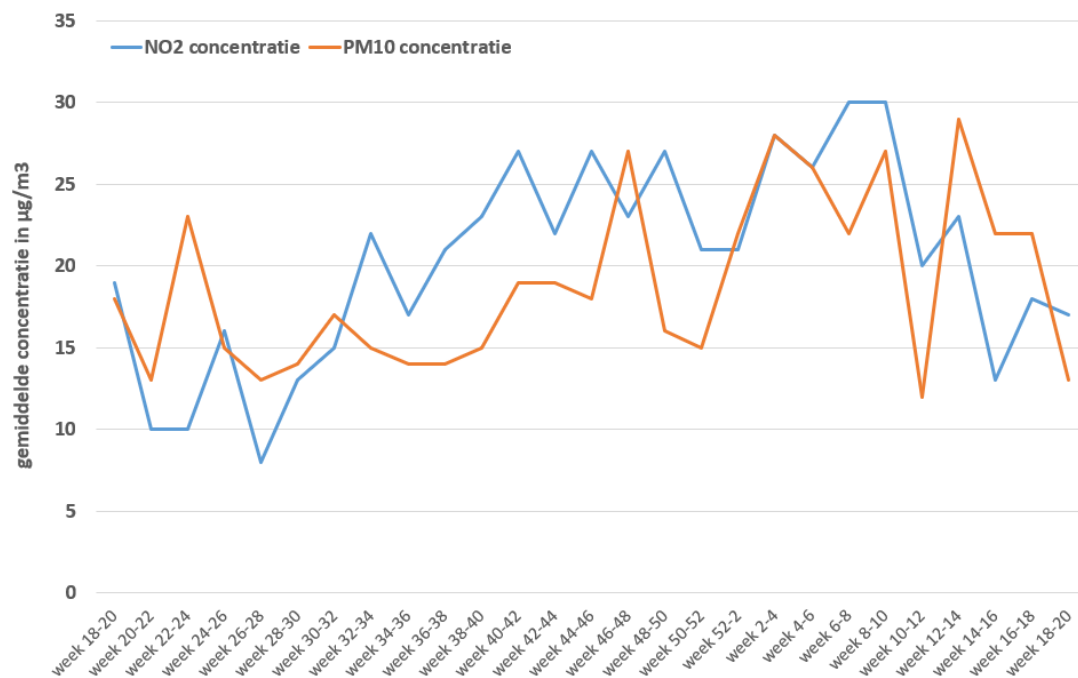
In opdracht van de gemeente Utrechtse Heuvelrug heeft Tauw in de periode 30 april 2018 tot 13 mei 2019 immissiemetingen uitgevoerd voor PM_{10} en NO_2 op de locatie Engweg 9a te Maarsbergen. Figuur 8.1 laat de ligging van het meetpunt zien. Figuur 8.2 geeft de meetresultaten in grafiekvorm. Elke twee weken is het meetpunt bemonsterd. Er zijn dus tweewEEKgemiddelde concentraties beschikbaar.

Met het rekenmodel Geomilieu-STACKS+ zijn de concentratieniveaus berekend voor elke meetperiode van twee weken. Berekeningen waren echter alleen mogelijk voor 2018 aangezien het rekenmodel geen achtergrondconcentraties bevat voor het lopende jaar (2019).

De verkeersintensiteiten welke voor deze berekening worden aangehouden zijn de verkeersintensiteiten uit het verkeersmodel van Sweco voor zichtjaar 2020. Telpuntgegevens van de A12 zijn opgevraagd bij Rijkswaterstaat maar deze zijn niet in een bruikbaar formaat beschikbaar. Er wordt voor de hele meetperiode dus gerekend met constante week- en werkdagintensiteiten. De meteorologische omstandigheden zijn hier echter bepalend (windrichting, windsnelheid, turbulentie in de atmosfeer enzovoort) en wegen zwaarder dan relatief kleine veranderingen in daggemiddelde verkeersintensiteiten op de A12 en N226. Met de gang van het verkeer over de dag (in de spits het meeste verkeer, 's nachts het minste) en met het verschil tussen werkdagen en weekenddagen wordt in het model wel rekening gehouden.



Figuur 8.1 Meetlocatie Engweg 9a



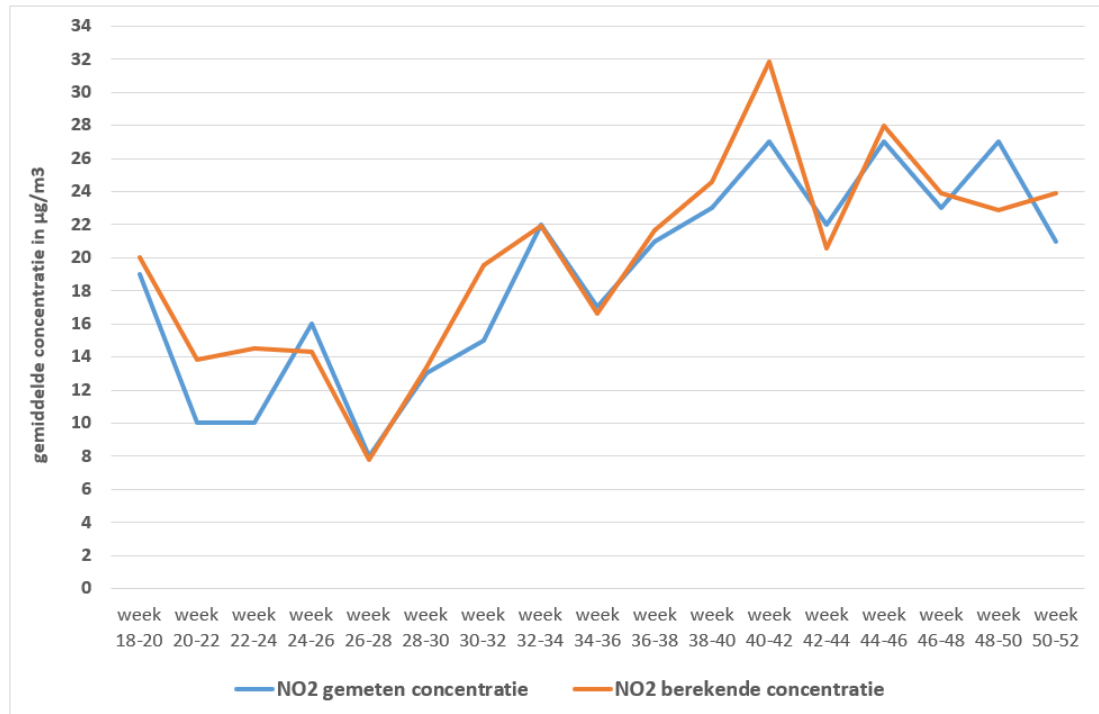
Figuur 8.2 Meetresultaten Engweg 9A, Maarsbergen

De berekende concentraties over 2018 (meetperiode) liggen iets boven de gemeten concentraties (zie tabel 8.1), maar liggen op hetzelfde niveau wanneer afgezet tegen de onzekerheidsmarge van verspreidingsmodellen die ongeveer 25 % bedraagt. Overigens hebben ook metingen een bepaalde onzekerheid.

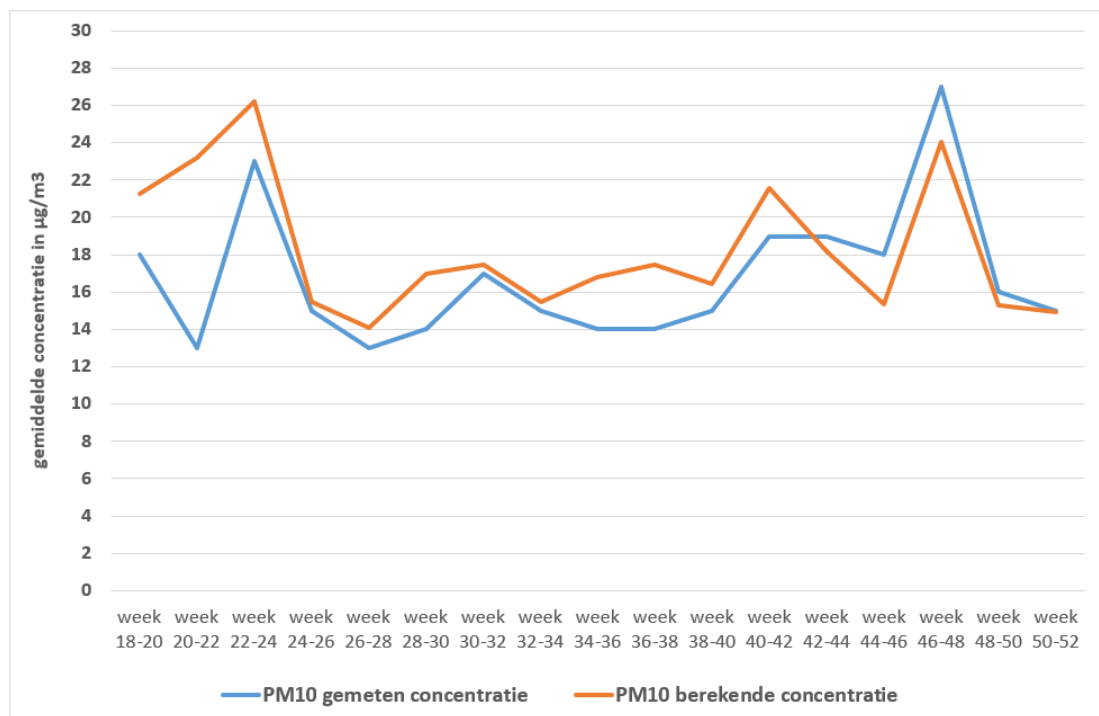
Tabel 8.1 Gemeten en berekende concentraties over de periode 30 april 2018 t/m 24 december 2018

Stof	Gemeten (µg/m³)	Berekend (µg/m³)
NO ₂	18,9	20,0
PM ₁₀	16,8	18,2

Figuren 8.3 en 8.4 tonen de berekende en gemeten tweeweekgemiddelde concentraties. De overeenkomst tussen de berekende en gemeten NO₂-concentraties is goed. De berekende en gemeten PM₁₀-concentraties komen iets minder goed overeen. De rekenresultaten laten overall echter een goede overeenkomst zien met de metingen, hetgeen opnieuw vertrouwen geeft in het rekenmodel.



Figuur 8.3 Berekende en gemeten tweewEEKgemiddelde NO₂-concentraties op de Engweg 9a



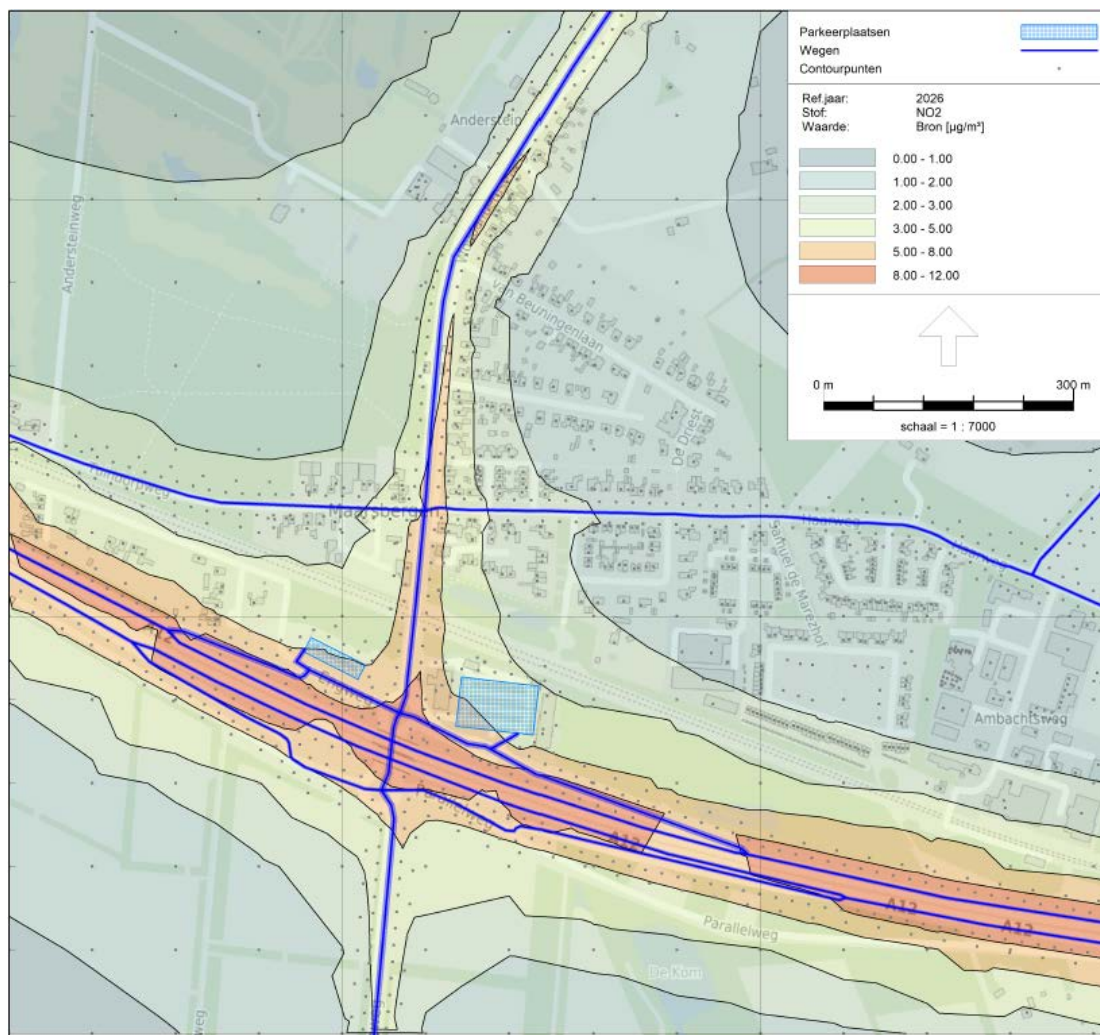
Figuur 8.4 Berekende en gemeten tweewEEKgemiddelde PM₁₀-concentraties op de Engweg 9a



