



Accelerating  
the future  
of aerospace

PUBLIC

NLR-CR-2025-067-Hzv-1 | maart 2025

# Effectanalyse van het Schetsontwerp voor de nieuwe indeling van het Nederlandse luchtruim

Technisch rapport

OPDRACHTGEVER: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Koninklijke NLR - Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum



Accelerating  
the future  
of aerospace

PUBLIC

NLR-CR-2025-067-Hzv-1 | maart 2025

# Effectanalyse van het Schetsontwerp voor de nieuwe indeling van het Nederlandse luchtruim

Technisch rapport

OPDRACHTGEVER: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

*De eigenaar en/of opdrachtgever hebben toestemming gegeven om dit rapport te publiceren.  
Uit dit rapport mag worden geciteerd indien volledige bronvermelding plaatsvindt. Voor commercieel gebruik van dit rapport moet voorafgaande schriftelijke toestemming van de eigenaar en/of opdrachtgever gegeven worden.*

<b>OPDRACHTGEVER</b>	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
<b>CONTRACTNUMMER</b>	31193145
<b>EIGENAAR</b>	NLR
<b>NLR DIVISIE</b>	Aerospace Operations
<b>VERSPREIDING</b>	Onbeperkt
<b>RUBRICERING TITEL</b>	ONGERUBRICEERD

<b>GOEDGEKEURD DOOR:</b>		<b>DATUM</b>
<b>AUTEUR</b>	Goedgekeurd	26-03-2025
<b>REVIEWER</b>	Goedgekeurd	27-03-2025
<b>BEHERENDE AFDELING</b>	Goedgekeurd	28-03-2025

# Samenvatting

Op dit moment werken verschillende partijen samen aan de nieuwe indeling van het luchtruim boven Nederland. Hiervoor is een eerste ontwerp gemaakt, dit noemen we het Schetsontwerp. Dit is een ontwerp van hoe het toekomstige luchtruim eruit moet komen te zien. Dit Schetsontwerp zullen zij de komende jaren verder ontwikkelen tot een Voorlopig Ontwerp. En daarna tot een definitief ontwerp van de nieuwe indeling van het luchtruim (de hoofdstructuur).

Het Programma Luchtruimherziening (PLRH) van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) heeft NLR de opdracht gegeven om een (high-level) effectanalyse uit te voeren van het Schetsontwerp voor de nieuwe indeling van het Nederlandse luchtruim.

Deze effectanalyse bestaat uit (a) een kwantitatieve analyse van de geluidbelasting, stikstofuitstoot onder de 3.000 voet (ongeveer 900 m) en CO<sub>2</sub>-uitstoot in Nederland als gevolg van het civiele vliegverkeer van en naar Schiphol en (b) een kwalitatieve analyse van de geluidbelasting van het civiele vliegverkeer op de regionale vliegvelden van Rotterdam, Eindhoven, Maastricht en Groningen. Voor Rotterdam is ook een beperkte kwantitatieve analyse van de geluidbelasting uitgevoerd.

De analyse dient ervoor om een beeld te geven van milieueffecten van het Schetsontwerp ten opzichte van de huidige situatie; de huidige indeling en het civiele gebruik van het Nederlandse luchtruim. De analyse maakt inzichtelijk in welke gebieden milieueffecten spelen. Daarmee kan deze effectanalyse helpen bij het nemen van ontwerpkeuzes en verdere optimalisering in het proces naar het Voorlopig Ontwerp voor de nieuwe indeling van het luchtruim.

Voor Schiphol leiden enkele wijzigingen van het Schetsontwerp tot verplaatsingen van het vliegverkeer en daardoor tot lokale verschillen in de geluidbelasting. De wijzigingen worden veroorzaakt door drie achterliggende oorzaken:

- Het toevoegen van een nieuwe aansluiting naar het oosten (via het punt DEZES): omdat hierdoor een deel van het startend verkeer van startbaan wisselt heeft dit relatief dichtbij Schiphol al effect, bijvoorbeeld bij Hoofddorp.
- Het verplaatsen van naderingspunten: zo heeft bijvoorbeeld het verplaatsen van het punt ARTIP in zuidelijke richting effect op diverse locaties aan de oost- en noordoostkant van Schiphol, bijvoorbeeld bij Wormer en Middenbeemster.
- Het verplaatsen van startroutes: zo heeft verkeer wat via het vertrekpunt NENFI in plaats van IVLUT gaat, effect op de geluidbelasting ten zuidoosten van Schiphol, bijvoorbeeld tussen Abcoude en Hilversum.

Voor regionale vliegvelden gaat het onderzoek alleen over het effect op geluid. Experts hebben een inschatting gemaakt van de verwachte effecten. Alleen voor Rotterdam zijn beperkte berekeningen gedaan. De volgende effecten treden waarschijnlijk op bij de regionale vliegvelden:

- Rotterdam The Hague Airport: de effecten op geluid zijn beperkt. De beperkte toename van geluid zal optreden boven landelijk gebied.
- Groningen Airport Eelde: er zal geen of een te verwaarlozen effect zijn op geluid in de omgeving van dit vliegveld.
- Maastricht Aachen Airport: voor dit vliegveld worden geen effecten verwacht.
- Eindhoven Airport: er zal geen of een te verwaarlozen effect zijn op geluid in de omgeving van dit vliegveld.

Starts en landingen dragen bij aan de stikstofuitstoot van luchtverkeer. Tijdens de start, door hogere temperaturen en drukken in de vliegtuigmotor, wordt aanzienlijk meer stikstof uitgestoten dan bij landingen.

Bij starts treden onder de 3.000 voet geen verschillen op in hoogteverloop tussen de huidige situatie en het Schetsontwerp. Wel veranderen de hoeveelheden verkeer per startbaan. Daardoor verandert tevens de hoeveelheid uitstoot per locatie.

Bij landingen zijn er geringe verschillen in de emissie per locatie en in de hoeveelheid emissies. Uit de analyses blijkt dat de totale hoeveelheid stikstofuitstoot afneemt met 1% ten gevolge van het Schetsontwerp. Dit komt met name doordat landende vliegtuigen op de Zwanenburgbaan in het model korter horizontaal op 3.000 voet vliegen. De verwachting is dat dit korter vliegen op 3.000 voet in de praktijk minder zal optreden, waardoor de werkelijke afname in stikstofuitstoot kleiner zal zijn. De verwachte afname als gevolg van het Schetsontwerp wordt daarmee kleiner dan 1%. Vanwege de onzekerheden in de berekeningen noemen we dit kleine verschil "geen significant verschil".

De berekeningen laten zien dat het Schetsontwerp voor vliegverkeer op Schiphol 0,25% meer CO<sub>2</sub>-uitstoot per jaar geeft. Vanwege de onzekerheden in de berekeningen noemen we dit kleine verschil "geen significant verschil". De kleine toename komt doordat:

- Een deel van het verkeer vanaf andere banen start. Daardoor worden andere routes gebruikt, waardoor ook de gevlogen afstand en dus de CO<sub>2</sub> uitstoot veranderen. Zo wordt in het noorden van Nederland meer omgevlogen doordat het dagelijkse militaire oefengebied daar groter wordt. In het zuidoosten kunnen juist kortere routes gevlogen worden doordat het dagelijkse militaire oefengebied daar verdwijnt.
- Vliegtuigen in sommige gevallen sneller of langzamer klimmen of dalen. Dit heeft ook invloed op de hoeveelheid CO<sub>2</sub> uitstoot.

# Inhoudsopgave

<b>Afkortingen</b>	<b>6</b>
<b>1 Introductie</b>	<b>7</b>
<b>2 Het Schetsontwerp</b>	<b>8</b>
<b>3 Aanpak van de effectanalyse van het Schetsontwerp</b>	<b>9</b>
3.1 Modelling – Schiphol verkeer	9
3.1.1 Methodiek	9
3.1.2 Uitgangspunten en aannames, vereenvoudigingen en limitaties in het model	10
3.2 Analyse geluidbelasting – Schiphol en Rotterdam verkeer	12
3.2.1 Schiphol	12
3.2.2 Rotterdam	14
3.3 Analyse stikstofuitstoot – Schiphol verkeer	14
3.4 Analyse CO <sub>2</sub> -uitstoot – Schiphol verkeer	14
<b>4 Kwalitatieve resultaten van de effectanalyse</b>	<b>16</b>
4.1 Geluidbelasting – verkeer regionale vliegvelden	16
4.1.1 Geluidbelasting – Rotterdam verkeer	16
4.1.2 Geluidbelasting – Groningen verkeer	17
4.1.3 Geluidbelasting – Maastricht verkeer	18
4.1.4 Geluidbelasting – Eindhoven verkeer	18
<b>5 Kwantitatieve resultaten van de effectanalyse</b>	<b>19</b>
5.1 Geluidbelasting	19
5.1.1 Geluidbelasting – Schiphol verkeer	19
5.1.2 Geluidbelasting – Rotterdam verkeer	23
5.2 Stikstofuitstoot – Schiphol verkeer	24
5.3 CO <sub>2</sub> -uitstoot en vliegafstand – Schiphol verkeer	25
<b>6 Conclusies</b>	<b>27</b>
6.1 Geluidbelasting – Schiphol verkeer en regionale vliegvelden	27
6.2 Stikstofuitstoot – Schiphol verkeer	27
6.3 CO <sub>2</sub> -uitstoot – Schiphol verkeer	28
6.4 Aanpak met gebruik van simulaties	28
<b>7 Referenties</b>	<b>29</b>

## Afkortingen

ACRONIEM	OMSCHRIJVING
ATC	Air Traffic Control (luchtverkeersleiding)
BADA	Base of Aircraft Data
CO <sub>2</sub>	Koolstofdioxide
COP	Coordination Point (coördinatie- of overdrachtpunt)
dB	Decibel
dB(A)	A-gewogen decibel
Doc	Document
ECAC	European Civil Aviation Conference
EHD	Danger area in het Nederlandse luchtruim; gevolgd door identificatie
EHTRA	Temporary Reserved Airspace in het Nederlands luchtruim; gevolgd door identificatie
IenW	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
IPLO	Informatiepunt Leefomgeving
L <sub>Amax</sub>	Maximaal A-gewogen geluidniveau
L <sub>den</sub>	Day-Evening-Night Geluidbelasting
L <sub>night</sub>	Night Geluidbelasting
LEAS-iT	Local aviation Emissions in Airport Scenarios-inventory Tool
LVB	Luchthavenverkeersbesluit
NA	Number Above
NLR	Koninklijke NLR - Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum
NO <sub>x</sub>	Stikstofoxiden
PLRH	Programma Luchtruimherziening
RECAT-EU	European wake-vortex re-categorization
SO <sub>x</sub>	Zwaveloxiden
TBS	Time Based Separation
TMA	Terminal Maneuvering Area (naderingsluchtruim)
TRA	Temporary Reserved Airspace; gevolgd door identificatie
VOS	Vluchtige Organische Stoffen

# 1 Introductie

Op dit moment werken verschillende partijen samen aan de nieuwe indeling van het luchtruim boven Nederland. Hiervoor is een eerste ontwerp gemaakt, dit heet het Schetsontwerp (ref. 1). Dit is een ontwerp van hoe het toekomstige luchtruim eruit moet komen te zien. Dit Schetsontwerp zullen zij de komende tijd verder ontwikkelen tot een Voorlopig Ontwerp. En daarna tot een definitief ontwerp van de nieuwe indeling van het luchtruim (de hoofdstructuur).

Het Programma Luchtruimherziening (PLRH) van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) heeft NLR de opdracht gegeven om een (high-level) effectanalyse uit te voeren van het Schetsontwerp voor de nieuwe indeling van het Nederlandse luchtruim.

Deze effectanalyse bestaat uit (a) een kwantitatieve analyse van de geluidbelasting, stikstofuitstoot onder de 3.000 voet (ongeveer 900 m) en CO<sub>2</sub>-uitstoot in Nederland als gevolg van het vliegverkeer van en naar Schiphol en (b) een kwalitatieve analyse van de geluidbelasting van het civiele vliegverkeer op de regionale vliegvelden van Rotterdam, Eindhoven, Maastricht en Groningen. Voor Rotterdam is ook een beperkte kwantitatieve analyse van de geluidbelasting uitgevoerd.

