



Dedicated to innovation in aerospace

DNV·GL

NLR-CR-2020-357 | 4 november 2020

Stikstofdepositieberekening Eindhoven Airport

Toetsing gebruiksjaar 2019

OPDRACHTGEVER: Eindhoven Airport



NLR – Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

Stikstofdepositieberekening Eindhoven Airport

Toetsing gebruiksjaar 2019

Probleemstelling

In het kader van de aanvraag van Eindhoven Airport voor een Wnb vergunning is het noodzakelijk om inzicht te geven in het effect van de activiteiten op de stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden.

Beschrijving van de werkzaamheden

Eindhoven Airport heeft aan NLR en DNV GL gevraagd stikstofdepositie-berekeningen uit te voeren voor twee situaties: de huidige activiteit in het gebruiksjaar 2019 en het Luchthavenbesluit 2014 (de aan te vragen situatie). In dit rapport zijn alleen de civiele activiteiten beschouwd. De berekeningen zijn gebaseerd op zowel de luchtvaart gebonden bronnen als de grondgebonden bronnen en het luchthaven gerelateerde wegverkeer.

Resultaten en conclusies

Voor het gebruiksjaar 2019 geldt dat de totale emissie is afgenomen. De depositie-waarden vallen binnen de aangevraagde situatie: de berekening heeft geen verschillen opgeleverd boven 0,00 mol/ha/jr.

Toepasbaarheid

Eindhoven Airport zal de resultaten gebruiken om aan te tonen dat de huidige situatie (2019) past binnen de aangevraagde situatie volgen het scenario van het Luchthavenbesluit 2014.

RAPPORTNUMMER

NLR-CR-2020-357

AUTEUR(S)

NLR, DNV GL

RUBRICERING RAPPORT

BEDRIJFSVERTROUWELIJK

DATUM

4 november 2020

KENNISGEBIED(EN)

Luchtverontreiniging door de luchtvaart

TREFWOORD(EN)

Stikstofdepositie
Eindhoven Airport



Dedicated to innovation in aerospace



NLR-CR-2020-357 | 4 november 2020

Stikstofdepositieberekening Eindhoven Airport

Toetsing gebruiksjaar 2019

OPDRACHTGEVER: Eindhoven Airport

NLR
DNV GL

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de eigenaar.

OPDRACHTGEVER	Eindhoven Airport
CONTRACTNUMMER	EA kenmerk 409423
EIGENAAR	Eindhoven Airport
NLR DIVISIE	Aerospace Operations
VERSPREIDING	Beperkt
RUBRICERING TITEL	BEDRIJFSVERTROUWELIJK

Samenvatting

Eindhoven Airport (EANV) heeft op 1 oktober 2020 een vergunningaanvraag Wet natuurbescherming (Wnb) ingediend. Ten behoeve van de aanvulling op deze aanvraag zijn de in dit rapport beschreven depositieberekeningen uitgevoerd voor het civiele luchtvaartverkeer.

Voor Eindhoven Airport zijn met LEAS-iT de emissies voor het vliegverkeer berekend voor de volgende twee scenario's:

- o Luchthavenbesluit 2014 (LHB2014),
- o Het gebruiksjaar 2019 (GJ2019).

Naast het vliegverkeer zijn ook de volgende grondbronnen in de berekeningen meegenomen:

- o APU,
- o Proefdraaien,
- o Platformverkeer (inclusief GPU) op basis van brandstofverbruik,
- o Gasverbruik ten behoeve van de verwarming van de gebouwen,
- o Parkeren van auto's op de luchthaven,
- o De verkeersaantrekkende werking.

Het Luchthavenbesluit Eindhoven 2014 en de revisievergunning uit 2003 - voor zover het proefdraaien betreft - geldt als de aan te vragen situatie voor de Wnb vergunning. Het Luchthavenbesluit 2014 is tevens de referentiesituatie. Dit blijkt uit de beslissing op bezwaar d.d. 28 september 2020 met kenmerk 494-39198. Het GJ2019 is doorgerekend om te toetsen of het huidige gebruik past binnen de aan te vragen situatie.

Op basis van de vastgestelde emissies zijn AERIUS berekeningen uitgevoerd ter bepaling van de stikstofdepositie voor de civiele activiteiten. Hieruit volgt:

- De totale emissie van NO_x in 2019 is afgenomen ten opzichte van de referentiesituatie.
- De afname bedraagt minimaal 0,00-0,03 mol/ha/jaar.
- De grootste afnames worden berekend in Leenderbos, Groote Heide & De Plateaux (0,58 mol/ha/jaar), Deurnse Peel & Mariapeel (0,41 mol/ha/jaar) en Kempenland-West (0,28 mol/ha/jaar).

Inhoudsopgave

Afkortingen	5
1 Inleiding	6
2 Opzet onderzoek	8
2.1 Scenario's	8
2.2 Emissieberekeningen luchtvaart	8
2.3 Emissieberekeningen grondgebonden bronnen	10
2.4 Depositieberekening	13
3 Resultaten depositie	14
4 Conclusie	16
5 Referenties	17
Appendix A Vliegverkeer emissieberekening met NLR LEAS-iT	18
Appendix B NOx emissie per gebouw	25