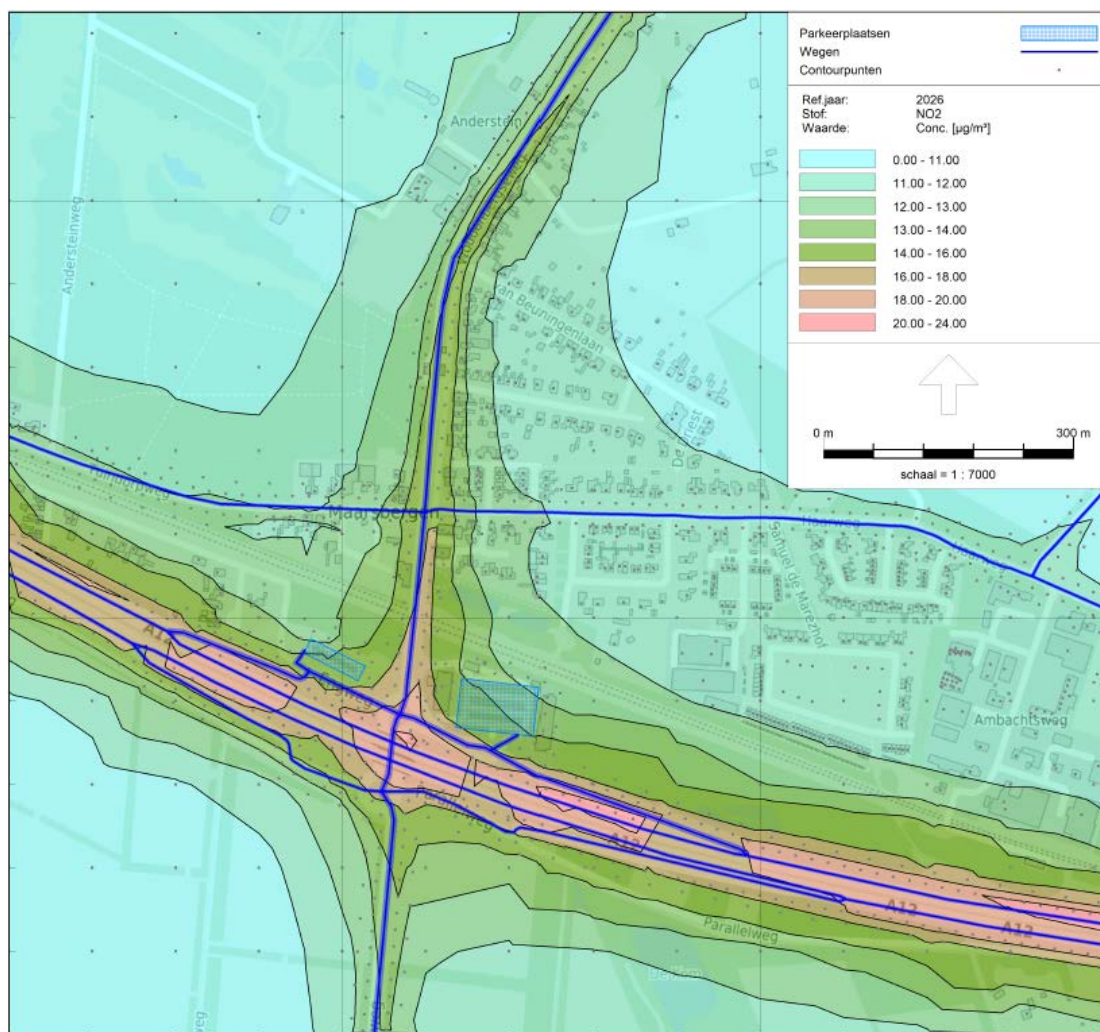
Bijlage 1

Contourplots berekende concentratieniveaus

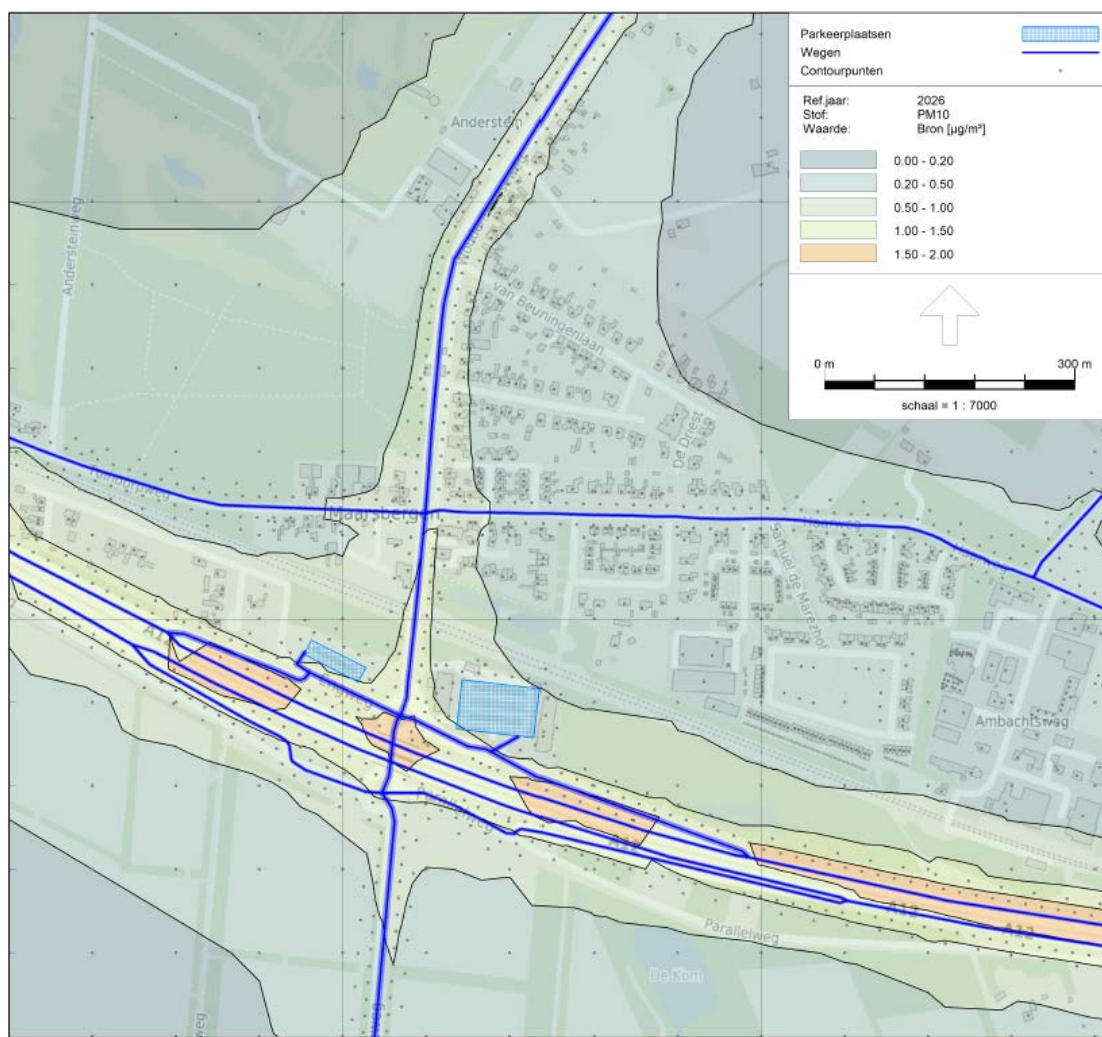
Figuren 6.1 t/m 6.3 tonen de jaargemiddelde NO₂, PM₁₀ en PM_{2,5} concentraties voor de plansituatie. De overige contourplots worden in deze bijlage getoond.



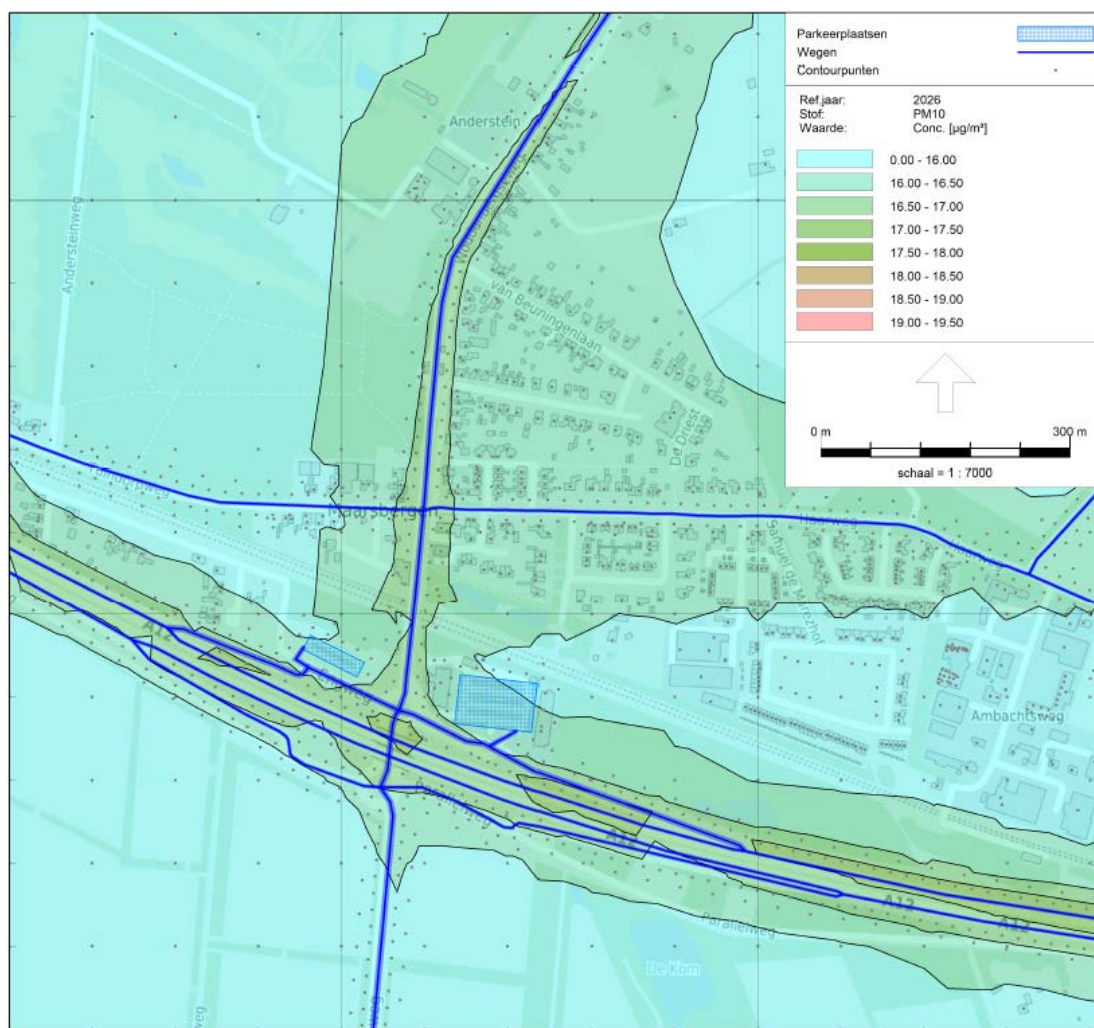
Figuur B1.1 Bronbijdrage wegverkeer aan jaargemiddeld NO₂ concentratieniveau (µg/m³) voor de referentiesituatie 2026.



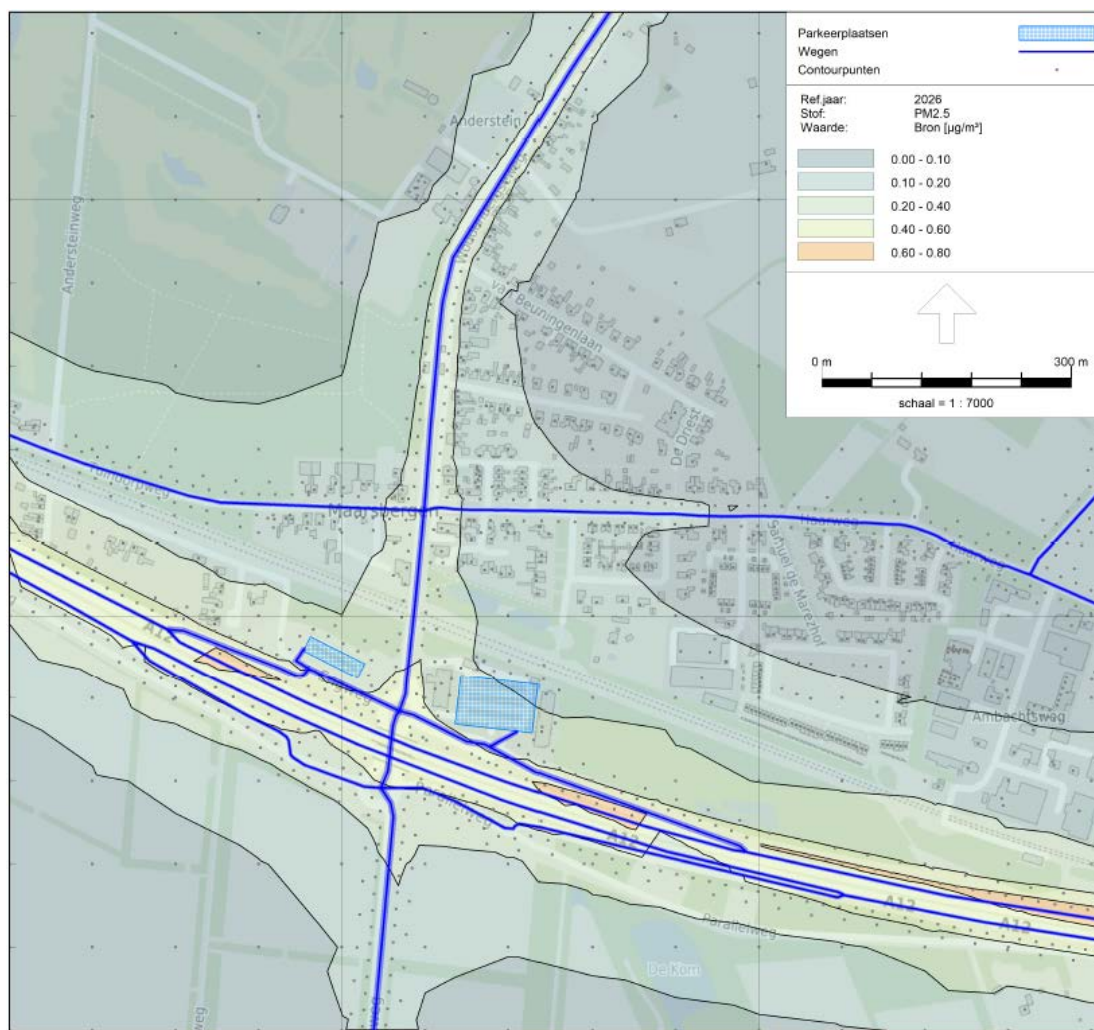
Figuur B1.2 Totale jaargemiddelde NO₂ concentratie (µg/m³) voor de referentiesituatie 2026.



