

Deelonderzoek Luchtkwaliteit

MER Luchthavenbesluit Twente

Colofon

Opdrachtgever : Area Development Twente
Bestemd voor : mr. drs. J.H.K.C. Soer
Auteur(s) : ir. I. Achterberg
Controle door : ing. P. Frankena
Datum : 27 november 2013
Kenmerk : adt130903_lucht.rap

Opgesteld door : Advanced Decision Systems Airinfra BV
Adres : Bagijnhof 80
Plaats : 2611 AR Delft
Telefoon : +31 (0)15 - 215 00 40
Telefax : +31 (0)15 - 214 57 12
E-mail : info@adecs-airinfra.nl
Web : www.adecs-airinfra.nl
KvK nummer : 08092107

Zonder voorafgaande, schriftelijke toestemming van de opdrachtgever of Adecs Airinfra BV is het niet toegestaan deze uitgave of delen ervan te vermenigvuldigen of op enige wijze openbaar te maken.

Afkortingen en symbolen

ADT	Area Development Twente
APU	Auxiliary Power Unit
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CO ₂	Kooldioxide
GA	General Aviation
GPU	Ground Power Unit
IFR	Instrument Flight Rules
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
LCC	Low Cost Carrier
LTO	Landing and Take-off
m.e.r.	Milieueffectrapportage
MER	Milieueffectrapport
µg/m ³	Microgram per kubieke meter lucht
MNP	Milieu en Natuur Planbureau
NNM	Nieuw Nationaal Model
NO ₂	Stikstofdioxide
NO _x	Stikstofoxiden
NSL	Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit
PM ₁₀	Particulate Matter (Fijn stof)
RBML	Regelgeving burgerluchthavens en militaire luchthavens
RMI	Regeling milieu informatie (Schiphol)
SRM	Standaard rekenmethode
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
VFR	Visual Flight Rules

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1 Inleiding.....	7
2 Wettelijk kader.....	8
2.1 Nederlandse regelgeving	8
2.2 Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL).....	8
2.3 Wettelijke stoffen	9
2.4 Rekenen aan luchtkwaliteit	10
2.5 CO ₂	10
2.6 Geur.....	11
3 Alternatiefbeschrijving	13
3.1 Huidige situatie	14
3.2 Referentie exclusief gebiedsontwikkelingen.....	14
3.3 Referentie	14
3.4 Voorgenomen activiteit	14
4 Rekenmethoden en uitgangspunten	16
4.1 De onderzochte effecten en algemene uitgangspunten	16
4.2 Luchtkwaliteit ten gevolge van vliegverkeer	17
4.3 CO ₂ -emissies van vliegverkeer	18
4.4 Luchtkwaliteit ten gevolge van wegverkeer.....	19
4.5 Luchtkwaliteit ten gevolge van bedrijvigheid	20
4.6 Totale concentraties	20
4.7 Modelonzekerheden	21
5 Invoer	22
5.1 Invoergegevens luchtvaart: Kenmerken luchthaven.....	22
5.1.1 Start- en landingsbaan	22
5.1.2 Vliegroutes	23
5.2 Invoergegevens luchtvaart: Kenmerken vliegverkeer.....	26
5.3 Wegverkeergegevens.....	28
5.4 Bedrijvigheid	28
6 Resultaten	32
6.1 Totalen concentraties.....	32
6.2 Achtergrondconcentraties.....	34
6.3 Vliegverkeer	35
6.4 Wegverkeer	38
6.5 Bedrijvigheid	38
6.6 Toetsing.....	40

6.7	Geurhinder	41
6.8	CO ₂ -emissies	41
7	Conclusies	42
	Referenties	43
	Bijlage A Congestiekans	44
	Bijlage B Verdelingstabellen vliegverkeer	46
	Bijlage C Model vliegverkeer	48
	C.1 Het modelleren van de vliegbaan, nader bekeken	48
	C.2 Het omzetten van de vliegbaan naar emissiepunten, nader bekeken	48
	De concentratieberekening, nader bekeken.	49
	C.3 Basisprincipe van de berekening	49
	C.4 Enkele uitgangspunten/parameters	49
	C.5 Verspreidingsmodel luchtvaart	50

Samenvatting

Het doel van dit onderzoek is om de effecten op de luchtkwaliteit rond luchthaven Twente inzichtelijk te maken, zodat dit in de overweging bij het nemen van het luchthavenbesluit van de luchthaven meegenomen kan worden. Hierbij wordt gekeken naar de gevolgen voor de luchtkwaliteit ten gevolge van de diverse emissiebronnen waaronder de luchtvaart.

Totale concentraties

De totale concentraties zijn samengesteld uit de concentraties van het vliegverkeer, het wegverkeer en de achtergrondconcentraties. In dit onderzoek zijn de jaargemiddelde concentraties in 2012, 2015, 2020, 2024 en 2030 bepaald voor stikstofoxide (NO₂) en fijn stof (PM₁₀ en PM_{2,5}) in een studiegebied van 10x10 km. Dit studiegebied sluit, overeenkomstig de daarvoor voorgeschreven rekenmethodes, de snelweg zelf en de industrieterreinen uit.

In tabel 1 zijn de maximale totale jaargemiddelde concentraties, dus van alle bronnen tezamen, voor de verschillende jaartallen en stoffen binnen het studiegebied gegeven. In geen van de jaren wordt de wettelijke grenswaarde van 40 µg/m³ voor PM₁₀ of de lagere grenswaarde van 25 µg/m³ voor PM_{2,5} overschreden.

Tabel 1 NO₂ en PM₁₀-concentraties.

Jaargemiddelde concentraties [µg/m ³] in studiegebied alle bronnen samen	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}
	Max	Max	Max
2012	43,80	25,01	15,90
2015* Voorgenomen activiteit zoals 2030	41,46	23,39	15,90
2020* Voorgenomen activiteit zoals 2030	28,90	22,23	12,88
2024 Referentie zonder gebiedsontwikkeling	25,05	23,41	13,82
2024 Referentie	25,24	25,54	14,71
2024 Voorgenomen activiteit	25,84	25,57	14,73
2030 Referentie zonder gebiedsontwikkeling	21,13	22,75	13,40
2030 Referentie	21,32	24,82	14,35
2030 Voorgenomen activiteit	21,89	24,86	14,37

* Wegverkeersintensiteiten gelijk aan Voorgenomen activiteit in 2030, getoetst in zichtjaren 2015 en 2020 (worst case).

In de toetsjaren 2015 en 2020 is één rekenresultaat hoger dan de wettelijke grenswaarde van 40 µg/m³, namelijk de jaargemiddelde concentratie NO₂ die berekend is met invoergegevens voor de voorgenomen activiteit in 2030 en getoetst is in 2015 is 41,5 µg/m³. Omdat er in de berekening van een worst case situatie is uitgegaan, is het aannemelijk dat het resultaat naar beneden kan worden bijgesteld tot onder de 40 µg/m³. Alle andere resultaten leiden niet tot een overschrijding.

Een andere wettelijke grenswaarde is er voor de 24-uurgemiddelde concentratie van PM₁₀. Hiervoor mag het aantal overschrijdingsdagen, waarbij de daggemiddelde concentratie PM₁₀ hoger is dan 50 µg/m³ maximaal 35 zijn. Het maatgevende scenario, zijnde de voorgenomen activiteit in 2030, o.a. getoetst in het jaar 2015, heeft een maximum PM₁₀-bijdrage van 23,39 µg/m³. Dit komt overeen met 12 overschrijdingsdagen (zonder correctie voor zeezout) en overschrijdt de toegestane grenswaarde van 35 niet.

Achtergrondconcentraties

De grootste bijdrage aan de totale concentraties wordt geleverd door de reeds aanwezige achtergrondconcentraties. Het bereik (minimaal tot maximaal) van de concentraties is in onderstaande tabel 2 per zichtjaar getoond.

Tabel 2 Minimale en maximale achtergrondconcentraties in het studiegebied.

Jaargemiddelde concentraties [µg/m³] in studiegebied ten gevolge van achtergrond				
	NO₂		PM₁₀	
	Min	Max	Min	Max
2012	13,6	26,2	21,0	22,6
2015	11,8	17,7	19,5	21,0
2020	9,8	14,3	18,8	20,2
2024	9,2	13,5	18,3	19,7
2030	8,3	12,3	17,5	18,9

Uit de cijfers uit bovenstaande tabel blijkt dat er nog een ruime marge bestaat voordat de grenswaarden van 40 µg/m³ worden bereikt. Tevens is duidelijk dat de trend voor de concentraties in de toekomst dalend is. De afname van NO₂ is daarbij veel sterker dan die van PM₁₀.

Vliegverkeer

De bijdrage van het vliegverkeer aan de jaargemiddelde concentraties concentreert zich rondom de luchthaven. De maxima voor NO₂ en PM₁₀ die zijn gevonden in het studiegebied zijn in onderstaande tabel 3 genoemd.

Tabel 3 Bijdrage vliegverkeer: Maxima jaargemiddelde concentraties.

Jaargemiddelde concentraties [µg/m³] bijdrage vliegverkeer in studiegebied		
	NO₂ (direct)	PM₁₀
	Max	Max
2024 Voorgenomen activiteit	2,4	0,1
2030 Voorgenomen activiteit	2,5	0,1

De bijdrage van het vliegverkeer is beperkt ten opzichte van de reeds aanwezige achtergrondconcentratie. De bijdrage aan de PM₁₀-concentraties is nog veel kleiner dan aan de NO₂-concentraties. De grootste bijdrage wordt geleverd door het taxiën en de APU's op de opstelplaatsen. Het maximum ligt dan ook ter plaatse van de opstelplaatsen (de gates) waar de vliegtuigen zich langere tijd bevinden.

Wegverkeer

In onderstaande tabel zijn de gevonden maxima weergegeven voor de bijdrage aan het wegverkeer in de diverse doorgerekende scenario's.

Tabel 4 Bijdrage wegverkeer: maxima jaargemiddelde concentraties.

Jaargemiddelde concentraties [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] bijdrage wegverkeer in studiegebied	NO ₂ (direct)	PM ₁₀
	Max	Max
2012 Huidige situatie	12,56	3,62
2015* Voorgenomen activiteit zoals 2030	12,16	3,60
2020* Voorgenomen activiteit zoals 2030	7,02	3,04
2024 Referentie zonder gebiedsontwikkeling	5,37	2,65
2024 Referentie	5,40	2,65
2024 Voorgenomen activiteit	5,78	2,80
2030 Referentie zonder gebiedsontwikkeling	4,03	2,69
2030 Referentie	4,09	2,69
2030 Voorgenomen activiteit	4,43	2,83

* Wegverkeersintensiteiten gelijk aan Voorgenomen activiteit in 2030, getoetst in 2015 en 2020 (worst case).

De resulterende maxima van de concentraties voor het wegverkeer voor de scenario's worden lager naarmate de jaren verder in de toekomst liggen, ondanks toenemende verkeersintensiteiten. Dit is te verklaren doordat de afname van de emissiefactoren veel groter is dan de toename van de verkeersintensiteiten. Enkel voor PM₁₀ is er een kleine toename van 2024 naar 2030 te zien, doordat de emissiefactoren voor PM₁₀ dan niet meer zo sterk afnemen. Verder valt op dat er nauwelijks tot geen verschil in maximum tussen de referentie met of zonder gebiedsontwikkeling bestaat. Geconcludeerd kan worden dat de toename door de voorgenomen activiteit beperkt is ten opzichte van de referentiesituatie en de eindsituatie gunstiger is dan de huidige situatie.

Conclusies

Omdat de luchthaven Twente als project in het NSL is opgenomen is in principe gewaarborgd dat de gevolgen voor luchtkwaliteit beheerst worden en dat doorgang van het project niet afhankelijk is van een luchtkwaliteitsonderzoek. Voorwaarde hiervoor is dat de projectkenmerken zoals ze in het NSL zijn meegenomen niet veranderen met het voorliggende plan.

Om inzicht te geven in de milieueffecten is voor het MER desondanks een onderzoek uitgevoerd naar de luchtkwaliteit. De resultaten zijn vervolgens alsnog aan de wettelijke normen getoetst. Uit de resultaten van de totalen voor de jaargemiddelde concentraties en de 24-uurconcentraties blijkt dat er geen overschrijding van de grenswaarden wordt verwacht. Er worden derhalve geen knelpunten op het gebied van de luchtkwaliteit verwacht door de ontwikkeling van de luchthaven. Wel zal er een beperkte toename van concentraties ontstaan door de voorgenomen activiteit.

1 Inleiding

Area Development Twente (ADT) heeft na een aanbestedingstraject voor de exploitatie van burgerluchthaven Twente met het consortium Reggeborgh/Aviapartner (hierna: 'de exploitant') overeenstemming bereikt over de te sluiten concessieovereenkomst. Voordat de burgerluchthaven operationeel mag worden, zal er een luchthavenbesluit nodig zijn. Er wordt een milieueffectrapportage uitgevoerd ten behoeve van dit luchthavenbesluit. Voorliggend rapport bevat het deelonderzoek luchtkwaliteit voor dit MER.

Het doel van dit onderzoek is om de effecten op het thema lucht rond luchthaven Twente inzichtelijk te maken, zodat dit in de overweging bij het nemen van het luchthavenbesluit van de luchthaven meegenomen kan worden. Hierbij wordt gekeken naar de gevolgen voor de luchtkwaliteit ten gevolge van de diverse emissiebronnen waaronder de luchtvaart.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is het wettelijk kader en beleid omschreven op het gebied van luchtkwaliteit. De beschouwde alternatieven zijn in hoofdstuk 3 genoemd. De gebruikte rekenmethoden zijn omschreven in hoofdstuk 4 en in hoofdstuk 5 zijn de invoergegevens gegeven. De resultaten van de berekeningen zijn gegeven in hoofdstuk 6. Ten slotte eindigt dit rapport met de conclusies in hoofdstuk 7.

2 Wettelijk kader

Luchtkwaliteit is afhankelijk van de aanwezigheid van stoffen in de buitenlucht die schadelijk zijn voor de gezondheid. Een maat voor de luchtkwaliteit is de concentratie van een dergelijke stof in de lucht, meestal uitgedrukt in microgrammen per kubieke meter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Bronnen die schadelijke stoffen uitstoten, kunnen lokaal (tot enkele kilometers) effect hebben op de concentraties in de lucht. Normen ten aanzien van concentraties en voorschriften voor het meten en rekenen aan luchtkwaliteit zijn in de Nederlandse wet vastgelegd. In onderstaande paragrafen wordt de wet- en regelgeving inzake luchtkwaliteit beschreven (2.1-2.4). Ook wordt aandacht besteed aan de thema's CO₂ en geur in de laatste twee paragrafen (2.5, 2.6).

2.1 Nederlandse regelgeving

Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft de Handreiking Rekenen aan Luchtkwaliteit (ref. 1) uitgegeven als hulpmiddel voor het berekenen van concentraties van luchtverontreinigende stoffen. In deze handreiking is een overzicht van het juridisch kader gegeven. Voor de MER van luchthaven Twente is hieronder nog genoemd welke wetten van belang zijn voor het luchtkwaliteitsonderzoek.

De Nederlandse wet- en regelgeving voor luchtkwaliteit vloeit voort uit titel 5.2 van de Wet milieubeheer (Wm), ook wel de Wet luchtkwaliteit genoemd. Deze wet implementeert onder andere de normen uit Europese regelgeving, bestaande uit de Europese richtlijn luchtkwaliteit 2008 (2008/50/EG, 21 mei 2008 PbEG L 152) en de vierde dochterrichtlijn (2004/107/EG, 15 december 2004 PbEG L 23).

Op grond van artikel 5.16 Wm dient een bestuursorgaan, in geval van de in dit artikel genoemde gevallen, een besluit te nemen in achtneming van één van de volgende gronden:

1. het project leidt niet tot overschrijding van een grenswaarde.
2. het project leidt per saldo tot gelijk blijven of verbetering van de luchtkwaliteit.
3. het project draagt 'niet in betekende mate' bij aan de concentratie van een stof.
4. het project is genoemd of past binnen het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL) of binnen een regionaal programma van maatregelen.

Het luchthavenbesluit valt zelf onder de Wet luchtvaart. Hierin wordt niets specifiek ten aanzien van luchtkwaliteit of emissies geregeld. Wel biedt de wet via het Besluit burgerluchthavens het bevoegd gezag de mogelijkheid om aanvullende normen of regels in het luchthavenbesluit op te nemen. Er is tot nu toe geen sprake van zulke aanvullingen voor wat betreft luchtkwaliteit of emissies.

2.2 Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL)

Het NSL is een programma waarbij rekening is gehouden met (toekomstige) projecten en maatregelen door middel van een pakket van maatregelen waardoor er binnen een bepaalde termijn aan de grenswaarden voor fijn stof (PM₁₀) en stikstofdioxide (NO₂) uit de richtlijn luchtkwaliteit 2008 wordt voldaan. Het NSL onderbouwt tevens de derogatie (uitstel) die de Europese Commissie heeft verleend aan Nederland voor het voldoen van de grenswaarden. Het project "Luchthaven Twente" is opgenomen in het NSL.

2.3 Wettelijke stoffen

In de Wet milieubeheer zijn grenswaarden voor zeven stoffen en richtwaarden voor vijf stoffen opgenomen voor de concentraties in de buitenlucht. In Nederland zijn NO₂ en PM₁₀ het meest kritisch. Bij voldoen aan de normen voor deze stoffen, kan overschrijding van normen voor overige Wm-stoffen redelijkerwijs worden uitgesloten.

De normen voor de NO₂- en PM₁₀-concentraties zijn in onderstaande tabel 5 opgenomen.

Tabel 5 Overzicht normen stikstofdioxide en fijn stof.

Stof	Norm	Niveau [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
NO ₂	Jaargemiddelde concentratie	Maximaal 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
PM ₁₀	Jaargemiddelde concentratie	Maximaal 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
PM ₁₀	24-uurgemiddelde concentratie	Maximaal 35 maal per jaar meer dan 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
PM _{2.5}	Jaargemiddelde concentratie	Maximaal 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Toetsing niet vereist tot 1 januari 2015

Voor fijn stof met een fijnere fractie, PM_{2.5}, blijft het toetsen aan de grenswaarde buiten beschouwing indien het te nemen besluit (het moment van toetsen) voor 1 januari 2015 genomen wordt.

De uurgemiddelde NO₂-concentratie is niet beschouwd. De 1-uurgemiddelde grenswaarde bedraagt 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor de uurgemiddelde norm geldt dat deze niet vaker dan 18 keer per jaar overschreden mag worden. Overschrijding van deze grenswaarde is in Nederland al lang niet meer aan de orde, zo blijkt uit metingen. Wel komt het nog incidenteel voor dat uurwaarden boven de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ worden bereikt. In 2010 was dit het geval op twee stations: een uur op het stadsstation Den Haag-Rebequestraat en op twee achtereenvolgende uren op het straatstation Amsterdam-Prins Bernhardplein. Omdat het voor luchthaven Twente ook aannemelijk is dat de grenswaarde niet zal worden overschreden, is hier geen verdere uitwerking aan gegeven.

In de Wet milieubeheer is het toepasbaarheidsbeginsel in artikel 5.19 lid 2 opgenomen. Het gaat daarin voornamelijk om de toegankelijkheid van plaatsen. De luchtkwaliteit hoeft niet beoordeeld te worden op:

- › locaties die voor het publiek ontoegankelijk zijn;
- › terreinen met één of meer inrichtingen waar arbo-regels gelden, en/of;
- › de rijbaan van wegen en de middenberm van wegen, tenzij voetgangers normaliter toegang hebben tot de middenberm.

Voor de toetsing aan de grenswaarden in voorliggend onderzoek wordt in het studiegebied het maximum aan concentraties bepaald, waarbij de rijksweg A1 zelf en het gebied binnen de grenzen van de industrieterreinen valt wordt uitgesloten.

2.4 Rekenen aan luchtkwaliteit

De voorgeschreven rekenmethoden voor luchtkwaliteit zijn beschreven in de Regeling beoordeling luchtkwaliteit (Rbl2007). Hierin wordt onderscheid gemaakt tussen drie typen:

1. Standaard Rekenmethode 1 (SRM1) voor binnenstedelijke wegen.
2. Standaard Rekenmethode 2 (SRM2) voor buitenstedelijke wegen.
3. Standaard Rekenmethode 3 (SRM3) voor puntbronnen zoals industrie en veehouderijen.