De analyse dient ervoor om een beeld te geven van milieueffecten van het Schetsontwerp voor de nieuwe indeling van het luchtruim. De milieueffecten worden vergeleken met de huidige situatie; de huidige indeling en het civiele gebruik van het luchtruim. Deze analyse richt zich op effecten op hoofdlijnen van het Schetsontwerp. Bijvoorbeeld alleen de effecten op CO<sub>2</sub>-uitstoot van verkeer van en naar Schiphol worden geanalyseerd omdat dit de verreweg grootste bijdrage levert aan de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot van het luchtverkeer van en naar de civiele vliegvelden in Nederland.

De analyse maakt inzichtelijk in welke gebieden milieueffecten spelen. Daarmee kan deze effectanalyse helpen bij het nemen van ontwerpkeuzes en verdere optimalisering in het proces naar het Voorlopig Ontwerp.

## 2 Het Schetsontwerp

PLRH heeft een Schetsontwerp opgesteld waarin nut en noodzaak van een nieuwe indeling van het Nederlandse luchtruim is uitgewerkt in een eerste ontwerp en de daaraan gekoppelde wijzigingen in routestructuren (ref. 1).

Om deze effectanalyse goed te kunnen begrijpen, zeker voor het gebruik van terminologie, is het goed om de belangrijkste wijzigingen in het Schetsontwerp ten opzichte van de huidige operatie ook in dit document te omschrijven. De belangrijkste wijzigingen zijn:

- Het noordelijke militaire oefengebied wordt vergroot in zuidelijke en oostelijke richting. Directe gevolgen van de vergroting van het noordelijk oefengebied zijn:
  - Verplaatsing van alle bestaande aansluitingen op het internationale routenetwerk in het noorden en oosten. De aansluitingen verplaatsen met 5 tot 20 kilometer naar het zuiden.
  - Introductie van een nieuwe aansluiting op de luchtwegen aan de oostgrens van Nederland ter hoogte van het op te heffen dagelijkse militaire oefengebied in het oosten (TRA15). Deze aansluiting wordt gevoed door vertrekroutes vanaf Schiphol naar het noordoosten. Deze vertrekroutes lopen grotendeels gelijk op met de bestaande ANDIK-vertrekroutes naar het noordoosten en zullen op grotere hoogte (5-8 km) afbuigen naar het oosten. In dit document wordt de nieuwe aansluiting verder aangeduid als de nieuwe aansluiting naar het oosten (via het routepunt DEZES).
  - Verplaatsing van het oostelijke vertrekpunt van de Schiphol Terminal Maneuvering Area (TMA). Het huidige vertrekpunt IVLUT (ten noordoosten van Hilversum) zal naar het zuidoosten verplaatsen (in de omgeving van Soest). Dit vertrekpunt heet in het Schetsontwerp NENFI.
  - Verplaatsing van het oostelijke naderingspunt van de Schiphol-TMA. Het huidige naderingspunt ARTIP (ten oosten van Lelystad) zal naar het zuidoosten verplaatsen (ten noordwesten van Harderwijk).
- Verplaatsing van het zuidelijk naderingspunt van de Schiphol-TMA. Het huidige naderingspunt RIVER (ten noordwesten van Den Briel) zal naar het noordwesten verplaatsen (ter hoogte van de tweede Maasvlakte). Directe andere gevolgen van deze verplaatsing zijn:
  - Verplaatsing van het westelijke naderingspunt van de Schiphol-TMA. Het huidige naderingspunt SUGOL (boven de Noordzee, ca. 40 km uit de kust) zal naar het zuiden verplaatsen.
  - Verplaatsing van het zuidwestelijke vertrekpunt van de Schiphol-TMA. Het huidige vertrekpunt VALKO (boven de Noordzee ter hoogte van de Rotterdamse haven, ca. 20 km uit de kust) zal naar het noorden verplaatsen (boven de Noordzee ter hoogte van Monster, ca. 25 km uit de kust). Dit vertrekpunt heet in het Schetsontwerp NINCU.
  - Verplaatsing van één van de bestaande aansluitingen bij de grens van het Nederlandse luchtruim in het zuidwesten. De huidige aansluiting REDFA, voor naderend verkeer vanuit het zuidwesten, zal naar het noorden verplaatsen.

De verplaatsingen van de aansluitingen op internationale luchtwegen en van de naderings- en vertrekpunten van de Schiphol-TMA hebben tot gevolg dat vliegpatronen zullen wijzigingen, zowel in het gebied buiten de Schiphol-TMA als in de Schiphol-TMA zelf. De bovenstaande wijzigingen hebben ook gevolgen voor de aansluiting van de regionale vliegvelden op het gewijzigde routenetwerk.

## 3 Aanpak van de effectanalyse van het Schetsontwerp

### 3.1 Modelling – Schiphol verkeer

#### 3.1.1 Methodiek

Om een kwantitatieve effectanalyse uit te voeren van een toekomstige situatie waarin de routestructuur en het gebruik daarvan wordt gewijzigd, zijn er een drietal methodieken om gedetailleerde verkeersstromen te genereren. Deze verkeersstromen, die bestaan uit de gevlogen 3D-trajecten voor verschillende combinaties van start- en landingsbanen, leveren de input data voor bestaande tools (zie paragrafen 3.2 t/m 3.4 ) om milieueffecten uit te rekenen.

De drie methoden zijn:

1. Historische gegevens van de huidige verkeersstromen kunnen worden aangepast op basis van een aantal te definiëren regels om de verkeersstromen voor de toekomstige situatie te definiëren.
2. Real-time simulaties met verkeersleiders uitvoeren van de toekomstige situatie.
3. Fast-time simulaties uitvoeren. Hierbij wordt een model gemaakt van zowel de huidige situatie als de toekomstige situatie waarmee vervolgens het vliegverkeer op hoge snelheid wordt gesimuleerd.

Om de effectanalyse uit te voeren is het van belang om voor een groot deel van het vliegverkeer op Schiphol simulaties uit te voeren. Dat wil zeggen dat diverse baangebruikscombinaties gesimuleerd moeten worden. Daarbij moeten ook voldoende vliegbewegingen gesimuleerd worden, zodat een goede inschatting gemaakt kan worden van de verschillende effecten.

Dit wil zeggen dat de eerste methode niet geschikt is omdat de manier van verkeersafhandeling in de toekomstige situatie zich niet te laat vangen in regels. De tweede methode is ook niet geschikt omdat hiervoor een onrealistisch hoog aantal uren verkeer gesimuleerd moet worden. Daarom is voor deze effectanalyse de verwachting dat de derde methode, fast-time simulaties met modellering van de verkeersstromen van en naar Schiphol, de meest geschikte methode is. Mede ook omdat de focus van deze studie ligt op effecten op hoofdlijnen.

De simulaties zijn uitgevoerd met de zogeheten AirTOP-tool. Hiermee zijn de verkeersstromen gemodelleerd. Om een correcte vergelijking te kunnen maken van de effecten in de huidige en nieuwe situatie is ook de huidige situatie gemodelleerd. Onderdeel van deze methode is een check of het model van voldoende kwaliteit is. Daarbij wordt opgemerkt dat een simulatie een model van de werkelijkheid is en blijft, met limitaties en vereenvoudigingen zoals elk model dat inherent heeft.

### 3.1.2 Uitgangspunten en aannames, vereenvoudigingen en limitaties in het model

Voor de modellering van de verkeersstromen van en naar Schiphol zijn allereerst een aantal aannames en uitgangspunten opgesteld. De belangrijkste aannames en uitgangspunten zijn:

- De aanlevernauwkeurigheid van vliegverkeer ten opzichte van de planning op de TMA-grens is zoals in de huidige operatie ( $\pm 2$  minuten).
- Voor de samenstelling van het luchtverkeer is gebruik gemaakt van gegevens uit gebruiksjaar 2023 en gebruiksjaar 2024. Ten opzichte van een situatie in 2030 is de inschatting dat als gevolg van vlootontwikkeling met name geluids- en CO<sub>2</sub>-effecten worden overschat en NO<sub>x</sub>-effecten onderschat.
- Vijf startbaancombinaties en zes landingsbaancombinaties worden gesimuleerd en geanalyseerd op effecten. De combinaties van deze startbaan- en landingsbaancombinaties worden hieruit afgeleid. Opschalen naar circa 82% van het jaarlijks aantal vliegbewegingen zal plaatsvinden op basis van deze baancombinaties en de gebruiksprognose 2024. Het resterende niet-gemodelleerde verkeer is één-op-één overgenomen uit de Schiphol gebruiksprognose.
- De effectanalyse zal zich beperken tot het Nederlandse luchtruim. Dit betekent dat in deze analyse de CO<sub>2</sub>-effecten niet op netwerk-niveau zijn beoordeeld.
- Het aantal vliegbewegingen van en naar Schiphol in de effectanalyse is 480.000. Dit aantal is gekozen op basis van het aantal vliegbewegingen (tussen de 475.000 en 485.000) dat in het najaar van 2024 werd aangekondigd. Alle berekeningen gebruiken dezelfde hoeveelheid vliegtuigen. Dit betekent dat verschillen tussen de scenario's niet veroorzaakt worden door andere aantallen vliegtuigen.
- In de analyse wordt het effect van verkeer van/naar regionale velden op het Schiphol-verkeer niet meegenomen. De kwantitatieve effectanalyse richt zich op Schiphol en de Schiphol-verkeersstromen.
- Voor het naderend verkeer is de modellering in lijn met realistische verkeersstromen waarbij het verkeer door de verkeersleiding met koers-, hoogte- en/of snelheidsinstructies wordt geregeld, het zogeheten 'vectoren'. Dit geldt in het tussenliggende luchtruim en in het naderingsluchtruim. Vectoren heeft te maken met menselijk gedrag van verkeersleiders, het model is op dit aspect een vereenvoudiging van de werkelijkheid.
- Voor het vertrekkend verkeer is de modellering in lijn met de standaard vertrekroutes en luchtwegen. In de praktijk wordt regelmatig een meer directe route gegeven naar het overdrachtspunt waar de vlucht Nederland verlaat, waardoor meer spreiding optreedt. De vereenvoudiging van het model heeft naar verwachting een beperkt effect op de inschatting van de milieueffecten. De verwachting is dat de verkeersleiding de meer directe routes in de toekomstige situatie op wat grotere hoogte (boven 6.000 voet, ongeveer 2 km) zal geven. De verschillen tussen de huidige en toekomstige situatie zullen mogelijk in een iets groter gebied optreden. Ook zullen de verschillen in dat geval wat kleiner zijn.
- In de modellering voor de effectanalyse vliegt het naderend en vertrekkend verkeer perfect over de zogeheten overdrachtspunten, Coordination Points (COPs), zie referentie 1 voor meer details over de overdracht op de Nederlandse grens. In de praktijk wordt regelmatig korter gevlogen door niet exact over deze punten te vliegen, een veelvoorkomend voorbeeld zijn vluchten naar Noorwegen. Als het noordelijke militaire oefengebied niet actief is, dan kunnen deze vluchten een kortere, meer directe route naar hun bestemming volgen.
  - De impact van dit uitgangspunt op de geluidanalyse wordt gezien als verwaarloosbaar. De grens van het Nederlandse luchtruim blijft ver van de laagste L<sub>den</sub>-contour van Schiphol. Ook voor de geluidmaat N<sub>Axx</sub> (Number Above xx decibel), die weliswaar de situatie verder weg van Schiphol beschouwt, blijkt dat geen verschillen optreden in N<sub>Axx</sub> nabij de grens van het Nederlandse luchtruim.
  - Met dit uitgangspunt is het model eenvoudiger en daarmee voorspelbaarder.
- In de modellering voor de effectanalyse vliegt het naderend verkeer perfect over de TMA-naderingspunten. Dit is een limitatie van de tool waarmee het model is opgesteld. In de praktijk zal het verkeer regelmatig een stukje route afsnijden waardoor meer direct naar punten binnen de TMA wordt gevlogen, zie referentie 1 voor meer details.