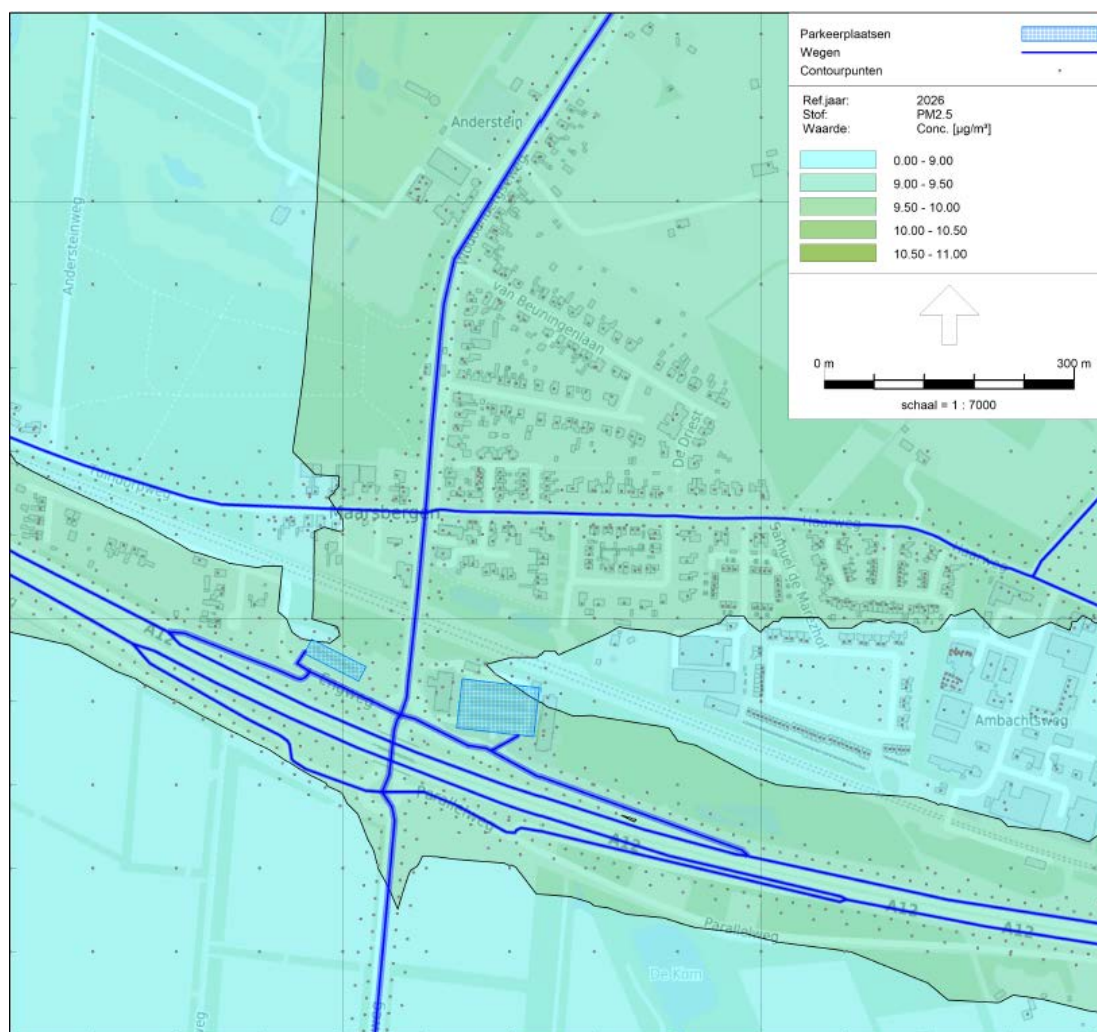
Figuur B1.3 Bronbijdrage wegverkeer aan jaargemiddeld PM_{10} concentratieniveau ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) voor de referentiesituatie 2026.



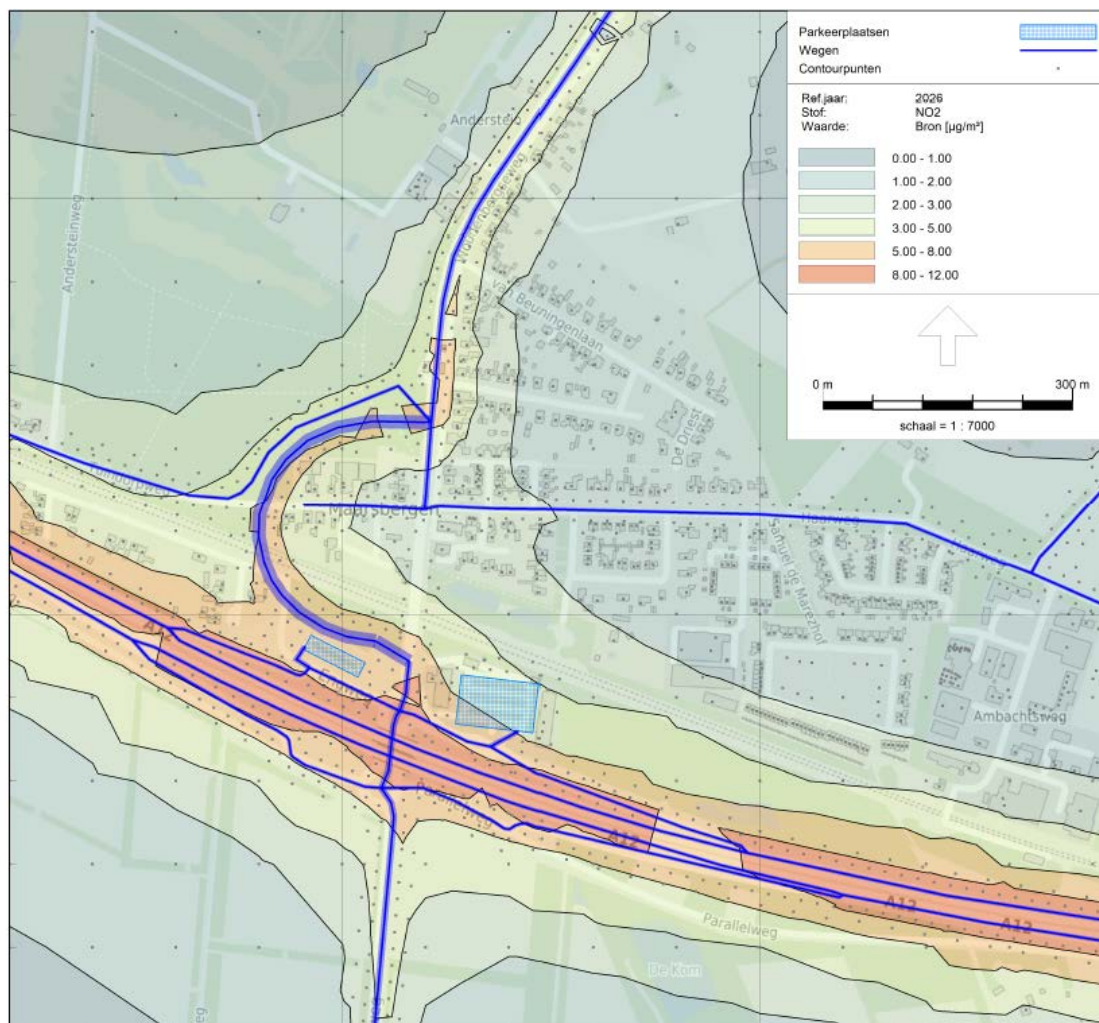
Figuur B1.4 Totale jaargemiddelde PM_{10} concentratie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) voor de referentiesituatie 2026.



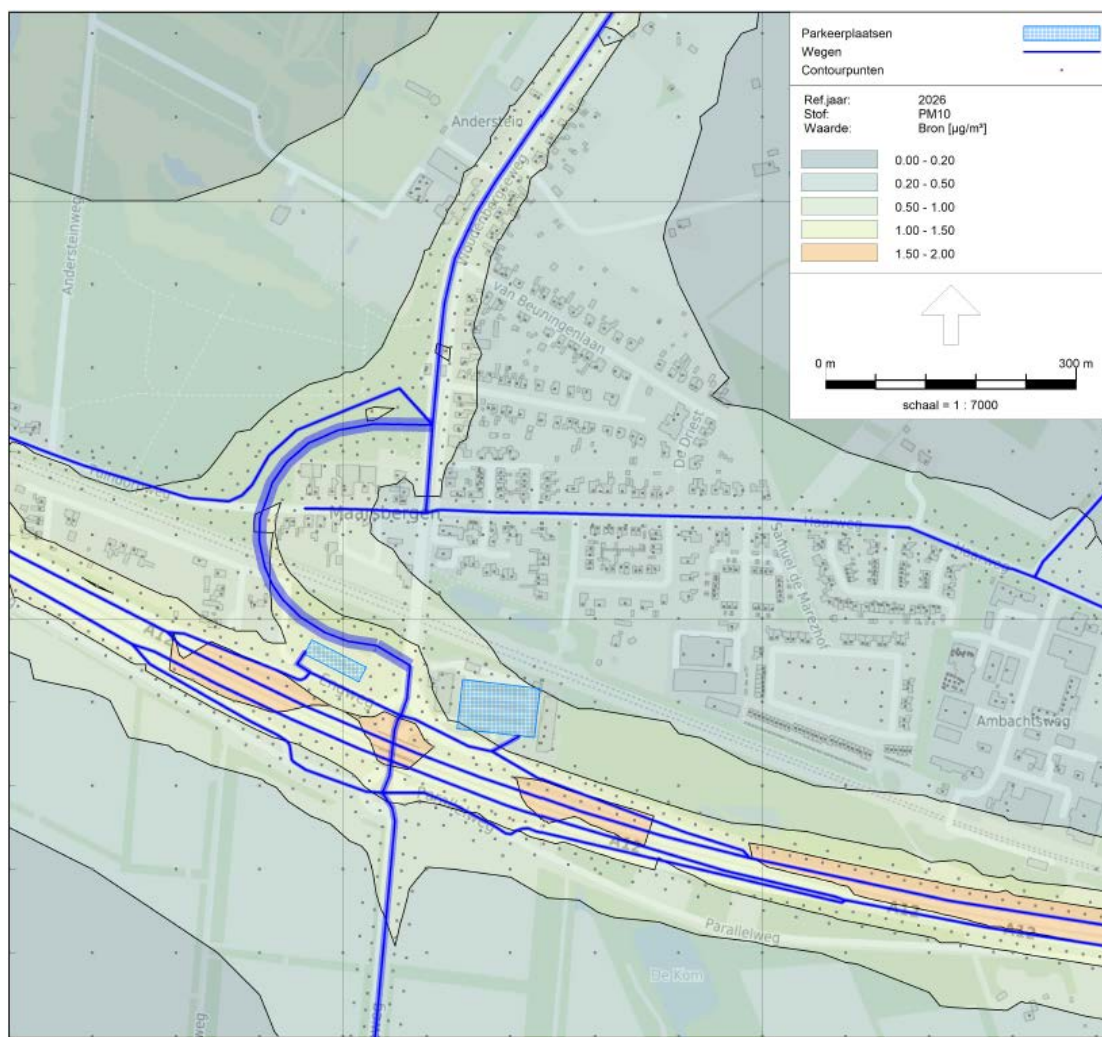
Figuur B1.5 Bronbijdrage wegverkeer aan jaargemiddeld PM_{2.5} concentratieniveau (µg/m³) voor de referentiesituatie 2026.



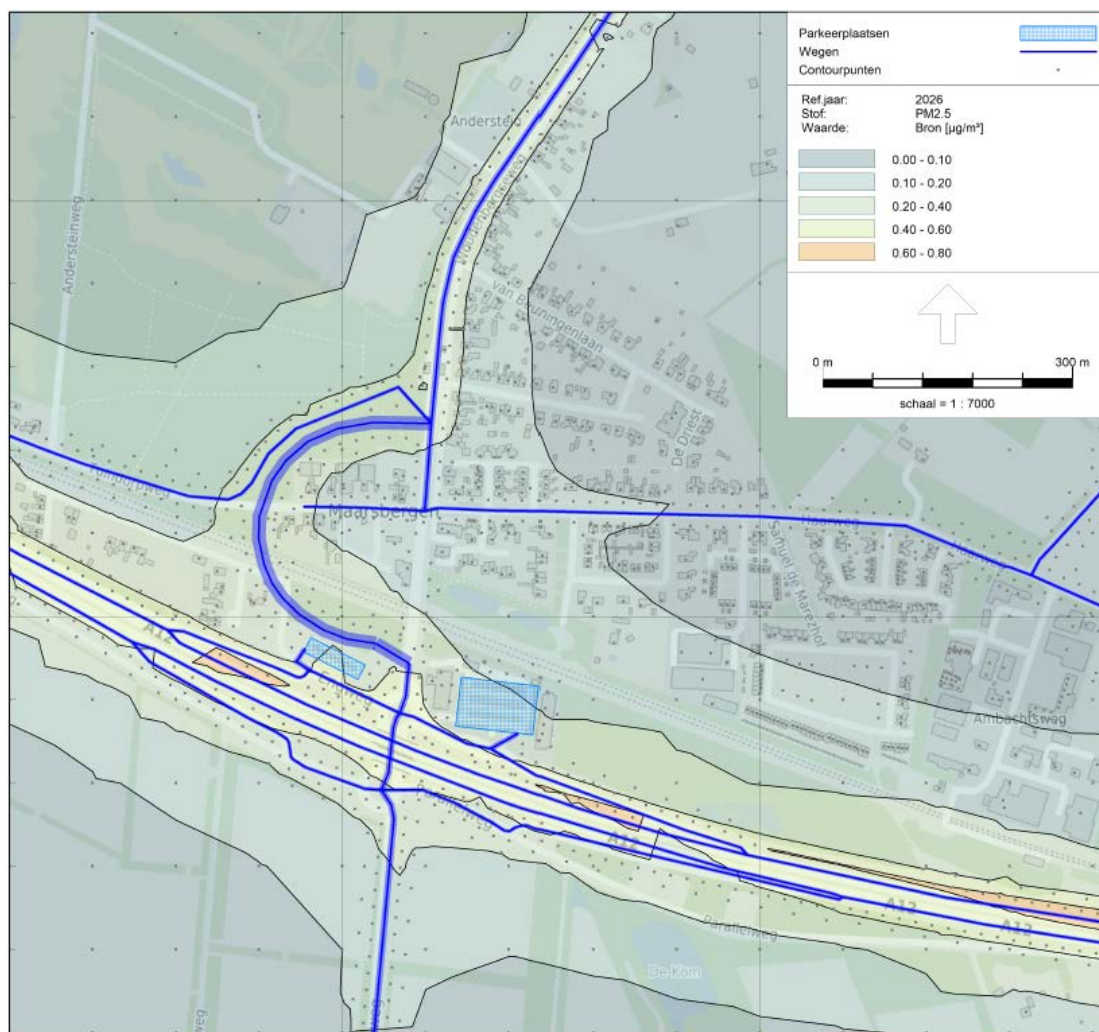
Figuur B1.6 Totale jaargemiddelde $PM_{2.5}$ concentratie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) voor de referentiesituatie 2026.