Voor luchtvaart is er geen wettelijke of gevalideerde rekenmethodiek vastgelegd.

Om de projecteffecten van de luchthaven Twente te berekenen is gebruik gemaakt van SRM2 voor het wegverkeer in het studiegebied, SRM3 voor de industriële bronnen in het studiegebied en het luchtkwaliteitsmodel van Adecs Airinfra voor vliegverkeer.

Ieder jaar maakt het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (Infrastructuur en Milieu) generieke invoergegevens bekend, die gebruikt moeten worden bij de berekening van concentraties. Het gaat om:

- › Achtergrondconcentraties;
- › emissiefactoren voor wegen;
- › meteorologische gegevens;
- › ruwheidskaart.

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) maakt jaarlijks kaarten over de zogenoemde grootschalige concentraties van luchtverontreinigende stoffen. Het RIVM baseert zich bij het maken van deze kaarten op modelberekeningen en metingen van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. Ze geven een grootschalig beeld van de luchtkwaliteit in het verleden en de toekomst op basis van de huidige situatie, de trends en reeds voorziene nieuwe emissiebronnen.

De kaarten vormen de basis voor de onderstaande gegevens over de grootschalige achtergrondconcentraties, die door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu worden gepubliceerd. De gegevens zijn ruwe gegevens die bedoeld zijn voor gebruik in rekenmodellen. Bij de gegevens over de achtergrondconcentraties is de dubbeltellingcorrectie voor de lokale bijdragen van rijkswegen aan de concentraties gevoegd.

De Preprocessingtool SRM2 en SRM3 (PreSRM) is een uniforme methode voor de preprocessing van de gegevens voor de achtergrondconcentraties, de meteorologie en de ruwheid. Deze methode moet worden gebruikt bij implementatie van deze invoergegevens in SRM2, SRM3 en alle rekenmethoden die door de staatsecretaris van Infrastructuur en Milieu (voorheen de minister van VROM) zijn goedgekeurd voor gebruik in situaties die vallen binnen het toepassingsbereik van SRM2 en/of SRM3.

2.5 CO₂

Het Kyoto-protocol werd in 1997 opgesteld als aanvulling op het Klimaatverdrag. Industrielanden verbinden zich in het Kyoto-protocol om de uitstoot van broeikasgassen in de periode 2008-2012 met gemiddeld 5% te verminderen ten opzichte van het niveau in 1990. Het Kyoto-protocol verplicht Nederland om de uitstoot van broeikasgassen in de periode 2008-2012 met 6% te verminderen ten

opzichte van 1990. Tijdens het klimaatverdrag in Kopenhagen zouden afspraken over doelen na 2012 gemaakt moeten zijn, maar dit is niet gebeurd.

Vanuit het kabinet¹ is het doel uitgesproken dat Nederland in 2020 20% minder CO₂ uitstoot dan in 1990. Dat vloeit voort uit Europese afspraken.

Het Europese systeem voor emissiehandel (ETS) is het belangrijkste middel om de CO₂-uitstoot in de Europese Unie te verminderen. Als dit systeem goed werkt, dan kiest de markt zelf de meest efficiënte technologie voor CO₂-reductie. Dat zal een combinatie zijn van een toenemend aandeel hernieuwbare energie, energiebesparing, kernenergie en CO₂-afvang en -opslag.

Het Europees systeem van emissiehandel (ETS) geldt op dit moment voor twee sectoren. Dit zijn:

- › energie;
- › zware industrie.

Bedrijven uit deze sectoren mogen maar een bepaalde hoeveelheid broeikasgas uitstoten (emissieplafond). Dreigen ze door dit plafond heen te schieten, dan moeten ze schoner gaan produceren of rechten kopen om meer broeikasgas uit te stoten. De luchthaven Twente valt hier niet onder.

In 2012 zal Nederland een deel van de emissierechten voor de periode 2013-2020 gratis toewijzen. Het andere deel van de emissierechten wordt geveild. Sinds 1 januari 2012 geldt het emissiehandelssysteem ook voor de luchtvaart (ETS). Luchtvaartmaatschappijen die op Europa vliegen of de Europese Unie uitvliegen, moeten nu voor hun CO₂-uitstoot emissierechten kopen. Dit is dus een aangelegenheid van de luchtvaartmaatschappijen en niet van de luchthavens.

In de aanbestedingsvoorwaarden van ADT staat de eis dat de exploitant de luchthaven Twente ontwikkelt tot een CO₂-neutrale luchthaven.

2.6 Geur

De belangrijkste oorzaak van mogelijke geurhinder rondom luchthavens is de kerosinegeur vanwege enerzijds landende en opstijgende vliegtuigen en anderzijds grondactiviteiten zoals transport en overslag van kerosine. Het taxiën, eventueel proefdraaien en tanken levert een belangrijk aandeel.

De mate van hinder kan bepaald worden door middel van vragenlijsten die door omwonenden worden ingevuld. Omdat de situatie voor Twente nog in de toekomst ligt, zal een inschatting gemaakt moeten worden door middel van dosis-effect relaties. Zowel omtrent de dosismaat zelf als de relaties, waaruit aantallen gehinderden bepaald kunnen worden, bestaan veel onzekerheden.

Nederlandse onderzoeken naar geurhinder zijn er wel gedaan in het kader van de MER voor Schiphol. Er bestaat een relatie tussen de uitstoot van vluchtige organische stoffen en geur, maar ook bijvoorbeeld met de wind op het moment van de emissie. De relatie tussen eventuele 'geurcontouren' op basis van de vluchtige organische stoffen en de te ondervinden hinder is niet eenduidig vastgelegd.

¹ Brief: Kabinetsaanpak Klimaatbeleid op weg naar 2020

Gezien de grote onzekerheid die in dit kader bestaat, wordt het berekenen van geurcontouren niet als meerwaarde gezien. Enige cijfers uit de Schipholonderzoeken laten zien dat het vaststellen van de dosis (het aantal odour-units) in de praktijk niet eenduidig uitvoerbaar is.

In snuffelpanels is een consistente relatie gevonden tussen de waarneembaarheid van geur en de afstand tot het centrum van Schiphol. Geuren waren tot ca. 5,5 km waarneembaar. De helft van de panelleden nam de geur tot bijna 4 km waar. Ook in vragenlijstonderzoek werd een duidelijke relatie met de afstand gevonden. Op 10 km afstand werd vrijwel geen geurhinder gerapporteerd (ref. 7).

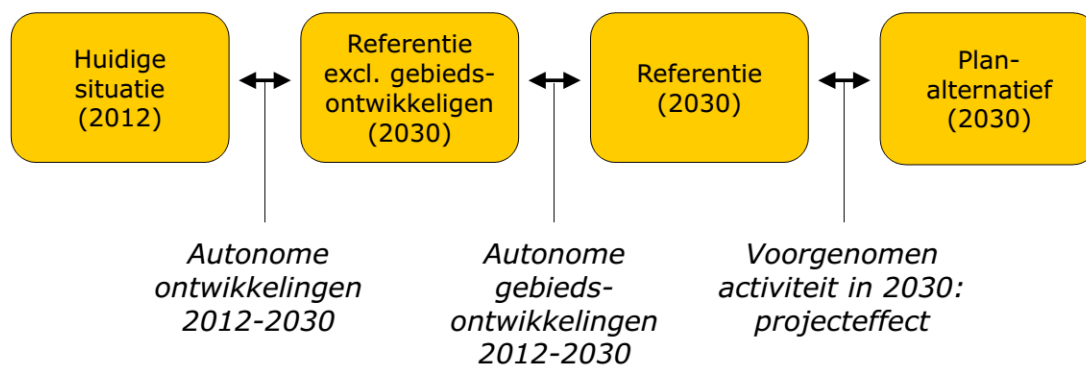
Uit de evaluatie Schipholbeleid (2005) blijkt ook dat de totale groep ernstig gehinderden door geur van vliegtuigen beduidend minder groot is dan de groep die ernstig wordt gehinderd door geluid van vliegtuigen. Ook meer in het algemeen is het aandeel ernstig gehinderden door geur niet zo groot.

3 Alternatiefbeschrijving

Het doel van dit MER is om de milieueffecten van de luchthaven Twente inzichtelijk te maken, zodat dit in de overweging bij het nemen van het luchthavenbesluit van de luchthaven meegenomen kan worden. De milieueffecten worden bepaald voor de situatie waarbij de voorgenomen activiteit, de ontwikkeling van luchthaven Twente tot een burgerluchthaven zoals beschreven door de initiatiefnemer, gerealiseerd is. Het zichtjaar wat hierbij gehanteerd wordt is 2030 zijnde het jaar tot wanneer de luchthaven een sterke groei doormaakt en overgaat in een autonoom beeld. In deze situatie worden ook alle autonome ontwikkelingen meegenomen die in de omgeving van de luchthaven relevant zijn om op die manier de totale (cumulatieve) effecten die ontstaan te bepalen. Deze situatie wordt de *voorgenomen activiteit* genoemd.

Om de milieueffecten te beoordelen worden deze afgezet tegen een referentie. De referentie is de situatie in 2030 inclusief alle autonome ontwikkelingen **zonder** realisatie van de voorgenomen activiteit. Het verschil tussen de referentie en de voorgenomen activiteit is het projecteffect.

Voor een deel van de autonome ontwikkelingen dat in de referentie wordt meegenomen geldt dat er nog enige onzekerheid over de realisatie hiervan bestaat. Het betreft plannen waarvan doorgang afhankelijk is van de komst van de luchthaven en/of waarover nog besluitvorming moet plaatsvinden. Deze ontwikkelingen worden samen de 'gebiedsontwikkelingen' genoemd. Om de effecten van deze meer onzekere autonome ontwikkelingen inzichtelijk te maken, wordt ook de situatie beschouwd waarbij deze niet worden meegenomen, de referentie exclusief gebiedsontwikkelingen.



Naast het jaar 2030 wordt ook 2024 als zichtjaar gehanteerd en wordt er kwalitatief een doorkijk gegeven naar 2063. De kenmerken van de huidige situatie worden beschreven en waar relevant wordt ingegaan op de milieueffecten. Vanwege het NSL wordt ook gekeken naar de resultaten voor de toetsjaren 2015 en 2020.

Voor een algemene beschrijving van zowel de autonome ontwikkelingen als de voorgenomen activiteit wordt verwezen naar het hoofdrapport van het MER. In dit deelrapport worden de kenmerken van de situaties beschreven voor zover deze relevant zijn voor het luchtonderzoek. In onderstaande paragrafen wordt beschreven hoe het plangebied en alternatieven gekenmerkt worden.

3.1 Huidige situatie

Sinds 1 januari 2008 is de militaire luchtmachtbasis Twenthe gesloten. Na aankondiging van de voorgenomen sluiting in 2003 vertoonde het militaire gebruik (voornamelijk F-16's) een afname. Tot en met 2007 vond er daarnaast nog beperkt gebruik van civiel verkeer plaats. Als huidige situatie wordt het jaar 2012 beschouwd. In 2012 is Enschede Airport Twente officieel gesloten voor vliegverkeer met uitzondering van lokale gebruikers, bestaande uit een motorvliegclub, een zweefvliegclub en een modelvliegclub.

De luchthaven heeft een baan van 2.406 meter in de richting noordoost-zuidwest. De kortere dwarsbaan is niet in gebruik.

Er wordt verondersteld dat de bijdrage van het vliegverkeer van de lokale gebruikers en bestaande bedrijvigheid deel uitmaakt van de totale achtergrondconcentraties. Er is daarom geen aparte inventarisatie van deze bedrijvigheid gedaan voor de actuele situatie. Wegverkeer is wel apart meegenomen in de berekeningen waarbij de bijdrage van de Rijksweg is gecorrigeerd voor dubbeltelling. De intensiteiten voor het jaar 2012 zijn geleverd door Arcadis, de uitvoerder van het wegverkeersonderzoek.

3.2 Referentie exclusief gebiedsontwikkelingen

Als autonome ontwikkeling voor de luchtvaart wordt verondersteld dat de vliegactiviteiten dezelfde omvang hebben als in 2012 en geen groei doormaken. Daarnaast zijn er geen andere gebiedsontwikkelingen die gerealiseerd worden. Voor het wegverkeer is de infrastructuur onveranderd en is een autonome groei van de verkeersintensiteiten meegenomen.

Qua bedrijvigheid is een aantal bedrijventerreinen meegenomen die zich in de omringende gemeenten ontwikkelen. Mogelijk zijn deze bedrijven geheel of deels meegenomen in de prognose voor de achtergrondconcentraties. In dat geval leveren deze bedrijventerreinen een dubbeltelling op. De verkeersintensiteiten zijn wederom door Arcadis geleverd voor de jaren 2024 en 2030.

3.3 Referentie

Als autonome ontwikkeling voor de luchtvaart wordt verondersteld dat de vliegactiviteiten dezelfde omvang hebben als in 2012 en geen groei doormaken.

Extra autonome ontwikkelingen in de referentie zijn de ontwikkelingen die deel uitmaken van de gebiedsontwikkeling rond de luchthaven maar niet van de voorgenomen activiteit zelf, zoals het Trainingscentrum Oost Nederland en leisure. Zowel de directe effecten als de verkeersaantrekkende werking van deze ontwikkeling zijn beschouwd. De verkeersintensiteiten zijn wederom door Arcadis geleverd voor de jaren 2024 en 2030.

3.4 Voorgenomen activiteit

In de voorgenomen activiteit wordt naast de autonome ontwikkelingen ook de voorgenomen activiteit in de effectbepaling meegenomen. Belangrijkste kenmerken van de ontwikkeling van luchthaven Twente tot een burgerluchthaven met vliegverkeer zijn:

- › De luchthaven maakt een groei door wat leidt tot:
 - 23.786 vliegbewegingen in 2024 en

- 29.788 vliegbewegingen in 2030.
 - Circa de helft van de vliegbewegingen valt in het segment passagiersverkeer. Dit leidt tot ruim 2 miljoen passagiers in het jaar 2030.
 - Overig vliegverkeer valt onder de "general aviation", bestaande uit zakenjets en recreatief vliegverkeer.
 - Er ontwikkelt zich luchthavengebonden bedrijvigheid, zoals onderhoudswerkzaamheden.
- De verkeersintensiteiten zijn wederom door Arcadis geleverd voor de jaren 2024 en 2030.

4 Rekenmethoden en uitgangspunten

4.1 De onderzochte effecten en algemene uitgangspunten

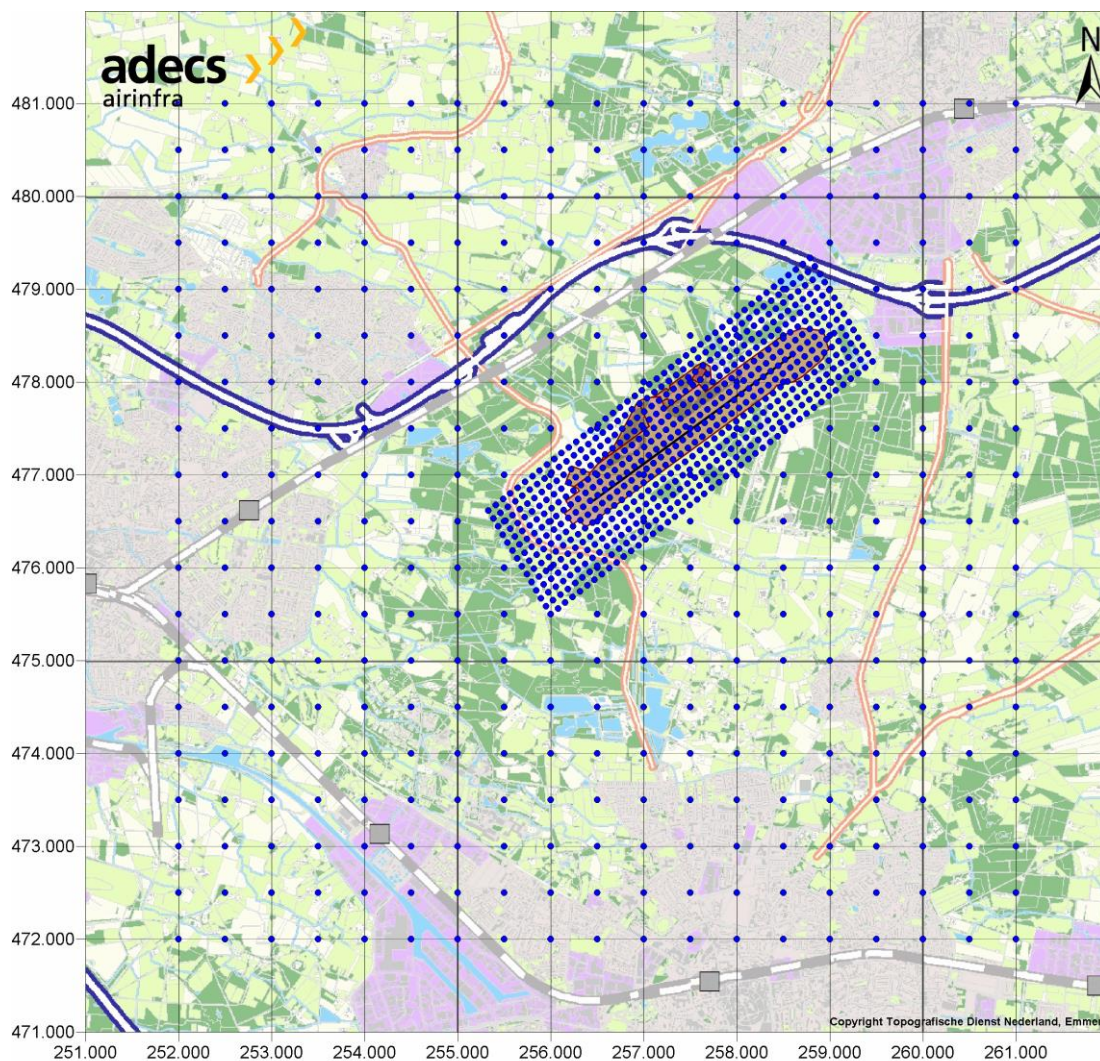
Om de gevolgen van emissies voor de luchtkwaliteit in beeld te brengen zijn de volgende effecten bepaald voor de genoemde zichtjaren en emissiebronnen:

Tabel 6 Effecten luchtkwaliteit.

Effecten:	Zichtjaren:	Emissiebronnen:
De jaargemiddelde concentraties NO ₂	2012	Vliegverkeer
De jaargemiddelde concentraties PM ₁₀	2015	Wegverkeer
De jaargemiddelde concentraties PM _{2,5}	2020	Bedrijvigheid
Dagoverschrijdingen PM ₁₀	2024	Achtergrond
	2030	

De resultaten zijn getoetst aan de normen uit de Wet luchtkwaliteit. Het studiegebied is een vierkant gebied van 10x10 km rondom de luchthaven. Hierbinnen liggen rekenpunten, ook wel receptorpunten genoemd, in een grid op een hoogte van 1,50 meter. Voor het wegverkeer is er een regelmatig grid van 100x100 m gebruikt. In de berekening van het vliegverkeer is dit 500x500 m met een verfijning van rekenpunten tot 100x100 m vlakbij de luchthaven. Dit fijnere grid ligt in dezelfde richting als de start- en landingsbaan. Dit is in figuur 1 getoond. Voor de berekeningen van de bedrijvigheid is het grid 167 bij 167 meter.

Om de totale resultaten te verkrijgen zijn alle deelresultaten geïnterpoleerd naar een regelmatig grid van 50 bij 50 meter en vervolgens bij elkaar opgeteld. Voor de toetsing aan de grenswaarden worden de gebieden op de weg en op de industrieterreinen zelf buiten beschouwing gelaten op grond van het toepasbaarheidsbeginsel, zoals beschreven in paragraaf 2.3. Achteraf is nog gecheckt of de resultaten aanleiding gaven tot een verfijning van het rekengrid, maar hiertoe is geen reden gebleken.



Figuur 1 Rekenpunten luchtkwaliteit vliegverkeer.