- De impact van dit uitgangspunt op de geluidanalyse wordt gezien als gering. In het model zal minder spreiding van het naderend verkeer in de Schiphol-TMA zijn. De verschillen tussen de huidige en toekomstige situatie zullen hierdoor mogelijk in een iets groter gebied optreden. Ook zullen de verschillen in dat geval wat kleiner zijn.
- In de modellering voor de effectanalyse volgen vliegtuigen vanaf de overdrachtpunten bij de grens een directe route naar de TMA-naderingspunten. De verkeersleiding in de praktijk zal waar nodig koers-, hoogte- en/of snelheidsinstructies (vectoren) geven om separatie op de naderingspunten te garanderen en vluchtafhandeling in de TMA te optimaliseren. Ook dit is gemodelleerd.
- In de modellering voor de effectanalyse is, voor het Schetsontwerp, het noordelijke militaire oefengebied actief.
  - Toekomstig noordelijk militair oefengebied bestaande uit:
    - EHTRA10A (maar dan groter, namelijk uitgebreid richting zuidoosten over land)
    - EHD01 t/m EHD09 (Danger areas in het noorden van Nederland boven zee)
  - Noot: dit is gebaseerd op de verwachte dagelijkse operatie in het toekomstige noordelijk oefengebied.
  - Ondanks dat TRA12 (in het zuidoosten van Nederland) niet meer actief is voor dagelijkse operatie, heeft het model de aanname dat de hoeveelheid verkeer over de LOPIK-vertrekroutes niet wijzigt. Dit omdat dagelijkse militaire oefengebieden in België wel in gebruik blijven.
- In de modellering voor de effectanalyse zijn, voor de huidige situatie, de volgende gebieden actief.
  - EHTRA10A (huidig noordelijk militair oefengebied)
  - EHD01 t/m EHD09 (Danger areas in noorden van Nederland boven zee)
  - EHTRA12 (in zuidoosten van Nederland)
  - EHTRA15 (in oosten van Nederland)
  - EHTRA15A (in oosten van Nederland)
  - Noot: dit is gebaseerd op huidige operatie.
- In de modellering voor de effectanalyse zullen vliegtuigen bij de overdrachtpunten gaan dalen via een vaste dalhoek tussen overdrachtpunt en het TMA-naderingspunt zodat het naderingspunt exact op de hoogterrestrictie wordt gepasseerd. Als gevectord moet worden, kan het zijn dat tussen de overdrachtpunten en het TMA-naderingspunt nog bijkomende hoogterrestricties aangehouden worden. De hoogte restrictie is in het algemeen Flight Level 100 (ca. 3 km) op het naderingspunt en dalend naar Flight Level 70 (ca. 2 km).
- In de modellering voor de effectanalyse zullen vliegtuigen een continue klim uitvoeren, rekening houdend met hoogterrestricties op de overdrachtpunten. Tussentijdse level-segmenten zijn dermate laag frequent dat de effecten hiervan verwaarloosbaar zijn.
- In de modellering voor de effectanalyse zullen de volgende horizontale separatiecriteria worden toegepast:
  - Tussenliggend luchtruim
    - 5 nautische mijlen (ca. 9 km) minimum radar-separatie
  - Naderingsluchtruim (TMA)
    - 3 nautische mijlen (ca. 5,5 km) minimum radar-separatie
    - RECAT-EU minimum zogturbulentie-separatie
    - Op tijd gebaseerde separatie (Time Based Separation, TBS) op de eindnadering is niet relevant omdat wind niet wordt meegenomen in de effectanalyse
- In de modellering voor de effectanalyse wordt zogenoemd 'scharrelen' voornamelijk buiten beschouwing gelaten. Bij een landingspiek met gelijktijdig gebruik van twee landingsbanen wordt regelmatig gescharreld. Bij het scharrelen wordt normaal gesproken verkeer uit het zuiden, dat de Schiphol TMA via RIVER binnenvliegt, toegekend aan de westelijke landingsbaan (bijvoorbeeld 18R), maar als de baancapaciteit van die westelijke landingsbaan onvoldoende is, worden een aantal vluchten naar de oostelijke landingsbaan (bijvoorbeeld 18C) gestuurd. Deze verdeling van verkeer vanuit één TMA naderingspunt over twee landingsbanen wordt scharrelen genoemd. De verkeersstroom is anders voor de beperkte hoeveelheid verkeer waarmee wordt gescharreld.
- De routes en afhandeling in de nacht van en naar Schiphol veranderen niet.
- Als de verkeerssituatie het toelaat, kan in de praktijk toestemming worden gegeven om vliegtuigen naar een ander punt te sturen dan het standaard TMA-naderingspunt. Dit is in het model niet meegenomen in verband met de extra complexiteit die het toevoegt. Dit is een vereenvoudiging die is toegepast die zorgt voor meer concentratie van verkeer op de TMA-naderingspunten. Deze punten liggen echter zodanig ver van Schiphol dat de inschatting is dat dit geen effect heeft op de geluidanalyse.

- De verkeersafhandeling van naderend verkeer in het tussenliggend luchtruim in het zuiden (sector 3) en westen (sectoren 4 en 5) blijft ongewijzigd. Alleen de punten waar het verkeer wordt samengevoegd, TMA-naderingspunten RIVER en SUGOL, zijn verplaatst ten opzichte van de huidige operatie.
- Grondoperaties veranderen niet als gevolg van de nieuwe indeling van het luchtruim, daarom vallen de grondoperaties buiten de scope van deze analyse.

Op basis van bovenstaande uitgangspunten en aannames geeft de lijst hieronder een samenvatting van (a) de belangrijkste vereenvoudigingen van het model en (b) limitaties van de tool waarmee het model is ontwikkeld.

Vereenvoudigingen van het model:

- Geen spreiding van verkeersstromen bij de overdrachtpunten die in de buurt van de grens van het Nederlandse luchtruim liggen, alle verkeer vliegt exact over de standaard overdrachtpunten.
- Geen scharrelen.
- Geen spreiding van verkeersstromen ten opzichte van de standaard vertekroutes en luchtwegen voor vertrekkend verkeer.

Limitaties van de tool:

- Geen spreiding van verkeersstromen langs de TMA-naderingspunten, alle verkeer vliegt exact over de naderingspunten.
- Geen spreiding bij het beginpunt van zogenoemde ‘trombones’. Bijvoorbeeld voor verkeer vanuit het oosten dat indraait naar de eindnadering voor 36R (Aalsmeerbaan) heeft het vliegpatroon de vorm van een ‘trombone’. Kort indraaien langs de binnenkant van de trombone, langer indraaien verderop in de trombone. Al het verkeer in het model vliegt exact over het beginpunt van de trombone.
- In het model is de interceptiehoek van de eindnadering (a) 90 graden bij het gebruik van trombones of (b) de hoek waarmee op de eindnadering wordt afgevlogen. Een voorbeeld van de tweede situatie is de eindnadering van 18C, de interceptiehoek is ca. 90 graden voor een route van het huidige naderingspunt ARTIP en ca. 105 graden voor een route van de gewijzigde ARTIP-locatie. In de praktijk zal de interceptie van de eindnadering altijd met een veel kleinere hoek van ongeveer 30 graden gebeuren. Dit heeft met name een effect op de stikstofuitstoot voor 18C.

## 3.2 Analyse geluidbelasting – Schiphol en Rotterdam verkeer

De wijzigingen in de indeling van het luchtruim kunnen op diverse plaatsen leiden tot een andere spreiding van het vliegverkeer in dit kan vervolgens leiden tot veranderingen in de verdeling van de geluidbelasting rondom de verschillende luchthavens. Voor Schiphol en Rotterdam zijn deze veranderingen op basis van analyses kwantitatief in kaart gebracht

### 3.2.1 Schiphol

Voor Schiphol is voor de analyses aangesloten op de resultaten van de fast-time simulaties. Daar waar meestal de berekening van de geluidbelasting wordt uitgevoerd op basis van (historische) radargegevens, is voor deze studie gebruik gemaakt van de vluchtpaden zoals deze zijn bepaald met fast-time simulaties. Om een zuivere vergelijking te kunnen maken tussen de huidige situatie en de hoofdstructuur, is zowel de huidige situatie als de hoofdstructuur gesimuleerd en zijn deze onderling vergeleken.

De geluidberekeningen op basis van de ECAC Doc.29 rekenmethodiek volgen de standaardmethode zoals beschreven in het Methodenrapport Doc29 voor Schiphol [2]. Echter, waar normaal radargegevens en vliegplangegevens van de luchtverkeersleiding worden toegepast is nu gebruik gemaakt van vergelijkbare gegevens vanuit de fast-time simulatie. De verdere verwerking is identiek.

Voor het bepalen van de geluidbelasting in  $L_{den}$  is het essentieel dat het totale vliegverkeer van een jaar wordt beschouwd. Omdat het op basis van de benodigde inspanning ondoenlijk is om voor een volledig jaar de operatie van Schiphol te modelleren middels een fast-time simulatie, is de simulatie uitgevoerd voor de meest gebruikte baancombinaties van Schiphol. Hierbij zijn de startbaancombinaties en landingsbaancombinaties onafhankelijk van elkaar beschouwd. In totaal zijn 5 startbaancombinaties en 6 landingsbaancombinaties gemodelleerd, waarbij voor elk van deze combinaties drie sets met verkeersgegevens zijn doorgerekend. Samen met het nachtelijke verkeer (waarvan is aangenomen dat het niet wijzigt) is hiermee 82% van het vliegverkeer van Schiphol in kaart gebracht.

Om vervolgens de geluidbelasting van een volledig jaar in kaart te kunnen brengen zijn twee aanvullende bewerkingen toegepast:

- De bijdrage aan de geluidbelasting van de niet-gemodelleerde baancombinaties (18% van het jaarlijkse verkeer) is één-op-één overgenomen uit de Schiphol gebruiksprognose. Eventuele effecten als gevolg van de hoofdstructuur bij deze baancombinaties komen dus niet tot uiting in de resultaten.
- De aantallen vliegbewegingen uit de simulatie zijn per gesimuleerde baancombinatie met behulp van schaling in lijn gebracht met het totaal aantal bewegingen op deze baancombinatie zoals gespecificeerd in de gebruiksprognose.

Alle hiervoor gebruikte gegevens zijn gebaseerd op Schiphol gebruiksprognose 2024 zonder onderhoud, omdat deze het meest representatief is voor een langjarig gemiddelde situatie. De benodigde schaling is per baancombinatie bepaald, waarbij rekening is gehouden met de volgende vier eigenschappen: vluchtsoort (start/landing), baan, sector/naderingspunt en vliegtuiggrootte, waarbij voor de laatste eigenschap onderscheid is gemaakt tussen medium en heavy. Na schaling zijn voor elk van de eigenschappen de aantallen per baancombinatie identiek aan de gegevens in de gebruiksprognose. Wel wordt hierbij opgemerkt dat de schaling alleen is afgeleid voor de huidige situatie en vervolgens per vlucht is toegepast voor zowel de huidige situatie als de hoofdstructuur. Dit is een bewuste keuze die ervoor zorgt dat als verkeer van de ene naar de andere baan wordt verplaatst als gevolg van de hoofdstructuur, dit niet meer ongedaan wordt gemaakt door het schalen.

Bij de schaling wordt ook eventueel scharrelend verkeer (landend verkeer dat vanaf een bepaald naderingspunt landt op een andere landingsbaan dan die op dat moment hoort bij het betreffende naderingspunt) gefilterd, omdat dergelijk verkeer niet in de fast-time simulaties zit. Dit betreft ruim 3% van het jaarlijkse verkeer.