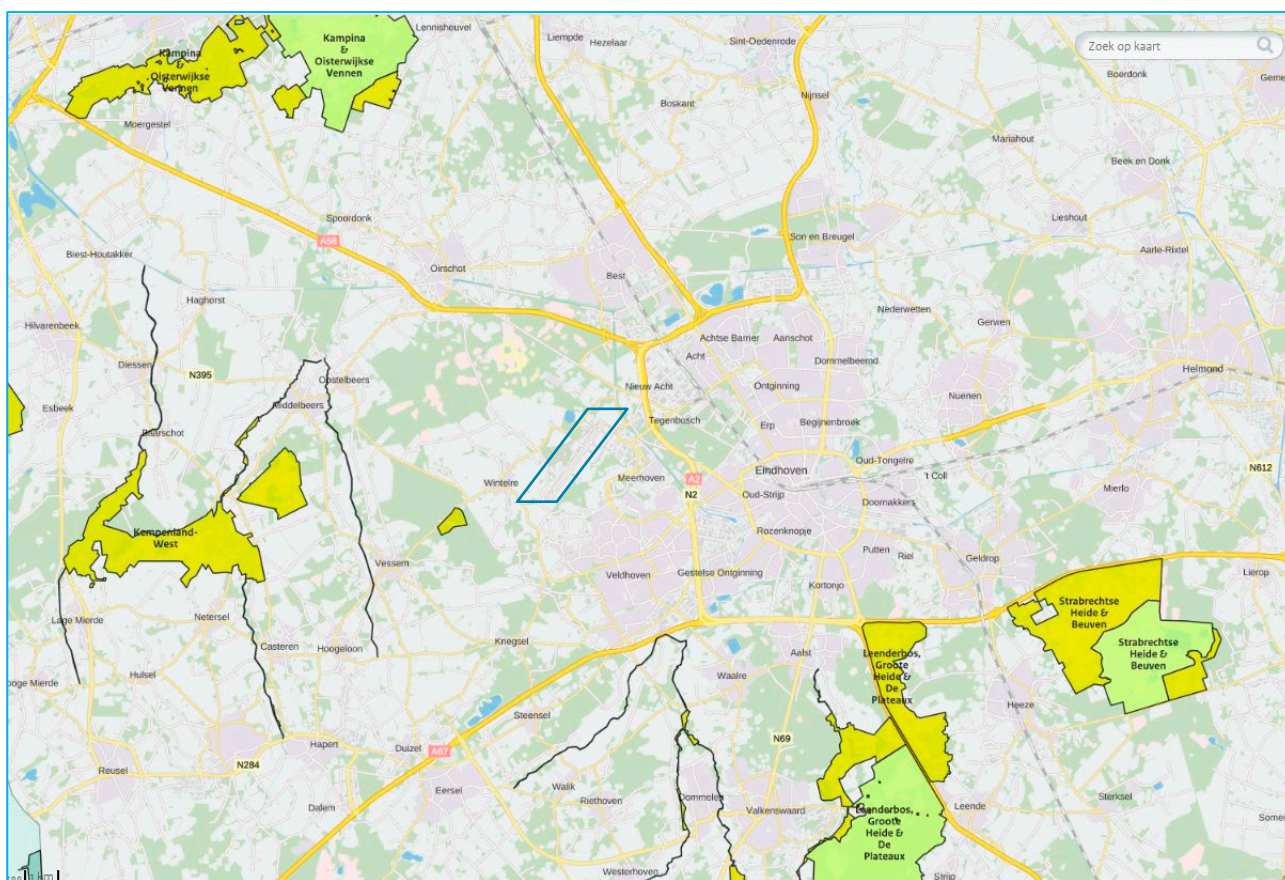
Afkortingen

ACRONIEM	OMSCHRIJVING
AERIUS	AERIUS is het rekeninstrument van het voormalig Programma Aanpak Stikstof. AERIUS ondersteunt vergunningverlening en ruimtelijke planvorming rond Natura 2000-gebieden en monitoring
APU	Auxiliary Power Unit
DNV GL	DNV GL is een Noors classificatiebureau voor met name de energie, maritieme, olie & gas-industrie. DNV GL is in 2013 ontstaan uit een fusie tussen Det Norske Veritas (DNV) en Germanischer Lloyd (GL). KEMA is in 2012 overgenomen door DNV.
EANV	Eindhoven Airport NV
ft	Foot / feet (1 ft = 0.3048 meter)
GJ	Gebruiksjaar
GML	Geography Markup Language
GPU	Ground Power Unit
KDW	Kritische Depositie Waarde
LEAS-iT	Local aviation Emissions in Airport Scenarios-inventory Tool
LHB	Luchthavenbesluit
LVN	Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
MER	Milieueffectrapportage, een procedure met als hoofddoel het milieubelang volwaardig te laten meewegen bij de voorbereiding en vaststelling van plannen en besluiten
PDF	Portable Document Format
Wnb	Wet natuurbescherming
NH ₃	Amoniak
NLR	Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum
NOx	Stikstofoxiden
vtb	vliegtuigbeweging
WKK	warmte-krachtkoppeling

1 Inleiding

De Eindhoven Airport operatie betreft het civiele medegebruik van de militaire luchthaven Eindhoven. Eindhoven Airport (EANV) heeft 1 oktober 2020 een vergunning Wet natuurbescherming (Wnb) aangevraagd. Binnen dit traject is het NLR (Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum) gevraagd stikstofdepositieberekeningen uit te voeren waarbij de bronnen van het civiele luchtvaartverkeer moeten worden meegenomen. Deze berekeningen zijn samen met DNV GL uitgevoerd.

Luchthaven Eindhoven Airport ligt ten westen van Eindhoven en de A2. (zie Figuur 1). Natura 2000-gebieden in de omgeving betreffen: Kempenland-West, Kampina & Oisterwijkse Vennen, Leenderbos, Groote Heide & De Plateaux, Strabrechtse Heide & Beuven.



Figuur 1: Ligging van Eindhoven Airport ten opzichte van Eindhoven en de dichtstbijzijnde Natura 2000-gebieden. Het blauwe parallellogram geeft de ligging van de luchthaven aan.

De berekening van de depositie van de luchtvaartbronnen is uitgevoerd met het nationaal voorgeschreven rekenmodel AERIUS (versie 2020_20201013_1649cba239). De invoer voor deze depositieberekening betreffen de emissies van de luchtvaartbronnen zoals berekend met het NLR LEAS-iT model.

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de opzet van het onderzoek met daarbij een beknopte beschrijving van het rekenscenario, de emissieberekening en de depositieberekening. Hoofdstuk 3 presenteert de resultaten van de depositieberekening. In hoofdstuk 4 worden de conclusie(s) van het onderzoek gepresenteerd.

Na bovenstaande algemene hoofdstukken wordt in Appendix A in meer detail ingegaan op de invoer, modellering en uitvoer van de NLR rekentool LEAS-iT waarmee de emissies van het vliegverkeer zijn berekend. In Appendix B worden de NOx emissies per gebouw beschreven.

2 Opzet onderzoek

2.1 Scenario's

In het onderzoek zijn twee scenario's beschouwd: het Luchthavenbesluit Eindhoven 2014 (LHB2014) en het gebruiksjaar 2019 (zie Tabel 1).

Het Luchthavenbesluit 2014 en de revisievergunning 2003 – voor zover het proefdraaien betreft - geldt als de aan te vragen situatie voor de Wnb vergunning. Het Luchthavenbesluit 2014 is tevens de referentiesituatie. Dit blijkt uit de beslissing op bezwaar d.d. 28 september 2020, kenmerk 494-39891. Het GJ2019 is doorgerekend om te toetsen of het huidige gebruik past binnen de aan te vragen situatie.

Voor elk van de scenario's is de depositie voor de civiele activiteit bepaald met het voorgeschreven model AERIUS (versie 2020_20201013_1649cba239). Naast bestanden met resultaten in GML (Geography Markup Language) formaat zijn in AERIUS ook PDF (Portable Document Format) bijlagen aangevraagd voor GJ2019 ten opzichte van het LHB2014.

Tabel 1: Overzicht van de beschouwde scenario's

Scenario	Civil
	vtb
Luchthavenbesluit 2014	43.000
Gebruiksjaar 2019	41.438

2.2 Emissieberekeningen luchtvaart

In de stikstofdepositieberekeningen gaat het om depositie als gevolg van emissies van stikstofoxiden (NO_x) en ammoniak (NH₃). Het vliegverkeer stoot geen NH₃ uit zodat het alleen de emissies van (NO_x) betreft. Voor de depositie zijn zowel de hoeveelheid als de ruimtelijke spreiding van de NO_x emissies van belang. In de berekeningen worden zowel de emissies in de vliegfasen (start, klimmen en landen) als in de taxifase van het vliegverkeer meegenomen.

De emissies voor het vliegverkeer zijn berekend met het NLR model LEAS-iT (Local Aviation Emissions in Airport Scenarios - inventory Tool) in een rekengebied met een grootte van 50 bij 50 km rondom de luchthaven. Dit rekengebied komt ongeveer overeen met het gebied dat de gemodelleerde vliegverkeer routes van de luchthaven omvat. De berekeningen zijn uitgevoerd van grondniveau tot 1.000 meter hoogte (ruim 3.000 ft).

De emissies van het vliegverkeer zijn berekend op basis van de vlootsamenstelling voor de betreffende scenario's. Deze vlootmix geeft weer welke start- of landingsbaan is gebruikt, welke route is gevlogen en welke vliegtuigtypen voorkwamen. Daarnaast is vastgelegd met welk motortype deze vliegtuigen waren uitgerust. Voor GJ2019 is het scenario volledig gebaseerd op wat er in dat jaar heeft gevlogen. Voor het LHB2014 scenario, dat een voorspelling betrof, ontbrak informatie over de motortypen op de vliegtuigen; hiervoor zijn aannames gedaan. Uitgangspunt hiervoor was de invoerset zoals die tijdens de MER 2013 is doorgerekend (Ref. 2).

Keuze vliegtuig- en motortypecombinatie

Het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) heeft in zijn besluit op het handhavingsverzoek gevraagd om inzichtelijk te maken wat de stikstofemissie en -depositie is van de activiteiten van Eindhoven Airport ten opzichte van de referentiesituatie. Voor het luchtgebonden deel is per geluidscategorie een realistische vliegtuig- en motortypecombinatie genomen met een hoge stikstofuitstoot, passend binnen twee gestelde kaders.

- het aantal vliegtuigbewegingen blijft gelijk aan 43.000 voor LHB2014.
- het resulterende scenario past binnen de grenswaarden voor geluid van het LHB2014.