Voor de berekening van de jaargemiddelde concentratie van $PM_{2.5}$ is voor het wegverkeer uitgegaan van de resultaten die het Pluim-model oplevert. Dit model maakt gebruik van de emissiefactoren en achtergrondconcentraties die door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu jaarlijks bekend worden gemaakt. Voor vliegverkeer en bedrijvigheid zijn geen emissiefactoren bekend. Hierbij wordt uitgegaan van een vaste verhouding $PM_{2.5}/PM_{10}$. Conform het rapport van het Milieu- en Natuurplanbureau (ref. 8) wordt voor vliegverkeer een fractie van 1 gehanteerd. Voor bedrijvigheid wordt een fractie van 0,5 gehanteerd.

Voor CO_2 is enkel gekeken naar de bijdrage van vliegverkeer. Geur ten gevolge van de luchthaven wordt kwalitatief behandeld.

4.2 Luchtkwaliteit ten gevolge van vliegverkeer

Het model waarmee Adecs Airinfra de verspreiding van de uitstoot van het luchtverkeer berekent, bestaat in grote lijnen uit drie onderdelen:

› **1: Modelleren van de vliegbaan**

Met de kennis die voorhanden is uit geluidsberekeningsmodellen wordt met behulp van een bekende vliegroute en vliegprocedure voor een bepaald vliegtuig een vierdimensionaal vliegp pad gemodelleerd (x, y, z, t – drie dimensies geven de positie weer, de vierde dimensie is de tijd op de betreffende positie). Ook de verschillende snelheden op het vliegp pad zijn op basis van deze informatie bekend. Deze informatie wordt aangevuld met informatie van de exploitant over opstelplaatsen, taxiroutes en taxisnelheden. Hiermee kan het vliegp pad volledig worden gemodelleerd als positieverandering per tijdseenheid.

› **2: Emissieberekening volgens de RMI-methode**

De Regeling Milieu Informatie (RMI) beschrijft voor Schiphol hoe een emissieberekening dient te worden uitgevoerd. Deze methode wordt toegepast om de uitstoot van het vliegtuig in elk punt van het vliegp pad te berekenen. Volgens de aan de RMI gekoppelde databases wordt voor elk vliegtuig de zogeheten TIM-code bepaald. TIM is de afkorting van *Time In Mode* en is de tijdsduur van een vliegtuig in een bepaalde vliegfase afhankelijk van de TIM-code en de vliegfase. Deze sluiten aan bij de RMI, behalve de taxitijden die bepaald zijn op basis van de taxiroutes en –snelheden.

Met behulp van de aan de RMI gekoppelde databases is het mogelijk de emissies van vliegtuigen in de vier verschillende fasen *approach*, *idle*, *take-off* en *climb-out* te berekenen. Van elk van deze fasen kan per vliegtuigtype/motorcombinatie de emissie per tijdseenheid worden berekend. De fasen zijn als volgt gedefinieerd:

- › Indien nadering: *approach*;
- › Indien vertrek: *take-off* tot 1.000 ft., daarna *climb-out*;
- › Indien circuit: *take-off*, vanaf de daling: *approach*;
- › Indien taxi: *idle*;

› **3: Concentratieberekening door bepaling van verspreiding van berekende emissies**

Het verspreidingsgedeelte is voor het grootste deel gebaseerd op de beschrijving van het Nieuw Nationaal Model (NNM), opgesteld door de projectgroep Revisie Nationaal Model in het Paarse boekje uit 1998 vernieuwd in 2002. Daarbij is ook rekening gehouden met de meest recente afspraken, zoals deze in de beheercommissie NNM zijn gemaakt. Het NNM is een Gaussisch pluimmodel dat de beweging van geëmitteerde verontreinigingen vanaf de bron simuleert. Hiervoor worden twee Gaussfuncties gebruikt, één voor de verticale diffusie en één voor de horizontale diffusie, loodrecht op de windrichting. De dispersiecoëfficiënten zijn afhankelijk van diverse parameters, zoals de weersgesteldheid, warmte-inhoud emissie en snelheid van de bron.

Deze drie onderdelen zijn samengevoegd tot één model. In Bijlage C wordt op ieder van de drie onderdelen nader ingegaan.

4.3 CO₂-emissies van vliegverkeer

De volgende bronnen zijn bij de CO₂-emissieberekening van het vliegverkeer betrokken:

- › het luchtverkeer beneden een hoogte van 3.000 ft. en
- › het gebruik van auxiliary power units (APU).

Voor het berekenen is gebruik gemaakt van de berekeningsmethode zoals deze in het rapport TNO-R2003/313 (juli 2003) (ref. 4) is vastgelegd. Deze berekeningsmethode heeft betrekking op de emissies van het luchthavenluchtverkeer, bestaande uit de emissies ten gevolge van de landing and take-off cycles (LTO) en (waar aanwezig) de emissies van de Auxiliary Power Units (APU). APU's zorgen bij grotere vliegtuigen voor de stroomvoorziening bij uitgeschakelde motoren. De emissies ten gevolge van het proefdraaien zijn alleen berekend voor het zware verkeer. Voor het lichte verkeer is proefdraaien een onderdeel van de vluchtvoorbereiding en is daarom meegenomen in de berekening van de vluchtfases in de vorm van langere taxi-tijden. De LTO-cyclus bestaat uit een viertal te onderscheiden fasen:

- › de landingsfase (approach);
- › twee taxifasen (idle);
- › een startfase (take-off);
- › een klimfase (climb-out).

De rekenmethode gaat, per soort vliegtuig, uit van een vaste tijdsduur voor iedere fase van de LTO-cyclus. Voor ieder motortype en elke fase zijn gegevens bekend over het brandstofverbruik en de emissies per kilogram brandstof. De totale emissie per vliegtuigtype volgt uit de vermenigvuldiging van het aantal LTO's van het vliegtuig, de emissies per kilogram brandstof en het totale brandstofverbruik tijdens de LTO-cyclus. Door de emissies van alle vliegtuigtypen op te tellen wordt de totale CO₂-emissie op het luchthaventerrein bepaald.

4.4 Luchtkwaliteit ten gevolge van wegverkeer

Voor de berekeningen van de effecten van het wegverkeer is gebruik gemaakt van het rekenprogramma Pluim Snelweg (TNO, versie 1.7, augustus 2012). Dit model is een implementatie van SRM2 en maakt gebruik van de generieke invoergegevens (paragraaf 2.4) die in maart 2012 bekend zijn gemaakt. De wegen in het studiegebied die de belangrijkste bijdragen leveren, zijn de snelwegen en de provinciale wegen in de buurt van de luchthaven. Van de binnenstedelijke wegen wordt aangenomen dat de bijdrage is opgenomen in de achtergrondconcentraties en daarnaast niet onderscheidend zijn in de vergelijking van het project met de referentiesituatie. Daarom zijn enkel de snelwegen en wegen in open gebied, verder provinciale wegen genoemd, meegenomen in de berekening.

De belangrijkste invoer voor een berekening is het wegenbestand, waarin de volgende gegevens worden opgenomen:

- › De coördinaten van lijnstukken die de wegen vormen: via Arcadis zijn wegenbestanden aangeleverd, waaruit de ligging van de wegen volgt.
- › Intensiteiten: de etmaalintensiteiten onderverdeeld naar personenauto's en vrachtauto's volgen uit het wegenbestand van Arcadis. Voor de onderverdeling tussen middelzware en zware vrachtauto's is 55,3%- 44,7% aangehouden, overeenkomend met de geluidsberekening.
- › Maximumsnelheden: Voor verschillende maximumsnelheden zijn emissiefactoren gegeven. Aansluitend bij de mogelijke maximumsnelheden is afhankelijk van het wegtype de snelheid gekozen (snelwegen 120 km/u, provinciale wegen 70 km/u).
- › Wegligging: er is geen rekening gehouden met hoogte van de weg. Een hoogte van 0 meter boven maaiveld is gekozen.

- › Schermhoogte: Er zijn geen schermen meegenomen in de berekeningen.
- › Congestiekans: Op basis van de I/C-verhouding die aangeleverd is door Arcadis is de congestiekans bepaald. Zie ook de uitleg in Bijlage A.
- › Wegtype: Voor snelwegen geldt het type 3 en voor overige provinciale wegen type 2.

4.5 Luchtkwaliteit ten gevolge van bedrijvigheid

Voor de berekeningen van de effecten van de bedrijvigheid is gebruik gemaakt van het luchtkwaliteitsmodel ISL3a (KEMA, versie 2013-1 van 6 juni 2013). Het luchtkwaliteitsmodel ISL3a is gebaseerd op het Nieuw Nationaal Model (NNM) en rekt conform Standaard rekenmethode 3 (SRM3), zoals omschreven in de (gewijzigde) Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 (RBL 2007). Het programma is te gebruiken om de gevolgen van (agrarische en industriële) puntbronnen en oppervlaktebronnen op de luchtkwaliteit in de omgeving te bepalen. Het model is in opdracht van het toenmalige Ministerie van VROM door KEMA ontwikkeld.

De belangrijkste invoer voor een berekening is een bestand, waarin de volgende gegevens zijn opgenomen:

- › Naamgeving van de bron.
- › De coördinaten van de bron (x, y), hiervoor is het zwaartepunt per bedrijventerrein gehanteerd.
- › De hoogte van de uitstoot van de bron in meters. Er is geen rekening gehouden met hoogte van de bron. Een hoogte van 5 meter boven maaiveld is gekozen.
- › De emissiefactoren van PM₁₀ en NO_x, beide in gram per seconde. Deze emissiefactoren zijn bepaald aan de hand van standaard/gemiddelde emissiefactoren die voor een bepaalde industriecategorie bepaald zijn aan de hand van statistische gegevens en vervolgens zijn deze factoren omgerekend naar gram per seconde aan de hand van de omvang van het industrieterrein.
- › De diameter van de bron in meters. Standaard is 0,5 meter gehanteerd.
- › De uittreedsnelheid van de bron in meter per seconde. Standaard is 4 meter per seconde gehanteerd.
- › De temperatuur van de uitgestoten emissie in graden Kelvin. Standaard is 288 Kelvin gehanteerd, wat overeenkomt met 15 graden Celsius.
- › Informatie over gebruikperiodes/-tijden etc. In de berekeningen is uitgegaan van bronnen die continue in gebruik zijn.

4.6 Totale concentraties

Om tot de totale resultaten te komen worden alle bijdragen van de emissiebronnen bij de achtergrondconcentratie opgeteld. Uit het wegverkeersmodel Pluim volgt de optelling voor de weg met de achtergrond, waarbij een zogeheten dubbeltelcorrectie voor de achtergrond wordt meegenomen. Tevens wordt rekening gehouden met de chemische reactie tussen uitstoot van stikstofdioxide en de reeds aanwezige achtergrondconcentraties. Bij deze Pluim-resultaten worden de bijdrage van het vliegverkeer en de bedrijvigheid opgeteld. In deze laatste optelling wordt geen rekening gehouden met de stikstofreactie, wat tot een kleine overschatting van NO₂ kan leiden.

De totale concentraties worden getoetst aan de normen uit de Wet luchtkwaliteit. Voor het NSL zijn de jaren 2015 en 2020 relevant. Om te toetsen of in deze jaren de normen niet worden overschreden

wordt een worst case benadering gekozen. De intensiteiten en bijdragen van het vliegverkeer en bedrijvigheid in de voorgenomen activiteit in 2030 worden als uitgangspunten gehanteerd. Dit is het meest zware scenario. Vervolgens wordt er met de achtergrond en emissiefactoren van 2015 c.q. 2020 de totalen voor de betreffende jaren berekend.

4.7 Modelonzekerheden

Onzekerheden luchtkwaliteit vliegverkeer

De modellering van de emissie van een bewegende puntbron tot een bijdrage aan de concentratie in de lucht op een bepaalde locatie bevat veel onzekerheden. De beschikbaarheid van metingen en validatie van modelparameters is tot op heden niet toereikend. Vergelijkingen tussen verschillende modellen wijzen op grote verschillen. Effecten die mogelijk niet (volledig) worden meegenomen zijn de richting van de uitlaat, de snelheid van de bron, de (initiële) stijging van de pluim, warmte-inhoud, het verschil tussen één, twee of vier motoren.

Door alleen de nominale grondpaden en standaardhoogteprofielen te gebruiken worden de locaties waar de vliegtuigen zich in de berekening bevinden, geconcentreerd. In werkelijkheid bestaat er een spreiding van locaties (x,y,z) rondom deze gemodelleerde paden.

De verwachting is wel dat de resultaten van de berekening een indicatie geven van de effecten. Rondom regionale luchthavens is in het algemeen de bijdrage van het vliegverkeer aan de concentraties niet meetbaar of te onderscheiden van de reeds aanwezige achtergrondconcentraties.

Onzekerheden luchtkwaliteit bedrijvigheid

Door gebruik te maken van gemiddelde emissiefactoren voor bepaalde industriecategorieën ontstaat er verschil met de emissie die in werkelijkheid wordt uitgestoten. De verwachting is echter dat de gehanteerde emissiefactoren een overschatting zijn van hetgeen er voor de meegenomen industrieterreinen werkelijk uitgestoten wordt. Tevens is aangenomen dat de bronnen continu in gebruik zijn en emissie produceren, in de praktijk zal dit altijd minder zijn en is dit dus een overschatting van de werkelijkheid.

5 Invoer

Voor de luchtvaart zijn luchtkwaliteitberekeningen uitgevoerd. De invoergegevens die voor de luchtkwaliteitberekening van het vliegverkeer zijn gebruikt staan beschreven in paragraaf 5.1 en 5.2. Invoer voor wegverkeer en bedrijvigheid zijn in paragraaf 5.3 en 5.4 toegelicht.

5.1 Invoergegevens luchtvaart: Kenmerken luchthaven

De invoergegevens zijn verdeeld in twee categorieën. Paragraaf 5.1 beschrijft de invoer die de kenmerken van de luchthaven beschrijft. Paragraaf 5.2 beschrijft de kenmerken van het vliegverkeer.

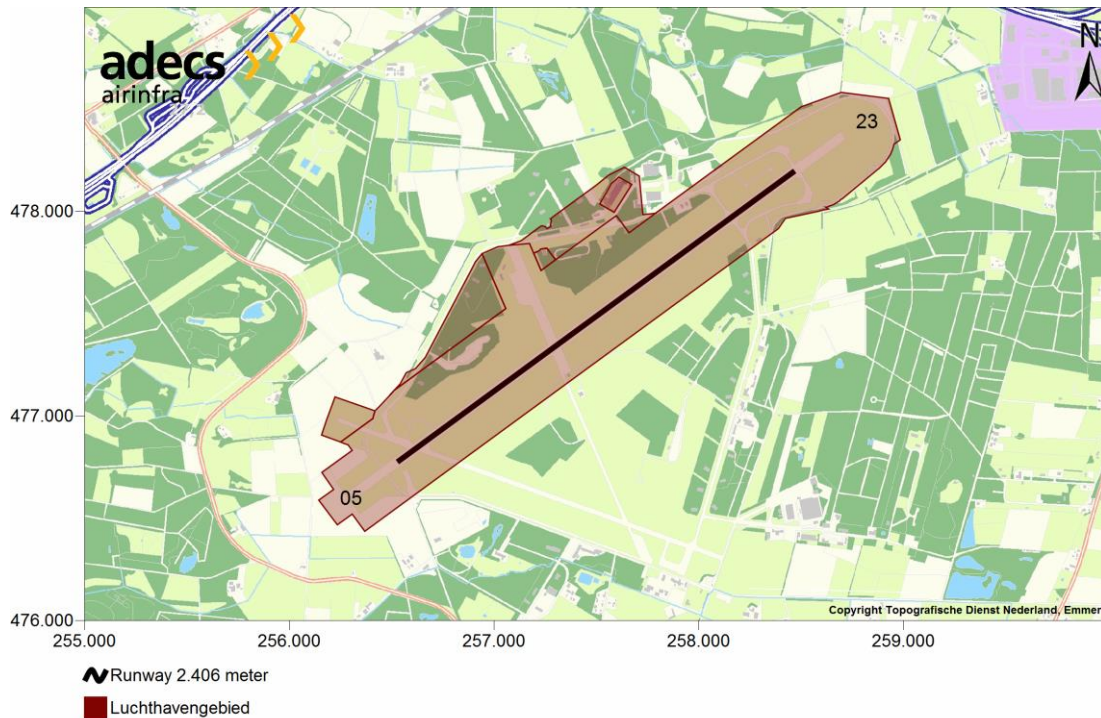
5.1.1 Start- en landingsbaan

Referentie

De luchthaven heeft een start- en landingsbaan van 2.406 meter lang en 45 meter breed met de richting 54°-234° (05-23). Vanwege draaiing van het aardmagnetische veld is dit 1° verschil met de voormalig gepubliceerde richting. In dit MER wordt de term baan 05-23 gehanteerd in plaats van 06-24 waarvan sprake was ten tijde van het plan-MER en andere onderzoeken. Voor de referentie zijn geen luchtkwaliteitberekeningen van het vliegverkeer uitgevoerd, omdat er wordt aangenomen dat de bijdrage van het vliegverkeer in de achtergrondconcentraties is verdisconteerd.

Voorgenomen activiteit

De start- en landingsbaan is de originele baan van 2.406 meter. Bij deze baan zijn geen baandrempelverschuivingen. In figuur 2 is de locatie van de huidige baan en de ligging van het luchthavengebied weergegeven. In tabel 7 zijn de coördinaten opgenomen die zijn gebruikt voor de berekeningen. Ter vergelijking is hierin ook opgenomen welke coördinaten zijn gehanteerd ten tijde van het plan-MER.



Figuur 2 Ligging van het luchthavengebied en de start- en landingsbaan.

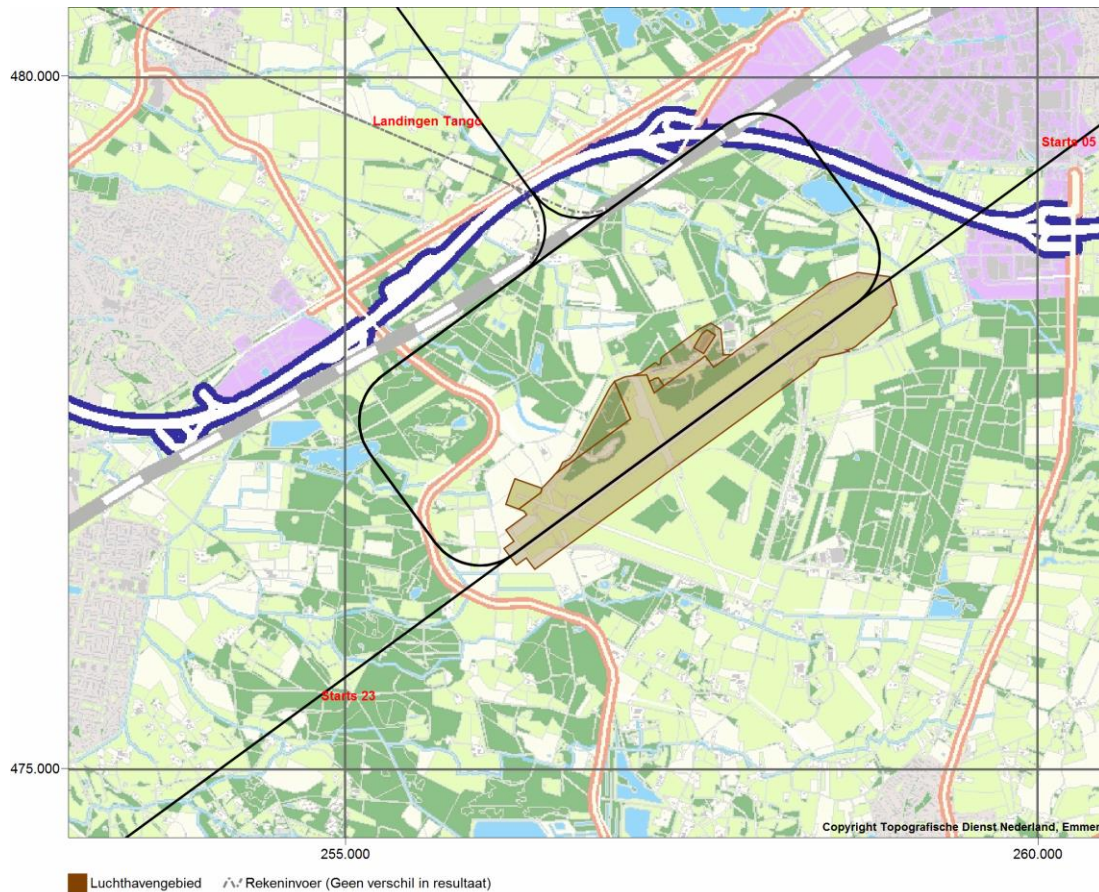
Tabel 7 Coördinaten start- en landingsbaan en verschuiving van de landingsdrempel.