Naast de geluidbelasting in  $L_{den}$  zijn ook de  $NA_{xx}$ -waarden bepaald. Hierbij wordt gekeken hoe vaak (per dag) het maximale geluidniveau als gevolg van een aankomende of vertrekkende vlucht een bepaalde drempelwaarde overschrijdt. Zo geeft een  $NA_{60}$  bijvoorbeeld weer hoe vaak per dag een maximaal ( $L_{Amax}$ ) geluidniveau van 60 dB(A) of meer wordt veroorzaakt.

### 3.2.2 Rotterdam

Voor Rotterdam is op basis van beschikbare gegevens gebruik gemaakt van een bestaande jaarberekening (2022) in Lden-tool, waarbij een aanpassing is gedaan voor een deel van het startende verkeer. Dit betreft het startende verkeer vanaf baan 06 over startroutes ARNEM en LUNIX. Daar waar dit verkeer in de originele jaarberekening wordt doorgerekend op basis van de geregistreerde radartracks, is in het alternatief dit verkeer afgehandeld over een gemodelleerde route op basis van een nieuw ontwerp. De originele jaarberekening en de aangepaste variant zijn vervolgens met elkaar vergeleken.

## 3.3 Analyse stikstofuitstoot – Schiphol verkeer

Stikstofemissies kunnen negatieve effecten op de omgeving kunnen hebben. De wijze van vliegen heeft directe invloed op de hoeveelheid stikstofemissies van luchtvaart. Het aanpassen van de huidige luchtruimstructuur kan dus zorgen voor een verschil in de hoeveelheid en locatie van stikstofemissies.

Voor het bepalen van verschillen in stikstofemissies tussen de voorliggende scenario's is gebruikgemaakt van het emissiemodel LEAS-iT versie 9.0.14. LEAS-iT is een emissiemodel, specifiek ontwikkeld voor het berekenen van luchtvaartgerelateerde emissies zoals NO<sub>x</sub> (stikstofoxiden), SO<sub>x</sub> (zwaveloxiden) en VOS (vluchtige organische stoffen).

De verkeersverdelingen in de scenario's zijn verrijkt met motoremissie-kentallen uit de IPLO-emissiedatabase luchtvaart en -havens (ref. 7). Deze kentallen zijn bepaald door per vliegtuigtype een representatief motortype te selecteren en zijn nodig om een emissieberekening te kunnen uitvoeren.

De resultaten van de LEAS-iT-berekeningen worden uitgedrukt in totale hoeveelheid uitgestoten NO<sub>x</sub> tot en met een hoogte van 3.000 voet. Aangezien de startprocedures onder de 3.000 voet qua hoogteverloop niet veranderen en enkel de verdeling van vliegverkeer over de startroutes verandert, zullen geen verschillen in totale hoeveelheid NO<sub>x</sub> voor starts optreden. De locatie waar NO<sub>x</sub> terecht komt verplaatst wel. De verschillen die optreden in de hoeveelheid NO<sub>x</sub>-uitstoot zijn daarom het gevolg van de variaties in landingsprofielen. Zo kunnen bijvoorbeeld verschillen optreden wanneer vliegtuigen van getrapte naderingen (met horizontale vliegsegmenten) overgaan op Continuous Descent Approaches (continue daling), of wanneer de lengte van de horizontale vliegsegmenten verandert.

Hoewel de NO<sub>x</sub>-uitstoot tijdens starts in de onderzochte scenario's niet verschilt, dragen starts wel het meest bij aan de totale NO<sub>x</sub>-emissies. Dit komt doordat de uitstoot van NO<sub>x</sub> aanzienlijk hoger is bij de hogere motorvermogens die tijdens de startfase worden gebruikt.

## 3.4 Analyse CO<sub>2</sub>-uitstoot – Schiphol verkeer

De CO<sub>2</sub>-uitstoot en de gevlogen afstand geven inzicht in de milieu-impact van luchtvaart en in de efficiëntie van vliegroutes (en hoogteverlopen).

Voor het berekenen van verschillen in CO<sub>2</sub>-uitstoot tussen de voorliggende scenario's is gebruikgemaakt van een CO<sub>2</sub>-rekenmodel. Het rekenmodel neemt de hoogteverlopen zoals gesimuleerd in AirTOP en bepaalt per vliegtuigtype een representatief BADA-vliegtuigmodel (ref. 8) met bijbehorende kentallen. Deze kentallen dienen als input voor het berekenen van de brandstofstroom.

Het vliegpad wordt opgedeeld in segmenten, waarbij per segment de brandstofstroom wordt berekend op basis van factoren zoals snelheid, hoogte, massa en vliegtuigconfiguratie. Deze berekeningen worden uitgevoerd volgens de BADA-rekenmethodiek.

De hoeveelheid verbruikte kerosine wordt bepaald door de brandstofstroom te vermenigvuldigen met de tijd die op een segment wordt doorgebracht. Om de hoeveelheid uitgestoten CO<sub>2</sub> te berekenen, wordt de verbruikte kerosine vervolgens vermenigvuldigd met een factor 3,15 (dit is het aantal kg CO<sub>2</sub> uitstoot per kilogram verbrande kerosine). Naast de CO<sub>2</sub>-uitstoot is ook de totale vliegafstand geregistreerd. Dit maakt het mogelijk om veranderingen in uitstoot te relateren aan een toename of afname in vliegafstand of juist aan veranderde vlieghoogten.

De resultaten van het CO<sub>2</sub>-rekenmodel worden uitgedrukt in totale hoeveelheid CO<sub>2</sub> en afgelegde afstand binnen een straal van 100 nautische mijlen (ongeveer 185 km) rond het bakken PAMPUS nabij Muiden (Figuur 1).



Figuur 1 - Rekengebied voor CO<sub>2</sub> en afgelegde afstand

## 4 Kwalitatieve resultaten van de effectanalyse

### 4.1 Geluidbelasting – verkeer regionale vliegvelden

Het Schetsontwerp heeft ook veranderingen tot gevolg in verkeersstromen van en naar regionale luchthavens. In deze paragraaf worden deze veranderingen besproken samen met een kwalitatieve beoordeling hiervan op de geluidbelasting. De kwalitatieve beoordeling is op basis van expert judgment.

#### 4.1.1 Geluidbelasting – Rotterdam verkeer

Een aantal aansluitpunten met het hoger luchtruim voor routes van en naar Rotterdam zal verplaatsen. Voor de meeste richtingen is hiervoor geen wijziging op lagere hoogte (onder 6.000 voet, ongeveer 2 km) vereist.

Door het vervallen van het dagelijkse militaire oefengebied in het zuiden zal verkeer vanaf Rotterdam naar het oosten structureel eerder naar het oosten kunnen draaien. Hiermee wordt dit verkeer gescheiden van het verkeer van en naar Schiphol. Voor aansluiting in de overige richtingen zijn geen wijzigingen op lagere hoogte vereist.

De enige wijziging op lagere hoogte betreft het vertrekkende verkeer op de huidige ARNEM- en LUNIX-vertrekroutes, dit is een verkeersstroom naar het oosten. De huidige ARNEM- en LUNIX-vertrekroutes lopen ten westen en ten noorden van Gouda, in de nieuwe situatie zullen deze vertrekroutes vervangen worden door een vertrekroute aan de zuidkant van Gouda. Dit heeft mogelijk een effect op de 48  $L_{den}$ -contour in de zin dat het uiteinde van deze contour mogelijk draait en mogelijk ook richting Gouda verplaatst, dit effect wordt veroorzaakt door startend verkeer van baan 06 langs deze aangepaste vertrekroute. Hiervoor is een kwantitatieve analyse uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn opgenomen in paragraaf 5.1.2.

Het Schetsontwerp laat ook andere wijzigingen zien betreffende verkeersstromen van en naar Rotterdam. Hieronder worden de overige verkeersstromen van en naar Rotterdam besproken samen met een kwalitatieve beoordeling van wijzigingen, indien van toepassing, in deze verkeersstromen.

Het Schetsontwerp heeft geen wijzigingen op de volgende verkeersstromen:

- a. Vertrekkend verkeer van startbanen 06 en 24 dat op de vertrekroutes WOODY (naar het zuiden), SOMEL (naar het westzuidwesten) en TULIP (naar het noordwesten) start.
- b. De verkeersstromen van aankomend verkeer veranderen (nagenoeg) niet. De inschatting is dat dit geen wijziging van vectorpatronen in de Rotterdam-TMA tot gevolg zal hebben. De kwalitatieve inschatting is daarom dat dit geen of een te verwaarlozen effect zal hebben op de 48 dB(A)  $L_{den}$ -contour (ref. 3).

Het Schetsontwerp wijzigt de volgende verkeersstromen:

- a. Vertrekkend verkeer van startbaan 24 (in zuidwestelijke richting) dat in de huidige operatie op de ARNEM- en LUNIX-vertrekroutes (naar het oosten) start. Er is een wijziging in hun routes op grotere hoogte (boven 6.000 voet, ongeveer 2 km). De kwalitatieve inschatting is dat dit een te verwaarlozen effect zal hebben op de 48 dB(A)  $L_{den}$ -contour.
- b. Vertrekkend verkeer van startbanen 06 en 24 dat in de huidige operatie op de ANDIK-vertrekroutes (naar het noorden) start. Er is een wijziging in hun routes ver buiten de 48 dB(A)  $L_{den}$ -contour en op grotere hoogte. De kwalitatieve inschatting is dat dit geen effect zal hebben op de 48 dB(A)  $L_{den}$ -contour.

- c. Vertrekkend verkeer van startbaan 06 dat in de huidige operatie op de INKET- en NEPTU-vertrekroutes start, dit is een verkeersstroom naar het zuidoosten. In de toekomstige situatie zal deze verkeersstroom niet meer het eerste deel van de WOODY-vertekroute volgen, maar zal eerder in zuidoostelijke richting gaan vliegen. De kwalitatieve inschatting is dat dit een te verwaarlozen effect zal hebben op de 48 dB(A)  $L_{den}$ -contour, aangezien de verandering in de route op de rand van deze contour optreedt en de hoeveelheid verkeer dat deze route volgt gering is.

## 4.1.2 Geluidbelasting – Groningen verkeer

Een aantal aansluitpunten met het hoger luchtruim voor routes van en naar Groningen zal verplaatsen. De wijzigingen in het Schetsontwerp vereisen beperkte wijzigingen in de verkeersstromen in de omgeving van deze luchthaven. Deze wijzigingen zullen onderdeel zijn van het detailontwerp. Hierbij is het mogelijk de huidige structuur op lagere hoogte (onder 6.000 voet, ongeveer 2 km) aan te houden.

Hieronder worden alle verkeersstromen van en naar Groningen besproken samen met een kwalitatieve beoordeling van wijzigingen, indien van toepassing, in deze verkeersstromen.

Het Schetsontwerp geeft naar verwachting geen wijzigingen op lagere hoogte voor de volgende verkeersstromen:

- a. Vertrekkend verkeer van startbaan 05 (in noordoostelijke richting) dat in de huidige operatie op de vertekroutes naar het zuidwesten en zuiden start, dat zijn bijvoorbeeld op de ROLDU- en NAPRO-vertekroutes. Deze verkeersstroom zal het eerste deel (minimaal 30 km) dezelfde route volgen. Daarmee is er geen verandering op lagere hoogte. De kwalitatieve inschatting is dat dit geen effect zal hebben op de 48 dB(A)  $L_{den}$ -contour, zoals gegeven in bijlage D van referentie 4.
- b. Vertrekkend verkeer van startbaan 05 dat in de huidige operatie op de vertekroutes naar het oosten en noorden start, dat zijn de routes DOBAK, OLWOF en TEMPLU. Deze routes moeten nog in detail ontworpen worden en kunnen daarmee initieel de huidige route nog volgen. Daarmee is er geen verandering op lagere hoogte. De kwalitatieve inschatting is dat dit geen effect zal hebben op de 48 dB(A)  $L_{den}$ -contour.
- c. Vertrekkend verkeer van startbaan 23 (in zuidwestelijke richting) dat in de huidige operatie op de vertekroutes naar het oosten en noorden start, dat is op de vertekroutes DOBAK, OLWOF en TEMPLU. Deze verkeersstroom zal het eerste deel (minimaal 18 km) dezelfde route volgen, daarna zullen de routes wijzigen en wat zuidelijker lopen. De kwalitatieve inschatting is dat dit geen effect zal hebben op de 48 dB(A)  $L_{den}$ -contour.