Figuur B1.7 Bronbijdrage wegverkeer aan jaargemiddeld NO₂ concentratieniveau (µg/m³) voor de plansituatie 2026.
(voor de totale concentratie zie figuur 6.1)



Figuur B1.8 Bronbijdrage wegverkeer aan jaargemiddeld PM_{10} concentratieniveau ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) voor de plansituatie 2026.
(voor de totale concentratie zie figuur 6.2)



Figuur B1.9 Bronbijdrage wegverkeer aan jaargemiddeld $PM_{2.5}$ concentratieniveau ($\mu g/m^3$) voor de plansituatie 2026.



Bijlage 2

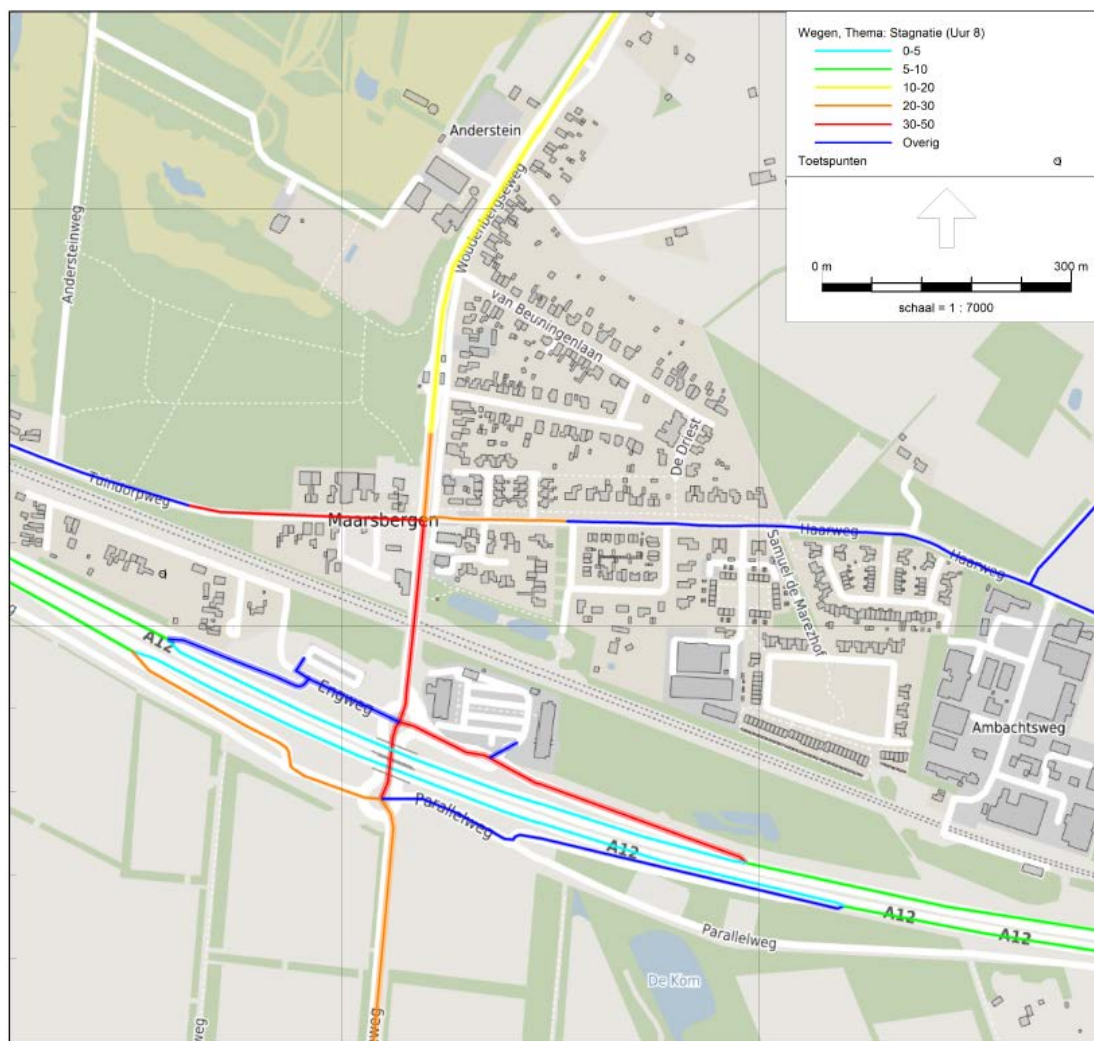
Kaarten wegkenmerken



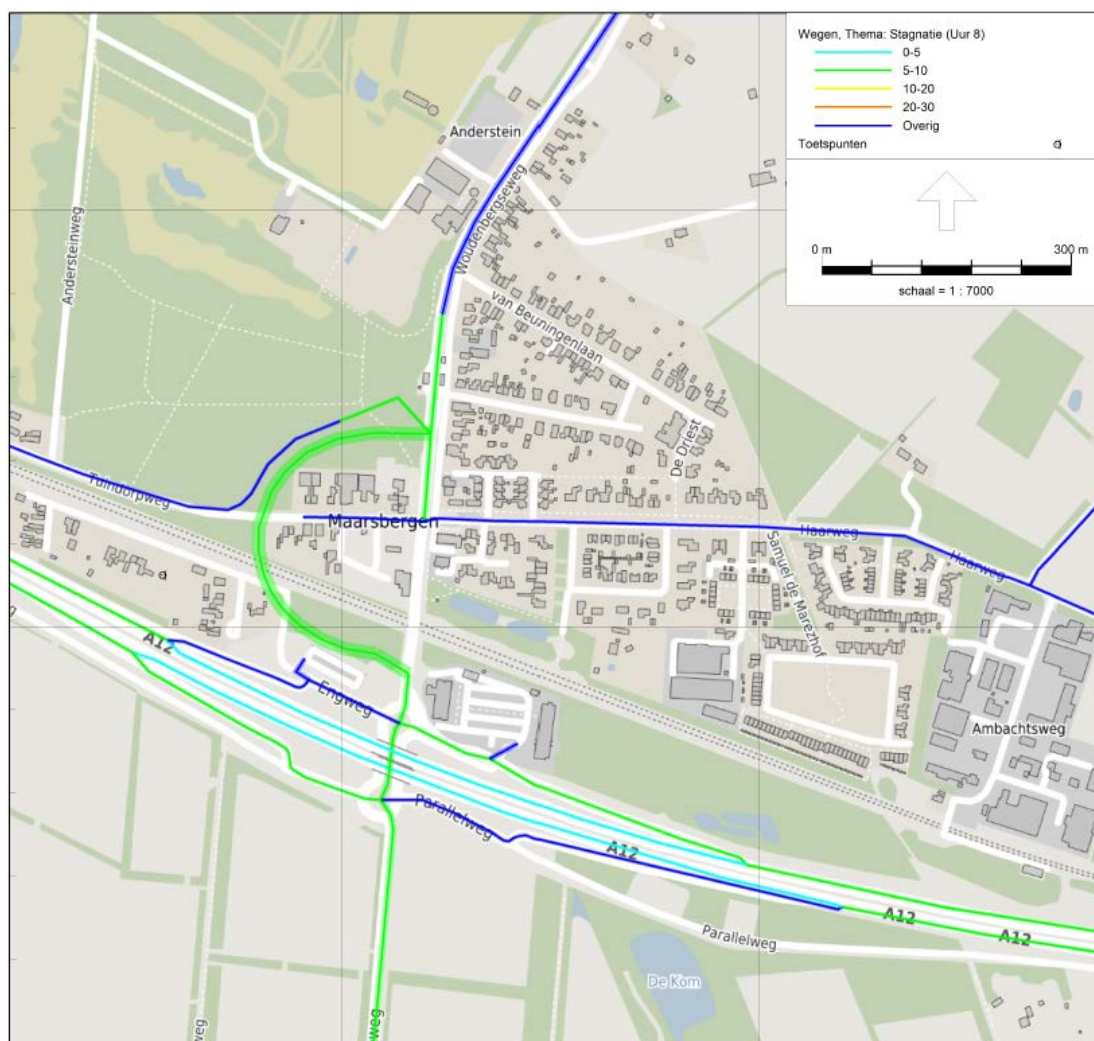
Figuur B2.1 Verkeersintensiteiten (verkeersintensiteit per gemiddelde werkdag) referentiesituatie 2026



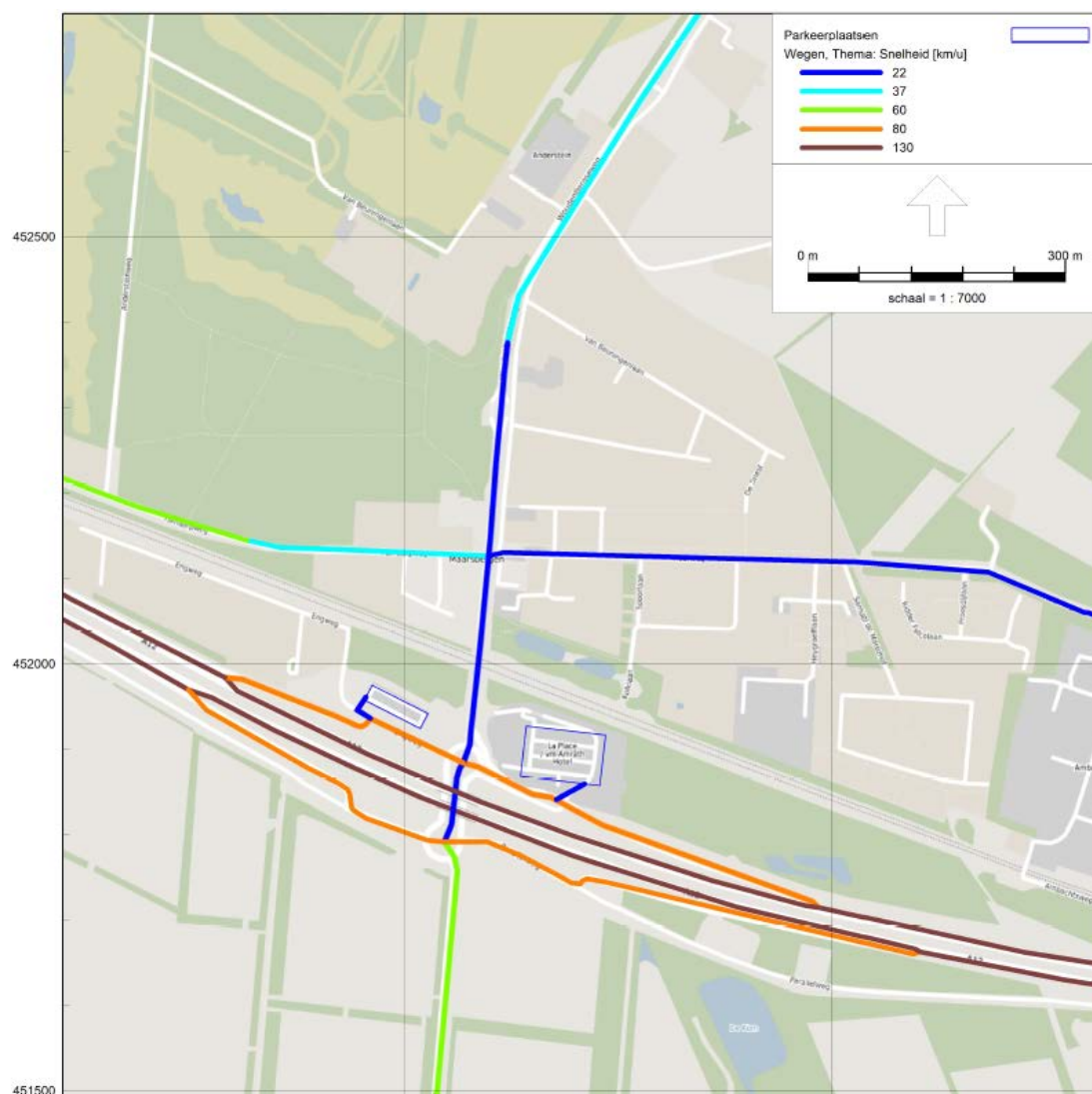
Figuur B2.2 Verkeersintensiteiten (verkeersintensiteit per gemiddelde werkdag) plansituatie 2026