Destijds waren volgens de Appendices van de voorschriften voor de berekening van de geluidbelasting de vliegtuigen op basis van hun geluidsproductie ingedeeld in zogenoemde geluidscategorieën. Per geluidscategorie wordt één representatief vliegtuigtype verondersteld. Geluidscategorie 469 wordt bijvoorbeeld vertegenwoordigd door een Boeing 737-300 en is gebruikt voor de berekening van B737-700 en B737-800.

De voor de berekening gekozen vliegtuig- en motortypecombinatie is bepaald op basis van de volgende stappen:

1. Binnen het gerealiseerde vliegverkeer van het jaar 2019 zijn alle vliegtuig- en motortypecombinaties gegroepeerd per geluidscategorie. Dit jaar is gekozen omdat:
 - o Het LHB2014 vooruit keek naar 2020; 2019 is hiervoor het meest recente, complete, referentiejaar.
2. Voor de twee meest voorkomende geluidscategorieën (categorie 077 voor Airbus A319, A320 en A321, en categorie 469 voor Boeing B737-700 en B737-800) wordt de vliegtuig- en motortypecombinatie gekozen met een hoge NOx-uitstoot, mits:
 - a) de geregistreerde vliegtuig- en motortypecombinatie daadwerkelijk voorkomt/voorkwam op Eindhoven Airport in het hiervoor genoemde referentiejaar, en
 - b) de geregistreerde vliegtuig- en motortypecombinatie minimaal 100 keer heeft gevlogen per jaar op Eindhoven Airport in het hiervoor genoemde referentiejaar.

Taxitijden

De emissie tijdens de taxifase is mede gebaseerd op de taxitijden. Deze taxitijden omvatten ook het warmdraaien van de motoren voor de start, de cooldown van de motoren na de landing en de tijd benodigd voor het uitvoeren van controles met draaiende motor voor de start. De taxitijden voor LHB2014 en GJ2019 zijn gebaseerd op metingen van werkelijke taxitijden voor alle vliegbewegingen in gebruiksjaar 2019. Voor LHB2014 betekent dit ten opzichte van berekeningen die voor de MER 2013 zijn uitgevoerd een actualisatie op basis van nieuwe gegevens. Een overzicht van de taxitijden is weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2: Taxitijden (sec) voor civiel verkeer

Scenario	Start			Landing			Circuit
	Baan	Baan 03	Baan 21	Helipad	Baan 03	Baan 21	Helipad
Luchthavenbesluit 2014		690	480	-	210	390	-
Gebruiksjaar 2019		690	480	-	210	390	-

Emissies

In Tabel 3 is een overzicht gegeven van de emissies tijdens de taxi en vluchtfase voor de verschillende scenario's. Voor meer gedetailleerde informatie over de LEAS-IT berekening wordt verwezen naar Appendix A.

Tabel 3: Totale jaarlijkse NO_x emissies in kg/jaar in de taxi- en vluchtfase voor de betreffende scenario's

Civiel		
Scenario	taxi-fase	vluchtfase
Luchthavenbesluit 2014	17.166	149.762
Gebruiksjaar 2019	16.970	130.550

2.3 Emissieberekeningen grondgebonden bronnen

Naast de emissies van vliegtuigen tijdens het taxiën en de vluchtfase zijn er ook andere NO_x bronnen op de luchthaven aanwezig. In de depositieberekeningen zijn de emissies van de volgende bronnen meegenomen:

- o APU,
- o Proefdraaien,
- o Platformverkeer (inclusief GPU) op basis van brandstofverbruik,
- o Gasverbruik ten behoeve van de verwarming van de gebouwen,
- o Parkeren van auto's op de luchthaven.

Ook is het luchthaven gerelateerde wegverkeer van de burgerluchtvaart meegenomen. Hieronder volgt per bron een beschrijving van de wijze waarop de emissies zijn bepaald. In Tabel 4 is een overzicht gegeven van de emissies voor de grondgebonden bronnen voor de verschillende scenario's.

Tabel 4: NO_x emissie in kg/jaar voor APU, proefdraaien en gasverbruik

Eindhoven Airport		
Bron	LHB2014	GJ2019
APU	11.088	11.830
Proefdraaien	3.927	2
Platformverkeer	8.915	8.592
Gasverbruik	198	180
Parkeren	176	169
Verkeersaantr. werking	51.163	49.298

APU

De emissies van de APU's zijn voor LHB2014 gebaseerd op de gegevens m.b.t. vliegtuigbewegingen uit de MER-studie (Ref. 2). Hierbij zijn APU's kleine hulpmotoren die onder andere kunnen worden gebruikt voor elektriciteitsopwekking aan boord van de toestellen.

Voor het civiele verkeer geldt voor LHB2014 dat de APU in 88% van de afhandelingen wordt gebruikt; voor GJ2019 is dit percentage 97%. Beide percentages zijn gebaseerd op de aanname dat alle vliegtuigen die over een APU beschikken deze ook gebruiken.

De gebruikte APU emissiekentallen zijn afkomstig uit de Regeling Milieu-informatie luchthaven Schiphol, de RMI (Ref. 3). In die gevallen waarbij geen emissie informatie beschikbaar was over het type APU dat daadwerkelijk op de vliegtuigen aanwezig was, is gekozen voor een vergelijkbare APU waarvan de gegevens wel bekend waren.

Proefdraaien

De berekening van emissies door proefdraaien in LHB2014 is gebaseerd op de proefdraai-uren (zie Tabel 5) die zijn vergund volgens de revisievergunningsaanvraag 2003 (Ref. 1).

Tabel 5: Proefdraai-uren volgens revisievergunning 2003 (LHB2014) en werkelijk gebruik (GJ2019)

Locatie	Motor	Powersetting	Proefdraaiuren / jaar LHB2014	Proefdraaiuren / jaar GJ2019
A	Straal	laag	365,0	
		hoog	6,1	
	Turboprop	laag	365,0	
		hoog	121,7	
B	Straal	laag	391,0	2,3
		hoog	68,1	0,6
	Turboprop	laag	443,0	
		hoog	147,7	

De hierbij toegepaste emissiekentallen behoren bij de Jetstream 3100 als straalvliegtuig (met TPE-331-10UG engine) en de Fokker 50 als Turboprop (met PW127B engine).

Voor 2019 is de emissie berekend op basis van de werkelijke uren dat gebruik gemaakt is van de proefdraaiplaats (zie Tabel 5). De gehanteerde berekeningsmethode is gelijk aan de methode voor LHB2014.

Platformverkeer

Het platformverkeer betreft alle voertuigen en mobiele werktuigen die op en rond het platform aanwezig zijn. Hieronder vallen bijvoorbeeld busjes, bagagekarren, trekkers, FMC trap, de-icer en GPU's. De emissies van deze bronnen zijn geraamd op basis van het totale brandstofgebruik (zie Tabel 6). De emissie van het dieselvebruik door het rijdend platformverkeer is gemodelleerd als middelzwaar wegverkeer (stadsverkeer). Deze benadering is gelijk aan de methode gebruikt in MER-studie (Ref. 2). Het dieselvebruik door GPU is, conform advies van de commissie van de MER, opgenomen als stationaire bron.

De omrekening van diesel naar aantallen voertuigen is gebaseerd op de CBS cijfers¹ voor de emissie van het wegverkeer en de CO₂ emissie (Tank to Wheel) voor diesel (3,230 g CO₂/l). Uit de CO₂ emissie per liter diesel en de gemiddelde CO₂ emissie per km volgt een gemiddeld brandstofverbruik per km. Daaruit volgt vervolgens het totaal aantal km dat met de brandstof kan worden afgelegd. Op het platform is een weg van ca. 0,5 km gemodelleerd. De weekdag intensiteit op het platform is vervolgens berekend als 1/365 maal het totaal aantal km gedeeld door de weglengte. De categorie middelzwaar wegverkeer, zoals gedefinieerd in de emissiekentallen voor wegverkeer, komt niet voor in de CBS cijfers. Er is daarom uitgegaan van het gemiddelde verbruik van 10,9 km/l zoals berekend voor (CBS categorie) bestelbussen. Dit resulteert, samen met de emissiefactoren voor middelzwaar wegverkeer in een conservatieve benadering.