	Baanlengte [m]	Baankop	X	Y	Verschuiving landingsdrempel [m]
Huidig (2012)	2.406	05	256.527	476.776	0
		23	258.469	478.197	0
Voorgenomen activiteit	2.406	05	256.527	476.776	0
		23	258.469	478.197	0
Plan-MER	3.000	06	256.284	476.599	300
		24	258.712	478.374	500

5.1.2 Vliegroutes

In de routes bestaat er onderscheid tussen routes voor IFR-verkeer en VFR-verkeer. IFR betekent instrument flight rules en VFR betekent visual flight rules. IFR-verkeer maakt bij de start en landing gebruik van speciale (navigatie)instrumenten waarmee de routes worden gevolgd en VFR-verkeer is verkeer dat "op zicht" vliegt. Dit laatste kan enkel bij daglicht en onder meteorologische condities met voldoende zicht.

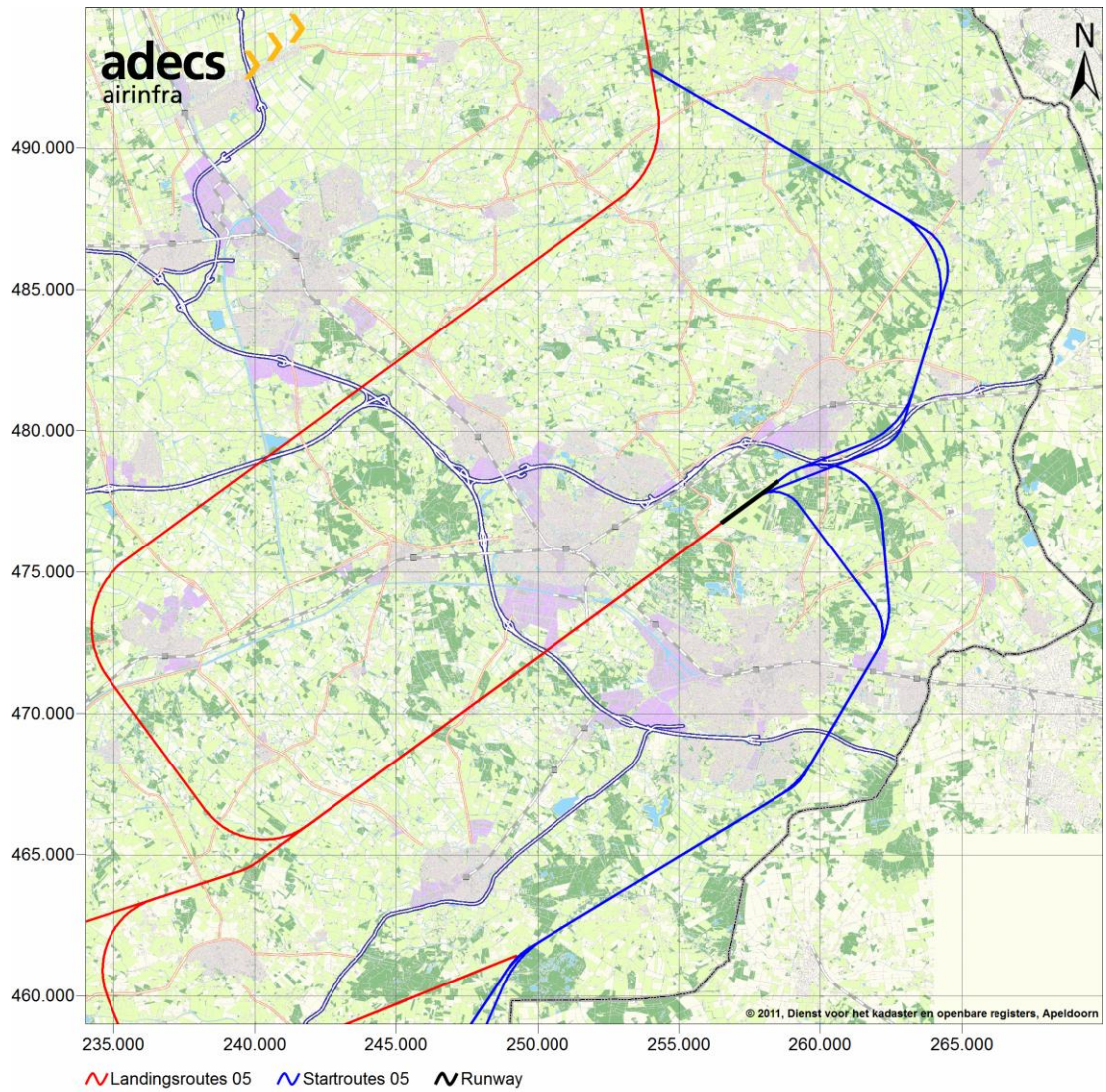
Voor 2024 en 2030 is uitgegaan van een wijziging in de VFR-routes ten opzichte van de huidige situatie. De aangepaste VFR-routes zijn door ADT aangeleverd. Inmiddels zijn er in het nieuwe ontwerp kleine aanpassingen in de routes buiten het circuitgebied, die niet zijn meegenomen in de berekeningen. Er worden geen effecten op de uitkomsten door deze kleine aanpassingen verwacht. De routes waarmee gerekend is voor 2024 en 2030, zijn in figuur 3 weergegeven.



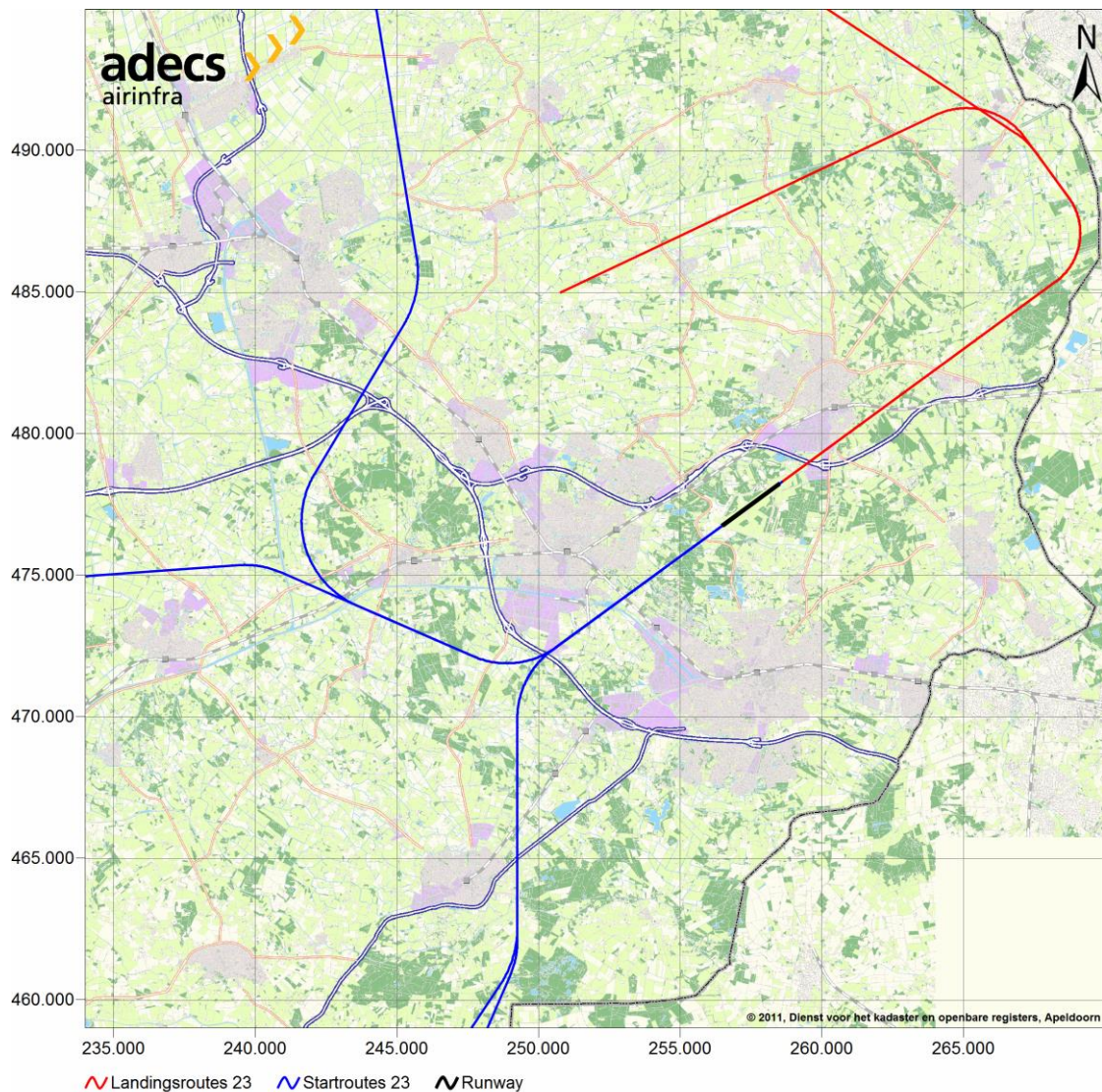
Figuur 3 VFR-routes, gebruikt door licht verkeer.

Naast de VFR-routes zijn er voor de berekeningen ook IFR-routes gebruikt. Hiervoor zijn routes geconstrueerd, die gebaseerd zijn op het nieuwe routeontwerp voor de luchthaven (ref. 6) en de start- en landingsbaan van 2.406 meter. Deze komen overeen met de routes die zijn gebruikt voor de berekeningen van geluid en externe veiligheid. Voor de berekening van luchtkwaliteit wordt geen rekening gehouden met spreiding rondom de nominale route.

Figuur 4 toont de start- en landingsroutes in de richting 05. Voor de richting 23 zijn de routes in figuur 5 weergegeven.



Figuur 4 IFR-routes richting 05.



Figuur 5 IFR-routes richting 23.

5.2 Invoergegevens luchtvaart: Kenmerken vliegverkeer

In deze paragraaf staat beschreven welke invoer is gebruikt voor het vliegverkeer. In alle scenario's is uitgegaan van een baanverdeling 05-23 van 40%-60%. Dat wil zeggen dat 40% van alle starts en van alle landingen richting 05 gebruikt en de overige 60% de richting 23, zie tabel 8. Voor luchtkwaliteit wordt geen meteotoeslag gehanteerd zoals bij geluid.

Tabel 8 Baanverdeling voor starts, landingen en circuits.

Baan	Zonder meteotoeslag
05	40%
23	60%
Totaal	100%

In de berekeningen wordt uitgegaan van een indeling van de vliegtuigtypen die volgen uit de invoerset die door ADT is aangeleverd.

Tabel 9 Invoerset.

Segment	Indicatief vliegtuigtype invoerset	Representatief vliegtuigtype
Passagiers	Cat. C	Boeing 737-800
General Aviation VFR	Cessna 172	Cessna 172
General Aviation Business Jet/IFR	Cessna Citation 550	Cessna Citation 550

Per vliegtuigtype is het bijbehorende motortype bepaald zoals in onderstaande tabel is opgenomen.

Tabel 10 Indeling vliegtypen met motortypen en TIM-codes.

Vliegtuigtype	Motortype	Aantal motoren	TIM-code	Aandeel
B738	CFM56-7B27	2	TF	34%
	CFM56-7B27/2	2	TF	33%
	CFM56-7B27/3	2	TF	33%
C172	IO-360-B	1	PISTON	100%
C550	JT15D-4 series	2	TFBUS	100%

De doorgerekende scenario's verschillen in aantallen vliegbewegingen. In tabel 10 zijn deze aantallen per zichtjaar genoemd. De aantallen volgen uit de invoerset uit de Notitie reikwijdte en detailniveau.

Tabel 11 Aantallen vliegbewegingen in 2024.

Vliegtuigtype	Aantal vliegbewegingen zonder meteotoeslag		
	Starts	Landingen	Totaal
B738	6.303	6.303	12.606
C172	3.298	3.298	6.596
C550	2.292	2.292	4.584
Totaal	11.893	11.893	23.786

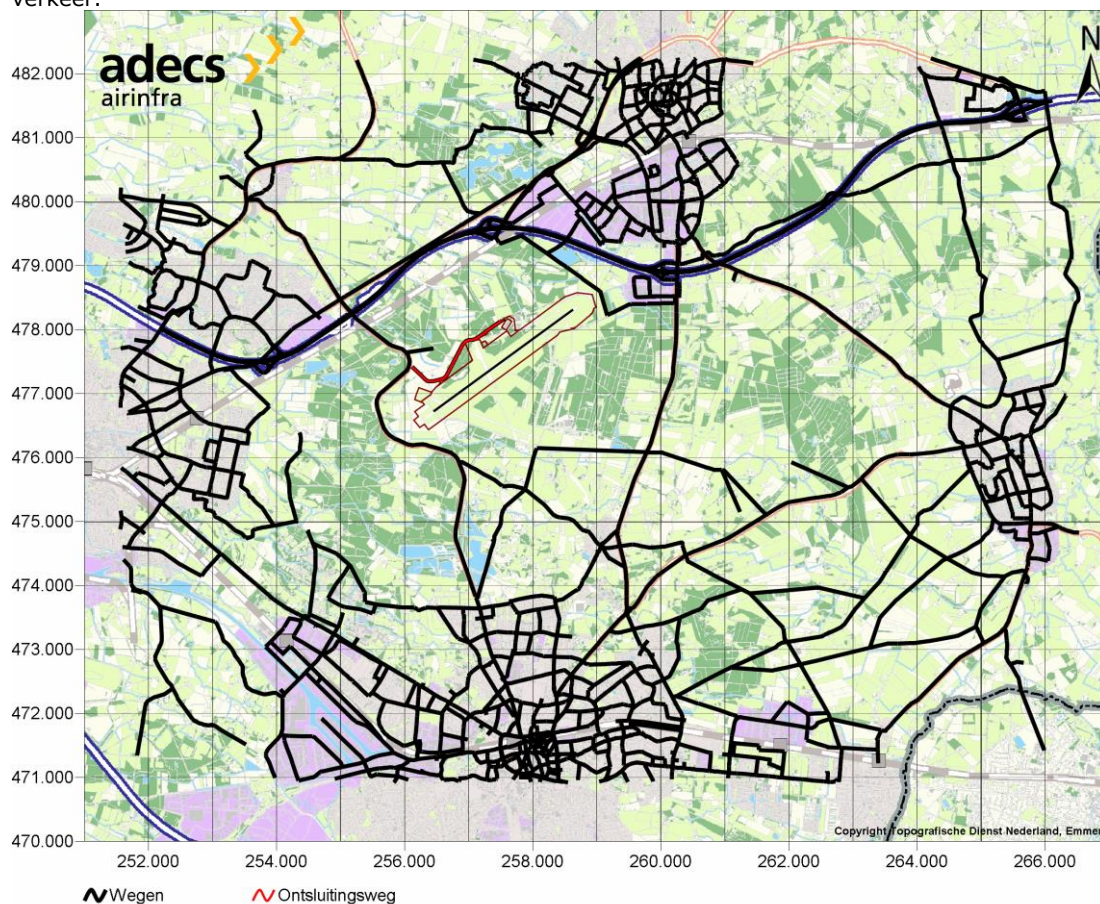
Tabel 12 Aantallen vliegbewegingen in 2030.

Vliegtuigtype	Aantal vliegbewegingen zonder meteotoeslag		
	Starts	Landingen	Totaal
B738	7.094	7.094	14.188
C172	4.836	4.836	9.672
C550	2.964	2.964	5.928
Totaal	14.894	14.894	29.788

Omdat de resultaten voor luchtkwaliteit uur voor uur worden doorgerekend is de verdeling over de dagen en over de uren van het etmaal van belang. Deze tabellen zijn opgenomen in Bijlage B.

5.3 Wegverkeergegevens

Het gehanteerde wegennet in het studiegebied is aangeleverd door Arcadis. Hierin is de nieuwe ontsluitingsweg naar de luchthaven opgenomen. In figuur 6 is weergegeven welke wegen zijn aangeleverd. Voor de berekening zijn de wegen die aan SRM2 voldoen (niet binnenstedelijk) meegenomen in de berekeningen. De wegverkeersintensiteiten zijn tevens aangeleverd door Arcadis. Per alternatief zijn de wegverkeersintensiteiten bepaald waarbij rekening is gehouden met de bijbehorende ontwikkelingen. De gegevens van Arcadis bevatten intensiteiten voor licht verkeer en voor middel/zwaar verkeer. Het middel/zwaar verkeer is opgesplitst in middel verkeer en zwaar verkeer.



Figuur 6 Wegen in het studiegebied.

5.4 Bedrijvigheid

Ten behoeve van de berekening van de luchtkwaliteit van de bedrijvigheid zijn in deze paragraaf de gehanteerde invoergegevens opgenomen.

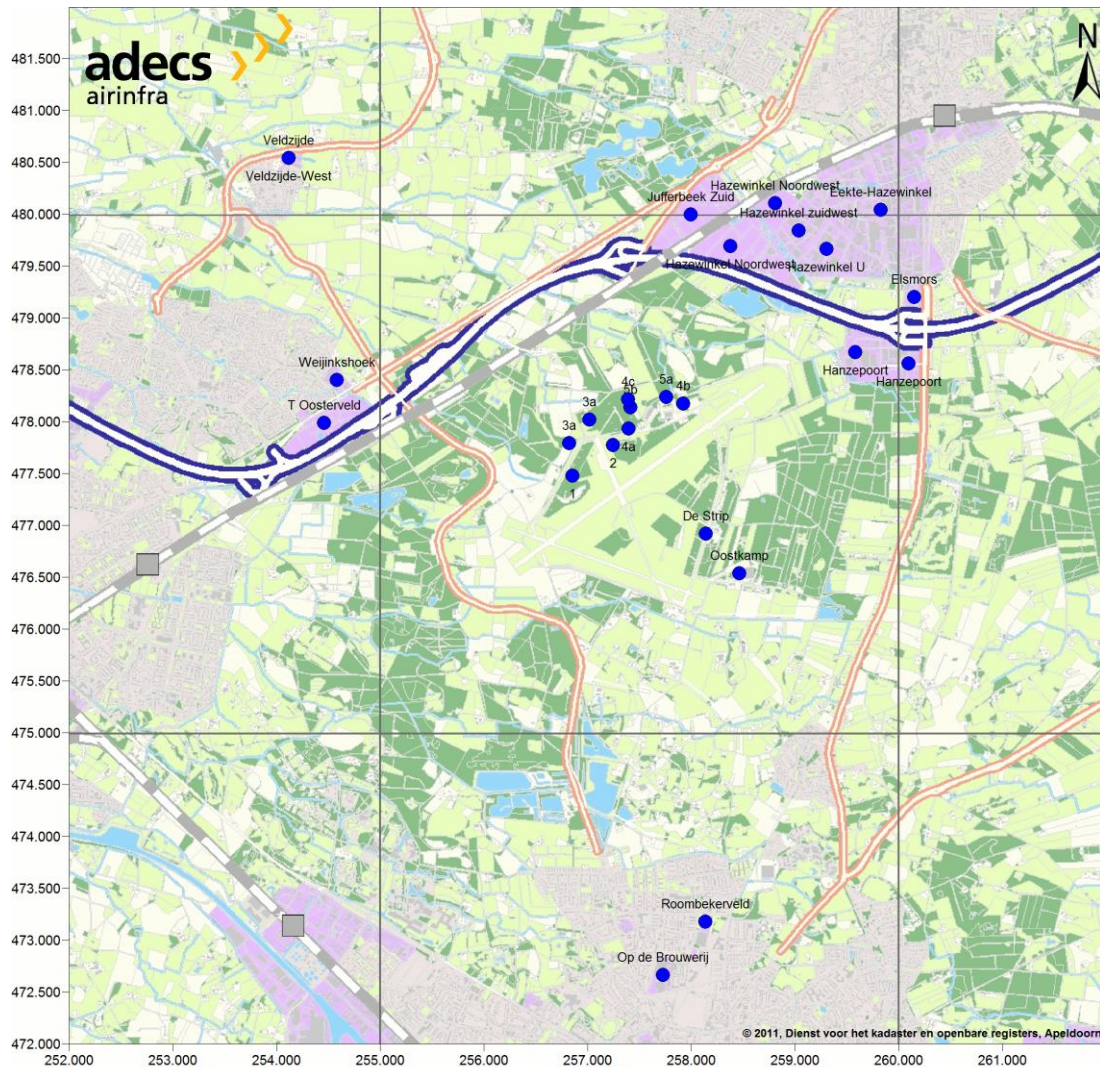
Tabel 13 Omvang van het studiegebied.