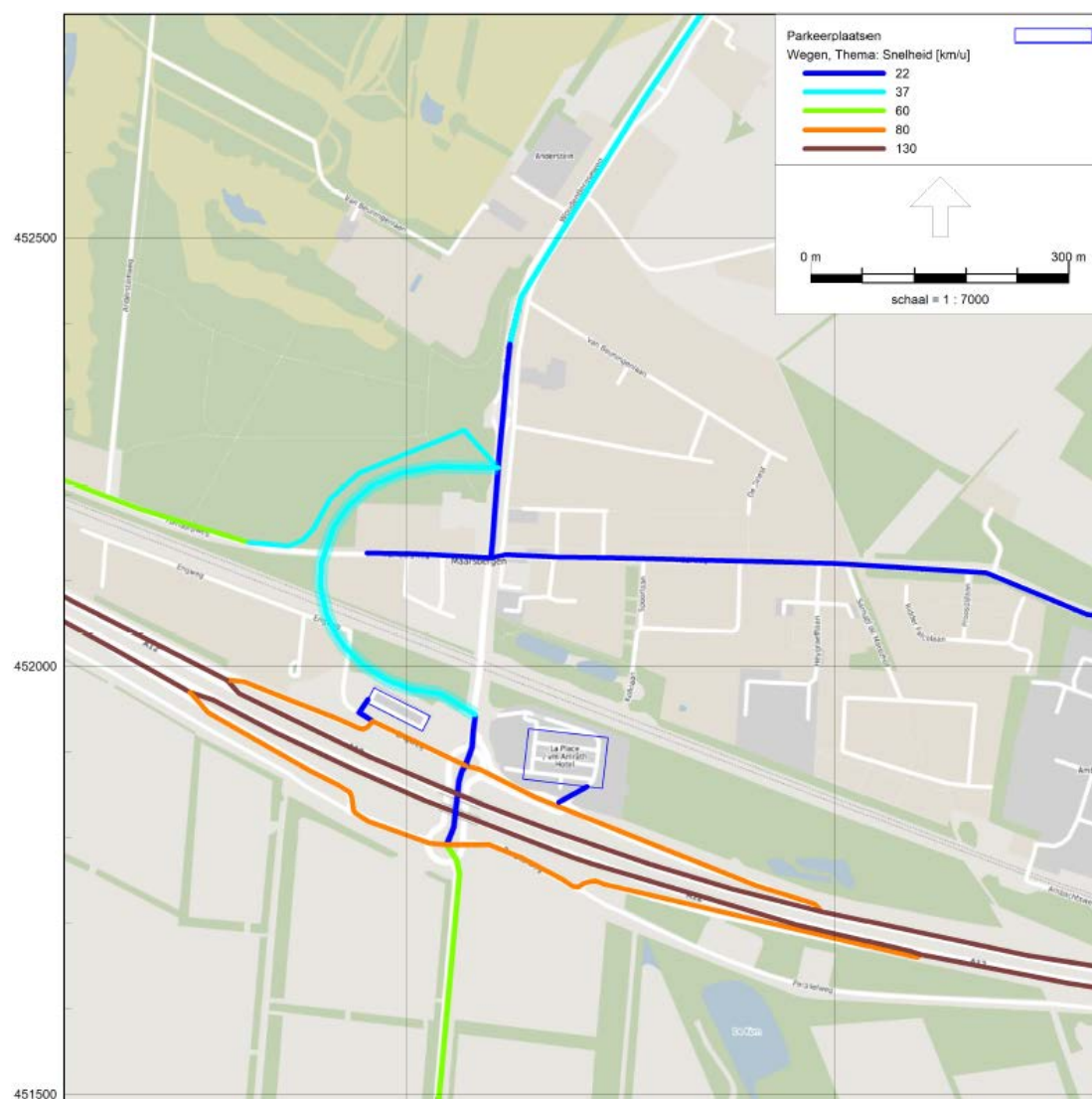
Figuur B2.3 Stagnatie referentiesituatie 2026 in procenten. Voor de donker blauwe wegen (in legenda: overig) is er geen stagnatie (0%). Voor uitleg stagnatiepercentage zie tabel 5.2



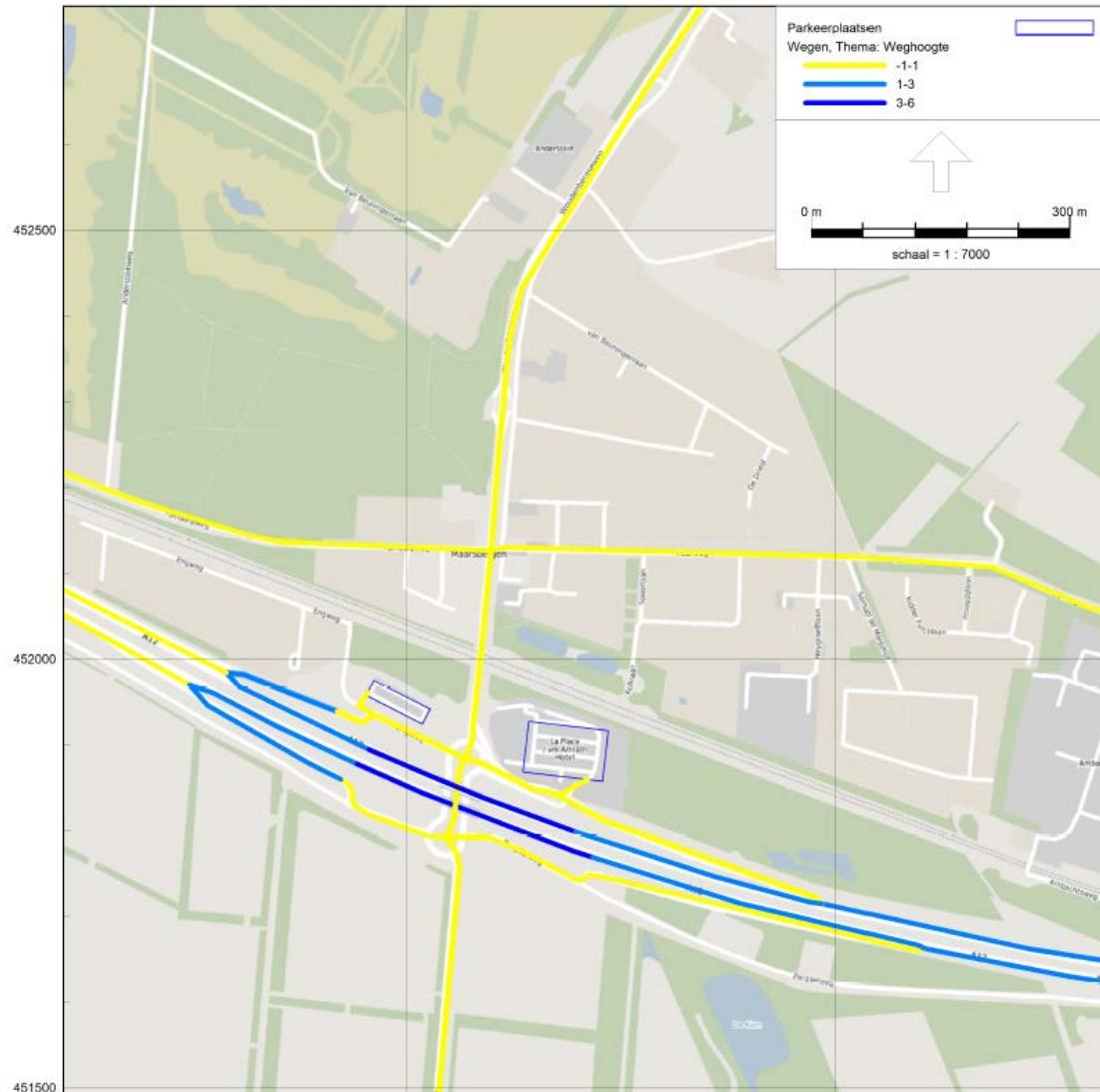
Figuur B2.4 Stagnatie plansituatie 2026 in procenten. Voor de donker blauwe wegen (in legenda: overig) is er geen stagnatie (0%). Voor uitleg stagnatiepercentage zie tabel 5.2



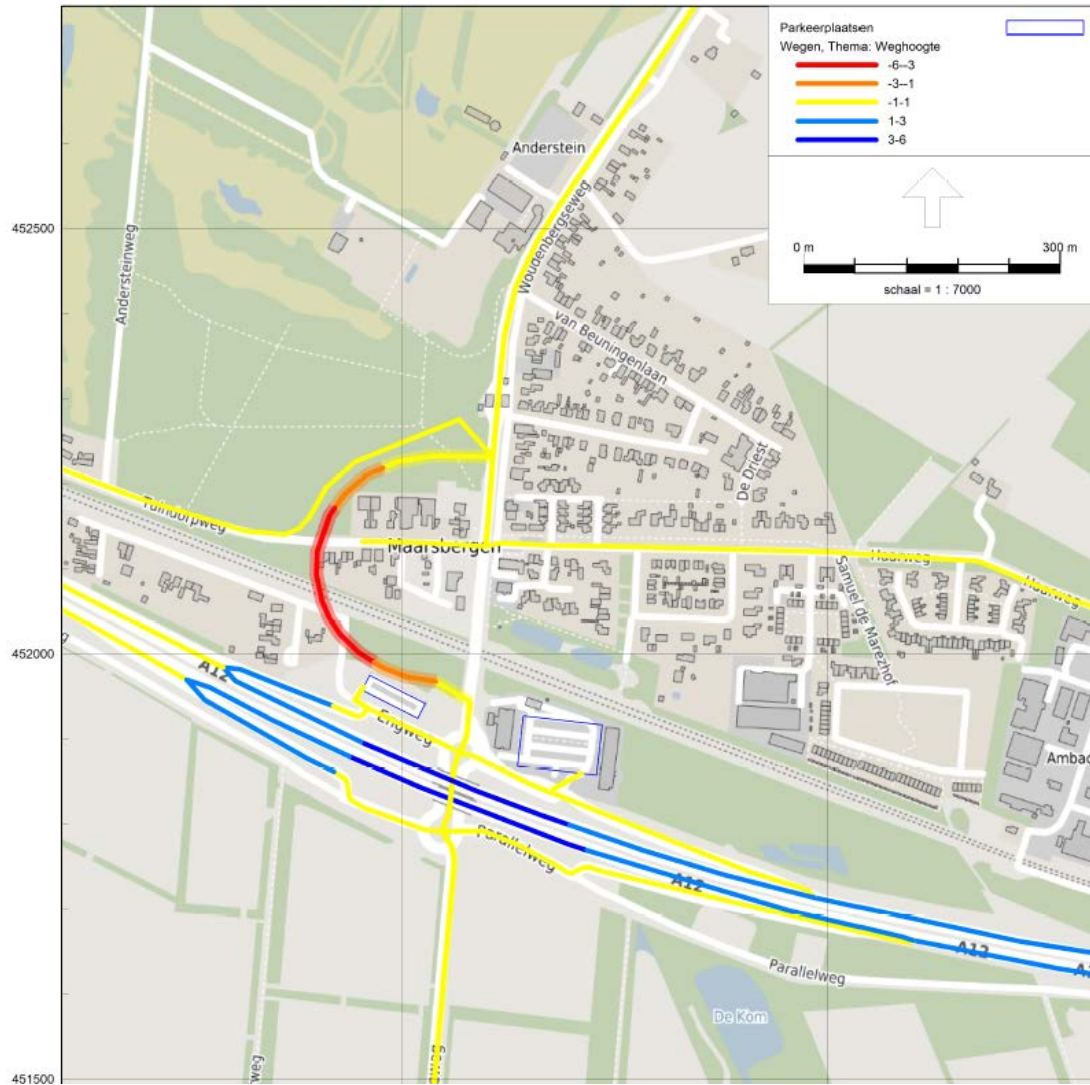
Figuur B2.5 Snelheid zoals opgenomen in het rekenmodel voor de referentiesituatie 2026. Zie paragraaf 5.2.2 voor verdere uitleg.



Figuur B2.6 Snelheid zoals opgenomen in het rekenmodel voor de plansituatie 2026. Zie paragraaf 5.2.2. voor verdere uitleg.



Figuur B2.7 Weghoogte in meters boven maaiveld voor de referentiesituatie 2026



Figuur B2.8 Weghoogte in meters boven maaiveld voor de plansituatie 2026



Bijlage 3

Inzet materieel aanlegfase

De stikstofemissie die vrijkomt gedurende de aanlegfase (ook wel realisatiefase) is gebaseerd op een opgave van de activiteiten, aangeleverd door de provincie Utrecht en ProRail. De realisatiefase vindt plaats over vijf jaar. De start is gepland in 2021 en afronding staat gepland voor 2025. Bij de emissie die vrijkomt wordt onderscheid gemaakt tussen emissie die vrijkomt als gevolg van materieel op de bouwplaats en emissie die vrijkomt als gevolg van zwaar vrachtverkeer en personenvervoer van en naar de bouwplaats. Omdat de projectlocatie direct tegen de rijksweg aanligt gaat het bouwverkeer vanaf de projectlocatie direct op in het heersende verkeer. In de berekening is derhalve alleen uitgegaan van materieel op de bouwlocatie.

Materieel op de bouwlocatie

Voor de mobiele werktuigen benodigd voor de aanlegactiviteiten is het aantal draaiuren bepaald op basis van de aangeleverde gegevens zoals in onderstaande tabellen. 'Worstcase' is uitgegaan van een motorische belasting van 60 procent per machine. Omdat de werkzaamheden plaatsvinden over een periode van vijf jaar zijn ook de werkzaamheden onderverdeeld in deze jaren. In onderstaande tabel staat per jaar wat de werkzaamheden zullen zijn. Daaronder is in tabellen aangegeven welke inzet van materieel nodig is gedurende deze jaren.