Voor GJ2019 is het brandstofverbruik gebaseerd op opgave van de grondafhandelaren op Eindhoven Airport. Voor LHB2014 is het brandstofverbruik voor het civiel platformverkeer gebaseerd op het werkelijk verbruik in 2019. Het

¹ <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/7063/table?fromstatweb>

door grondafhandelaren opgegeven brandstofverbruik, horend bij 41.438 vliegbewegingen in 2019, is geschaald naar 43.000 vliegbewegingen.

Tabel 6: Brandstofverbruik per scenario

Scenario	Civiel	
	Rijdend - diesel (liter)	GPU - diesel (liter)
Luchthavenbesluit 2014	139.596	281.163
Gebruiksjaar 2019	134.525	270.950

Luchthaven gerelateerde wegverkeer

Het luchthaven gerelateerde wegverkeer is gebaseerd op een verkeersstudie (uitgevoerd door Goudappel Coffeng) naar het effect van de civiele luchtvaart op de verkeersintensiteiten op het wegennet op en rond de luchthaven in 2019. De resultaten van deze studie zijn gebruikt voor het bepalen van de depositie ten gevolge van 43.000 vliegbewegingen. Hierbij is het effect, horend bij 41.438 vliegbewegingen in 2019, geschaald naar 43.000 vliegbewegingen. De verkeersstudie is separaat beschreven in Ref. 6.

Parkeren op de luchthaven (civiele deel van de luchthaven)

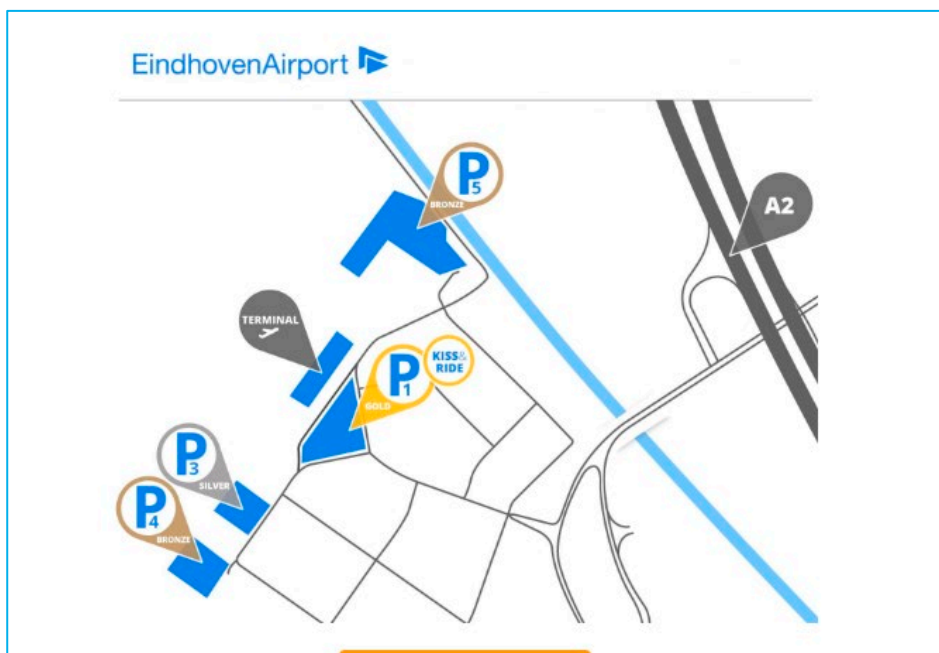
Het parkeren van personenauto's op de luchthaven is meegenomen als 1 minuut rijden bij 13 km/uur per parkeerder voor het in- en uitparkeren (methode identiek aan Ref. 1). Dit komt per parkeerder overeen met een afgelegde weg van ca. 200 m. Op de parkeerlocaties P1, P3, P4 en P5, de parkeerlocaties voor reizigers, zijn daartoe wegdelen gemodelleerd met deze lengte. De ligging van de parkeerlocaties is gegeven in Figuur 2.

Voor LHB2014 is het aantal parkeerbewegingen gebaseerd op het werkelijk aantal bewegingen in 2019; dit aantal is geschaald naar rato van aantal vliegtuigbewegingen (43.000). De verdeling van het gegeven totaal aantal parkeerders over de locaties is gelijkgesteld aan de verdeling die gehanteerd is tijdens de MER-studie (Ref. 2). De toegepaste verkeersintensiteit per locatie is gegeven in Tabel 7.

Tabel 7: Verkeersintensiteit (personenauto's/etmaal) met betrekking tot de parkeerbewegingen

Parkeerlocatie	LHB2014	GJ2019
P1, Kiss & Ride	4.015	3.869
P3	196	189
P4	259	250
P5	325	313
totaal aantal auto's per jaar	1.750.184 ²	1.686.608 ²

² Er is sprake van afrondingsverschillen door afronding in de aantallen per etmaal



Figuur 2: Ligging van de parkeerlocaties.

Gasverbruik gebouwen

De NO_x emissie ten gevolge van de verwarming van de gebouwen is gebaseerd op het aardgasverbruik. In het TNO rapport “Update NO_x-emissiefactoren kleine vuurhaarden – glastuinbouw en huishoudens” (Ref. 4) is voor de gemiddelde samenstelling van de huishoudelijke ketels in Nederland voor het jaar 2018 een emissie factor van 15 g/GJ gegeven. Deze factor is gelijk aan de emissiefactor voor WKK’s (warmte-krachtkoppeling) voor dat jaar. Voor het bepalen van de NO_x emissie ten gevolge van het aardgasverbruik is daarom gebruik gemaakt van deze factor. Uitgaande van 31,65 MJ per kuub aardgas resulteert dit in een emissiefactor van 0,5 g NO_x / m³ aardgas.

Details betreffende het gasverbruik en de NO_x emissie per gebouw en scenario zijn gegeven in Appendix C. De totale emissies van het gasverbruik zijn gegeven in Tabel 4.

2.4 Depositieberekening

De depositieberekening is uitgevoerd met het voorgeschreven model AERIUS (versie 2020_20201013_1649cba239). De puntbronnen zijn in AERIUS ingevoerd op basis van locatie (x, y), emissiehoogte, warmte-inhoud en grootte van de emissie. De warmte-inhoud wordt gebruikt voor het bepalen van de pluimstijging (veroorzaakt door het temperatuurverschil tussen de motor uitlaatgassen en de omgeving). Het rekenmodel kan echter geen rekening houden met specifieke kenmerken van vliegtuigbronnen: snelheid van de vliegtuigen, de horizontale uittrede van de gassen uit de motoruitlaat en de vortex die bij de vleugeltippen ontstaat. Als gevolg van deze kenmerken treedt er bij vliegtuigen in de vluchtfase geen significante pluimstijging op. Het invoeren van de werkelijke warmte-inhoud van de uitlaatgassen in AERIUS leidt daardoor tot een onderschatting van de depositie. Ook voor de taxi-fase geldt dat de pluimstijging zeer beperkt is. Advies van de commissie-MER en RIVM (Ref. 5) is om voor luchtvaartbronnen de warmte-inhoud bij de invoer in AERIUS op nul te stellen maar voor de taxi-fase wel een hoogte van 18 m in te stellen ter verrekening van een beperkte pluimstijging. De warmte-inhoud tijdens zowel het taxiën als de vluchtfase is conform het advies op nul gesteld.

3 Resultaten depositie

Op basis van de LEAS-IT bestanden en de kenmerken van de overige bronnen zijn invoerfiles voor AERIUS gemaakt. De warmte-inhoud is voor alle taxi- en airborne-bronnen op nul gesteld en de bronhoogte tijdens de taxi-fase is op 18 meter gezet.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor de civiele activiteiten. Naast de GML-bestanden met resultaten zijn ook de pdf-bijlagen aangevraagd voor de verschilberekeningen. In Tabel 8 is een overzicht gegeven van de uitgevoerde berekeningen en de bestandsnaam (met het AERIUS kenmerk van de PDF). De genoemde bestanden worden separaat van dit rapport aangeleverd.