Parameter	Waarde
Linker coördinaat	253.000 m
Rechter coördinaat	261.200 m
Top coördinaat	472.600 m
Bodem coördinaat	480.800 m
Grid afstand (X als Y)	167 m
Ruwheid	0,53 (Berekend door ISL3a-V2013)

In tabel 14 is een overzicht opgenomen van de bedrijvigheid die in de scenario's zijn opgenomen, tevens zijn deze bedrijven geografisch weergegeven in figuur 7.

Tabel 14 Overzicht van meegenomen bronnen per scenario inclusief milieucategorie.

Bronnen	Cat.	Referentie excl. gebieds-ontwikkelingen	Referentie	Voorgenomen activiteit
1 – Airport cluster	1			✓
2 – Overige secundaire airport	3.1			✓
3a - Parkeren	2		✓	✓
4a – Luchthavengerelateerde bedrijven	5.3			✓
4b – Troned	3.1		✓	✓
5a – Parkeren Troned	2		✓	✓
4c – Leisure	4.2		✓	✓
5b – Parkeren leisure	2		✓	✓
Oostkamp	2		✓	✓
De Strip	5.1		✓	✓
Veldzijde	2	✓	✓	✓
Roershoek	2	✓	✓	✓
Roombekerveld	2	✓	✓	✓
Veldzijde-West	2	✓	✓	✓
Weijinkshoek	3.2	✓	✓	✓
't Oosterveld	3.2	✓	✓	✓
Berflo Es E	3.2	✓	✓	✓
Op de Brouwerij	3.2	✓	✓	✓
Hanzepoort	4.2	✓	✓	✓
Transportcentrum	4.2	✓	✓	✓
Hazewinkel Zuidwest	4.2	✓	✓	✓
Hazewinkel U	4.2	✓	✓	✓
Hazewinkel Noordwest	4.2	✓	✓	✓
Jufferbeek Zuid	4.2	✓	✓	✓
Elsmors	4.2	✓	✓	✓
Eekte-Hazewinkel	4.2	✓	✓	✓



Figuur 7 Overzicht van de bedrijvigheid op een geografische ondergrond.

Tevens is in tabel 14 opgenomen wat de specifieke milieucategorie is voor de vermelde bedrijvigheid. Aangezien er voor de individuele bedrijventerreinen geen informatie beschikbaar is over de hoeveelheid emissie die er geproduceerd wordt, is er aan de hand van statistische informatie een gemiddelde emissie per milieucategorie per hectare per jaar bepaald. Uit de databank van CBS (Statline) zijn de emissies voor diverse componenten per bedrijfssector verkregen. Vervolgens is, op basis van de gemaakte inschatting van het landelijke aandeel oppervlakte van de milieucategorieën, de emissie per hectare per jaar vastgesteld per milieucategorie. De gehanteerde emissiefactoren voor NO_x en PM_{10} zijn voor deze milieucategorieën in tabel 15 opgenomen.

Tabel 15 Emissiefactoren industrie/bedrijventerreinen per milieucategorie.

Categorie	NO_x emissiefactor (kg/ha/jaar)	PM₁₀ emissiefactor (kg/ha/jaar)
1-3	210	40
4	635	205
5	1730	380

Belangrijk om op te merken is dat de emissiebijdragen van de bestaande bedrijven (en de groei ervan in de toekomst) in de broncategorie overige bronnen zijn meegenomen en tevens verdisconteerd zijn in de achtergrondconcentraties. De nieuwe bedrijvigheid in de referentie en/of de voorgenomen activiteit zijn niet opgenomen in de overige bronnen. Er is geen rekening gehouden met het feit dat door strengere emissie-eisen de landelijke emissie in de toekomst zal dalen.

6 Resultaten

In dit hoofdstuk worden eerst de resultaten voor de totale concentraties NO₂ en PM₁₀ beschreven. De paragrafen daarna beschrijven de bijdragen per afzonderlijke bron.

6.1 Totalen concentraties

Het studiegebied waarin de maximale waarden voor de jaargemiddelde concentraties zijn bepaald laten, overeenkomstig het toepasbaarheidsbeginsel in artikel 5.19 lid 2 van de Wet milieubeheer het gebied op de snelweg zelf en het gebied binnen de industrieterreinen, buiten beschouwing.

Tabel 16 NO₂ en PM₁₀-concentraties.

Jaargemiddelde concentraties [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] in studiegebied alle bronnen samen	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
	Max	Max	Max
2012	43,80	25,01	15,90
2015* Voorgenomen activiteit zoals 2030	41,46	23,39	15,90
2020* Voorgenomen activiteit zoals 2030	28,90	22,23	12,88
2024 Referentie zonder gebiedsontwikkeling	25,05	23,41	13,82
2024 Referentie	25,24	25,54	14,71
2024 Voorgenomen activiteit	25,84	25,57	14,73
2030 Referentie zonder gebiedsontwikkeling	21,13	22,75	13,40
2030 Referentie	21,32	24,82	14,35
2030 Voorgenomen activiteit	21,89	24,86	14,37

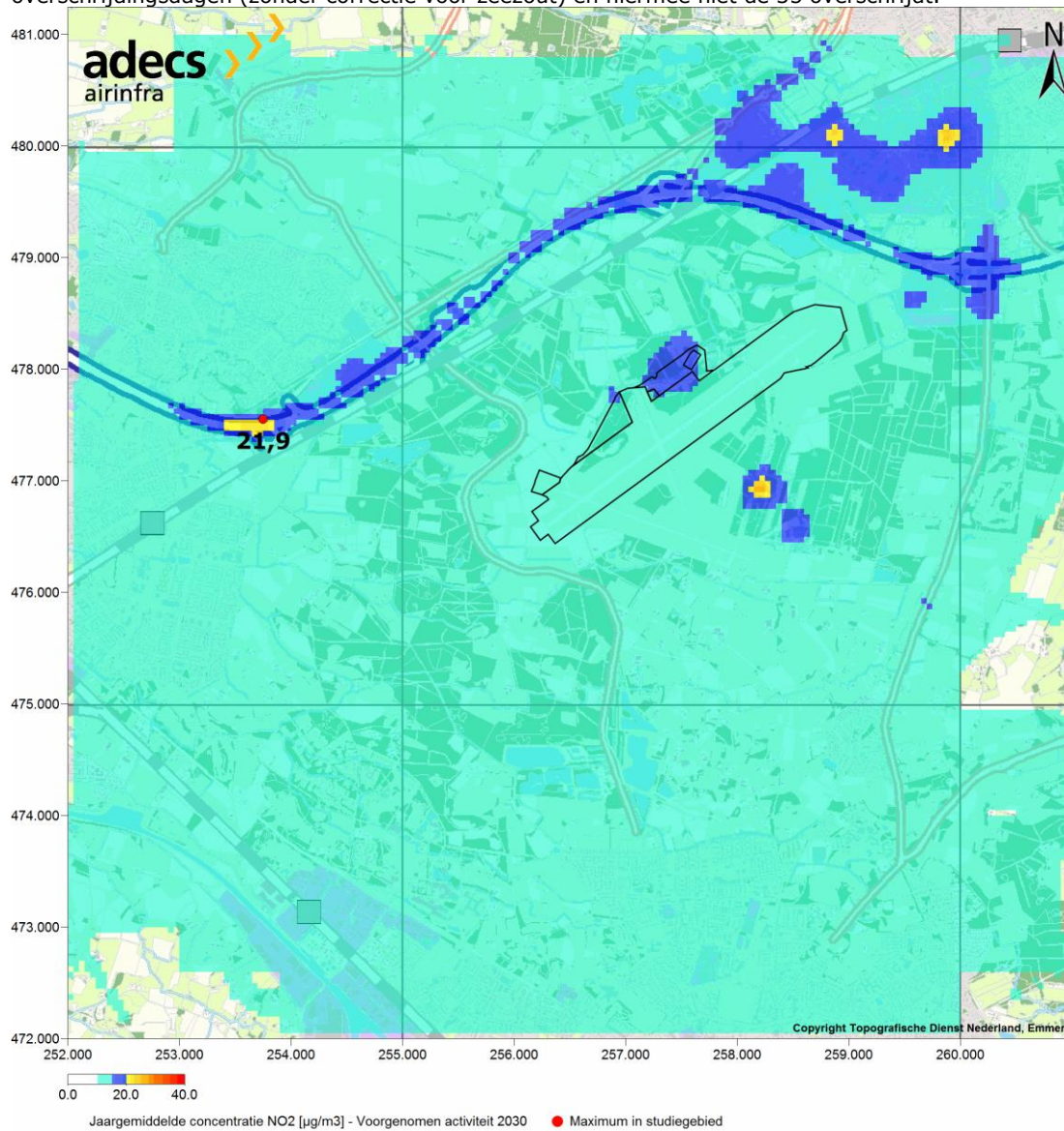
* Wegverkeersintensiteiten gelijk aan Voorgenomen activiteit in 2030, getoetst in zichtjaren 2015 en 2020 (worst case)

Relevant voor toetsing aan de grenswaarden uit de Wet milieubeheer zijn de jaren 2015 en 2030. Voor deze jaren is gerekend met de wegverkeergegevens uit 2030, wat tot een overschatting voor deze jaren leidt. Wat uit de rekenresultaten blijkt, is dat er in de huidige situatie al een NO₂-concentratie is van boven de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Doordat de achtergrondconcentraties en emissiefactoren in de toekomst afnemen, is er een dalende trend te zien in de resultaten. Toetsing aan de grenswaarden wordt beschreven in paragraaf 6.6.

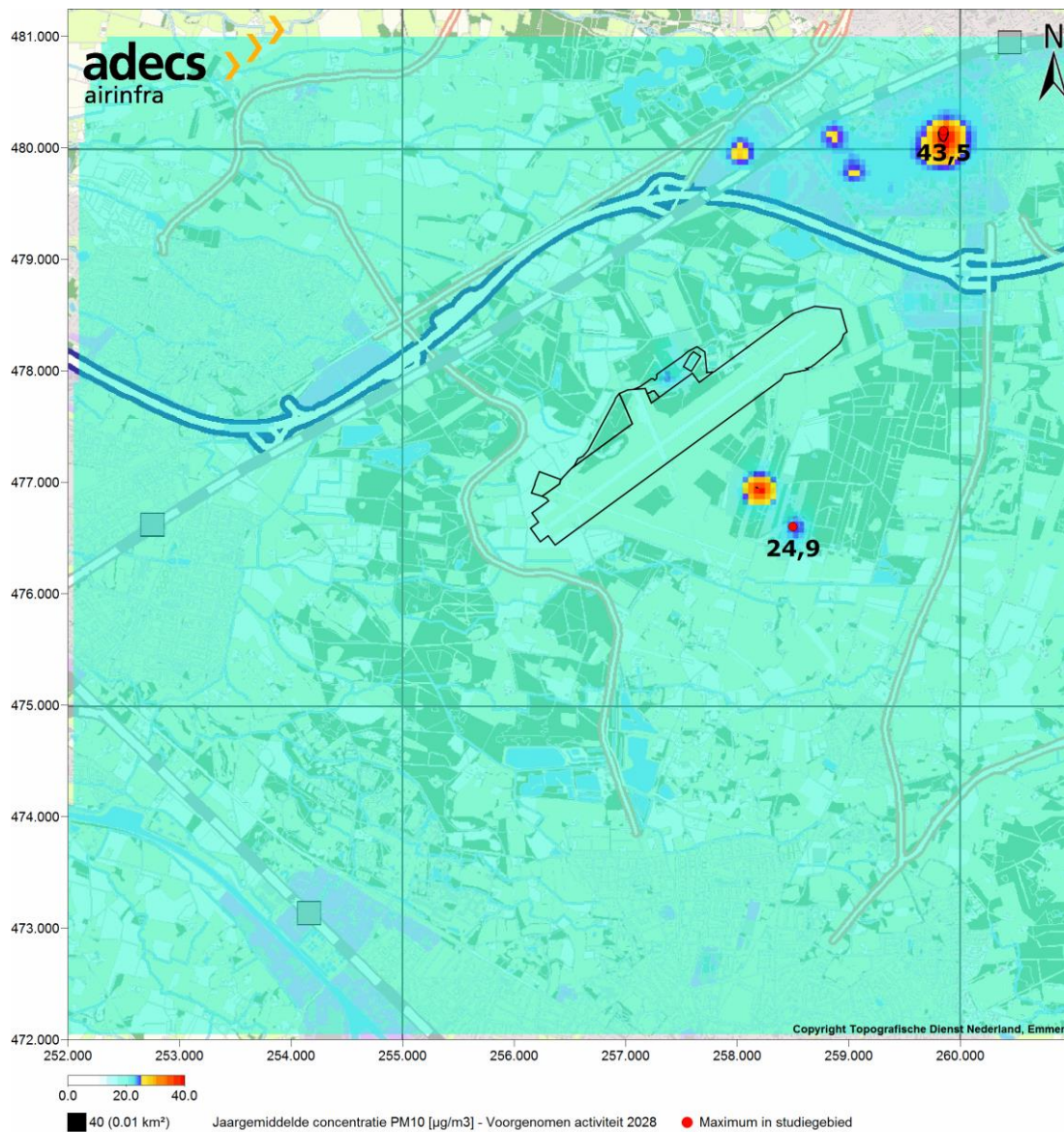
Ter illustratie is voor het jaar 2030 het resultaat ten gevolge van de voorgenomen activiteit getoond in onderstaande figuren. Figuur 8 toont de jaargemiddelde concentratie NO₂ in het studiegebied. Figuur 9 laat de jaargemiddelde concentratie PM₁₀ zien. De overige scenario's en zichtjaren laten een verspreidingsbeeld zien dat hiermee overeenstemt. De maxima liggen in alle gevallen voor NO₂ nabij de A1 en voor PM₁₀ en PM_{2.5} nabij een bedrijventerrein.

Het aantal overschrijdingsdagen waarbij de daggemiddelde concentratie PM₁₀ hoger is dan 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wordt bepaald uit een standaardrelatie met de jaargemiddelde concentratie conform SRM2. Het aantal overschrijdingsdagen mag maximaal 35 zijn, wat op basis van deze relatie overeenkomt met

een jaargemiddelde concentratie van $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De relatie is toegepast op de cumulatieve resultaten van PM_{10} . Het maatgevende scenario is de voorgenomen activiteit verwacht in 2030 getoetst in het jaar 2015. De maximum PM_{10} -bijdrage is dan $23,39 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wat overeenkomt met 12 overschrijdingsdagen (zonder correctie voor zeezout) en hiermee niet de 35 overschrijdt.



Figuur 8 Resulterende jaargemiddelde concentratie NO_2 inclusief de voorgenomen activiteit in het zichtjaar 2030. Het maximum is 21,9.



Figuur 9 Resulterende jaargemiddelde concentratie PM₁₀ inclusief de voorgenomen activiteit in het zichtjaar 2030. Het maximum is 43,5. Wanneer de snelweg en de industriegebieden, overeenkomstig het toepasbaarheidsbeginsel in artikel 5.19 lid 2 van de Wet milieubeheer, zelf buiten beschouwing worden gelaten, is het maximum 24,9 in een punt dat zich net buiten het luchthavengebied bevindt. De grenswaarde van 40 wordt door de voorgenomen activiteit niet overschreden.

6.2 Achtergrondconcentraties

De grootste bijdrage aan de totale concentraties wordt geleverd door de reeds aanwezige achtergrondconcentraties. Het bereik (minimaal tot maximaal) is in tabel 17 per zichtjaar getoond.

Tabel 17 Minimale en maximale achtergrondconcentraties in het studiegebied.

	Jaargemiddelde concentraties [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] in studiegebied ten gevolge van achtergrond			
	NO₂		PM₁₀	
	Min -	Max	Min -	Max
2012	13,6	26,2	21,0	22,6
2015	11,8	17,7	19,5	21,0
2020	9,8	14,3	18,8	20,2
2024	9,2	13,5	18,3	19,7
2030	8,3	12,3	17,5	18,9

Uit de cijfers uit bovenstaande tabel blijkt dat er nog een ruime marge bestaat voordat de grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wordt bereikt. Tevens is duidelijk dat de trend voor de concentraties in de toekomst dalend is. De afname van NO₂ is daarbij veel sterker dan die voor PM₁₀.

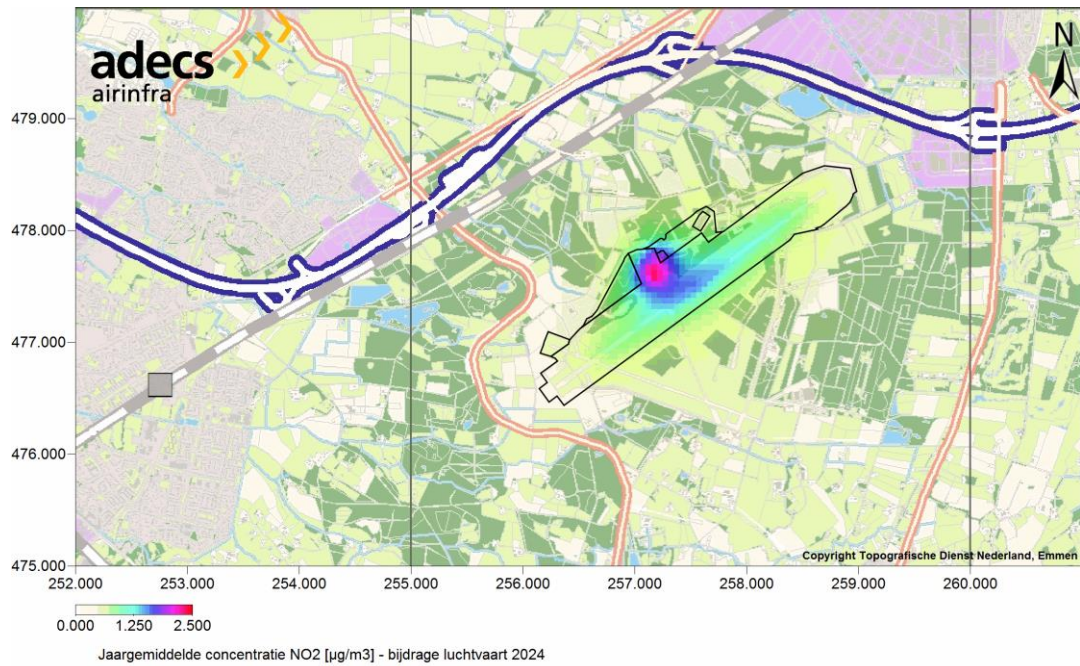
6.3 Vliegverkeer

De bijdrage van het vliegverkeer aan de jaargemiddelde concentraties concentreert zich rondom de luchthaven. De maxima voor NO₂ en PM₁₀ die zijn gevonden in het studiegebied zijn in onderstaande tabel 18 genoemd.