Tabel Werkzaamheden per jaar

Jaartal	Type werkzaamheden
2021	Verleggen kabels en leidingen
	Verplaatsen borden en lichtmasten
	Kappen bomen werkterrein
	Verwijderen struiken /afdekgrond werkterrein
2022	Inrichten werkterrein
	Maken rotonde incl. aansluiten op bestand wegennet
	Maken omleidingsroute (borden plaatsen ed), grondwerk, funderingslaag, asfalt c.a., afwerking
2023	Maken open bak noordzijde t.b.v. autotunnel
	Maken spoorse deel tunnel
	Maken open bak zuidzijde t.b.v. autotunnel
2024	Maken open bak zuidzijde t.b.v. autotunnel
	Fiets/voetbrug noordzijde spoorbaan
	Fiets/voetbrug zuidzijde spoorbaan
	Realiseren wegaansluitingen
	Realiseren weg tunnel-rotonde noordzijde
	Realiseren weg tunnel-rotonde zuidzijde
	Fietspad zuidzijde langs omgelegde weg
	Maken open bak noordzijde t.b.v. fiets-voetgangerstunnel
	Maken spoorse deel tunnel
2025	Maken open bak zuidzijde t.b.v. fiets-voetgangerstunnel
	Realiseren fietspad vanaf bestaande rotonde langs nieuwe aansluiting zuidzijde
	Realiseren fiets/voetpad noordzijde vanaf spoorbaan tot rotonde tbv bushalte aansluiting
	Maken open bak noordzijde t.b.v. fiets-voetgangerstunnel
	Maken spoorse deel tunnel
	Maken open bak zuidzijde t.b.v. fiets-voetgangerstunnel
	Maken aansluitingen fiets/voetpad



	Realiseren fiets/voetbrug zuidzijde spoorbaan, prefab liggers
	Herinrichting gebied rondom nieuwe fietstunnel/oude overweg
	Ontmantelen/opruimen werkterrein

Tabel In te zetten materieel werkzaamheden 2021

Type	Stage / Euro	Vermogen (kW)	Emissie-factor (g/kWh)	draaiuren	Motorische belasting	NOx (kg/jaar)
Graafmachine	IIIB	15,6	3,3	520	60%	16,1
Graafmachine	IIIB	16,6	3,3	80	60%	2,6
Graafmachine	IIIB	9,9	3,3	40	60%	0,8
Kettingzaag	IIIB	2	3,3	40	60%	0,2
Shovel	IIIB	81	3,3	240	60%	38,5
Trilplaat/wacker	IIIB	10	3,3	80	60%	1,6
Vrachtauto	V	205	2	80	60%	19,7
Vrachtauto Pick-up	V	110	3,5	120	60%	27,7

Tabel In te zetten materieel werkzaamheden 2022

Type	Stage / Euro	Vermogen (kW)	Emissie-factor (g/kWh)	draaiuren	Motorische belasting	NOx (kg/jaar)
Graafmachine	IIIB	93	3,3	120	60%	22,1
Shovel	IIIB	81	3,3	120	60%	19,2
Trilplaat	IIIB	10	3,3	80	60%	1,6
Vrachtauto	V	205	2	80	60%	19,7

Tabel In te zetten materieel werkzaamheden 2023

Type	Stage / Euro	Vermogen (kW)	Emissie-factor (g/kWh)	draaiuren	Motorische belasting	NOx (kg/jaar)
Asfaltspreidmachine	IIIB	120	3,3	24	60%	5,7
Betonmixer	IIIB	205	2	94	60%	23,1
Betonpomp	IIIB	36	3,3	40	60%	2,9
Damwandstelling	IIIB	280	2	200	60%	67,2
Graafmachine	IIIB	93	3,3	310	60%	57,1
Kipauto	IIIB	205	2	190	60%	46,7
Kleeflaagsproeier	IIIB	110	3,3	4	60%	0,9
Kraan	IV	205	0,4	293	60%	14,4
Krol	IIIB	93	3,3	48	60%	8,8
Palenstelling	IIIB	280	2	100	60%	33,6
Shovel	IV	81	0,4	430	60%	8,4
Stopmachine spoor	IIIB	4500	2	4	60%	21,6
Trilplaat	IIIB	10	3,3	80	60%	1,6
Vrachtauto	V	205	2	124	60%	30,5
Wals	IIIB	34	3,3	40	60%	2,7



Tabel In te zetten materieel werkzaamheden 2024

Type	Stage / Euro	Vermogen (kW)	Emissie-factor (g/kWh)	draaiuren	Motorische belasting	NOx (kg/jaar)
Asfaltspreidmachine	IIIB	120	3,3	80	60%	19,0
Betonmixer	IV	205	0,4	766	60%	37,7
Betonpomp	IIIB	36	3,3	256	60%	18,2
Damwandstelling	IIIB	280	2	100	60%	33,6
Graafmachine	IV	93	0,4	657	60%	14,7
Kipauto	IV	205	0,4	626	60%	30,8
Kleeflaagsproeier	IIIB	110	3,3	18	60%	3,9
Kraan	IV	205	0,4	822	60%	40,4
Krol	IIIB	93	3,3	32	60%	5,9
Palenstelling	IIIB	280	2	124	60%	41,7
Shovel	IV	81	0,4	530	60%	10,3
Stopmachine spoor	IIIB	4500	2	4	60%	21,6
Trilplaat	IIIB	10	3,3	160	60%	3,2
Vrachtauto	VI	205	0,4	437	60%	21,5
Wals	IIIB	34	3,3	80	60%	5,4

Tabel In te zetten materieel werkzaamheden 2025

Type	Stage / Euro	Vermogen (kW)	Emissie-factor (g/kWh)	Draaiuren	Motorische belasting	NOx (kg/jaar)
Asfaltspreidmachine	IIIB	120	3,3	60	60%	14,3
Betonmixer	IIIB	205	2,0	157	60%	38,6
Betonpomp	IIIB	36	3,3	160	60%	11,4
Graafmachine	IIIB	93	3,3	431	60%	79,4
Kipauto	IIIB	205	2	127	60%	31,2
Kleeflaagsproeier	IIIB	110	3,3	15	60%	3,3
Kraan	IV	205	0,4	296	60%	14,6
Krol	IIIB	93	3,3	48	60%	8,8
Mixer	IIIB	205	2	2	60%	0,5
Palenstelling	IIIB	280	2	12	60%	4,0
Shovel	IIIB	81	3,3	452	60%	72,5
Stopmachine spoor	IIIB	4500	2	4	60%	21,6
Trilplaat	IIIB	10	3,3	120	60%	2,4
Vrachtauto	VI	205	0,4	482	60%	23,7
Wals	IIIB	34	3,3	60	60%	4,0



Bijlage 4 Beantwoording reacties omgeving op concept rapport

Beantwoording reacties van de omgeving op het conceptrapport luchtkwaliteit, mede naar aanleiding van de themabijeenkomst van 20 november 2019.

Reactie	Beantwoording	Aanpassing
Bij blz.11: Voor wat betreft NO ₂ is de middelingsduur van 1 uur toch ook relevant? Er staat immers ook een uurnorm in de wet.	Voor NO ₂ is de grenswaarde voor de jaargemiddelde concentratie maatgevend. Deze bedraagt 40 µg/m ³ . De grenswaarde voor de uurgemiddelde concentratie NO ₂ wordt pas overschreden bij jaargemiddelde concentraties vanaf ongeveer 80 µg/m ³ . Dergelijk hoge concentraties doen zich in Nederland nergens voor, ook niet langs het hoofdwegennet. In de praktijk wordt daarom nooit aan de uurnorm voor NO ₂ getoetst.	Verduidelijkt in voorliggende eindversie
Bij paragraaf 5.2.2 en figuur B2.6: Waarom wordt er gerekend met zulke lage snelheden? Bijvoorbeeld: Op de 'boog' van de verlegde N226 wordt gerekend met 37 km/uur. Deze boog is toch ontworpen met een ontwerpsnelheid van 60 km/uur? Dezelfde vraag voor de nieuwe bosweg en het deel van de N226 richting Woudenberg. Vlak ten noorden van de nieuwe rotonde wordt zelfs gerekend met 22 km/uur. Ik kan deze lage snelheden ook niet rijmen met de opmerking in paragraaf 5.2.2: 'Voor snelwegen en wegen buiten de bebouwde kom verwacht het rekenmodel de maximale snelheid'.	Er is van uit gegaan dat het verkeer zich hier gedraagt als verkeer binnen de bebouwde kom. In dat geval wordt gerekend met een standaard gemiddelde snelheid van "doorstromend stadsverkeer" van 37 km/uur of van "normaal stadsverkeer" met 22 km/uur. De emissies van het wegverkeer zijn daarmee hoger dan bij een snelheid van 60 km/uur. Er is dus "worst-case" gerekend.	Verduidelijkt in voorliggende eindversie
Bij de figuren B2.1 en B2.2: In deze figuren staan verkeersintensiteiten in de referentiesituatie en in de plansituatie (resp. figuur B2.1 en B2.2) voor het jaar 2026. Deze zijn afkomstig van Sweco. Ik begrijp niet dat in de plansituatie de cijfers op de N226 ten noorden van de nieuwe rotonde substantieel lager zijn dan in de referentiesituatie (resp. ongeveer 17.000 en 19.000). Het lijkt mij niet logisch dat deze intensiteiten (op een plaats buiten het plangebied) in de plansituatie lager zijn dan in de referentiesituatie. Uit contact met de auteur van het rapport (de heer Verhees) heb ik begrepen dat hij dat ook niet logisch vindt, maar dat hij deze intensiteiten nu eenmaal zo heeft gekregen van Sweco. Ook heb ik van de auteur begrepen dat indien in de plansituatie gerekend zou worden met intensiteiten die vergelijkbaar zijn met de referentiesituatie, dan de conclusies (blz. 21 van het rapport) voor wat betreft de N226 ten noorden van de nieuwe rotonde en voor het oostelijke en noordelijke deel van Maarsbergen waarschijnlijk moeten worden aangepast. Ook de verkeersintensiteiten vanuit Leersum zijn in de plansituatie (iets) minder dan in de referentiesituatie. Ook de intensiteiten op de Haarweg en Griftdijk zijn in de plansituatie	Het verkeersmodel van Sweco vormt de input voor het luchtkwaliteits-onderzoek. De verkeerscijfers zijn echter geactualiseerd, waardoor ook dit luchtkwaliteits-onderzoek is geactualiseerd.	Ja



Reactie	Beantwoording	Aanpassing
anders zijn dan in de referentiesituatie. Dit zijn allemaal plaatsen die in feite buiten het plangebied liggen en er lijkt dus geen reden te zijn waarom deze intensiteiten zouden wijzigen. De vraag rijst verder dat indien op de genoemde plaatsen buiten het plangebied de intensiteiten in de referentiesituatie en de plansituatie ten onrechte niet op elkaar aansluiten, wat dit dan betekent voor de intensiteiten binnen het plangebied. En wat betekent dit dan vervolgens, niet alleen voor het onderzoek naar de luchtkwaliteit, maar ook voor het verkeersonderzoek doorstroming.		
Bij figuur B2.4: Wat betekenen de donkerblauwe lijnstukken? In de legenda staat 'Overig'. Wat betekent dat? Dat zou duidelijker kunnen	Zie uitleg onder de figuur: Voor de blauwe wegen is er geen stagnatie.	Verduidelijkt in voorliggende eindversie



Bijlage 5

Notitie verkeerscijfers (Sweco)

Definitieve notitie

Onderwerp: Verkeerscijfers voor milieuonderzoeken ondertunneling spoor Maarsbergen (actualisatie)

Projectnummer: 360661

Referentienummer: SWNL0258139

Datum: 12-03-2020

1 Inleiding

1.1 Inleiding

Met de regio, waaronder de provincie Utrecht, de gemeente Utrechtse Heuvelrug en het ministerie van Verkeer en Waterstaat is in december 2005 een overeenkomst gesloten om te komen tot drie ongelijkvloerse spoorkruisingen. Eén van die drie ongelijkvloerse spoorkruisingen is de spoorkruising in de provinciale weg N226 bij Maarsbergen.

Doel van het ongelijkvloers maken van de spoorkruising is het bevorderen van de verkeersveiligheid, de doorstroming en de leefbaarheid in het dorp.



Figuur 1-1 Impressie van de spoorkruising (bron: website provincie Utrecht)

Het project bevindt zich nu in de fase dat de laatste hand gelegd wordt aan het provinciale inpassingsplan. Hiervoor is het noodzakelijk conditionerende onderzoeken uit te voeren. Het betreft onderzoek naar luchtkwaliteit, geluidhinder, stikstof en trillingen. Voorafgaand hieraan is een verkeersmodelonderzoek uitgevoerd waarmee verkeersintensiteiten verkregen zijn. De verkeersintensiteiten uit het verkeersmodel zijn verrijkt waarmee deze geschikt gemaakt zijn als input voor de conditionerende onderzoeken.

1.2 Aanleiding

Deze notitie is een actualisatie van de notitie genaamd 'Verkeerscijfers t.b.v. milieuonderzoeken ondertunneling spoor Maarsbergen', d.d. 06-02-2019. Deze notitie is aangepast doordat nieuwe inzichten hier aanleiding toe gegeven hebben. Deze inzichten zijn o.a.:

- In het in 2019 gebruikte verkeersmodel is een overschatting van de woningbouwproductie in Woudenberg opgenomen.

- Het in 2019 gebruikte verkeersmodel onderschat de verkeershinder in de toekomstige situatie wanneer de spoorkruising gelijkvloers blijft (referentiesituatie). Ten behoeve van de voorliggende notitie is een analyse uitgevoerd om de verkeershinder door de gelijkvloerse spoorkruising zo realistisch mogelijk te modelleren.
- De maximumsnelheid in de tunnel is 60 km/uur. In 2019 is gerekend met 50 km/uur.

Hiernaast hebben nog enkele andere modelaanpassingen plaatsgevonden. Deze staan beschreven in de voorliggende notitie (hoofdstuk 2).

1.3 Leeswijzer

Deze is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2: Beschrijving van de uitgangspunten.
- Hoofdstuk 3: Modelvalidatie.
- Hoofdstuk 4: Duiding resultaten.
- Hoofdstuk 5: Eindproducten.

2 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd om te komen tot toekomstige verkeersintensiteiten als input voor de conditionerende onderzoeken.