Tabel 8: Overzicht van de uitgevoerde berekeningen en AERIUS-output

Scenario	activiteit	bestandsnaam
LHB2014	civiel	AERIUS_20201103125355_0_EALHB2014.gml
GJ2019	civiel	AERIUS_20201103130702_0_EAGJ2019.gml
GJ2019 versus LHB2014	civiel	AERIUS_GJ2019 vs LHB2014-bijlage_20201103131513_RUoAYLjqWUN4.pdf

De passende beoordeling op basis van de GML-bestanden maakt geen deel uit van de opdracht. Wel is in Tabel 9 en Tabel 10 een overzicht gegeven van de resultaten. In Tabel 9 is de totale NO_x en NH₃ emissie gegeven voor elk scenario. In Tabel 10 is voor de meest relevante gebieden de depositie gegeven op de hexagoon (hectare³) met de maximale depositietoename.

Tabel 9: Totale NO_x en NH₃ emissie voor de verschillende scenario's inclusief het gemodelleerde luchthaven gerelateerde wegverkeer

	emissie NO _x (ton/jaar)	emissie NH ₃ (ton/jaar)
LHB2014	242,39	6,60
GJ2019	217,59	6,36

Tussen GJ2019 en LHB2014 is een afname van de NO_x emissies te zien van 10%. De afname in de NH₃ emissie is minder sterk: 4%. De NH₃ emissie is alleen afkomstig van het wegverkeer en levert slechts een geringe bijdrage aan de totale emissie. Dit heeft zich vertaald in depositiewaarden waarvoor geldt dat het gebruik in GJ2019 nergens tot meer stikstof depositie leidt dan voor de aan te vragen situatie LHB2014.

Uit Tabel 10 blijkt dat de afname in de gebieden die de hoogste depositie hebben minimaal 0,00-0,03 mol/ha/jaar bedraagt. Ook blijkt hier dat de depositie in een gebied sterk kan variëren. Zo geldt bij Leenderbos, Groote Heide & De Plateaux dat hectaren die dicht bij de snelweg liggen een hoge depositie hebben terwijl in het zelfde gebied de depositie op hectaren die verder weg liggen van de bronnen de depositie veel lager is. Op locaties met een hoge depositie is ook de afname groot. De grootste afnames worden berekend in Leenderbos, Groote Heide & De Plateaux (0,58 mol/ha/jaar), Deurnse Peel & Mariapeel (0,41 mol/ha/jaar) en Kempenland-West (0,28 mol/ha/jaar).

³ AERIUS berekent de depositie in mol/ha/jaar, daartoe zijn in de Natura 2000-gebieden van één hectare gedefinieerd met de vorm van een hexagoon.

Tabel 10: Overzicht van de resultaten van de AERIUS berekeningen op de tien Natura 2000-gebieden met het hoogste effect voor de situatie LHB2014. Per gebied is de depositie gegeven op de hectare met het grootste effect voor de civiele activiteiten (in dit geval de hectare met de kleinste afname).

Gebied	max depositie LHB2014	depositie op hectare met kleinste afname		effect GJ2019 vs LHB2014
		LHB2014	GJ2019	
Leenderbos, Groote Heide & De Plateaux	15,08	0,21	0,19	-0,02
Deurnsche Peel & Mariapeel	10,49	0,19	0,16	-0,02
Rijntakken	5,17	0,04	0,03	-0,00
Strabrechtse Heide & Beuven	4,03	0,32	0,29	-0,03
Kempenland-West	2,56	0,23	0,21	-0,02
Vlijmens Ven, Moerputten & Bossche Broek	1,12	0,17	0,15	-0,02
Kampina & Oisterwijkse Vennen	1,09	0,36	0,33	-0,02
Ulvenhoutse Bos	0,56	0,16	0,15	-0,02
Regte Heide & Riels Laag	0,46	0,18	0,16	-0,02
Lingegebied & Diefdijk-Zuid	0,42	0,06	0,05	-0,01

4 Conclusie

Voor Eindhoven Airport zijn met LEAS-iT de vliegverkeer emissies berekend voor de volgende twee scenario's: Luchthavenbesluit 2014 en het gebruiksjaar 2019. Naast het vliegverkeer zijn ook de emissies van de volgende grondbronnen vastgesteld: APU, proefdraaien, platformverkeer (inclusief GPU) op basis van brandstofverbruik, gasverbruik ten behoeve van de verwarming van de gebouwen, parkeren van auto's op de luchthaven en het luchthaven gerelateerde wegverkeer.

Op basis van de vastgestelde emissies zijn AERIUS berekeningen uitgevoerd ter bepaling van de stikstofdepositie voor de civiele activiteiten. Hieruit volgt:

- De totale emissie van NO_x in 2019 is afgenomen ten opzichte van de referentiesituatie.
- De afname bedraagt minimaal 0,00-0,03 mol/ha/jaar.
- De grootste afnames worden berekend in Leenderbos, Groote Heide & De Plateaux (0,58 mol/ha/jaar), Deurnse Peel & Mariapeel (0,41 mol/ha/jaar) en Kempenland-West (0,28 mol/ha/jaar).

5 Referenties

1. Tauw, 2017. Luchtkwaliteitsonderzoek Eindhoven Airport. In het kader van de revisievergunning. Kenmerk R002-1236534KMS-los-V02-NL, 19 september 2017.
2. NLR, 2013. Luchtkwaliteit rond de luchthaven Eindhoven. MER luchthaven Eindhoven. Rapport NLR-CR-2013-044
3. Regeling milieu-informatie luchthaven Schiphol (RMI), Motortype database, 2010.
4. TNO, 2014. Update NOx-emissiefactoren kleine vuurhaarden – glastuinbouw en huishoudens. TNO rapport R10584.
5. Commissie voor de milieueffectrapportage. Evaluatie stikstofberekeningen Lelystad Airport, 31 maart 2020 / projectnummer 3456.
6. Goudappel Coffeng. Verkeersstudie naar het effect van de civiele luchtvaart op de verkeersintensiteiten op het wegennet op en rond de luchthaven in 2019, oktober 2020.

Appendix A Vliegverkeer emissieberekening met NLR LEAS-iT

De emissies van het vliegverkeer zijn berekend met de NLR rekentool LEAS-iT (Local Aviation Emissions in Airport Scenarios - inventory Tool), versie 7.2.2. Met LEAS-iT kunnen de emissies van de volgende gassen/stoffen worden berekend:

- Koolmonoxide (CO)
- Vluchtige organische stoffen (VOS)
- Fijn stof (PM₁₀)
- Stikstofoxiden (NO_x)
- Zwaveldioxide (SO₂)
- Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK)
- Benzeen
- Lood (Pb)
- Waterdamp (H₂O)
- Kooldioxide (CO₂)
- Koolwaterstoffen (HC).

In de berekeningen voor Eindhoven Airport zijn voor de depositieberekeningen de emissies van NO_x berekend. Deze Appendix beschrijft de hiervoor gebruikte invoergegevens, modellering en uitvoergegevens van LEAS-iT.

In de berekeningen wordt onderscheid gemaakt tussen de taxifase en de vluchtfase. Hierbij bestaat de taxifase uit het taxiën van het vliegtuig tussen de vliegtuig opstelplaats (VOP) en de start/landingsbaan en bestaat de vluchtfase uit het daadwerkelijke vlieggedeelte (start, klim, dalend en horizontaal vliegen van het vliegtuig nabij de luchthaven).