Het Schetsontwerp geeft veranderingen op lagere hoogte voor de volgende verkeersstromen:

- a. Vertrekkend verkeer van startbaan 23 dat in de huidige operatie op de vertekroutes naar het zuidwesten start, dat is bijvoorbeeld op de ROLDU-vertekroute. Deze verkeersstroom zal vrij snel na de start een zuidelijkere koers (verschil van ongeveer 20 graden) aanhouden ten oosten van Norg. De wijziging ligt net binnen de 48 dB(A)  $L_{den}$ -contour, de kwalitatieve inschatting is dat dit hooguit een beperkt effect zal hebben op de 48 dB(A)  $L_{den}$ -contour, mogelijk dat het uiteinde van de contour wegdraait van Norg.
- b. Vertrekkend verkeer van startbaan 23 dat in de huidige operatie op de vertekroutes naar het zuiden start, dat is bijvoorbeeld op de NAPRO-vertekroute. Deze verkeersstroom zal vrij snel na de start een licht westelijkere koers (verschil van ongeveer 10 graden) aanhouden. De wijziging ligt net binnen de 48 dB(A)  $L_{den}$ -contour, de kwalitatieve inschatting is dat dit hooguit een beperkt effect zal hebben op de 48 dB(A)  $L_{den}$ -contour, mogelijk dat het uiteinde van de contour naar Norg toedraait.
- c. Aankomend verkeer naar landingsbanen 05 en 23 zal wat oostelijker (voor verkeer uit zuidwesten en zuiden) en zuidelijker (voor verkeer uit noorden en oosten) de Eelde-TMA binnenvliegen. Verder wordt in de toekomstige situatie al het (commercieel) verkeer aan de oostkant van het vliegveld afgehandeld,

waar in de huidige operatie verkeer ook nog via de westkant van het vliegveld wordt afgehandeld (bijvoorbeeld de TOLKO-approach naar 23). De vector- en vliegpatronen zullen hierdoor anders worden, maar dit vindt plaats ruim buiten de 48 dB(A)  $L_{den}$ -contour. De kwalitatieve inschatting is dat dit geen effect zal hebben op de 48 dB(A)  $L_{den}$ -contour.

### 4.1.3 Geluidbelasting – Maastricht verkeer

De wijzigingen in het Schetsontwerp vereisen geen wijzigingen aan de naderings- of vertrekroutes van Maastricht Aachen Airport. Daarmee is er geen effect qua geluid in de omgeving van Maastricht Airport.

### 4.1.4 Geluidbelasting – Eindhoven verkeer

Een aantal aansluitpunten met het hoger luchtruim voor routes van en naar Eindhoven Airport zal verplaatsen. De wijzigingen in het Schetsontwerp vereisen echter geen wijzigingen op lagere hoogte (onder 6.000 voet, ongeveer 2 km).

Hieronder worden alle civiele verkeersstromen van en naar Eindhoven Airport besproken samen met een kwalitatieve beoordeling van wijzigingen, indien van toepassing, in deze verkeersstromen.

Het Schetsontwerp heeft geen wijzigingen op de volgende verkeersstromen:

- a. Vertrekkend verkeer van startbanen 03 en 21 op vertrekroutes naar het westen, oosten en zuidoosten, dat zijn de vertrekroutes WOODY/ABNED/PESER/TULIP, VELNI en OSGOS/LNO.

Het Schetsontwerp heeft nog geen ontwerp voor de volgende verkeersstromen:

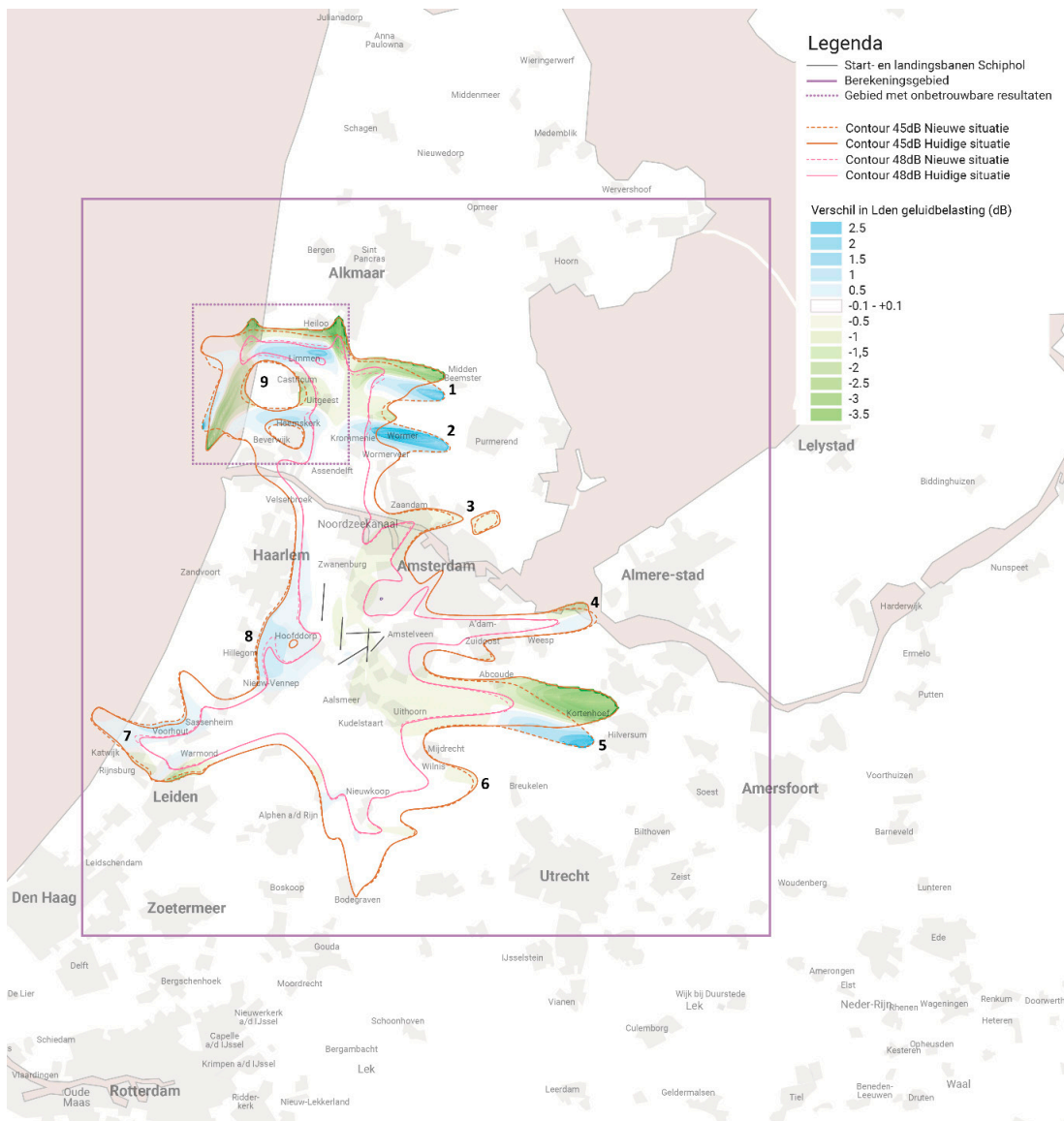
- a. Vertrekkend verkeer van startbanen 03 en 21 dat in de huidige operatie op de vertrekroutes naar het zuiden, noorden en noordwesten start, dat zijn de vertrekroutes ELSIK (naar Brussel), TENLI (naar Lelystad/Groningen) en INKET (naar Rotterdam). Deze routes zijn nog niet ontworpen voor de toekomstige situatie. In de huidige operatie is er nauwelijks verkeer op de ELSIK- en TENLI-routes en beperkt verkeer op de INKET-route. Er is nog geen kwalitatieve inschatting mogelijk van het effect dat dit verkeer zal hebben op de 48 dB(A)  $L_{den}$ -contour (ref. 5, 6).
- b. Aankomend verkeer naar landingsbanen 03 en 21 verandert niet qua verkeersstromen in de omgeving van Eindhoven. Alleen de aansluiting op de luchtwegen worden aangepast, dit is echter ver bij Eindhoven vandaan. Routes uit het zuiden (Brussel), noorden (Lelystad/Groningen) en noordwesten (Rotterdam) zijn nog niet ontworpen in het Schetsontwerp. In de huidige operatie is er nauwelijks verkeer op routes uit het zuiden en noorden en beperkt verkeer op de INKET-route (van Rotterdam). Verkeer van Schiphol vliegt als in de huidige operatie. De verkeersstromen wijzigen niet in de omgeving van Eindhoven Airport met een voorbehoud voor verkeer uit Brussel, Lelystad/Groningen en Rotterdam. Gezien de geringe impact van dat verkeer op de ligging van de geluidcontouren rondom deze luchthaven is de kwalitatieve inschatting dat er geen effect zal zijn op de 48 dB(A)  $L_{den}$ -contour.

# 5 Kwantitatieve resultaten van de effectanalyse

## 5.1 Geluidbelasting

### 5.1.1 Geluidbelasting – Schiphol verkeer

Voor de geluidbelasting in  $L_{den}$  zijn de resultaten opgenomen in figuur 2. De geluidbelasting is weergegeven met de 45 en 48 dB(A)  $L_{den}$ . Deze keuze voor 45 dB(A)  $L_{den}$  (in plaats van 48 dB(A)  $L_{den}$ ) als laagste getoonde contourwaarde is gebaseerd op recente ontwikkelingen en verwachte wijzigingen in het Luchthavenverkeerbesluit (LVB), waarop alvast geanticipeerd wordt.



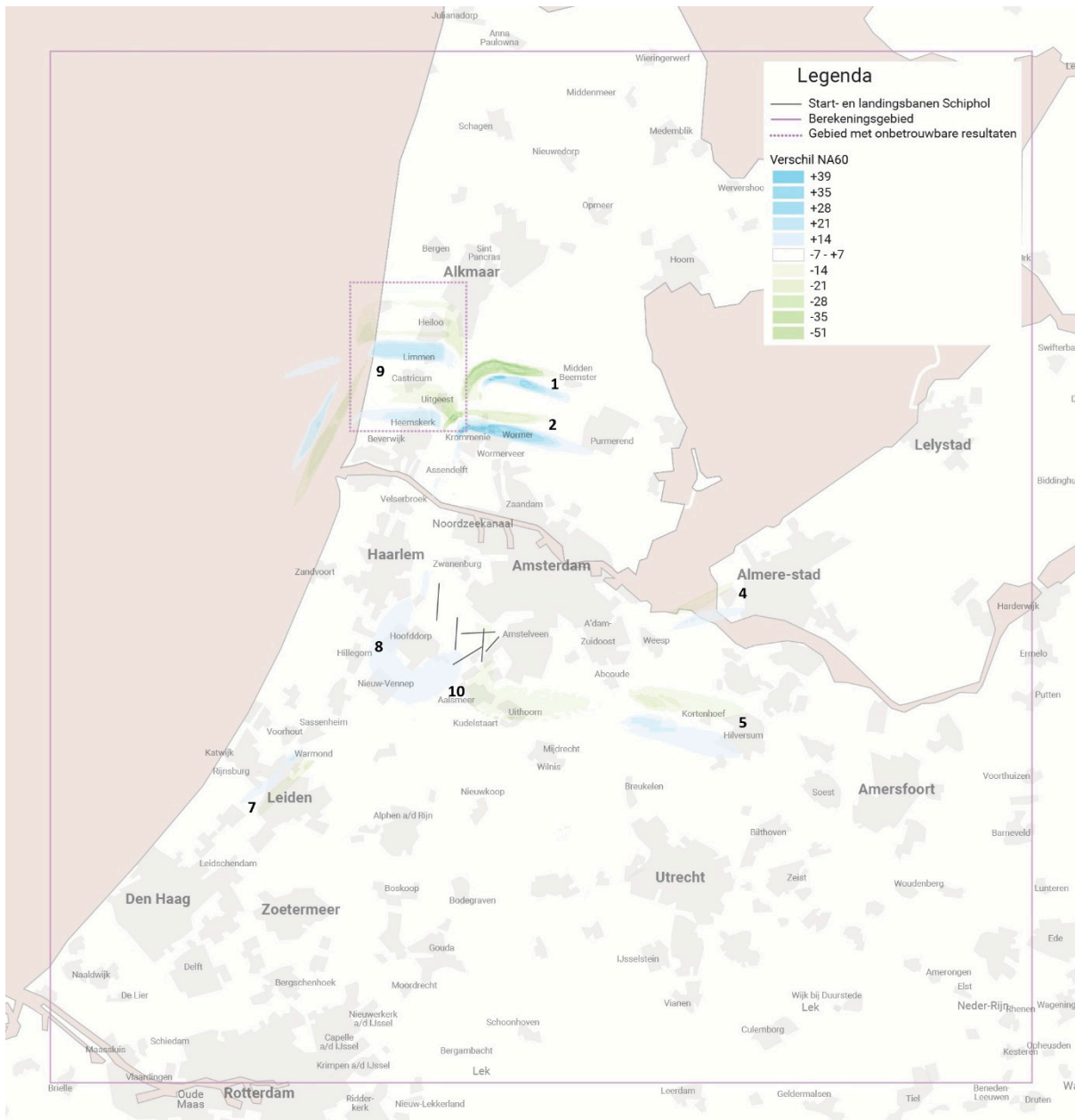
Figuur 2 - Schiphol kwantitatieve analyse  $L_{den}$