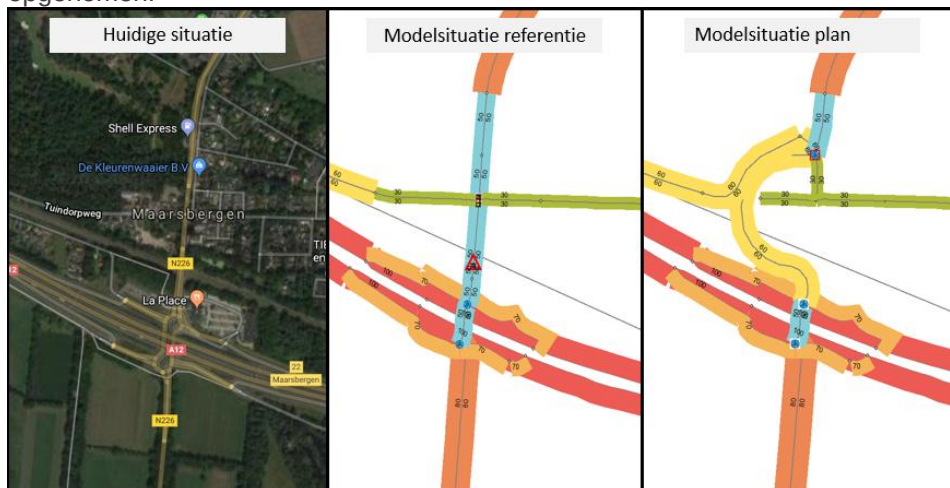
- Het gehanteerde VRU-model versie 3.4 kent de modeljaren 2015 en 2030 waarbij in 2030 de spoorkruising ongelijkvloers is. Bij het tot stand komen van de 2030-verkeersprognose is het hoge WLO2-groeiscenario gebruikt. Voor meer informatie over VRU-model versie 3.4 wordt verwezen naar de volgende website:
<https://www.utrecht.nl/fileadmin/uploads/documenten/bestuur-en-organisatie/publicaties/onderzoek-en-cijfers/2018-10-rapport-verkeersmodelregio-utrecht-VRU3-4.pdf>
- Tijdens de actualisatie van het verkeersonderzoek (oktober 2019) is het VRU-model geactualiseerd naar de meest recente inzichten.

De volgende wijzigingen zijn door Sweco in 2019 in het originele VRU-model aangebracht:

- *Sociaal-economische gegevens van de gemeente Woudenberg planjaar 2030*
 - o *Woudenberg aantallen woningen o.b.v. niveau 2015 + toevoeging Woudenberg-Oost (1.160 woningen)*
- *Sociaal-economische gegevens van Maarsbergen planjaar 2030*
 - o *Maarsbergen aantallen woningen op niveau 2015*
 - o *Maarsbergen aantallen arbeidsplaatsen op niveau 2015 + toevoeging Marezhof (90 woningen). 47 woningen hiervan waren eind 2018 reeds gerealiseerd.*
- *De verschillen t.o.v. de vulling van het VRU-model in februari 2019 is als volgt:*
 - o *Woudenberg: -1005 woningen*
 - o *Maarsbergen: - 77 woningen, -181 arbeidsplaatsen*
- *Rotonde N224-N226 in capaciteit uitgebreid tot turborotonde met by-passes conform plannen provincie Utrecht.*
- *Maximumsnelheid Tuindorpweg en Haarweg binnen de bebouwde kom aangepast naar 30 km/uur. Dit was ten onrechte 50 km/uur. Dit is zowel in het basisjaar 2015 als in het planjaar 2030 gecorrigeerd.*
- *Vrachtverbod vanaf het jaar 2020 op het westelijke deel van de Haarweg vanwege uitbreiding bedrijventerrein Maarsbergen-Oost.*
- *De gelijkvloerse spoorwegovergang bij Maarsbergen is 'nauwkeuriger' gemodelleerd door het opnemen van een VRI op deze locatie die het verkeer een deel van de tijd tegenhoudt.*

- Handmatig is de verkeersproductie van de volgende ontwikkelingen toegevoegd. Dit is gedaan door de verrijkte verkeersintensiteiten in de shapefiles aan te passen. Voor deze handmatige aanpassing is gekozen omdat hiermee aangesloten wordt op de werkwijze die gevolgd is bij de actualisatie van het verkeersonderzoek (oktober 2019).
 - Verkeersproductie Hotel Nuijssenborgh (vanaf 2026) conform de verkeersberekening uitgevoerd ten aanzien van bestemmingsplan Grote Bloemheuvel (d.d. 24-01-2014). Het betreft 750 mvt per werkdagemaal. Een omrekenfactor weekdag/werkdag van 1,0 is gehanteerd.
 - Verkeersproductie realisatie 4,7 ha bedrijvigheid en 24 woningen conform verkeersberekeningen bestemmingsplan Uitbreiding bedrijventerrein Maarsbergen-Oost (Verkeersintensiteiten; prognose, verdeling en advies, d.d. 5-11-2017). Het betreft 794 mvt per werkdagemaal. Rekening is gehouden met het volgende oplevertempo: 2020 (50%), 2021 (25%) en 2022 (25%). Een omrekenfactor weekdag/werkdag van 0,9 is gehanteerd.

- Voor de analyse naar de verkeershinder door een gelijkvloerse spoorkruising is informatie van ProRail gebruikt. Het betreft hier 'dichtligtijden'¹ van de huidige en de toekomstige dienstregeling².
- De volgende zes situaties zijn modelmatig doorgerekend waarna de resulterende verkeersintensiteiten zijn verrijkt waarmee deze geschikt gemaakt zijn als input voor de conditionerende onderzoeken.
 - a. Huidige infrastructuur (referentie): 2020 en 2026
 - b. Nieuwe infrastructuur (plansituatie met ondertunneling en 'Westvariant'): 2020, 2026, 2030 en 2036
- Het gehanteerde studiegebied is in Figuur 2-1 zichtbaar. Voor het modelleren van de infrastructuur in de plansituatie zijn de spoortunnel en de Westvariant ingebouwd. De maximumsnelheid in de tunnel is 60 km/uur. In bijlage 1 is Figuur 2-1 uitvergroot opgenomen.



Figuur 2-1 Studiegebied en netwerk verkeersmodel VRU 3.4 (links: luchtfoto, midden: netwerk referentie, rechts: netwerk plansituatie)

- Het VRU-model 3.4 kent de modeljaren 2015 en 2030. De herkomst/bestemmingsmatrices (HB-matrices) van de tussenliggende jaren (2020 en 2026) zijn bepaald op basis van lineaire interpolatie. De verkeersintensiteiten van de wegen binnen het studiegebied zijn verkregen door de HB-matrices toe te delen aan het netwerk gebruikmakend van het in het modelproject aanwezige toedeelscript. De intensiteiten voor het planjaar 2036 voor de plansituatie zijn op een alternatieve wijze bepaald omdat er voor dit specifieke jaar geen HB-matrices beschikbaar zijn (ook niet voor het jaar 2040). Hiervoor is een groeipercantage bepaald aan de hand van het VRU-model versie 3.3GUO (het vóór versie 3.4 vigerende model). In dit model is naast een 2030-prognose ook een 2040-prognose beschikbaar. De jaarlijkse groei van 2030 naar 2040 is op basis hiervan afgeleid. De groei tussen 2030 en 2040 is 1.1% per jaar. Het verrijken van de modelintensiteiten (weekdag intensiteiten licht, middelzwaar vracht, zwaar vracht voor de dag-, avond- en nachtperiode) heeft plaatsgevonden op basis van het toepassen van de in het VRU-model beschikbare procedure. In deze procedure worden factoren toegepast om de werkdagintensiteiten uit het VRU-model om te rekenen naar de specifieke weekdagintensiteiten ten behoeve van de conditionerende onderzoeken.

¹ Dit is de tijd dat de overweg gesloten is voor autoverkeer

² Overweg 56.5 te Maarsbergen.xlsx

3 Modelvalidatie

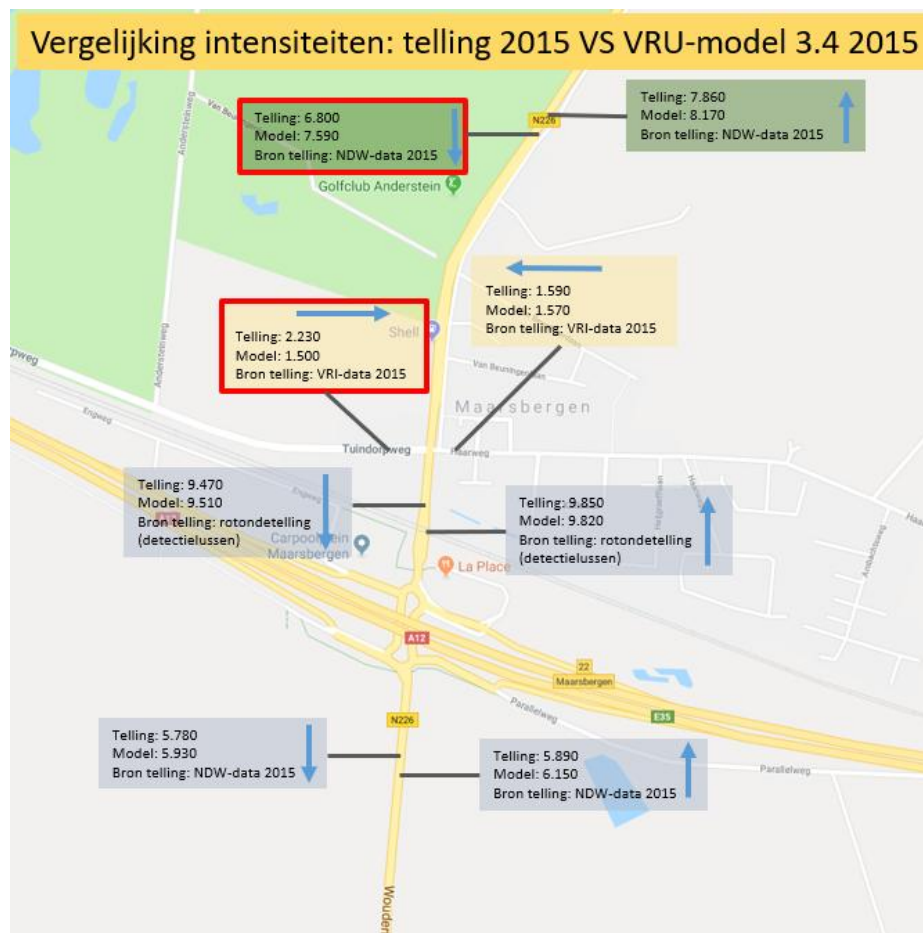
3.1 Algemeen

Belangrijk onderdeel van het onderzoek om te komen tot de verrijkte verkeerscijfers ten behoeve van de conditionerende onderzoeken is de modelvalidatie. Het VRU-model versie 3.4 is gevalideerd op de volgende onderdelen:

- verkeersintensiteiten basissituatie;
- verkeershinder gelijkvloerse spoorkruising.

3.2 Verkeersintensiteiten basissituatie

Ter validatie van het VRU-model zijn de intensiteiten in het basisjaar 2015 vergeleken met gemeten intensiteiten in 2015. Er is specifiek gekeken naar de intensiteiten op de wegvakken van de N226, Tuindorpweg en Haarweg, omdat hier gemeten intensiteiten van beschikbaar zijn. Het resultaat van deze vergelijking is samengevat in Figuur 3-1.



Figuur 3-1 Vergelijking intensiteiten: telling 2015 VS VRU-model 3.4 2015 (basisjaar)

Zichtbaar is dat de verschillen klein zijn. Aan de noordkant van Maarsbergen op de N226 zijn de verschillen het grootst en liggen de tellingen lager dan de model-intensiteiten. Daarnaast zien we een verschil van ongeveer dezelfde omvang op de Tuindorppweg richting de N226. Hier is de telling juist hoger dan het model aangeeft. Een deel van de verklaring van deze verschillen zit in de vertraging die in werkelijkheid ontstaat voor de spoorkruising en de resulterende fileterugslag tot voorbij de kruising met de Tuindorppweg/Haarweg. Dagelijks staan er wachtrijen op de N226 voor de spoorkruising en voor de kruising met de Tuindorppweg/Haarweg. Dit blijkt ook uit Figuur 3-2 (bron: Google Maps, typisch verkeer maandag 17:40). Het is door deze wachtrij aannemelijk dat verkeer de file op de N226 probeert te omzeilen door via de Andersteinweg en de Tuindorppweg 'vooraan' in de wachtrij voor de spoorkruising aan te sluiten. Het model voorspelt deze vertraging in mindere mate, waardoor het verkeer in het model in mindere mate omrijdt om de file te omzeilen. Dit verschil uit zich in de geconstateerde verschillen in intensiteiten.



Figuur 3-2 Verkeerssituatie rondom Maarsbergen

Voor deze twee punten (rood omkaderd in Figuur 3-1) is hierdoor een correctie toegepast op de intensiteiten voor alléén de twee referentiesituaties. Hiervoor zijn de intensiteiten gecorrigeerd met het relatieve verschil dat voor 2015 waargenomen is op beide wegvakken. Hiermee komen de modelintensiteiten beter overeen met de gemeten intensiteiten. Deze correctie is niet doorgevoerd op de intensiteiten in de plansituaties, omdat de vertraging op de N226 dan niet meer optreedt vanwege het ongelijkvloers zijn van de spoorkruising. Deze correctie is dan niet nodig.

3.3 Verkeershinder gelijkvloerse spoorkruising

In de toekomstmodellen 2020, 2026 en 2030 met de huidige infrastructuur blijft er hinder voor het verkeer ontstaan doordat de spoorkruising gelijkvloers is vormgegeven. Na het vergelijken van de intensiteiten op de spoorwegovergang tussen plansituatie 2030³ en referentiesituatie 2030 bleek dat het VRU-model een afname van intensiteiten voorspelde door het ongelijkvloers maken van de spoorkruising. Dit is onlogisch en de reden geweest een analyse uit te voeren naar de 'dichtligtijden'. Data van ProRail op basis van de 2019-dienstregeling is hiervoor gebruikt. Het doel van deze analyse is te achterhalen hoeveel procent van de tijd het verkeer minimaal gestremd is doordat de slagbomen bij de gelijkvloerse spoorkruising gesloten zijn. Uit deze analyse blijkt dat het verkeer minimaal 34% van de tijd gestremd is. In één uur is dit dus ruim 20 minuten. Op basis van deze feitelijke constatering is het VRU-model aangepast om de verkeershinder in de referentiemodellen voor de jaren 2020 en 2026 zo realistisch mogelijk te modelleren (voor details zie het tekstvak op de volgende pagina). In bijlage 2 van deze notitie is de analyse van de dichtligtijden opgenomen.