Voor de berekeningen in de vluchtfase wordt het vliegtraject waarlangs het vliegtuig zich verplaatst opgedeeld in kleine deelsegmenten. Deze segmenten worden dusdanig klein gekozen dat de vliegcondities over elk van de segmenten als lineair mogen worden beschouwd. Langs elk deelsegment wordt de emissiebijdrage berekend met de formule:

$$\text{Emissie} = \text{aantal motoren} * \text{tijdinterval} * (\text{brandstofstroom} * \text{emissie index})_{\text{gemiddeld over tijdsinterval}}$$

Waarbij:

- emissie: Hoeveelheid van de beschouwde stof (gas) die door de motor wordt uitgestoten (g);
- aantal motoren: Het aantal hoofdmotoren van het vliegtuig (-);
- tijdinterval: De tijd dat de motor stuwkracht levert (s);
- brandstofstroom: De brandstofstroom per motor (kg/s);
- emissie index: De verhouding tussen de hoeveelheid stof (gas) die door de motor wordt uitgestoten en de hoeveelheid brandstof die door de motor wordt verbruikt (g/kg).

De totale emissies van het vliegverkeer in de vluchtfase worden vervolgens bepaald door de emissies van alle deelsegmenten te sommeren.

De totale emissies van het vliegverkeer in de taxifase zijn met dezelfde formule bepaald als die voor de vluchtfase waarbij echter voor voornoemd tijdsinterval de taxitijd (zie hoofdstuk 2.2) wordt gehanteerd.

A.1. Invoer

Voor de berekeningen heeft NLR LEAS-iT een beschrijving van het vliegverkeer nodig. Deze invoer bestaat uit een database opgebouwd uit records. Elk record beschrijft:

- vliegtuigtype met bijbehorend aantal motoren;
- motortype met bijbehorende brandstofsoort dat de motor gebruikt;
- start/landingsbaan;
- taxiroute dan wel vliegroute;
- prestatieprofiel;
- aantal vliegtuigbewegingen;
- de brandstofstroom, NO_x, CO en HC emissie indices en het Smoke Number (SN) voor de vier standaard ICAO LTO thrust settings;
- motor ontwerp drukverhouding;
- taxitijd;
- dag (van de week) en uur (van de dag).

Vliegtuigtype, aantal motoren, motortype en soort brandstof

Op basis van het vliegverkeer onderliggend aan het LHB2014 zijn vliegtuigtypes en representatieve motortypes toegepast. Hierbij is ook rekening gehouden met beschikbaarheid van motor emissie kentallen. Hierbij is voor LHB2014 het bestaand recht geconstrueerd voor het berekenen van de maximale emissie binnen de ruimte die de geluidcontour biedt (zie beschrijving in 2.2).

Voor GJ2019 zijn de werkelijk vliegtuigtypes en motortypes toegepast.

Daarnaast is van elk vliegtuigtype bekend met hoeveel motoren het is uitgerust. Tenzij anders vermeld, is het uitgangspunt in de emissieberekeningen dat alle aanwezige motoren op het vliegtuig draaien bij zowel taxiën als vliegen. De vliegtuigtypes inclusief motortype en aantal bewegingen staan in tabellen A1 en A2 voor respectievelijk LHB2014 en GJ2019.

Tabel A1: Vlootverdeling LHB2014

Type	Engine	Aantal
A306	CF6-80C2A1	122
A321	V2533-A5 SelectOne	2850
B734	CFM56-3C1	522
B738	CFM56-7B27	32730
C210	TSIO-360C	750
C650	TFE 731-3B-100S	1500
F2TH	AE3007C	1500
F50	PW127B	1460
SW4	TPE331-11U-601G	1566

Tabel A2: Vlootverdeling 2019

Type	Engine	Aantal	Type	Engine	Aantal	Type	Engine	Aantal
A109	PW 206C	2	B73H	CFM56-7B26E	1401	E50P	PW 617F	10
A20N	LEAP-1A26/26E1	54	B763	CF6-80C2B6	2	E545	HTF7500E (AS907-3-1E-A1)	4
A21N	PW1133G-JM	830	B763	CF6-80C2B7F	1	E550	HTF7500E (AS907-3-1E-A1)	4
A319	CFM56-5A5	2	BE20	PT6A-42	2	E550	PW 617F	2
A319	CFM56-5B5/P	4	BE20	PT6A-50	2	E55P	PW535A	60
A320	CFM56-5A3	2	BE40	FJ44-3A	6	EC20	Arrius 2F	4
A320	CFM56-5B4/2P DAC-II	2	BE40	JT15D-5, -5A, -5B	4	F100	Tay Mk 650-15	4
A320	CFM56-5B4/3	18	C25A	FJ44-2C	46	F2TH	CFE738-1	10
A320	CFM56-5B4/P	236	C25A	FJ44-3A	24	F2TH	PW308C	8
A320	CFM56-5B6/3	10	C25B	FJ44-3A	152	F900	TFE731-3	18
A320	LEAP-1A26/26E1	6	C25M	FJ44-1A	4	F900	TFE731-60	12
A320	V2500-A1	96	C421	GTSIO-520	1	FA7X	PW307A TALON II	12
A320	V2527-A5	1488	C425	PT6A-112	4	FA8X	PW307D / TALON II	10
A320	V2527-A5 SelectOne	2794	C425	PT6A-135A	2	G280	HTF7250G (AS907-2-1G)	2
A320	V2527E-A5	2	c510	PW 615F	92	GL5T	BR700-710A2-20	2
A321	CFM56-5B3/P	4	C525	FJ44-1A	62	GLEK	BR700-710A2-20	30
A321	V2533-A5 SelectOne	3424	C550	JT15D-4 SERIES	6	GLF4	TAY611-8C	6
A332	CF6-80E1A3 Standard	2	C550	PW530	4	GLF5	BR700-710C4-11	10
A332	Trent 772 traverse	4	C55B	PW530	2	GLF6	BR-700-725A1-12	8
ASTR	TFE731-40AR	18	C560	PW535A	2	H25B	TFE731-5R	2
AT75	PW127G	2	c56x	PW545A	78	IL76	PS-90A	2
ATR42	PW 121	4	c56x	PW545C	82	LJ31	TFE731-2-2B	4
B190	PT6A-67D	4	C650	TFE731-3	2	LJ35	TFE731-2	2
B350	PT6A-60, -60A, - 60AG	10	C650	TFE731-4	8	LJ35	TFE731-2-2B	24
B737	CFM56-7B20/3	140	C680	PW 306C	161	LJ45	TFE731-20AR	46
B737	CFM56-7B22	2	C68A	PW 306A	2	LJ45	TFE731-3	6
B737	CFM56-7B24	510	C68A	PW 306C	2	LJ55	PW 305A	2
B737	CFM56-7B26E	2	C750	AE3007C	14	LJ55	TFE731-3	2
B737	CFM56-7B27/3	2	C750	AE3007C1 Type 1	131	LJ60	PW 305A	4
B738	CFM56-7B24	16	CL30	HTF7000	4	LJ75	TFE731-3	6
B738	CFM56-7B24/3	4	CL35	HTF7350 (AS907-2-1A)	30	P180	PT6A-66	20
B738	CFM56-7B24E	1145	CL60	CF34-3B	152	PA44	O-360 SERIES	2
B738	CFM56-7B26	6413	CRJ2	CF34-3B	4	PA46	TIO-540-AE-2A	2
B738	CFM56-7B26/3	6029	D328	PW 119B	4	PAY2	PT6A-135A	12
B738	CFM56-7B26E	10499	DH8D	PW 150A	4	PAY3	PT6A-61	6
B738	CFM56-7B27	2420	E135	AE3007A1/3	8	PC12	PT6A-67B	41
B738	CFM56-7B27/3	1111	E135	AE3007A1E Type 3	6	PRM1	FJ44-2A	30
B738	CFM56-7B27E	985	E135	AE3007A2	2	RJ1H	LF507-1F,-1H	2
B738	CFM56-7B27E/B1	8	E145	AE3007A1 series	6	SR20	CF6-50E2	2
B738	LEAP-1A26/26E1	4	E145	AE3007A1/1	4	SW4	TPE331-12U	2
B73H	CFM56-7B24E	86	E190	CF34-10E5A1	8	TBM9	PT6A-66	4
B73H	CFM56-7B26	2	E190	PW1919G	4	-	onbekend ⁴	50
B73H	CFM56-7B26/3	14	E35L	AE3007A2	4			

⁴ Van deze motoren ontbreekt informatie om een berekening uit te kunnen voeren. Voor dit ontbrekende aantal motoren is een opschaling uitgevoerd van de berekende emissiewaarden.