Wat betreft de ligging van de contouren is het goed te beseffen dat de onderliggende berekeningen zijn uitgevoerd op basis van gemodelleerd vliegverkeer op basis van fast-time simulaties. Daar kunnen ook voor de huidige situatie verschillen ontstaan tussen getoonde contouren en die uit de gebruiksprognose 2024, waarbij gebruik is gemaakt van historische radargegevens. Voor de effectenanalyse zijn vooral de verschillen tussen de huidige situatie en het Schetsontwerp van belang. In het figuur zijn deze verschillen zichtbaar, waarvan de duidelijk zichtbare verschillen zijn gemarkeerd met een nummer:

1. In dit gebied worden de verschillen veroorzaakt door naderingen vanuit het oosten richting 18C. Omdat de nieuwe locatie ARTIP zuidelijk ligt dan het huidige ARTIP, komt dit verkeer in het Schetsontwerp onder een andere richting aan (verschil van ongeveer 10-15 graden), waardoor een verschuiving van geluid optreedt richting zuiden.
2. In dit gebied speelt hetzelfde effect als bij nummer 1, maar dan voor naderingen vanuit het oosten naar 18R. Samen met de bestaande vertrekroutes vanaf 36L richting oosten die op dezelfde locatie liggen, wordt de 45 dB-contour door de concentratie van het verkeer netto groter.
3. In dit gebied is sprake van een beperkte afname van de geluidbelasting. In het Schetsontwerp is hier minder verkeer, omdat het verkeer richting de nieuwe aansluiting naar het oosten (via DEZES) niet meer over deze locatie komt.
4. Hoewel deze contour primair behoort bij het verkeer naar 27 is er ook een (beperkte) bijdrage van het naderend verkeer vanuit het oosten naar 06. Omdat nieuwe locatie ARTIP zuidelijker ligt dan het huidige ARTIP zit het verkeer in het Schetsontwerp wat zuidoostelijker, waardoor de contour vervormt.
5. De relatief grote verschillen in dit gebied worden veroorzaakt door een combinatie van twee effecten. Allereerst is er een afname van het verkeer, omdat het verkeer richting de nieuwe aansluiting naar het oosten (via DEZES) in het Schetsontwerp niet meer over deze locatie vliegt. Het grootste verschil wordt echter veroorzaakt door het verleggen van de startroutes vanaf 18L (naar NENFI in plaats van IVLUT), waardoor het verkeer richting oosten wat zuidelijker vliegt.
6. In dit gebied worden de verschillen voornamelijk veroorzaakt door het verleggen van de startroutes vanaf 24 (naar NENFI in plaats van IVLUT), waardoor verkeer richting oosten wat zuidelijker vliegt. Daarnaast vindt er als gevolg van de nieuwe aansluiting naar het oosten (via DEZES) een andere verdeling plaats vanaf de splitsing richting noord en oost (AM026).
7. In dit gebied zijn er enkele beperkte verschillen als gevolg van aanpassingen in startroutes richting het zuidwesten (naar NINCU in plaats van VALKO), in combinatie met effecten als gevolg van het verplaatsen van RIVER.
8. In dit gebied is er meer verkeer als gevolg van meer verkeer over een bestaande vertekroute als gevolg van de nieuwe aansluiting naar het oosten (via DEZES).
9. Dit gebied bevat enkele verschillen boven zee, die daardoor minder relevant zijn. De overige verschillen behoren bij het naderend verkeer richting 18R, maar zijn beoordeeld als modelartefacten van de fast-time simulatie, waarbij in beide situaties het verkeer wat anders is verdeeld over het vectorgebied, zonder dat wijzigingen in het luchtruim hier aanleiding toe geven.

De geluidbelasting in  $L_{\text{night}}$  is niet in kaart gebracht omdat is aangenomen dat het Schetsontwerp geen invloed heeft op de situatie in de nacht (zie paragraaf 3.1.2). Deze situatie in de nacht is daarom niet gemodelleerd. De bijdrage van het nachtverkeer aan de  $L_{\text{den}}$  geluidbelasting is wel in de resultaten verwerkt, maar is dus één-op-één overgenomen uit de Schiphol gebruiksprognose.

In aanvulling op de  $L_{\text{den}}$ -resultaten zijn ook NA60 en NA70 resultaten in kaart gebracht. De NA60 laat het aantal vliegtuigpassages per (gemiddelde) dag zien waarbij het maximale geluidniveau ( $L_{\text{Amax}}$ ) 60 dB(A) of meer bedraagt. De verschillen tussen de huidige situatie en het Schetsontwerp zijn weergegeven in Figuur 3. De groene dan wel blauwe gebieden zijn gebieden waarbij een afname dan wel toename van minimaal 7 van dergelijke passages per dag wordt verwacht.

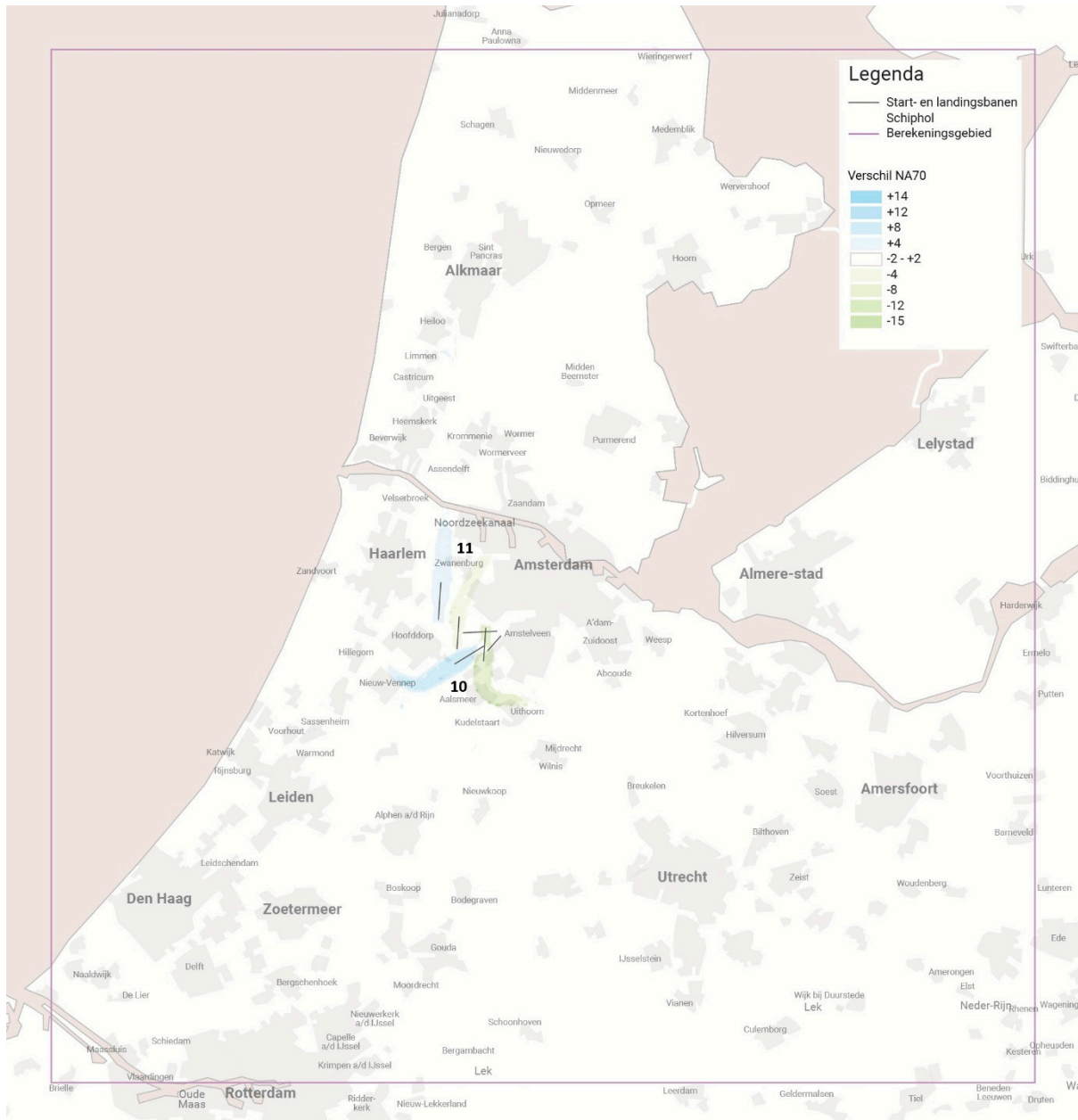


Figuur 3 - Schiphol kwantitatieve analyse NA60

In het figuur treden over het algemeen verschillen op die dezelfde achterliggende oorzaak hebben als de verschillen in het Lden-figuur (Figuur 2). Deze verschillen zijn met dezelfde cijfers gemarkeerd als in Figuur 2. In bepaalde gevallen is het NA60-figuur meer illustratief voor de verschillen. Zo is de oorzaak van de verschillen bij nummer 4 beter zichtbaar in het NA60-figuur dan in Figuur 2. Naast verschillen die in beide figuren zichtbaar zijn, toont Figuur 3 ook nog één extra verschil:

- Nabij de luchthaven is voor starten 24 een toename te zien, terwijl voor starten 18L een afname te zien is. Dit verschil wordt veroorzaakt door het toevoegen van de nieuwe aansluiting naar het oosten (via DEZES), waarbij het verkeer dat de bestaande vertekroute naar deze aansluiting gebruikt wordt verplaatst van baan 18L naar 24.

Ten slotte zijn ook de verschillen in NA70 in kaart gebracht, waarbij wordt gekeken naar wijzigingen in het aantal dagelijkse vliegtuigpassages waarbij het maximale geluidniveau (L<sub>Amax</sub>) minimaal 70 dB(A) bedraagt. De resultaten zijn opgenomen in Figuur 4.



Figuur 4 - Schiphol kwantitatieve analyse NA70

Deze figuur toont alleen verschillen nabij de luchthaven. Dit betreft allereerst het verplaatsen van vluchten van 18L naar 24 als gevolg van de nieuwe aansluiting naar het oosten (via DEZES), die ook zichtbaar was in Figuur 3 bij nummer 10. In het NA70-figuur is daarnaast nog een effect te zien:

- Nabij de luchthaven is voor starten 36C een afname te zien, terwijl voor starten 36L een toename te zien is. Net als bij nummer 10 wordt dit verschil veroorzaakt door het toevoegen van de nieuwe aansluiting naar het oosten (via DEZES), waarbij het gebruik van deze nieuwe aansluiting leidt tot verplaatsen van verkeer van 36C naar 36L.