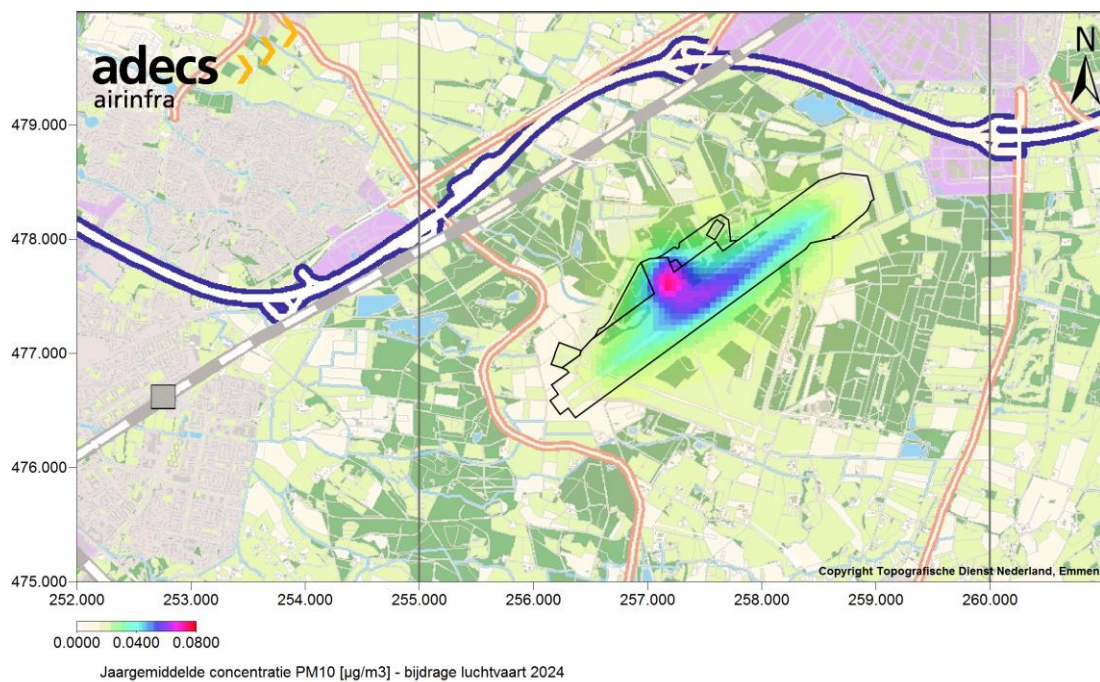
Tabel 18 Bijdrage vliegverkeer: Maxima jaargemiddelde concentraties.

	Jaargemiddelde concentraties [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] bijdrage vliegverkeer in studiegebied		
	NO₂ (direct)	PM₁₀	
	Max	Max	
2024 Voorgenomen activiteit	2,4	0,1	
2030 Voorgenomen activiteit	2,5	0,1	

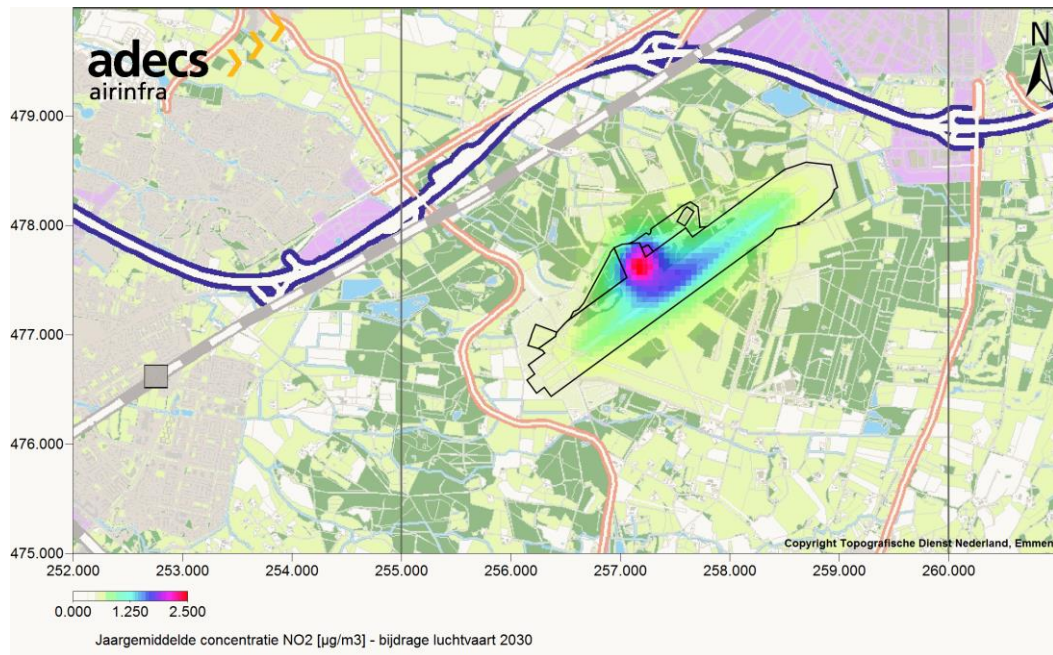
Figuur 10 tot en met figuur 13 tonen hoe de bijdrage van het vliegverkeer aan de jaargemiddelde concentraties zich verspreidt voor NO₂ en PM₁₀ voor zowel de jaren 2024 en 2030. De bijdrage van het vliegverkeer is beperkt ten opzichte van de reeds aanwezige achtergrondconcentratie. De bijdrage aan de PM₁₀-concentraties is nog veel kleiner dan aan de NO₂-concentraties. De grootste bijdrage wordt geleverd door het taxiën en door het gebruik van de APU's op de opstelplaatsen. Het maximum ligt dan ook ter plaatse van de opstelplaatsen (de gates) waar de vliegtuigen zich langere tijd bevinden.



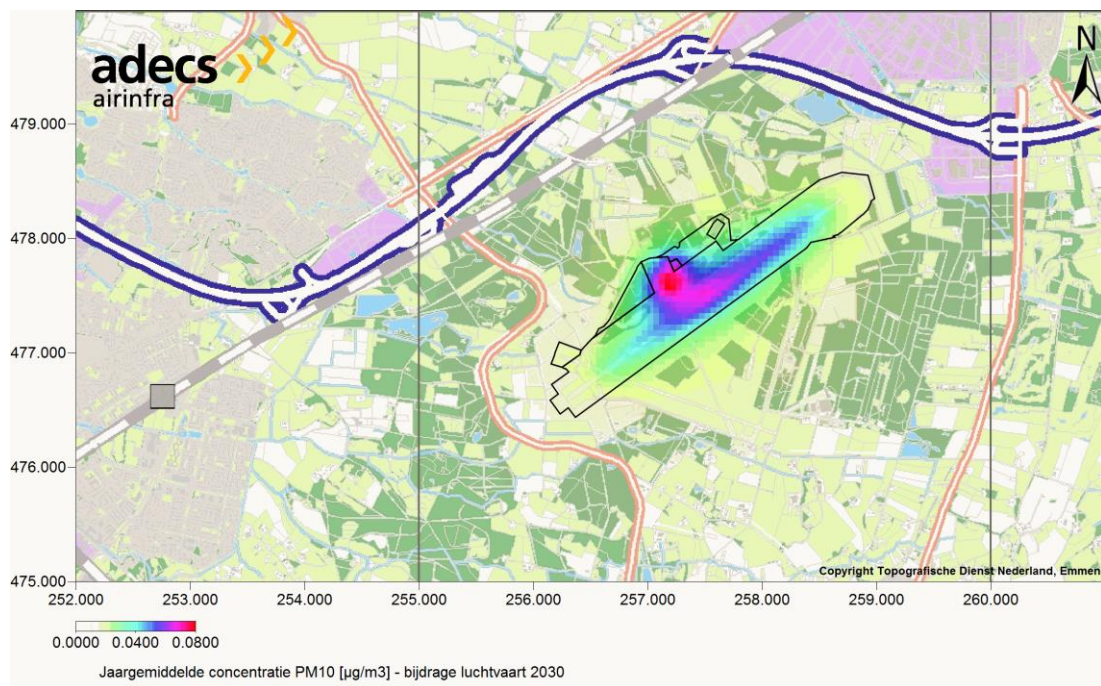
Figuur 10 Bijdrage van het vliegverkeer aan de jaargemiddelde concentratie NO₂ in het zichtjaar 2024.



Figuur 11 Bijdrage van het vliegverkeer aan de jaargemiddelde concentratie PM₁₀ in het zichtjaar 2024.



Figuur 12 Bijdrage van het vliegverkeer aan de jaargemiddelde concentratie NO₂ in het zichtjaar 2030.



Figuur 13 Bijdrage van het vliegverkeer aan de jaargemiddelde concentratie PM₁₀ in het zichtjaar 2030.

6.4 Wegverkeer

In onderstaande tabel zijn de gevonden maxima weergegeven voor de bijdrage aan het wegverkeer in de diverse doorgerekende scenario's.

Tabel 19 Bijdrage wegverkeer: maxima jaargemiddelde concentraties.

Jaargemiddelde concentraties [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] bijdrage wegverkeer in studiegebied	NO ₂ (direct)	PM ₁₀
	Max	Max
2012 Huidige situatie	12,56	3,62
2015* Voorgenomen activiteit zoals 2030	12,16	3,60
2020* Voorgenomen activiteit zoals 2030	7,02	3,04
2024 Referentie zonder gebiedsontwikkeling	5,37	2,65
2024 Referentie	5,40	2,65
2024 Voorgenomen activiteit	5,78	2,80
2030 Referentie zonder gebiedsontwikkeling	4,03	2,69
2030 Referentie	4,09	2,69
2030 Voorgenomen activiteit	4,43	2,83

* Wegverkeersintensiteiten gelijk aan Voorgenomen activiteit in 2030, getoetst in 2015 en 2020 (worst case).

De resulterende maxima voor de scenario's worden lager naarmate de jaren verder in de toekomst liggen, ondanks toenemende verkeersintensiteiten. Dit is te verklaren doordat de afname van de emissiefactoren veel groter is dan de toename van de wegverkeersintensiteiten. Enkel voor PM₁₀ is er een kleine toename van 2024 naar 2030 te zien, doordat de emissiefactoren voor PM₁₀ dan niet meer zo sterk afnemen. Verder valt op dat er nauwelijks tot geen verschil in maximum tussen de referentie met of zonder gebiedsontwikkeling bestaat. Geconcludeerd kan worden dat de toename vanwege de voorgenomen activiteit beperkt is ten opzichte van de referentiesituatie en de eindsituatie gunstiger is dan de huidige situatie.

6.5 Bedrijvigheid

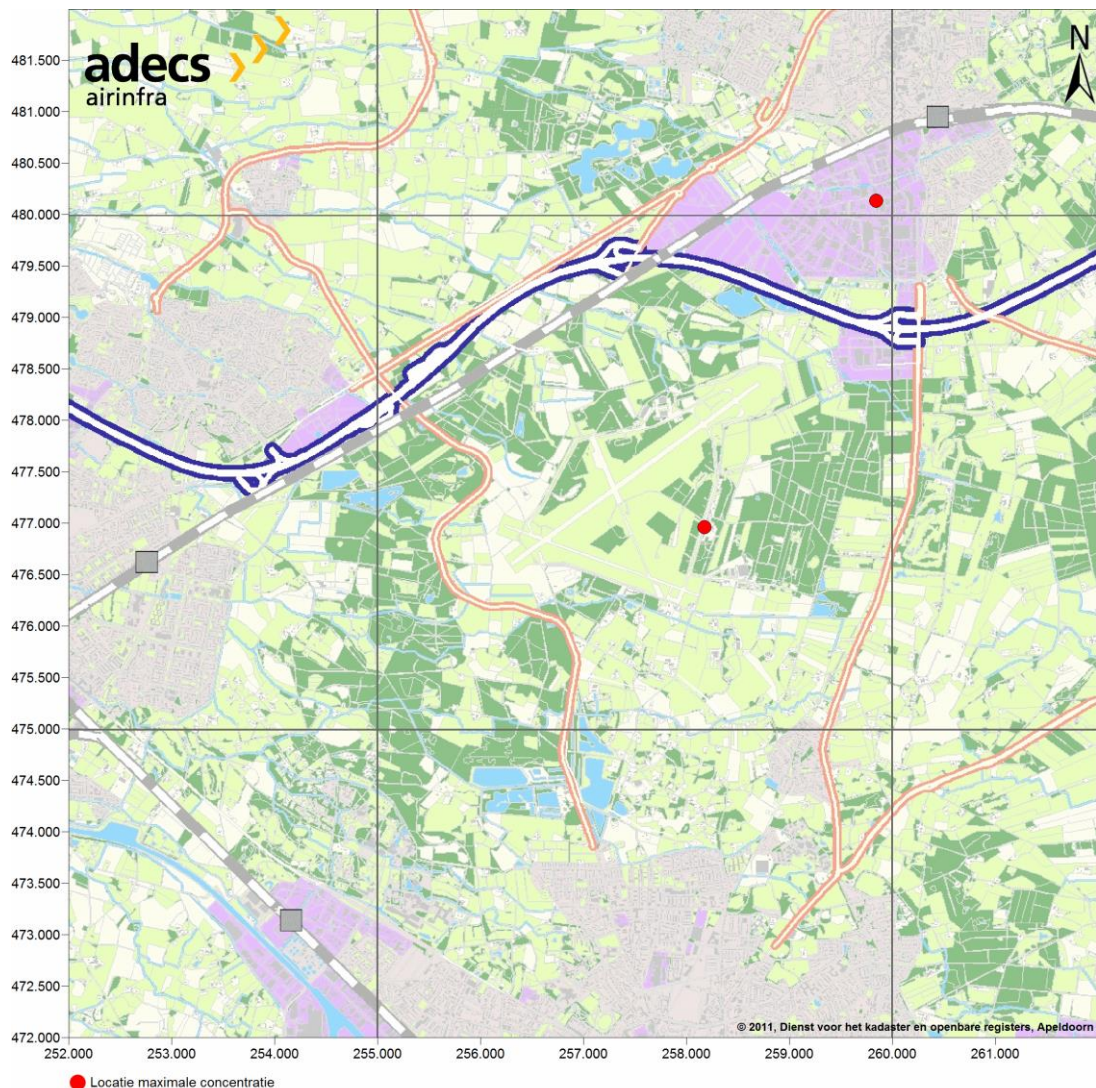
In deze paragraaf zijn de resultaten van de concentratieberekeningen voor de bedrijvigheid voor de scenario's beschreven.

In tabel 20 zijn de resultaten van de berekeningen gegeven voor alleen de bijdrage van de bedrijvigheid. Uit de tabel blijkt dat de maximale bijdrage van deze bedrijvigheid circa 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor NO₂ en circa 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM₁₀ bedraagt. Hierbij wordt opgemerkt dat deze bijdrage waarschijnlijk een overschatting is doordat de emissiebronnen als puntbronnen zijn gemodelleerd.

Tabel 20 Maximale en gemiddelde concentratie in het studiegebied vanwege bedrijvigheid (alleen bronnen).

Scenario	Zichtjaar	NO₂ µg/m³ (maximum)	PM₁₀ µg/m³ (maximum)
Referentie zonder gebiedsontwikkelingen	2024	13,9	28,2
Referentie	2024	17,7	28,3
Voorgenomen activiteit	2024	17,9	28,4
Referentie zonder gebiedsontwikkelingen	2030	14,1	28,2
Referentie	2030	17,9	28,3
Voorgenomen activiteit	2030	18,1	28,4

De maximale concentraties in het studiegebied doen zich in alle gevallen voor op twee locaties. Deze locaties betreffen (de rand van) het bedrijventerrein Eekte-Hazewinkel dat gelegen is in Oldenzaal en 'De Strip', dat onderdeel van de gebiedsontwikkeling is. In onderstaande figuur is op een geografische achtergrondkaart aangegeven waar deze locaties zich bevinden.



Figuur 14 Overzicht van de geografische locatie van de maximale concentratie ten gevolge van bedrijvigheid in het studiegebied.

6.6 Toetsing

Omdat de luchthaven Twente als project in het NSL is opgenomen, is het in principe gewaarborgd dat de gevolgen voor luchtkwaliteit beheerst worden en dat doorgang van het project niet afhankelijk is van een luchtkwaliteitsonderzoek. Voorwaarde hiervoor is dat de projectkenmerken, zoals ze in het NSL zijn meegenomen, met het voorliggende plan niet veranderen.

Omdat er in het kader van het MER toch onderzoek is uitgevoerd naar de luchtkwaliteit om hier inzicht in te verkrijgen, is er alsnog aan de wettelijke normen getoetst.

Uit tabel 16 in paragraaf 6.1 is af te lezen dat de jaargemiddelde concentratie NO_2 die berekend is met invoergegevens voor de voorgenomen activiteit in 2030 en getoetst is in 2015 is $41,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en is hiermee hoger dan de grenswaarde van 40. De locatie ligt bij afslag 31 van de A1 nabij Hengelo. Omdat er in de berekening de wegverkeersgegevens voor 2030 is gebruikt, terwijl de intensiteiten in

2015 lager zijn dan in 2030, is het aannemelijk dat het resultaat naar beneden mag worden bijgesteld tot onder de 40 µg/m³. Dit is geverifieerd door een vergelijking te maken met de resultaten uit de monitoringtool van het NSL (<http://www.nsl-monitoring.nl>). Er blijkt in de monitoringtool dat het toetspunt op dezelfde locatie een waarde 37,45 µg/m³ heeft voor het jaar 2015. Dit resultaat is gebaseerd op een prognose voor 2015 inclusief het NSL-project "Luchthaven Twente".

Om de grenswaarde van 40 µg/m³ te bereiken zou de voorgenomen activiteit een extra bijdrage van 2,5 µg/m³ mogen hebben, wat gelijk is aan een toename van bijna 7%. De extra bijdrage is echter veel lager, wat volgt uit de vergelijking tussen de referentie en voorgenomen activiteit in de jaren 2024 en 2030. In tabel 16 is af te leiden dat de extra bijdrage minder dan 1 µg/m³ is, wat neerkomt op ongeveer 3% toename vanwege de activiteit. Op basis van deze analyse wordt geconcludeerd dat er geen overschrijding verwacht wordt. Alle andere resultaten leiden ook niet tot een overschrijding. De resultaten voor luchtkwaliteit laten zien dat er voor luchtkwaliteit geen knelpunten ontstaan vanwege de realisatie van voorgenomen activiteit voor de luchthaven Twente.

6.7 Geurhinder

De belangrijkste oorzaak van mogelijke geurhinder rondom luchthavens is de kerosinegeur vanwege enerzijds landende en opstijgende vliegtuigen en anderzijds grondactiviteiten zoals taxiën en transport en overslag van kerosine. De mate van hinder is afhankelijk van de uitstoot van vluchtige organische stoffen, maar ook bijvoorbeeld van de wind op het moment van de emissie. De relatie tussen eventuele 'geurcontouren' op basis van de vluchtige organische stoffen en de ondervonden hinder is niet eenduidig vastgelegd, dit kan alleen lokaal met enquêtes worden bepaald. Om deze reden is het niet mogelijk de effecten van geurhinder voor luchthaven Twente te kwantificeren en moet worden volstaan met het aangeven van de oorzaken van de geurhinder.

6.8 CO₂-emissies

Op basis van de emissieberekening die in paragraaf 2.5 is toegelicht, is de totale hoeveelheid CO₂ ten gevolge van de LTO-cycli van het vliegverkeer berekend (tabel 21). Het aantal LTO-cycli betreft de helft van het aantal vliegbewegingen (een beweging is een start of een landing) en is voor de jaren 2024 en 2030 in de tabel opgenomen. Het bijbehorende aantal tonnen uitgestoten CO₂ is daarnaast gegeven.

Tabel 21 Totale hoeveelheden CO₂ ten gevolge van de LTO-cycli.

	Aantal LTO-cycli	Totaal CO ₂ (ton)
2024	11.893	13.315
2030	14.894	15.071

Uit bovenstaande tabel blijkt dat het aantal ton CO₂ van uitsluitend starts tot 3.000 ft en landingen vanaf 3.000 ft tot de grond door het luchtverkeer nog met circa 2.000 ton toeneemt tussen 2024 en 2030. De totale bijdrage door starts en landingen van het vliegverkeer tot 3.000 ft bedraagt in 2030 dan meer dan 15.000 ton.

7 Conclusies

Omdat de luchthaven Twente als project in het NSL is opgenomen is in principe gewaarborgd dat de gevolgen voor luchtkwaliteit beheerst worden en dat doorgang van het project niet afhankelijk is van een luchtkwaliteitsonderzoek. Voorwaarde hiervoor is dat de projectkenmerken zoals ze in het NSL zijn meegenomen niet veranderen met het voorliggende plan.