³ 2030 is voor deze analyse gekozen omdat dit het prognosejaar is dat in het VRU-model beschikbaar is.

De verkeershinder door de spoorkruising is gemodelleerd door het invoeren van een VRI met een cyclustijd van 120 sec. 34% stagnatie levert een groen/rood-verdeling op van 80/40. Met deze instelling is het verschil in intensiteiten onderzocht tussen de referentiesituatie en de plansituatie. Met deze instelling bleek echter nog steeds dat er een afname van intensiteiten door realisatie van het plan verkregen wordt. Met andere woorden: de verkeershinder door de gelijkvloerse spoorkruising is in het model onrealistisch laag. Door deze constatering is de verhouding groen/rood gekalibreerd om enerzijds een toename van intensiteiten door planrealisatie te verkrijgen en anderzijds een maximale uurintensiteit op de gelijkvloerse spoorkruising te verkrijgen van ongeveer 800 mvt/uur. 800 mvt/uur is de gemeten capaciteit op de spoorkruising. Uit deze analyse bleek dat bij een groen/rood-verdeling van 60 sec. groen en 60 rood de afgewikkelde maximale intensiteit ongeveer 800 mvt/uur is, wat overeenkomt met de gemeten capaciteit. Ook wordt in de plansituatie een hogere intensiteit geprognosticeerd dan in de referentiesituatie. Dit levert plausible verkeersintensiteiten op. De VRI-instelling met 60 sec. groen en 60 sec. rood is daarom voor het doorrekenen van referentiesituaties gebruikt.

Frequentieverhoging treinen

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat is voornemens de frequentie van de treinen in 2022 te verhogen van 18 treinen per uur naar 22 treinen per uur op het traject Utrecht – Arnhem⁴. Om te achterhalen of de mate van stagnatie hierdoor toeneemt (dit geldt uiteraard alleen voor de referentiesituaties 2020 en 2026) zijn ook voor deze situatie de dichtligtijden van ProRail met verhoogde frequentie geanalyseerd. Resultaat van de analyse is dat de toename in aantallen treinpassages door optimalisatie in de dienstregeling geen gevolgen heeft voor de mate van stagnatie voor het verkeer. Daarom is in het VRU-model in de referentiesituatie 2020 en 2026 dezelfde instelling gehanteerd voor het modelleren van de gelijkvloerse spoorkruising. In bijlage 2 van deze notitie is de analyse van de dichtligtijden opgenomen.

3.4 Stagnatiefactoren

Een stagnatiefactor beschrijft op wegvakniveau in welke mate de verkeersdoorstroming gehinderd wordt. Voor onderzoek naar luchtkwaliteit is dit van belang. Gebleken is dat het VRU-model de vertraging door de gelijkvloerse spoorkruising in mindere mate voorspelt dan dat de vertraging in werkelijkheid ervaren wordt. Voor specifiek de gelijkvloerse spoorwegovergang in de referentiesituatie 2020 en 2026 is hierom een alternatieve methode gebruikt voor het berekenen van de stagnatiefactor. Hiervoor is gebruikgemaakt van de verkeersafwikkeling zoals waargenomen in het microsimulatiemodel dat specifiek voor het in kaart brengen van de verkeerskundige effecten van de ondertunneling van het spoor door Sweco in 2015 is ontwikkeld voor de huidige situatie (2015) en voor de referentiesituatie (huidige infrastructuur in 2030). Op basis van de vertraging door de gelijkvloerse spoorwegovergang in dit micromodel is de stagnatiefactor volgens onderstaande tabel bepaald.

⁴ Voor meer details hierover wordt verwezen naar: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/blg-881554.pdf>

Omschrijving situatie ⁹	% stagnerend verkeer
Geen stagnatie	0%
Stagnatie gedurende een klein deel van de ochtend- of avondspits (minder dan 1 uur)	7%
Stagnatie gedurende een klein deel van de ochtend- en avondspits (minder dan 2x 1 uur)	15%
Stagnatie gedurende een groot deel van de ochtend- of avondspits (bijna 2 uur)	15%
Stagnatie gedurende de gehele ochtend- of avondspits (meer dan 2 uur)	20%
Stagnatie gedurende een groot deel van de ochtend- en avondspits (bijna 2x 2 uur)	30%
Stagnatie gedurende de gehele ochtend- en avondspits (meer dan 2x 2 uur)	40%

Figuur 3-3 Bepaling van het percentage stagnerend verkeer (Bron: Kenniscentrum InfraMil⁵)

Zo is inzicht verkregen voor de situaties 2015 (huidige infra) en 2030 (huidige infra). Door interpolatie zijn de stagnatiefactoren van de jaren 2020 en 2026 bepaald.

3.5 Openbaar vervoer

Voor het openbaar vervoer is rekening gehouden met de volgende buslijnen: 280, 82, 383. Deze zijn handmatig toegevoegd aan de shape-bestanden.



Figuur 3-4 Buslijnen in het gebied

3.6 Conclusie modelvalidatie

De validatie van het model heeft geleid tot aanpassing van het model ten aanzien van de modellering van de spoorwegovergang. Dit heeft geresulteerd in een realistische capaciteit van ongeveer 800 mvt/uur in de referentiesituatie en een afname van de verkeersintensiteiten op de N226.

Daarnaast zijn er correcties toegepast op de intensiteiten in de resulterende shapefiles:

- aanpassing van de intensiteiten op twee wegvakken in de referentiesituatie;
- aanpassing stagnatiefactoren op basis van resultaten microsimulatiemodel in de referentiesituatie;
- handmatig toevoegen busintensiteiten van de lijnen 280, 82, 383.

Modelonvolkomenheden zijn hiermee onderkend en verholpen.

⁵ <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/luchtkwaliteit/slag/nsi-rekentool/handleiding/algemeen/bestanden/wegsegmenten/congestie/>

4 Duiding resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten (intensiteiten en stagnatiefactoren) vergeleken tussen de referentiesituatie en de plansituatie voor het prognosejaar 2030. We presenteren hiervoor de intensiteiten en de stagnatiefactor ter hoogte van het spoor voor het jaar 2030. De waarden in tabel 4-1 zijn overgenomen uit de shapefiles en betreffen dus de verrijkte intensiteiten waar de correcties reeds op toegepast zijn (mvt/etmaal weekdays).

Tabel 4-1 Vergelijk (referentiesituatie 2030 met plansituatie 2030)

	Referentiesituatie	Plansituatie
Intensiteit	23.400	24.400
Stagnatiefactor	37%	7%

Zichtbaar is dat:

- door het realiseren van het plan de intensiteiten met 1.000 mvt/etmaal toenemen.
- de mate van stagnatie afneemt van 37% naar 7%. De reden dat de stagnatie niet naar 0% daalt is de aanwezigheid van aangrenzende kruispunten zoals de kluirotonde bij de aansluiting op de A12.

Eén van de voornaamste redenen om de verkeerscijfers te actualiseren was de eerder voorspelde, maar onlogische, afname van verkeer op de N226 ter hoogte van de spoorkruising door realisatie van de spoortunnel. Uit bovenstaande tabel blijkt dat dit niet meer het geval is. Door het realiseren van het plan nemen de intensiteiten met 1.000 mvt/etmaal toe. Dit is verklaarbaar.

5 Eindproducten

Naast de voorliggende notitie is het eindproduct een set van 7 shape-bestanden met hierin de verrijkte verkeersgegevens aangevuld met de stagnatiefactoren. De shape-bestanden zijn als volgt genaamd:

Referentiesituatie

- vru34_0_2030_ref_milieu_360661_sim_V2_milieu_nabewerking²
- vru34_1_2020_REF_V2_milieu_nabewerking
- vru34_3_2026_REF_V2_milieu_nabewerking

Plansituatie

- vru34_0_2030_plan_milieu_360661_milieu_nabewerking
- vru34_0_2036_plan_milieu_360661_milieu_nabewerking
- vru34_2_2020_PLAN_milieu_nabewerking
- vru34_4_2026_PLAN_milieu_nabewerking

Deze bestanden zijn opgeleverd in een zip-bestand (Verrijkte verkeersgegevens project Maarsbergen geactualiseerd 20200227.zip). De bestanden hebben de datumstempel 26-02-2020. Daarnaast zijn etmaalplots opgeleverd van de modellen 2020, 2026 en 2030. Dit zijn de verkeersintensiteiten die rechtstreeks uit het VRU-verkeersmodel komen. Het betreffen hier mvt/werkdag-etmaal. Correcties hierop hebben als nabewerking⁶ plaatsgevonden op de shapefiles en zijn dus niet in deze pdf-plots opgenomen.

- 11_Referentie_2020_Maarsbergen_etmaal_V2
- 21_Plansituatie_2020_Maarsbergen_etmaal
- 31_Referentie_2026_Maarsbergen_etmaal_V2
- 41_Plansituatie_2026_Maarsbergen_etmaal
- 51_Referentie_2030_Maarsbergen_etmaal_V2
- 61_Plansituatie_2030_Maarsbergen_etmaal

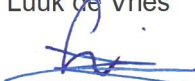
Van de projectsituatie 2036 is geen etmaalplot beschikbaar. De intensiteiten van deze situatie zijn afgeleid uit de situatie 'plansituatie_2030'. Een verkeersgroei van 1,1% per jaar is hierop toegepast. De shapefile van deze situatie is onderdeel van de opgeleverde eindproducten.

⁶ De volgende nabewerkingen hebben plaatsgevonden: Correcties intensiteiten o.b.v. verschillen in basisjaar t.o.v tellingen, toevoegen verkeersproductie hotel en bedrijventerrein Maarsbergen-Oost, toevoegen intensiteiten bussen, correctie stagnatiefactor o.b.v. microsimulatie 'referentiesituatie 2030'

Verantwoording

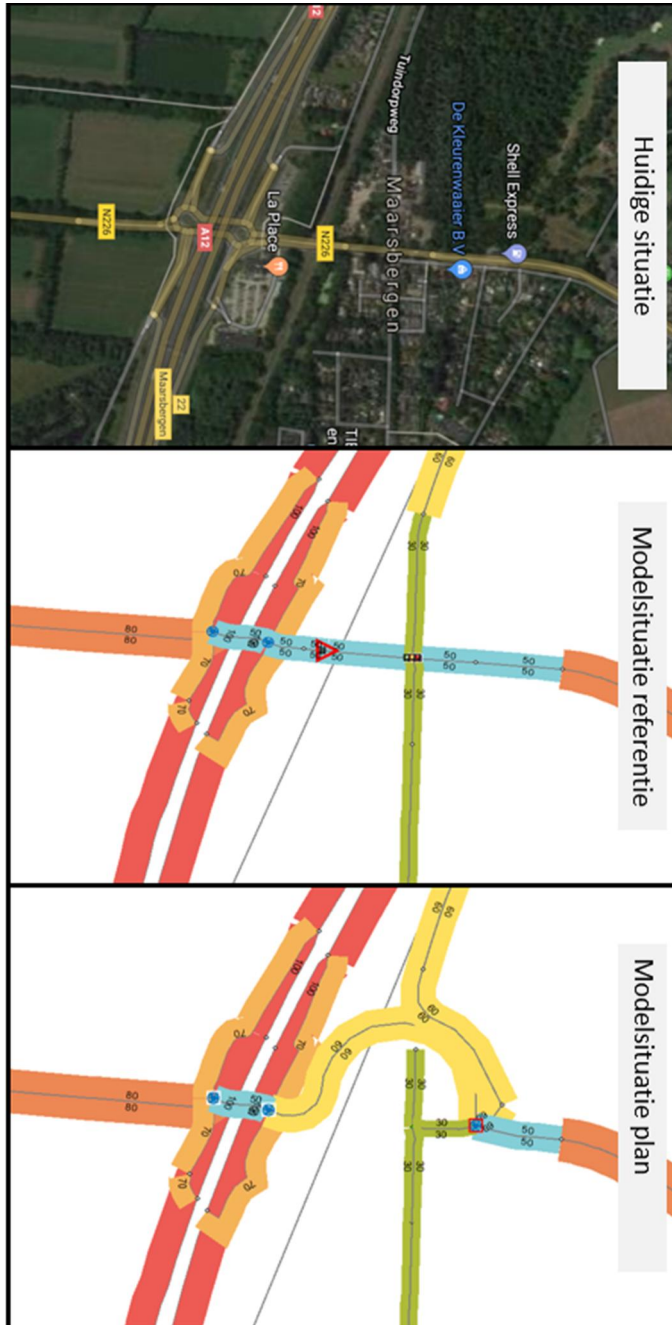
Titel	Verkeerscijfers voor milieuonderzoeken ondertunneling spoor Maarsbergen
Projectnummer	360661
Referentienummer	SWNL0258139
Revisie	D1
Datum	12-03-2020

Auteur	Jeroen de Wit
E-mailadres	jeroen.dewit@sweco.nl

Gecontroleerd door	Luuk de Vries
Paraaf gecontroleerd	

Goedgekeurd door	Martijn van Rij
Paraaf goedgekeurd	

Bijlage 1 Gemodelleerde infrastructuur (maximumsnelheden)



Bijlage 2 Analyse dichtligtijden

Resultaat analyse van data ProRail huidige dienstregeling

Sluiting	Sluiten gestart	Geopend	Duur dicht s.
1	3727	3806	79
2	3861	3973	112
3	4119	4197	78
4	4507	4588	81
5	4627	4695	68
6	4940	5044	103
7	5300	5375	75
8	5527	5606	79
9	5661	5773	112
10	5919	5997	78
11	6307	6444	137
12	6740	6810	70
13	6819	6888	70
14	7100	7175	75

Totale 'dichtligtijd' in minuten per uur 20,2

Resultaat analyse van data ProRail uit toekomstige dienstregeling na frequentieverhoging

Sluiting	Sluiten gestart	Geopend	Duur dicht s.
1	3830	3920	90
2	4057	4129	71
3	4153	4223	69
4	4268	4336	68
5	4444	4531	87
6	4602	4666	64
7	4838	4909	71
8	5060	5156	96
9	5630	5720	90
10	5857	5929	71
11	5953	6023	69
12	6244	6331	87
13	6345	6414	69
14	6422	6491	70
15	6638	6709	71
16	6860	6956	96

Totale 'dichttijd' in minuten per uur 20,7