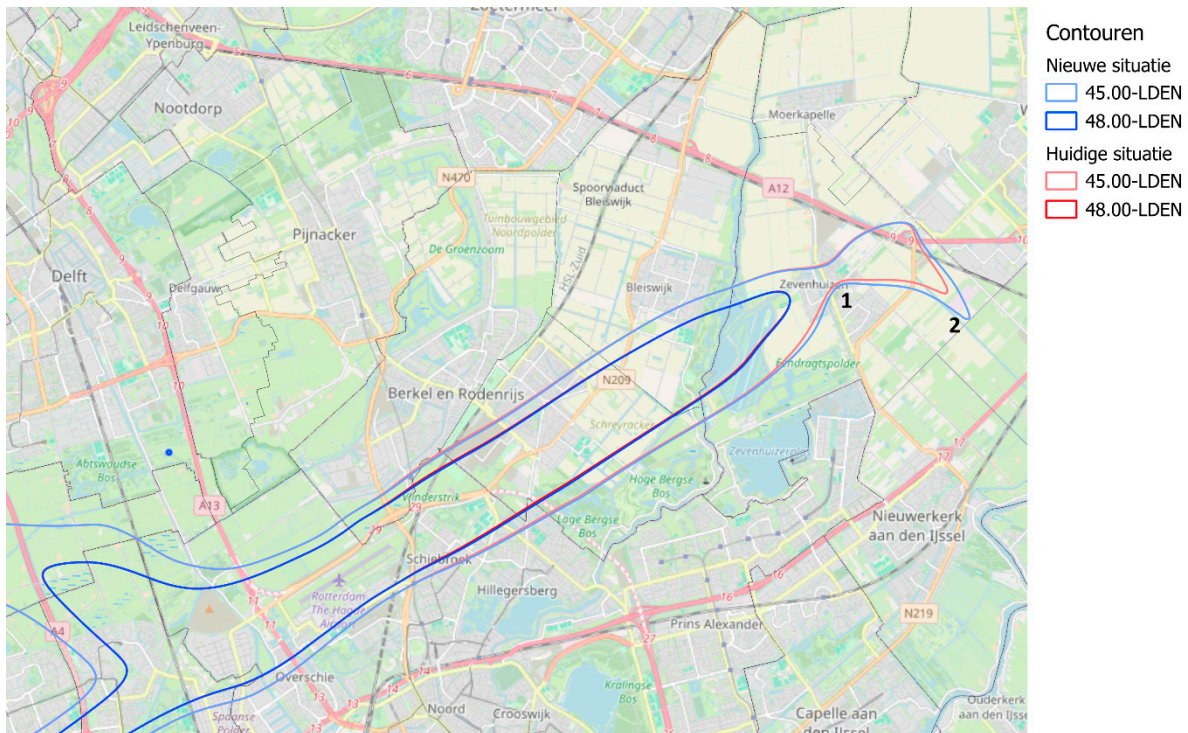
De combinatie van de drie figuren geeft een overzicht van de belangrijkste verschillen die verwacht mogen worden als gevolg van het Schetsontwerp. Hierbij is het echter wel belangrijk om te beseffen dat de gebruikte methode om de verschillen in kaart te brengen enkele beperkingen kent:

- Voor ongeveer 82% van het jaarlijkse verkeer zijn de wijzigingen in het luchtruim verwerkt in de resultaten. Ook voor het resterende verkeer op de minder vaak gebruikte baancombinaties kunnen verschillen optreden als gevolg van het Schetsontwerp die nu niet in kaart zijn gebracht.
- Er is gebruik gemaakt van een Gebruiksprognose op basis van een nominale situatie: gemiddeld weer zonder groot baanonderhoud. In een specifiek jaar kan de verdeling van het vliegverkeer afwijken van deze nominale situatie en kunnen de gepresenteerde effecten daardoor ook groter of kleiner uitvallen.
- Er is gebruik gemaakt van (fast-time) simulaties, die een vereenvoudiging zijn van de praktijk:
  - Een voorbeeld voor starts is dat in de simulatie het startend verkeer de volledige startroute afvliegt, terwijl in praktijk een deel van verkeer ook de startroute verlaat. In praktijk wordt daarom meer spreiding van het verkeer verwacht en mag daardoor verwacht worden dat de verschillen veroorzaakt door startroutes wat kleiner zullen zijn, maar mogelijk wel over een wat groter gebied uitgespreid zullen zijn.
  - Voor naderingen zijn er grotere onzekerheden in de vectorgebieden, waarbij lastig is te voorspellen hoe de exacte verdeling van het verkeer over deze vectorgebieden zal zijn. Dit is bijvoorbeeld het geval in het gebied in de omgeving van Wormer en Middenbeemster (zie verschil nummer 1 en 2 in Figuur 2).

Op basis van met name de laatste twee bovenstaande beperkingen en het feit dat het ontwerp op dit moment een Schetsontwerp betreft zijn tellingen op huis- en inwonerniveau op dit moment nog niet zinvol. Deze studie geeft nu vooral aan in welke gebieden effecten te verwachten zijn, waarbij in een later stadium de verschillen in geluidbelasting in meer detail en met meer zekerheid verder in kaart kunnen worden gebracht. Dit zou kunnen op het moment dat er resultaten van real time simulaties beschikbaar zouden komen. Daarnaast wordt het aanbevolen om ook na een eventuele implementatie de effecten achteraf te evalueren op basis van gegevens uit de praktijk.

## 5.1.2 Geluidbelasting – Rotterdam verkeer

Voor de geluidbelasting in  $L_{den}$  zijn de resultaten opgenomen in Figuur 5. De geluidbelasting is weergegeven voor 45 en 48 dB(A)  $L_{den}$ .



Figuur 5 - Rotterdam kwantitatieve analyse  $L_{den}$

De aangepaste startroute heeft vrijwel geen effect op de ligging van de op de 48 dB(A)  $L_{den}$ -contour. Om de effecten ook in een groter gebied rondom de luchthaven in kaart te brengen is naast de 48 dB(A)-contour ook de 45 dB(A)  $L_{den}$ -contour weergegeven. Hierbij zijn wel twee verschillen zichtbaar:

1. Ter hoogte van Zevenhuizen wordt de contour enkele tientallen meters breder in zuidoostelijke richting.
2. Nog verder oostelijk, in het gebied tussen Zevenhuizen en bedrijvenpark Doelwijk zijn grotere verschillen zichtbaar. Gezien het landgebruik (agrarisch / zonnepanelenvelden) is de impact van de deze verandering naar verwachting beperkt.

## 5.2 Stikstofuitstoot – Schiphol verkeer

De effecten van veranderingen in het luchtruim op de totale hoeveelheid stikstofuitstoot beperken zich tot de landingen. Bij starts is onder de 3.000 voet geen verschil in hoogteverloop tussen de huidige situatie en het Schetsontwerp. Echter leiden de verschuivingen van startend verkeer tussen baan 18L en 24 en tussen 36C en 36L tot een verschuiving van emissielocaties.

Bij landingen kunnen veranderingen ten aanzien van de landingsprofielen (vanaf 3.000 voet tot de grond), de hoogte en locatie waar emissies plaatsvinden langs de route veranderen. Dit komt bijvoorbeeld doordat langere of kortere horizontale segmenten worden gevlogen. Dit resulteert dan mogelijk in een verschuiving van emissielocatie en hoeveelheid emissies. De veranderingen in de hoeveelheid emissies zijn in dit onderzoek in kaart gebracht.

Tabel 1 - Totale hoeveelheid NO<sub>x</sub> in tonnen, uitgesplitst naar landingen en starts

NO <sub>x</sub> -ton	Landingen	Starts	Totaal
Schetsontwerp	459	1550	2009
Huidige situatie	479	1550	2029
Vershil	-20	0	-20
Vershil%	-4%	0%	-1%

In Tabel 1 is te zien dat voor landingen in het Schetsontwerp 20 ton minder NO<sub>x</sub> wordt uitgestoten. Dit is een afname van 4%. Voor starts zijn er geen verschillen, zoals verwacht. De afname van 4% op de landingsemissies resulteert in een afname van 1% in de totale hoeveelheid NO<sub>x</sub>.

Uit de deelresultaten blijkt dat het verschil in landingsemissies hoofdzakelijk kan worden toegeschreven aan de landingen op 18C. Hierbij vliegen vliegtuigen in de hoofdstructuur korter horizontaal op 3.000 voet dan in de huidige situatie. Bij nader onderzoek blijkt dat dit te wijten is aan een limitatie in de AirTOP-modellering, waardoor vliegtuigen scherper indraaien naar de ILS van 18C in plaats van een normale interceptiehoek van ongeveer 30 graden te vliegen, zie AirTOP-limitaties in paragraaf 3.1.2. Verwacht wordt dat de hoogteprofielen van 0 tot 3.000 voet in principe ongewijzigd blijven, waardoor de afname die nu optreedt, tenietgedaan wordt. Dit zou impliceren dat de totale NO<sub>x</sub>-emissies ongewijzigd blijven.

Bij de verplaatsing van startend verkeer van baan 18L naar 24 wordt de locatie van de uitstoot van ongeveer 9 tot 10 ton NO<sub>x</sub> verplaatst. Hierdoor neemt de NO<sub>x</sub>-uitstoot op baan 24 toe, terwijl deze op baan 18L afneemt. Daarnaast vindt er een verplaatsing plaats van emissies van startend verkeer van baan 36C naar 36L. Hierbij wordt de locatie van de uitstoot van ongeveer 4 ton NO<sub>x</sub> verplaatst. Als gevolg hiervan neemt de NO<sub>x</sub>-uitstoot op baan 36L toe, terwijl deze op baan 36C afneemt.

Op basis van deze analyse kan worden geconcludeerd dat de hoogteprofielen tussen de 0 en 3.000 voet nauwelijks veranderen, waardoor ook de totale hoeveelheid NO<sub>x</sub> nauwelijks verandert. Echter de ruimtelijke distributie van de uitstoot zal wel veranderen, overeenkomstig met de verplaatsing van vluchten tussen banen en routes.

## 5.3 CO<sub>2</sub>-uitstoot en vliegafstand – Schiphol verkeer

Verschillen in uitstoot van CO<sub>2</sub> tussen de huidige situatie en Schetsontwerp kunnen verscheidene oorzaken hebben. Zo kan een verandering in hoogteverloop voor verschil in CO<sub>2</sub>-uitstoot geven, bijvoorbeeld omdat sneller wordt gedaald of juist langer op hogere hoogte wordt gebleven. Daarnaast kunnen de aanpassingen aan routes ervoor zorgen dat vliegtuigen zich langer of juist korter in het Nederlandse luchtruim bevinden. Een benadering van het Nederlandse luchtruim (cirkel van 185 km om het baken PAMPUS nabij Muiden) is gekozen als afbakening van het gebied waarin de CO<sub>2</sub>-emissie en vliegafstand wordt berekend. Dit is gedaan om de efficiëntie binnen het Nederlandse luchtruim te bepalen, zonder de (onbekende) effecten van ATC buiten het Nederlandse luchtruim mee te nemen. Een maat voor routelengte is de vliegafstand, deze is per scenario inzichtelijk gemaakt door alle vliegafstanden te sommeren.

De totale hoeveelheid berekende CO<sub>2</sub>-uitstoot voor de huidige situatie en Schetsontwerp is respectievelijk 1215 kiloton en 1218 kiloton (Tabel 2). Dit betekent dat in het Schetsontwerp 3 kiloton meer CO<sub>2</sub> wordt uitgestoten, wat

neerkomt op een 0,25% verschil. Vanwege de onzekerheden in de berekeningen noemen we dit kleine verschil “geen significant verschil” in totale CO<sub>2</sub>-uitstoot ten opzichte van de huidige situatie.