Prestatieprofielen

Hoogte en grondsnelheid van het vliegtuig zijn als functie van de afgelegde weg opgenomen in de zogenaamde vliegtuig prestatieprofielen. De gebruikte prestatieprofielen zijn gebaseerd op de meest recente versie van de appendices (versie 14.2 (gelijk aan versie 13.3)) bij het voorschrift voor de berekening van de geluidbelasting.

Brandstofstroom en emissiekaracteristieken van de motoren

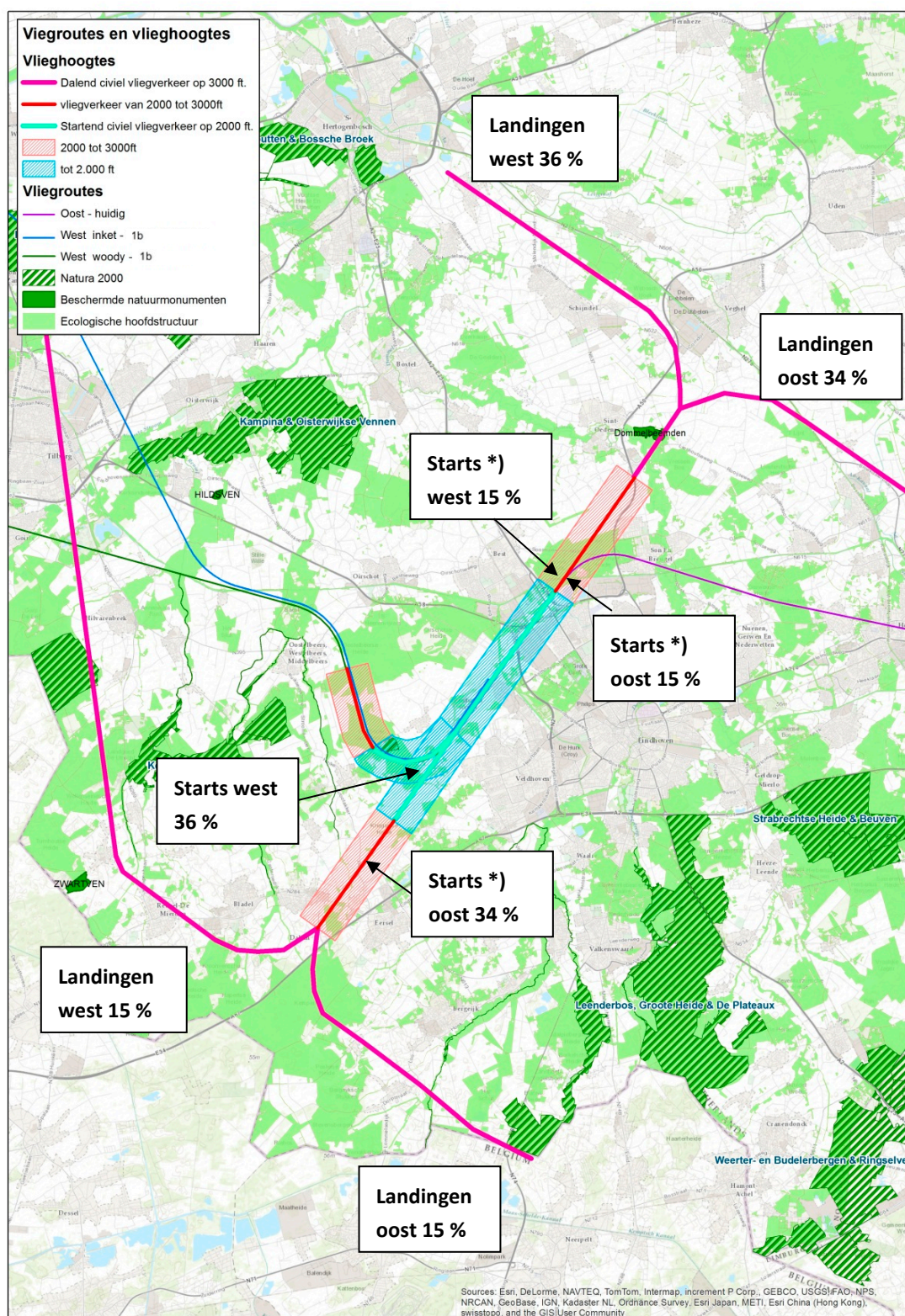
Brandstofstroom en emissie kentallen van luchtverontreinigende stoffen zijn afhankelijk van het motortype en de gashandelstand. Gebruikte bron voor brandstof en emissie kentallen is de RMI (Ref. 3). In die gevallen waarbij geen gegevens van een motor beschikbaar zijn worden deze gegevens gebaseerd op die van vergelijkbare motoren.

Start/landingsbaan

Eindhoven Airport beschikt over één start/landingsbaan (nu 03-21 -tijdens het traject voor het LHB2014 was deze aanduiding 04-22).