Om toch inzicht te geven in de gevolgen voor de luchtkwaliteit in de omgeving is voor het MER desondanks een onderzoek uitgevoerd naar de luchtkwaliteit. De resultaten zijn vervolgens aan de wettelijke normen getoetst.

Uit de resultaten van de totalen voor de jaargemiddelde concentraties NO₂ en PM₁₀ blijkt dat er geen overschrijdingen van de wettelijke normen voor deze stoffen bij realisatie van de voorgenomen activiteit wordt verwacht. De resultaten voor luchtkwaliteit laten zien dat er op dit gebied geen knelpunten ontstaan door de realisatie van de luchthaven. Wel zal er een beperkte toename van concentraties ontstaan door de voorgenomen activiteit.

Referenties

1. *Handreiking Rekenen aan Luchtkwaliteit, Actualisatie 2011*, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, juni 2011.
2. Ham, J. van, Pulles, M.P.J., *Het Nieuwe Nationaal Model*, maart 2002.
3. *Aanvullende afspraken NNM, Overzicht van bindende afspraken tot en met oktober 2010 over het Nieuw Nationaal Model gemaakt na verschijnen van de herziene versie (maart 2002) van het Paarse Boekje*, Kema, TNO, Infomil, oktober 2010.
4. Hulskotte, J.H.J., Den Boeft, J., *Berekeningsmethode voor emissies en emissie per MTOW voor luchtverontreinigende stoffen ten gevolge van luchthavenluchtverkeer op Schiphol, inclusief maatregelen*, TNO-rapport R 2003/313, 2003.
5. *RMI-database*, Inspectie Verkeer en Waterstaat.
6. Luchtzijdige bereikbaarheid Twente, ontwerpschetsen (Concept 0.9d-26/01/2012, TO70/LVNL).
7. Rozema, B.J.C en H.C. Groenwold-Ferguson, *Luchthaven Schiphol en gezondheidseffecten in de leefomgeving*, GGD Amsterdam, november 2009.
8. Velders, G.J.M., J. Matthijsen, J.M.M. Aben, W.J. de Vries, *Grootschalige PM_{2.5}-concentratiekaarten van Nederland, Een voorlopige analyse*, Het Milieu- en Natuurplanbureau, MNP Rapport 500088003/2007).

Bijlage A Congestiekans

De congestiekans p_{cong} geeft de kans op file voor een wegdeel aan en heeft een waarde tussen 0 (0%) en 1 (100%). De congestiekans wordt afgeleid van de mate van doorstroming uitgedrukt in de I/C-verhouding, de verhouding tussen intensiteit en capaciteit.

Als invoer voor de luchtkwaliteitberekening wordt per wegvak rekening gehouden met een congestiekans voor het gehele etmaal. De volgende relatie tussen de congestiekans en de I/C-waarde wordt gehanteerd:

$$p_{cong} = 5 * \left(\frac{I}{C} - 0,8 \right),$$

met p_{cong} de congestiekans tussen 0 en 1 en I/C de intensiteit gedeeld door de capaciteit. Vanaf I/C = 0,8 ontstaat er kans op congestie. Bij een I/C van 1 of hoger is de kans 1 oftewel 100%. Dit is weergegeven in onderstaande figuur 15.

Voor de spitsperiodes zijn I/C-waarden geleverd die uit het verkeersmodel van Arcadis volgen. Buiten de ochtend- en avondspits is er geen kans op congestie.

De congestiekans voor het etmaal staat gelijk aan het aantal voertuigen in de file in verhouding tot het totaal aantal voertuigen in het etmaal. Het aantal voertuigen in de file in de ochtend- of avondspits, $I_{file,OS}$ en $I_{file,AS}$, volgt uit de berekening van de congestiekans in de ochtend- en avondspits:

$$p_{cong,OS} = 5 * \left(\left[\frac{I}{C} \right]_{OS} - 0,8 \right)$$

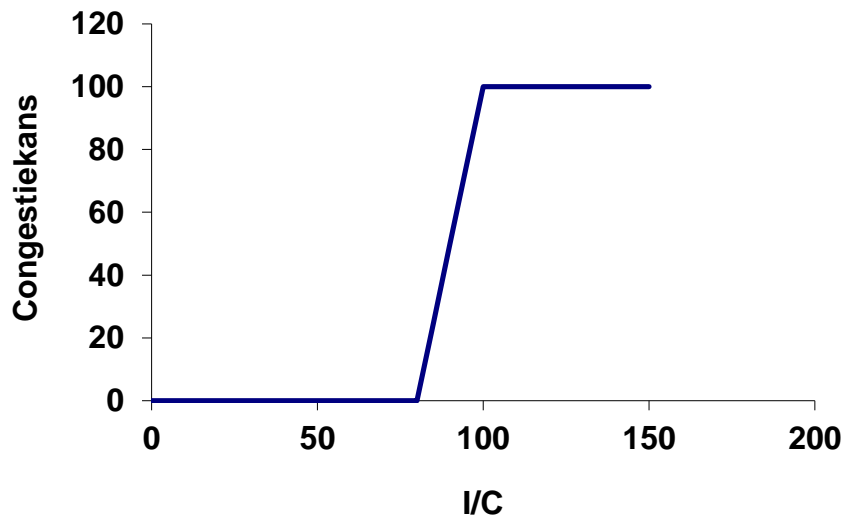
$$p_{cong,AS} = 5 * \left(\left[\frac{I}{C} \right]_{AS} - 0,8 \right)$$

Deze congestiekans, welke wordt begrensd door 0 en 1, wordt vermenigvuldigd met de totale intensiteit in de ochtend- en avondspits en bij elkaar opgeteld om zo het aantal voertuigen in de file te bepalen:

$$I_{file} = I_{file,OS} + I_{file,AS} = p_{cong,OS} * I_{tot,OS} + p_{cong,AS} * I_{tot,AS}$$

De congestiekans voor het etmaal wordt dan:

$$p_{cong,etmaal} = \frac{I_{file}}{I_{tot,etmaal}}$$



Figuur 15 Congestiekans op basis van de verhouding intensiteit/capaciteit.

Bijlage B Verdelingstabellen vliegverkeer

Tabel 22 Maandverdeling vliegverkeer.

	Segment		
	General aviation (IFR)	General aviation (VFR)	Passagiers
Jan	6.2%	6.1%	7.5%
Feb	6.0%	5.5%	7.5%
Maa	6.6%	7.1%	6.7%
Apr	7.8%	6.9%	9.0%
Mei	10.7%	10.7%	9.8%
Jun	11.7%	11.1%	9.7%
Jul	10.3%	10.8%	10.0%
Aug	11.1%	11.0%	9.6%
Sep	10.8%	11.3%	9.3%
Okt	7.0%	7.2%	6.8%
Nov	5.7%	6.0%	6.9%
Dec	6.0%	6.3%	7.3%
	100%	100%	100%

Tabel 23 Weekdagverdeling vliegverkeer.

	Segment		
	General aviation (IFR)	General aviation (VFR)	Passagiers
Ma	14%	10%	14%
di	14%	10%	14%
Wo	13%	10%	14%
Do	14%	10%	14%
Vr	14%	10%	14%
Za	16%	25%	17%
Zo	15%	25%	13%
	100%	100%	100%

Tabel 24 Uurverdeling vliegverkeer.

	Segment		
	General aviation (IFR)	General aviation (VFR)	Passagiers
06.00-06.59 uur	3%	0%	4%
07.00-07.59 uur	10%	0%	11%
08.00-08.59 uur	5%	7%	5%
09.00-09.59 uur	6%	8%	7%
10.00-10.59 uur	7%	8%	8%
11.00-11.59 uur	6%	8%	6%
12.00-12.59 uur	6%	7%	6%
13.00-13.59 uur	5%	7%	6%
14.00-14.59 uur	5%	7%	5%
15.00-15.59 uur	6%	9%	7%
16.00-16.59 uur	8%	11%	9%
17.00-17.59 uur	8%	11%	9%
18.00-18.59 uur	6%	8%	7%
19.00-19.59 uur	7%	9%	3%
20.00-20.59 uur	7%	0%	3%
21.00-21.59 uur	3%	0%	2%
22.00-22.59 uur	4%	0%	2%
23.00-23.59 uur	0%	0%	0%
23.59-05.59 uur	0%	0%	0%
	100%	100%	100%

Bijlage C Model vliegverkeer

C.1 Het modelleren van de vliegbaan, nader bekeken

Voor het simuleren van de vliegbaan worden de volgende invoerparameters gebruikt:

› Vliegroute

Aan- en uitvliegroutes zijn per luchthaven gedefinieerd en beschikbaar. De verdeling van het vliegverkeer over de routes hangt af van baangebruik en routeverdeling. Deze verdelingen zijn, omdat zij ook als basis dienen voor geluidsberekeningen, bekend en beschreven.

› Appendices

Deze bevatten, per geluidsklasse, informatie over de te volgen start- en landingsprocedures. De Appendices bevatten informatie over hoogte- en snelheidsprofielen langs de te vliegen route. De benodigde procedure is per gemodelleerde vliegbeweging beschikbaar omdat zij ook als basis dient voor geluidsberekeningen.

› Taxiroute

Het modelleren van geluid als gevolg van taxiën maakt geen deel uit van de geluidsberekeningen. Voor het modelleren van taxiroutes is daarom een aparte module ontwikkeld die, gelet op (onder meer) de infrastructuur en rijrichting, de kortst mogelijke weg berekent van opstelplaats naar baankop en vice versa. Deze route geeft een benadering van de werkelijk gevolgde taxitrajecten.

› Taxisnelheden

Per TIM-code wordt aan de hand van specifieke informatie (doorgaans beschikbaar gesteld door de exploitant) een gemiddelde taxisnelheid gedefinieerd.

C.2 Het omzetten van de vliegbaan naar emissiepunten, nader bekeken

Een belangrijk onderdeel van het door Adecs Airinfra ontwikkelde model wordt gevormd door het omzetten van de vliegbaan naar emissiepunten. Het berekenen van emissies langs een continue vliegbaan vindt plaats door deze op te delen in een aantal punten. Deze punten markeren emissiepunten van waaruit de verspreiding wordt bepaald. De opdeling van de vliegbaan is ingesteld door middel van een vooraf gedefinieerde afstand van de afgelegde weg. Deze afstand is vrij te kiezen en afhankelijk van het gewenste detailniveau. Standaard wordt hier een afstand van 50 meter voor gebruikt. Op de vliegbaan liggen dan op elke 50 meter (afgelegde weg) emissiepunten. Met de afstand tussen de verschillende emissiepunten en de snelheid tussen de punten wordt de emissietijd (tijdsduur over het voorgelegen traject) op het emissiepunt bepaald. De bronnen worden gemodelleerd tot een hoogte van 3.000 ft.

Op basis van de "time in mode" (uit de RMI-database) wordt afhankelijk van de fase de tijdsduur bepaald dat de bron in een emissiepunt aanwezig is. Uit de RMI-database volgt, afhankelijk van de gemodelleerde type/motorcombinatie, via brandstofverbruik en emissiefactoren het aantal uitgestoten grammen per seconde per TIM-fase.

Met de locatie van de emissie, de tijdsduur van de emissie per emissiepunt en de uitstoot in grammen per seconde, is de emissie op de emissiepunten bekend. Deze informatie wordt uur voor uur gegenereerd ten behoeve van de concentratieberekening.

De concentratieberekening, nader bekeken.

C.3 Basisprincipe van de berekening

Per bron(locatie) is bekend wat deze in een uur aan emissie uitstoot en wat de positie is (x,y,z). De emissie (in grammen) wordt vervolgens verspreid, waarvoor de modellering grotendeels de NNM-beschrijving uit het Paarse boekje volgt. Zo wordt op elk receptorpunt de resulterende concentratie voor elk uur bepaald. Voor prognoseberekeningen wordt dit met tien jaar aan meteodata doorgerekend. Daarna wordt de jaargemiddelde concentratie bepaald.

De afwijkingen ten opzichte van het Paarse boekje zijn de initialisatie van de pluimstijging en de berekening van de convectieve windsnelheid w^* .

C.4 Enkele uitgangspunten/parameters

Naast de uitstoot op de genoemde emissiepunten maakt het verspreidingsmodel gebruik van parameters, die hieronder worden beschreven.

› Meteogegevens (uur voor uur)

De verspreiding van stoffen is afhankelijk van meteorologische omstandigheden. In het model is, overeenkomstig de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007, gebruik gemaakt van de door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (voorheen VROM) vrijgegeven meteoset voor prognoseberekeningen. Deze gegevens worden door het KNMI vastgesteld. Voor de uitgevoerde berekeningen zijn de meteogegevens van de periode 1995 t/m 2004 gehanteerd. De waarden die tijdens de berekening per uur zijn gebruikt, zijn:

- › Tijdstip (uur);
- › Gemiddelde windrichting DD ;
- › Uurgemiddelde windsnelheid in het afgelopen uur u_{10} ;
- › Gemiddelde temperatuur in het afgelopen uur T ;
- › Gemiddelde globale straling in het afgelopen uur Q ;
- › Totale bedekkingsgraad van de bewolking N ;
- › Standaarddeviatie van de dwarswind (stabiliteitsonafhankelijk) σ_w .

Voor een aantal onderdelen van de beschrijving is aangegeven dat de functionaliteit door preSRM is vervangen. Vanaf circa oktober 2010 is namelijk een gedeelte van het Adecs Airinfra luchtkwaliteitsmodel vervangen door preSRM (versie 1.3.0.6 d.d. 4 juli 2013). PreSRM staat voor Preprocessor Standaard RekenMethoden en is een softwarebibliotheek die voor rekenmodellen gebruikt wordt bij de beoordeling van luchtkwaliteit. PreSRM biedt o.a. functionaliteit om op een gevalideerde manier de meteorologische gegevens geïnterpoleerd naar locatie van berekening te verkrijgen, er vindt correctie voor dubbeltelling of verfijning van het grid plaats. PreSRM wordt

geleverd inclusief de laatste officiële basisgegevens van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (voorheen VROM) voor meteorologie, ruwheid en grootschalige achtergrondconcentraties.

› Ontvangerhoogte

De ontvangerhoogte kan ingesteld worden. Standaard heeft de hoogte (overeenkomstig met o.a. standaardrekenmethode SRM1 en SRM2) van de ontvanger (receptor) een waarde van 1,5 meter.

› Ruwheid

De gebruiker kan de omvang van het rekengrid bepalen. Per rastercel wordt op basis van de ruwheidskaart een gemiddelde ruwheidslengte (gemiddelde van hoekpunten en centrum) bepaald.

De voorgaande beschrijving is per oktober 2010 vervangen door functionaliteit van PreSRM.

C.5 Verspreidingsmodel luchtvaart

Bepaling van de wrijvingsnelheid u^* en Monin-Obukhov-lengte L

Voor de bepaling van de wrijvingsnelheid en Monin-Obukhov-lengte is het moment van de dag en de weersituatie van belang. Door middel van de globale straling wordt bepaald of het uur in de dagperiode of in de nachtperiode valt:

› $Q > 0$ → Dag

› $Q \leq 0$ → Nacht

Daarnaast wordt met behulp van de globale straling Q , de temperatuur T en de dekkingsgraad N de netto straling bepaald voor dagsituaties:

$$Q_{net} = \frac{(1 - albedo) \cdot Q + 5,31 \cdot 10^{-13} T^6 - 5,67 \cdot 10^{-8} T^4 + 60N}{1,12} \quad (1)$$

$albedo = 0,2$

De berekening van veel parameters is afhankelijk van de dag- of nachtsituatie.

Voor de bepaling van u^* en L zijn drie situaties te onderscheiden, namelijk:

1. Dag, globale straling $Q \geq 0$ en netto straling $Q_{net} \geq 0$
2. Dag, globale straling $Q \geq 0$ en netto straling $Q_{net} < 0$
3. Nacht, globale straling $Q < 0$

Hierna is een beschrijving van de bepaling van u^* en L voor deze situaties opgenomen.

De bepaling van u^ en L gebeurt vanaf oktober 2010 niet meer met onderstaande formules, maar er wordt gebruik gemaakt van de PreSRM functionaliteit.*

Situaties 1 en 3

Voor de situaties *dag met non-negatieve netto straling* (situatie 1) en *nacht* (situatie 3) worden de waarden van de wrijvingsnelheid u^* en de Monin-Obukhov-lengte L door middel van iteratie bepaald, omdat deze twee parameters van elkaar afhankelijk zijn. De wrijvingsnelheid u^* wordt geïnitieerd met:

$$u^*_{10} = \frac{2}{3} \kappa \frac{u_{10}}{\ln\left(\frac{z_{10}}{z_0}\right)} \quad (2)$$

Hierin is u_{10} de windsnelheid op 10 meter hoogte ter plaatse van het meteostation, die geleverd wordt via de meteodata. z_0 is de lokale ruwheid, welke wordt ingelezen uit de ruwheidskaart/bestand. z_{10} is de referentiehoogte waarop de windsnelheid wordt gemeten: $z_{10} = 10\text{m}$. κ is de von Karman constante met een waarde van 0,4.

De Monin-Obukhov-lengte L wordt met de temperatuur T , de luchtdichtheid ρ_a , de specifieke warmte C_p , de gravitatieconstante g als volgt berekend:

$$L = -\frac{T\rho_a C_p u^{*3}}{gH\kappa} \quad (3)$$

Waarbij de warmtestroom H als volgt berekend wordt, afhankelijk van de situatie.

Situatie 1: dag met non-negatieve netto straling:

$$H = \frac{0,9 \cdot [(1-\alpha) \cdot S + Y]}{S + Y} \cdot Q_{\text{net}} - 20 \cdot (1 - 0,75 \cdot N^{3,4}) \quad (4)$$

met

$$\begin{aligned} \alpha &= 1 \\ Y &= 0,646 + 6 \cdot 10^{-4} \cdot (T - 273,15) \\ S &= \frac{4000 \cdot 10^{L_g}}{(T - 35,8)^2} \\ L_g &= 0,786 + \frac{7,5(T - 273,15)}{(T - 35,8)} \end{aligned} \quad (5)$$

De verhouding tussen T , ρ_a , C_p , g en κ wordt benaderd door een constante waarde, waarmee L wordt afgerond tot

$$L = -91000 \frac{u^{*3}}{H} \quad (6)$$

Situatie 3: Nacht:

$$\begin{aligned} H &= -\rho_a C_p u^* \theta^* \rightarrow \\ L &= \frac{T \cdot u^{*2}}{\kappa \cdot g \cdot \theta^*} \end{aligned} \quad (7)$$

Waarbij θ^* gelijk is aan θ :

$$\theta = 0,09 \cdot (1 - 0,5 \cdot N^2) \quad (8)$$

De uitkomst van L wordt begrensd zodanig dat deze, indien positief, niet kleiner wordt dan $1003z_0$.