Tabel 2 - Totale hoeveelheid CO<sub>2</sub> in kilotonnen, uitgesplitst naar landingen en starts

CO <sub>2</sub> -kiloton	Landingen	Starts	Totaal
Schetsontwerp	249	969	1218
Huidige situatie	248	967	1215
Vershil	1	2	3
Vershil%	0%	0%	0%

Wanneer de resultaten worden uitgesplitst naar banen en baancombinaties is te zien dat het verplaatsen van verkeer van de ene baan naar een andere baan kan zorgen voor meer of minder emissies voor die betreffende banen. Dit effect is duidelijk te zien bij bijvoorbeeld 18L en 24. De emissies ten gevolge van startend verkeer van baan 24 nemen met bijna 12 kiloton toe, terwijl de emissie van 18L met iets meer dan 10 kiloton afneemt. De reden dat de emissie-toename groter is dan de emissie-afname, is dat de vliegafstand toeneemt door meer van baan 24 te vliegen. Een soortgelijk effect wordt waargenomen bij de verplaatsing van verkeer tussen 36C en 36L. De toenemende afstand is grotendeels het gevolg van het noordelijker vliegen naar en via de nieuwe aansluiting naar het oosten (via DEZES).

Verder neemt de gevlogen afstand voor de combinatie 18R en 18C toe als gevolg van de zuidelijke verplaatsing van het naderingspunt naar de nieuwe locatie ARTIP. Echter, deze zuidelijke verplaatsing geeft een afname in afstand voor de zuidelijke baancombinatie 06 en 36R. De veranderingen in afstand liggen in de orde van ±1,5%.

De totale toename in afstand voor alle baancombinaties in het Schetsontwerp ten opzichte van de huidige situatie bedraagt 0,44%. De verandering in CO<sub>2</sub>-uitstoot kan niet volledig worden toegeschreven aan deze toename in afstand, aangezien ook het hoogtereverloop een invloed heeft op de CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Berekende toenamen en afnamen in CO<sub>2</sub>-uitstoot voor een aantal andere baancombinaties zijn gering. Deze toenames en afnames in uitstoot worden veroorzaakt door veranderingen in de vliegafstand en het hoogtereverloop, en middelen elkaar vrijwel uit.

## 6 Conclusies

### 6.1 Geluidbelasting – Schiphol verkeer en regionale vliegvelden

Voor Schiphol leiden enkele wijzigingen van het Schetsontwerp tot verplaatsingen van het vliegverkeer en daardoor tot lokale verschillen in de geluidbelasting. De wijzigingen worden veroorzaakt door drie achterliggende oorzaken:

- Het toevoegen van een nieuwe aansluiting naar het oosten (via het punt DEZES): omdat hierdoor een deel van het startend verkeer van startbaan wisselt heeft dit relatief dichtbij Schiphol al effect, bijvoorbeeld bij Hoofddorp.
- Het verplaatsen van naderingspunten: zo heeft bijvoorbeeld het verplaatsen van het punt ARTIP in zuidelijke richting effect op diverse locaties aan de oost- en noordoostkant van Schiphol, bijvoorbeeld bij Wormer en Middenbeemster.
- Het verplaatsen van startroutes: zo heeft verkeer wat via het vertrekpunt NENFI in plaats van IVLUT gaat, effect op de geluidbelasting ten zuidoosten van Schiphol, bijvoorbeeld tussen Abcoude en Hilversum.

Voor regionale vliegvelden is alleen het effect op geluid onderzocht. Experts hebben een inschatting gemaakt van de verwachte effecten. Alleen voor Rotterdam zijn daarnaast beperkte berekeningen gedaan. De volgende effecten treden waarschijnlijk op bij de regionale vliegvelden:

- Rotterdam The Hague Airport: de effecten op geluid zijn beperkt. De beperkte toename van geluid zal optreden boven landelijk gebied.
- Groningen Airport Eelde: er zal geen of een te verwaarlozen effect zijn op geluid in de omgeving van dit vliegveld.
- Maastricht Aachen Airport: voor dit vliegveld worden geen effecten verwacht.
- Eindhoven Airport: er zal geen of een te verwaarlozen effect zijn op geluid in de omgeving van dit vliegveld.

### 6.2 Stikstofuitstoot – Schiphol verkeer

Starts en landingen dragen bij aan de stikstofuitstoot van luchtverkeer. Tijdens de start, door hogere temperaturen en drukken in de vliegtuigmotor, wordt aanzienlijk meer stikstof uitgestoten dan bij landingen.

Bij starts treden onder de 3.000 voet geen verschillen op in hoogteverloop tussen de huidige situatie en het Schetsontwerp. Wel veranderen de hoeveelheden verkeer per startbaan. Daardoor verandert tevens de hoeveelheid uitstoot per locatie.

Bij landingen zijn er geringe verschillen in de emissie per locatie en in de hoeveelheid emissies. Uit de analyses blijkt dat de totale hoeveelheid stikstofuitstoot afneemt met 1% ten gevolge van het Schetsontwerp. Dit komt met name doordat landende vliegtuigen op de Zwanenburgbaan in het model korter horizontaal op 3.000 voet vliegen. De verwachting is dat dit korter vliegen op 3.000 voet in de praktijk minder zal optreden, waardoor de werkelijke afname in stikstofuitstoot kleiner zal zijn. De verwachte afname als gevolg van het Schetsontwerp wordt daarmee kleiner dan 1%. Vanwege de onzekerheden in de berekeningen noemen we dit kleine verschil “geen significant verschil”.

## 6.3 CO<sub>2</sub>-uitstoot – Schiphol verkeer

De berekeningen laten zien dat het Schetsontwerp voor vliegverkeer op Schiphol 0,25% meer CO<sub>2</sub>-uitstoot per jaar geeft. Vanwege de onzekerheden in de berekeningen noemen we dit kleine verschil “geen significant verschil”. De kleine toename komt doordat:

- Een deel van het verkeer vanaf andere banen start. Daardoor worden andere routes gebruikt, waardoor ook de gevlogen afstand en dus de CO<sub>2</sub> uitstoot veranderen. Zo wordt in het noorden van Nederland meer omgevlogen doordat het dagelijkse militaire oefengebied daar groter wordt. In het zuidoosten kunnen juist kortere routes gevlogen worden doordat het dagelijkse militaire oefengebied daar verdwijnt.
- Vliegtuigen in sommige gevallen sneller of langzamer klimmen of dalen. Dit heeft ook invloed op de hoeveelheid CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Hoewel de CO<sub>2</sub>-uitstoot niet verandert in het Schetsontwerp, is één van de doelen van nieuwe indeling van het luchtruim om een basis te leggen voor toekomstige projecten. Deze projecten moeten zorgen voor minder uitstoot en minder geluidhinder van civiele vliegtuigen in de omgeving van vliegvelden.

## 6.4 Aanpak met gebruik van simulaties

Er is gebruik gemaakt van fast-time simulaties, die de praktijk eenvoudiger weergeven. Startende vliegtuigen volgen in simulaties bijvoorbeeld de hele startroute. In de praktijk is dit niet altijd zo. De kans is groot dat de praktijk meer spreiding van het verkeer laat zien. De verschillen tussen de huidige en toekomstige situatie zullen hierdoor mogelijk in een iets groter gebied optreden. Ook zullen de verschillen in dat geval wat kleiner zijn.

Bij landend verkeer is sprake van gebieden waar vliegtuigen instructies krijgen van de luchtverkeersleiding. Deze vliegtuigen volgen geen vaste routes. In die gebieden is het lastiger om te voorspellen hoe in de praktijk precies gevlogen zal worden. De resultaten tussen de huidige en nieuwe situatie zijn in die gebieden daardoor minder zeker.

In het algemeen geldt het volgende: als vliegtuigen vaste routes vliegen zijn effecten met meer zekerheid te bepalen. Als de luchtverkeersleiding steeds de route bepaalt geeft dit meer onzekerheid. Dat laatste speelt bij landend verkeer.

Ten slotte blijken de resultaten in één gebied ten noorden van Schiphol onbetrouwbaar te zijn. De aanbeveling is om te onderzoeken of het model verbeterd kan worden om in dit gebied tot betrouwbaardere resultaten te komen. Hierbij is de inschatting dat dit vooral te maken heeft met het aantal dagen met verkeer in de simulatie, waardoor de verwachting is dat een verhoging van dit aantal dagen zou kunnen leiden tot een betrouwbaarder resultaat.

## 7 Referenties

1. “Schetsontwerp Nieuwe Indeling Nederlandse Luchtruim”, Februari 2025.
2. S.J. Heblj en J. Derei, “Methodenrapport Doc29”, NLR rapport NLR-CR-2019-076, November 2019.
3. ADECS, “Eindproduct Participatietraject (EPP) Nieuw Luchthavenbesluit Rotterdam The Hague Airport (RTHA), Analyses en berekeningen”, November 2022.
4. “m.e.r.-beoordeling ten behoeve van Luchthavenbesluit Groningen Airport Eelde”, Juli 2024.
5. “Besluit van 26 september 2014 tot vaststelling van een luchthavenbesluit voor de militaire luchthaven Eindhoven (Luchthavenbesluit Eindhoven)”, September 2014.
6. “Geluidbelasting rond de luchthaven Eindhoven door militair en civiel vliegverkeer”, NLR-CR-2012-395-PT-1, April 2013.
7. Emissiedatabase luchtvaart en -havens: <https://iplo.nl/thema/lucht/vaststellen-luchtkwaliteit/emissiedatabase-luchtvaart/>
8. BADA-database: <https://www.eurocontrol.int/model/bada>



Accelerating  
the future  
of aerospace

## Koninklijke NLR - Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

Het onderzoekscentrum Koninklijke NLR werkt op objectieve en onafhankelijke wijze 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 ambitieuze toegepast onderzoeksorganisatie, gedreven om te blijven vernieuwen ten behoeve van een duurzame, veilige, efficiënte en effectieve lucht- en ruimtevaart. Op objectieve en onafhankelijke wijze leggen we nu het fundament voor een toekomstgericht betekenisvolle, maatschappelijke impact.

In een snel veranderende wereld zijn de behoeftes op het gebied van mobiliteit en stabiliteit continu in beweging. Bewust van de maatschappelijke urgentie, zorgt NLR ervoor dat kansrijke concepten snel het daglicht zien en transformeren in disruptieve oplossingen dan wel incrementele verbeteringen. Dat kunnen we door de combinatie van diepgaand inzicht in de klantbehoefte, multidisciplinaire expertise en de inzet van onze toonaangevende onderzoeksfaciliteiten. Daarbij vormt NLR in binnen- en buitenland de spilfunctie tussen wetenschap, bedrijfsleven en overheid, en overbruggen we de kloof tussen fundamenteel onderzoek en toepassingen in de praktijk.

NLR neemt het voortouw om Nederlandse en Europese doelstellingen te realiseren. Met onze partners werken we daarbij hard aan een veerkrachtig en duurzaam mobiliteitssysteem, en ondersteunen we de Nederlandse Defensie op alle militaire domeinen waarbij ruimtevaart en cyberspace een alsmar prominentere rol vervullen. Vanuit de hoofdvestigingen in Amsterdam en Marknesse en onze twee satellietvestigingen draagt NLR zo bij aan een veilige en duurzamere maatschappij, waarbij we de concurrentiepositie van het Nederlandse bedrijfsleven verstevigen.

Voor meer informatie bezoek: [www.nlr.nl](http://www.nlr.nl)

#### Postal address

PO Box 90502  
1006 BM Amsterdam, The Netherlands  
✉ [info@nlr.nl](mailto:info@nlr.nl) 🌐 [www.nlr.nl](http://www.nlr.nl)

#### Royal NLR

Anthony Fokkerweg 2  
1059 CM Amsterdam, The Netherlands  
☎ +31 88 511 3113

Voorsterweg 31  
8316 PR Marknesse, The Netherlands  
☎ +31 88 511 4444