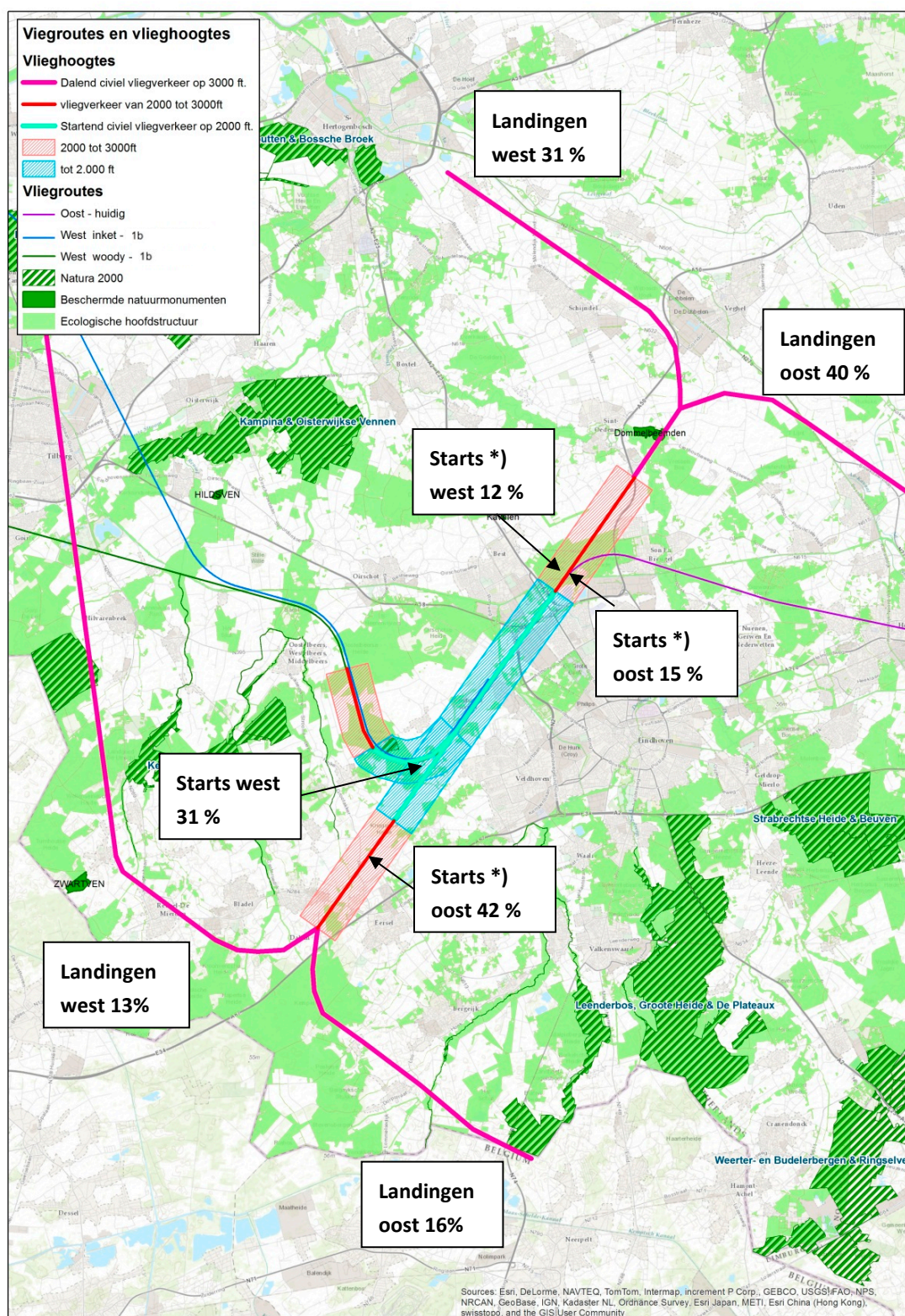
Routes

De vliegroutes waarvan gebruik is gemaakt bij de modellering van de vliegtuigemissies betreffen de nominalen van de gemodelleerde routes zoals gebruikt in het geluidsonderzoek onderliggend aan het LHB2014. In de navolgende figuren is de verdeling van het verkeer over de aan- en uitvliegroutes weergegeven.



Figuur A1: Baan- en routeverdeling LHB2014

*) niet alle startroutes zijn helemaal ingetekend; starts bereiken al vrij snel de hoogte van 3000 ft; door middel van pijlen is aangegeven waar de bocht ingezet wordt naar het westen of oosten.



Figuur A2: Baan- en routeverdeling GJ2019

*) niet alle startroutes zijn helemaal ingetekend; starts bereiken al vrij snel de hoogte van 3000 ft; door middel van pijlen is aangegeven waar de bocht ingezet wordt naar het westen of oosten.

A.2. Modelling

Uit de start/landingsbaan, route en prestatieprofiel gegevens wordt het 4-dimensionale (ruimte-tijd) traject van het vliegtuig gegenereerd. Op basis van de snelheid, hoogte en de veranderingen daarin wordt voor elk punt langs de vliegbaan de gashendelstand bepaald.

De nauwkeurigheid van de berekende emissies is mede afhankelijk van de kwaliteit en kwantiteit van de beschikbare invoergegevens en berekeningsmethoden.

A.3. Uitvoer

De vliegtuigemissie berekeningen zijn uitgevoerd in een rekengrid bestaande uit cellen met constante afmetingen. Dit rekengrid is een 3D rechthoekig grid waarbij posities worden aangegeven in het rijksdriehoekscoördinatenstelsel. Het grid loopt in oost-west, noord-zuid en hoogte richting.

Voor de uitgevoerde berekeningen is het grid opgedeeld in drie hoogtelagen, waarbij de gridcellen een karakteristieke afmeting hebben van respectievelijk 500 x 500 x 250 m (l x b x h tot een hoogte van 250 m), 1000 x 1000 x 250 m (l x b x h tot een hoogte van 500 m) en 2000 x 2000 x 500 m (l x b x h tot een hoogte van 1000 m). Het rekengrid heeft een grootte van 50 x 50 km rondom de luchthaven. De emissies als gevolg van vliegverkeer zijn meegenomen tot een hoogte van 1 km hetgeen vergelijkbaar is met de standaard ICAO-LTO cyclus. Het midden van het grid komt - uitgedrukt in Rijksdriehoekscoördinaten - overeen met luchthaven referentielocatie (154113, 384577).

Per cel zijn van de emissies de locatie en de grootte vastgelegd. Hiervoor zijn voor elke vliegbaan de doorsnijdingen met de cellen berekend. De bijdragen van alle stukken vliegbaan binnen de cel zijn gesommeerd. Er is in iedere cel een gemiddeld zwaartepunt van alle emissies berekend waaraan de emissies zijn toegekend. Naast de emissies is ook de warmte inhoud van de uitlaatstraal opgenomen in het uitvoerbestand.

Appendix B NOx emissie per gebouw

Het gasverbruik voor LHB2014 is gebaseerd op het werkelijk gebruik in 2019 (358.991 m³), vermeerderd met 10% om extra gasverbruik in strengere winters op te vangen. Het totale gasverbruik voor LHB2014 is 394.890 m³. Dit gasverbruik is verdeeld over de gebouwen die ook in de MER 2013 waren opgenomen; enkele gebouwen zijn pas later eigendom geworden van Eindhoven Airport.

In tabel B.1 zijn de NOx emissies per gebouw gegeven op basis van het aardgasverbruik. Het aardgasverbruik is daarbij omgerekend met de factor van 0,5 g NOx/m³ aardgas.

Tabel B.1: Locatie en schoorsteenhoogte van de gebouwen van Eindhoven Airport en de NOx emissie in kg/jaar ten gevolge van het aardgasverbruik.

Gebouw	x	y	h	LHB2014	GJ2019
GA (general aviation)	155180	385304	5	26,5	13,1
LHW 13 hoog	155227	385282	34	26,5	13,1
LHW 13 laag	155229	385316	5	26,5	13,1
Terminal + viggo	155334	385511	14	44,1	29,0
Rainbow (aviation center)	155446	385639	16	35,3	4,3
Logistiek centrum	155417	385742	6	17,6	2,5
Hotel	155313	385450	30	21,0	55,8
Luchthavenweg 59 (aangekocht in juni 2019)	155428	385424	15		9,5
Luchthavenweg 45	155571	385699	15		4,3
Luchthavenweg 61 (aangekocht in juni 2019)	155432	385391	7		34,9



Dedicated to innovation in aerospace

NLR - Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

Koninklijke NLR werkt als neutraal opererend onderzoekscentrum met zijn partners aan een betere wereld van morgen. NLR biedt daarbij innovatieve oplossingen en technische expertise en zorgt voor een sterke concurrentiepositie van het bedrijfsleven.

NLR is ruim 100 jaar een kennisorganisatie met de diepgewortelde wil om te blijven vernieuwen en zet zich in voor een duurzame, veilige, efficiënte en effectieve lucht- en ruimtevaart.

De combinatie van diepgaand inzicht in de klantbehoefte, multidisciplinaire expertise en toonaangevende onderzoeksfaciliteiten, maakt snel innoveren mogelijk. NLR vormt in binnen- en buitenland de spilfunctie tussen wetenschap, bedrijfsleven en overheid, en overbruggt de kloof tussen fundamenteel onderzoek en toepassingen in de praktijk. Daarnaast werkt NLR als Groot Technologisch Instituut (GTI) sinds 2010 in de TO2-federatie samen aan toegepast onderzoek in Nederland.

Vanuit de hoofdvestigingen in Amsterdam en Marknesse en twee satellietvestigingen, draagt NLR bij aan een veilige en duurzame maatschappij en werkt met partners in vele (defensie)programma's, onder andere aan complexe composieten constructies voor verkeersvliegtuigen en aan doelgericht gebruik van het F-35-jachtvliegtuig. Daarnaast geeft NLR invulling aan Nederlandse en Europese (klimaat)doelstellingen conform de Luchtvaartnota, de European Green Deal, Flightpath 2050 en door deelname aan programma's zoals Clean Sky en SESAR.

Voor meer informatie bezoek: www.nlr.nl

Postal address

PO Box 90502
1006 BM Amsterdam, The Netherlands
[e \) info@nlr.nl](mailto:info@nlr.nl) [i \) www.nlr.org](http://www.nlr.org)

NLR Amsterdam

Anthony Fokkerweg 2
1059 CM Amsterdam, The Netherlands
[p \) +31 88 511 3113](tel:+31885113113)

NLR Marknesse

Voorsterweg 31
8316 PR Marknesse, The Netherlands
[p \) +31 88 511 4444](tel:+31885114444)