De waarde van L definieert de stabiliteit van de situatie:

- > $|L| > 1000 \rightarrow$ neutraal
- > $-1000 < L < 0 \rightarrow$ instabiel
- > $0 < L < 1000 \rightarrow$ stabiel

In de volgende iteratiestap n wordt u_n^* als volgt bepaald:

$$u_n^* = \frac{\kappa \cdot u_{10}}{\ln\left(\frac{z_{10}}{z_0}\right) - \Psi\left(\frac{z_{10}}{L}\right)} \quad (9)$$

met stopvoorwaarde

$$|u_n^* - u_{n-1}^*| < 0,05 \cdot u_n^* \quad (10)$$

Als $u_{10}^3 < u_{grens}$ dan wordt gesteld dat $u^* = u_{10}^*$, dat wil zeggen, als

$$u_{10}^3 < \frac{-0,39H \cdot z_{10} \left(\ln\left(\frac{z_{10}}{z_0}\right) \right)^2}{1000\kappa^3} \quad (11)$$

De stabiliteitscorrectiefunctie Ψ in de iteratiestap u_n^* is afhankelijk van de stabiliteit en als volgt gedefinieerd:

Instabiel:

$$\Psi\left(\frac{z}{L}\right) = 2\ln\left(\frac{1+\chi}{2}\right) + \ln\left(\frac{1+\chi^2}{2}\right) - 2\arctan(\chi) + \frac{\pi}{2} \quad (12)$$

Met:

$$\chi = \sqrt[4]{1 - \frac{16z}{L}} \quad (13)$$

Stabiel:

$$\Psi\left(\frac{z}{L}\right) = -17 \left(1 - \exp\left[\frac{-0,29z}{L}\right] \right) \quad (14)$$

Neutraal:

$$\Psi\left(\frac{z}{L}\right) = 0 \quad (15)$$

Situaties 2

Voor de situatie *dag en negatieve netto straling* (2) wordt u^* met een aangepast schema bepaald. Hiervoor wordt eerst θ^* als volgt bepaald:

$$\begin{aligned}
K_Q &= \frac{Q}{1 - 0,75N^{3,4}} \\
\Phi &= \arcsin \frac{K_Q + 69}{1041} \\
Q_0 &= \frac{1,11 \cdot 20^{1041} (1 - 0,75N^{3,4}) (S + Y)}{(1 - \alpha)S + Y} \\
L_m &= 60N + 5,31 \cdot 10^{-13} T^6 - 5,67 \cdot 10^{-8} T^4 - 0,12Q_0 \\
K_0 &= \frac{Q_0 - L_m}{(1 - albedo)(1 - 0,75N^{3,4})} \\
\Phi_0 &= \arcsin \frac{K_0 + 69}{1041} \\
\theta^* &= \theta \left(1 - \left(\frac{\Phi}{\Phi_0} \right)^2 \right)
\end{aligned} \tag{16}$$

Vervolgens wordt θ^* gebruikt om Δu^* te berekenen:

$$\begin{aligned}
\Delta u^* &= u_{neutraal}^* - \frac{4 \cdot 5,2 \cdot \kappa \cdot g \cdot z_{10} \cdot \theta^*}{T \ln \left(\frac{z_{10}}{z_0} \right)} \\
\text{waarin} \\
u_{neutraal}^* &= \frac{u_{10} \cdot \kappa}{\ln \left(\frac{z_{10}}{z_0} \right)}
\end{aligned} \tag{17}$$

En dan wordt de wrijvingsnelheid u^* als volgt bepaald:

$$\begin{aligned}
\text{als } \Delta u^* \geq 0 &\rightarrow u^* = \frac{u_{neutraal}^* + \sqrt{\Delta u^*}}{2} \\
\text{als } \Delta u^* < 0 &\rightarrow u^* = \frac{u_{neutraal}^*}{2}
\end{aligned} \tag{18}$$

Deze u^* kan in de formule voor L vergelijking (3) ingevuld worden.

Bepalen van de grenslaaghoogte z_i

De bepaling van de grenslaaghoogte z_i gebeurt vanaf oktober 2010 niet meer met onderstaande formules, maar er wordt gebruik gemaakt van de PreSRM functionaliteit.

De grenslaag- of inversiehoogte z_i wordt als volgt bepaald:

Voor de situatie dag en stabiel of neutraal:

$$z_i = B \frac{u^*}{f} \tag{19}$$

met de evenredigheidsconstante $B=0,07$ en de coriolisparameter f , die met het aantal seconden in één dag T_{dag} als volgt bepaald is op een breedtegraad (latitude) van 52° :

$$f = 2\Omega \sin \phi = 2 \cdot \frac{2\pi}{T_{dag}} \sin \left(52 \frac{\pi}{180} \right) = 2 \cdot \frac{2\pi}{T_{dag}} \sin \left(52 \frac{\pi}{180} \right).$$

Voor de nacht is z_i de oplossing van de volgende vergelijking:

$$z_i = \frac{0,07 \frac{u^*}{f}}{1 + 0,33 \frac{z_i}{L}} \quad (20)$$

Voor de situatie dag en instabiel verandert de inversiehoogte in de tijd. De snelheid van de toename van z_i is dan:

$$\frac{\Delta z_i}{\Delta t} = 0,5 \frac{\sigma_{vf,10m}^3}{z_i \frac{g}{T} \Delta \theta} \quad (21)$$

waarbij $\Delta \theta$ de temperatuursprong op de grenslaaghoogte is over een hoogtetraject van 100 m, welke afhankelijk is van het temperatuurprofiel. Boven de grenslaaghoogte wordt de temperatuur op hoogte z (θ_z) voor de maand M en de windrichting D als volgt bepaald:

$$\theta_z = \theta_{z,norm} \left[7 + 1,8 \cos\left(\frac{M-1}{6} \pi\right) + \left(4 + 1,5 \cos\left(\frac{M-1}{6} \pi\right)\right) \cos\left(\frac{D-90}{180} \pi\right) \right] \quad (22)$$

waarbij $\theta_{z,norm}$ een genormaliseerd temperatuurprofiel is zoals beschreven in het Paarse boekje op bladzijde 106. Onder de inversiehoogte wordt verondersteld dat

$$\frac{d\theta}{dz} = 0,0 \frac{K}{m} \quad (23)$$

De hoogte van de grenslaag, berekend uit (21) is ook afhankelijk van de turbulentieparameter σ_{vf} . Hoe deze wordt berekend, staat in paragraaf 0 beschreven.

De toename van z_i wordt in stappen van drie minuten berekend totdat de Δz_i voor het hele uur is bepaald.

Windprofiel

De windsnelheid ter hoogte van de pluim (u_{pluim} op z_p) wordt berekend met behulp van onderstaande windsnelheidsprofielfunctie:

$$\begin{aligned} \text{als } L > 0 &\rightarrow \Psi\left(\frac{z}{L}\right) = -17 \left(1 - e^{-\frac{0,29z}{L}}\right) \\ \text{als } L < 0 &\rightarrow \Psi\left(\frac{z}{L}\right) = 2 \ln\left(\frac{1+X}{2}\right) + \ln\left(\frac{1+X^2}{2}\right) - 2 \arctan(X) + \frac{\pi}{2} \end{aligned} \quad (24)$$

met

$$X = \left(1 - 16 \frac{z}{L}\right)^{\frac{1}{4}} \quad (25)$$

Op z_p wordt de windsnelheid vervolgens op deze manier bepaald:

$$u_{pluim} = u_{10} \frac{\ln\left(\frac{z_p}{z_0}\right) - \Psi\left(\frac{z_p}{L}\right) + \Psi\left(\frac{z_0}{L}\right)}{\ln\left(\frac{z_{10}}{z_0}\right) - \Psi\left(\frac{z_{10}}{L}\right) + \Psi\left(\frac{z_0}{L}\right)} \quad (26)$$

waarbij z_p een ondergrens heeft van $z_0+0.5$ en een bovengrens van 200 meter. De windsnelheid op 10 meter hoogte ter plaatse van het meteostation wordt met de meteodata meegeleverd. Op basis hiervan wordt de windsnelheid op 60 meter hoogte berekend, waarvan wordt aangenomen dat deze ook geldig is ter plaatse van de rekenlocatie. Vervolgens wordt met de ruwheidslengte van de rekenlocatie de windsnelheid op 10 meter hoogte u_{10} bepaald.

Naast de windsnelheid is ook de windrichting van belang. De windrichting op 10 meter hoogte ter plaatse van het meteostation wordt met de meteodata meegeleverd. Om de draaiing van de wind op hoogte z_p te bepalen wordt deze draaiing α eerst uitgerekend in het geostrofische assenstelsel door middel van het verschil tussen $\alpha(z_p)$ en $\alpha(z_{10})$ te bepalen via:

$$\alpha(z) = \alpha(z_i) d_1 \left(1 - e^{-z \frac{d_2}{h}}\right) \quad (27)$$

met $d_1=1,23$ en $d_2=1,75$. De waarde van $\alpha(z_i)$ wordt als volgt gedefinieerd:

$$\begin{aligned} \text{als } \frac{z_i}{L} < -10 &\rightarrow \alpha(z_i) = 0^\circ \\ \text{als } -10 < \frac{z_i}{L} < 0 &\rightarrow \alpha(z_i) = 20^\circ + 25 \left(1 + 0.18 \frac{z_i}{L}\right) \\ \text{als } \frac{z_i}{L} > 0 &\rightarrow \alpha(z_i) = 45^\circ \end{aligned} \quad (28)$$

Dit verschil tussen $\alpha(z_p)$ en $\alpha(z_{10})$ is ook het verschil in graden tussen de windrichting (DD) op 10 meter en op z_p , dus:

$$DD(z_p) = DD(z_{10}) + [\alpha(z_p) - \alpha(z_{10})] \quad (29)$$

De turbulentieparameters

De turbulentieparameters σ_v en σ_w (ook wel standaarddeviaties van de crosswindsnelheidsfluctuaties) zijn nodig om de dispersieparameters σ_y en σ_z en de inversiehoogte z_i te bepalen. De turbulentieparameter σ_v bestaat uit een snel deel σ_{vf} en een langzaam deel σ_{vl} . Deze laatste waarde, σ_{vl} , is opgenomen in de meteorologische invoer. Afhankelijk van de stabiliteit worden σ_{vf} en σ_w als volgt bepaald:

$$\begin{aligned}
&\text{als instabiel } (-1000 < L < 0) \rightarrow \begin{cases} \left(\frac{\sigma_{vf}(z)}{u^*}\right)^2 = 0,35\left(-\frac{z_i}{\kappa L}\right)^{\frac{2}{3}} + \left(1,7 - \frac{z}{z_i}\right) \\ \sigma_w^3 = \left[1,6u^{*2}\left(1 - \frac{z}{z_i}\right)\right]^{\frac{3}{2}} + 1,2w^{*3}\left(\frac{z}{z_i}\right)\left(1 - 0,9\frac{z}{z_i}\right)^{\frac{3}{2}} \end{cases} \\
&\text{als neutraal } (|L| > 1000) \rightarrow \begin{cases} \sigma_{vf}(z) = 1,3u^* e^{\left(-\frac{z}{u^*}\right)} \\ \sigma_w^3 = \left[1,6u^{*2}\left(1 - \frac{z}{z_i}\right)\right]^{\frac{3}{2}} + 1,2w^{*3}\left(\frac{z}{z_i}\right)\left(1 - 0,9\frac{z}{z_i}\right)^{\frac{3}{2}} \end{cases} \quad (30) \\
&\text{als stabiel } (0 < L < 1000) \rightarrow \begin{cases} \sigma_{vf}(z) = 1,3u^*\left(1 - \frac{z}{z_i}\right) \\ \sigma_w(z) = \sigma_{vf}(z) \end{cases}
\end{aligned}$$

De convectieve windsnelheid w^* volgt uit:

$$w^* = u^* \sqrt[3]{\frac{z_i}{\kappa|L|}} \quad (31)$$

De tijdschaal van turbulentie T_i wordt als volgt bepaald:

$$\begin{aligned}
&\text{als } z \geq 50 \quad T_{l,y,z} = 26 \frac{\sigma_{vf,10m}}{u_{10m}} \left[\ln \frac{z}{z_0} \right]^2 \\
&\text{als } z < 50 \quad \begin{cases} L > 0 \rightarrow T_{l,y,z} = \frac{z}{2\sigma_w} \left(\frac{1}{1 + 5\frac{z}{L}} \right) \\ L < 0 \rightarrow T_{l,y,z} = \frac{z}{2\sigma_w} \left(1 - 6\frac{z}{L} \right)^{0,25} \end{cases} \quad (32)
\end{aligned}$$

Dispersieparameters

De verspreiding in het Gaussisch model wordt beschreven door de dispersieparameters σ_y en σ_z , respectievelijk in horizontale en verticale richting. Deze zijn afhankelijk van de turbulentieparameters σ_v en σ_w en de tijdschaal T_i uit de vorige paragraaf. Het deel van de dispersieparameters dat afhankelijk is van de turbulentieparameters, wordt uitgerekend door middel van:

$$\begin{aligned}
\sigma_{ys}^2 &= 2\sigma_{vf}^2 T_{ly}^2 \left[\frac{t}{T_{ly}} + e^{\frac{-t}{T_{ly}}} - 1 \right] \\
\sigma_{z,turb}^2 &= 2\sigma_{vf}^2 T_{lz}^2 \left[\frac{t}{T_{lz}} + e^{\frac{-t}{T_{lz}}} - 1 \right] \\
\sigma_{y,turb}^2 &= \sigma_{ys}^2 + (\sigma_{vl} t)^2
\end{aligned} \quad (33)$$

σ_{vl} volgt uit de meteorologische invoerdata. Hierbij representeert σ_{ys} de snelle term van de horizontale dispersie en $\sigma_{yl} = \sigma_{vl} * t$ de langzame term. Deze laatste wordt op 10 meter bepaald: $\sigma_{yl} = \sigma_{vl} x / u_{10}$.

De turbulentieparameters bepalen grotendeels de horizontale dispersie σ_{yl} , maar de winddraaiing beïnvloedt deze parameter σ_y ook. Dit wordt gemodelleerd door een aanvulling van de term $\sigma_{y,winddraaiing}^2$:

$$\sigma_{y,winddraaiing}^2 = 0.4^2 x^2 \left(\frac{d\theta}{dz} \sigma_z \right)^2 \quad (34)$$

met x de afstand tot de bron en θ de windrichting.

De dispersieparameters σ_y en σ_z worden verder aangevuld met een buoyancyterm vanwege de eigen warmte-inhoud:

$$\sigma_{0,y,z}^2 = \frac{\Delta h^2}{12,25} \quad (35)$$

met de pluimstijging Δh , die in paragraaf 0 wordt beschreven. De dispersieparameters worden hiermee:

$$\begin{aligned} \sigma_y^2 &= \sigma_{ys}^2 + \sigma_{yl}^2 + \sigma_{y,winddraaiing}^2 + \sigma_{0y}^2 \\ \sigma_z^2 &= \sigma_{z,turb}^2 + \sigma_{0z}^2 \end{aligned} \quad (36)$$

Pluimstijging Δh

De pluimstijging Δh wordt per laag van 10 meter bekeken en is afhankelijk van de resterende buoyancy in die laag. In de onderste laag van 10 meter is er nog geen buoyancy verbruikt, dus is de resterende buoyancy gelijk aan de startwaarde. De startbuoyancy F_{start} is afhankelijk van de warmte-inhoud Q_h : $F_{start}=8.8*Q_h$. Wanneer de warmte-inhoud niet bekend of bepaald is, dan wordt voor vliegverkeer een vaste waarde van F_{start} van 0,8 aangehouden tijdens de vliegfase en een vaste waarde van 1,2 tijdens de taxifase.

Het bepalen van de pluimstijging en het buoyancyverloop gaat volgens de volgende stappen per laag j :

1. Bepaal de verbruikte buoyancy uit de vorige iteratiestap $j-1$ (voor $j=1$, $F_{start}=F_{rest} \rightarrow F_{verbruikt}=0$).
2. Indien de atmosfeer in de laag stabiel is, vervolg met volgende stap. Anders kan de waarde voor C worden geëvalueerd via $C = \frac{100h_b H^*}{u^{*3}}$, met h_b de hoogte van de bron en H^* een parameter die de mate van instabiliteit aangeeft, afgeleid uit $H^* = \frac{4.6\sigma_{vr}^3}{z_j}$.
3. Bereken de fictieve pluimstijging Δh_f die ten gevolge van de verbruikte buoyancy nog zou plaatsvinden:

$$\begin{aligned} \text{stabiel} \quad \Delta h_f &= \left(\frac{1,8 F_{verbruikt} T_a}{u(z_j) \left(\frac{\partial \theta}{\partial z} \right)_j} \right)^{\frac{1}{3}} \\ \text{Als } C < 1 \rightarrow \text{neutraal} \quad \Delta h_f &= \frac{39 F_{verbruikt}^{0.6}}{u(z_j)} \\ \text{Als } C > 1 \rightarrow \text{instabiel} \quad \Delta h_f &= 15 \left(\frac{F_{verbruikt}}{u(z_j)} \right)^{0.6} \end{aligned}$$

4. Bereken de maximale pluimstijging vanaf de bronhoogte Δh_{max} op basis van $u(z_j)$, de lokale temperatuurgradiënt en F_{start} .
5. Als $\Delta h_{max} - \Delta h_f > 10m$ dan gaat de iteratie verder naar de volgende laag. Anders stopt de iteratie hier en is het verschil de pluimstijging in de huidige laag.
6. Bereken $F_{verbruikt}$ in de volgende laag op basis van $\Delta h = \Delta h_f + 10m$ met de resterende buoyancy ter hoogte van de pluimtop, op z_{top} .

$$\text{stabiel } F_{verbruikt} = \frac{\Delta h^3 u(z_j) \frac{\partial \theta}{\partial z}}{1.8 T_a}$$

$$\text{neutraal } F_{verbruikt} = \left(\frac{\Delta h u(z_j)}{39} \right)^{\frac{5}{3}}$$

$$\text{instabiel } F_{verbruikt} = \left(\frac{\Delta h}{15} \right)^{\frac{5}{3}} u(z_j)$$

7. Herhaal bovenstaande stappen totdat alle buoyancy verbruikt is. Na deze iteratie is Δh ten opzichte van de bronhoogte bepaald.

Concentratieberekening

Voor de concentratieberekening dient de penetratiefraction P nog uitgerekend te worden:

$$P = \frac{z_i - z_{bron}}{\Delta h} \quad (37)$$

De concentratie C van een stof in de lucht ten gevolge van een bron met emissie E wordt beschreven met het Gaussisch model voor concentraties:

$$C(x, y, z, h_{bron}) = \frac{PE}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \cdot \left[e^{-\frac{(z-h_{bron})^2}{2\sigma_z^2}} + e^{-\frac{(z+h_{bron})^2}{2\sigma_z^2}} \right] \cdot e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} \cdot C_{Is} \quad (38)$$

Met

C_{Is} : reflectieterm

h_{bron} : effectieve bronhoogte(m)

P : penetratiefactor in de inversielaag (boven menglaag)

E : emissie (g/s)

u : gemiddelde windsnelheid op pluimhoogte (m/s)

y : horizontale afstand tot de pluim-as (m)

z : afstand in meters boven het grondoppervlak

σ_y en σ_z : resp. horizontale en verticale dispersieparameter (m)

Reactie stikstofoxiden

Bij de uitstoot van de stikstofoxiden NO_x wordt uitgegaan van een initiële fractie NO_2/NO_x , afhankelijk van het vliegsegment:

- 15% voor het APU/GPU segment (stilstaand op het platform)
- 37,5% tijdens het taxiën van het vliegtuig
- 5% tijdens de start (op de baan)
- 15% voor alle overige segmenten van de vliegbeweging

In de atmosfeer zal vervolgens een deel van de NO reageren met het aanwezige ozon O₃ tot NO₂. De hoeveelheid NO₂ volgt uit de oplossing

$$[NO_2]^2 - \left([NO_x] + [O_x] + \frac{K_3}{K_1} \right) [NO_2] + [NO_x][O_x] = 0 \quad (39)$$

waarbij

$$\begin{aligned} [O_x] &= [NO_2] + [O_3] \\ [NO_x] &= [NO] + [NO_2] \end{aligned} \quad (40)$$

De waarden van K₁ en K₃ zijn bepaald zoals beschreven in het Paarse boekje 3.12.2.

Een constante waarde van de concentraties over het uur zou geen rekening houden met het momentane karakter van de chemische reactie en tot een overschatting leiden. Daarom wordt binnen één uur de concentratie van NO_x en de bijbehorende momentane σ_m niet als constante beschouwd, maar is er een afhankelijkheid van de tijd aangenomen:

$$\sigma_m = 1.25t^{0.82} \quad (41)$$

De momentane concentratie is een functie van σ_m :

$$[NO_x]_m = \frac{E \cdot P}{2\pi\sigma_m} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_m^2}} \quad (42)$$

Uit de evenwichtsreactie wordt de momentane concentratie NO₂ bepaald. Voor de momentane fractie wordt als volgt bepaald:

$$\frac{[NO_2]}{[NO_x]} = \frac{\int [NO_2]_m dy}{\int [NO_x]_m dy} \quad (43)$$

De integratie gebeurt met een stapgrootte van $dy = 3/45 * \sigma_m$.

De fractie NO₂/NO_x in de momentane pluim wordt ook toegepast op de uurgemiddelde concentratie NO_x om zo de uurgemiddelde concentratie NO₂ te bepalen. Het model gebruikt voor de reeds in de achtergrond aanwezige concentraties van O₃ en NO₂ de uit KNMI-metstations beschikbare uur-voor-uur waarden, die sinds oktober 2010 met de preSRM-module bepaald worden.