RAPPORT

Plan-MER Luchtruimherziening

Klant: ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Referentie: BG7220TPRP2011191222

Status: Definitief/P02.0

Datum: 4 januari 2021

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

nlr Dedicated to innovation in aerospace

Open

Dedicated to innovation in aerospace

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

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

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

Titel document: Plan-MER Luchtruimherziening

Ondertitel:
Referentie: BG7220TPRP2011191222
Status: P02.0/Definitief
Datum: 4 januari 2021
Projectnaam: PLRH
Projectnummer: BG7220
Auteur(s): NLR en RoyalHaskoningDHV

Opgesteld door: NLR en RoyalHaskoningDHV

Gecontroleerd door: Bescherming persoonlijke levenssfeer

Datum: Januari 2021

Goedgekeurd door: Bescherming persoonlijke levenssfeer

Datum: 4/1/2021

Classificatie
Open

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.Let op: dit document bevat persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V. en dient voor publicatie of anderszins openbaar maken te worden geanonimiseerd.

Inhoud

SAMENVATTING 1

DEEL A: De hoofdlijnen voor de besluitvorming 14

1 Inleiding tot het programma Luchtruimherziening en plan-MER 15
1.1 Aanleiding voor het programma Luchtruimherziening 15
1.2 Opgave en doelen voor het programma Luchtruimherziening 15
1.3 In welke fase bevindt het proces zich en wie zijn er betrokken? 17
1.4 Een plan-MER voor het programma Luchtruimherziening; waarom? 20
1.5 Verantwoording verwerking advies Commissie m.e.r. 21
1.6 Opgaven voor het plan-MER 22
1.7 Opzet van het plan-MER op hoofdlijnen 22

2 De luchtruimherziening; waar gaat dat eigenlijk over? 24
2.1 Het luchtruim als geheel 24
2.2 Het luchtruim heeft een hoofdstructuur 25
2.3 In de hoofdstructuur wordt het luchtverkeer afgehandeld 29
2.4 Wat wordt nu herzien? 31
2.5 Waar gaat de luchtruimherziening dus niet over? 31

3 Hoe wordt het onderzoek aangepakt? 33
3.1 Algemene m.e.r.-systematiek 33
3.2 Cyclisch proces tot het VKA 33
3.3 Toetsingskader 38
3.4 Methode van scoren 39
3.5 Referentiesituatie en zichtjaren 40
3.6 Studiegebied en detailniveau 41
3.7 Aard en context effectbepaling PLRH 43

4 Alternatieven en bouwstenen 44
4.1 Cyclus 1: alternatief Vast versus Flexibel 45
4.2 Cyclus 2: alternatief Samen versus Apart 49
4.3 Cyclus 3: keuzes voor aanvullende bouwstenen 51

5 Beschrijving en integrale beoordeling VKA 55
5.1 Beschrijving VKA 55
5.2 Cyclus 4: beoordeling VKA 58

6 Wat is nog meer relevant voor besluitvorming PLRH vanuit de m.e.r.? 68
6.1 Tijdelijke maatregelen en effecten tot 2025 68
6.2 Vervolgstappen 68
6.3 Leemten in kennis en onzekerheden 68
6.4 Voorzet voor het monitoringsprogramma 70

7 Begrippen en afkortingen 72

8 Referenties deel A 76

DEEL B: Uitwerking onderzoek en uitgangspunten 77

9 Uitgangspunten voor de luchtruimherziening 78
9.1 Algemene uitgangspunten 78
9.2 Uitgangspunten Internationaal 79
9.3 Raakvlakken Internationaal 82
9.4 Uitgangspunten Nationaal 84
9.5 Raakvlakken Nationaal 85

10 Keuzes voor de hoofdstructuur 87

11 Referentiesituatie en aanpak voor thematische effectbeoordeling 91
11.1 Uitgangspunten voor de thematische referentiesituatie 91
11.2 Luchtvaartnota als basis voor referentie Luchtruimherziening 95
11.3 Enkele opmerkingen over de effectbepaling 96
11.4 Veiligheid 98
11.5 Geluid 101
11.6 Emissies 107
11.7 Natuur 112
11.8 Ruimtebeslag 115
11.9 Efficiëntie 119
11.10 Capaciteit 120

12 Effectbeoordeling cyclus 1: Vast of Flexibel 124
12.1 Veiligheid 125
12.2 Geluid 131
12.3 Emissies 143
12.4 Natuur 147
12.5 Ruimtebeslag 149
12.6 Efficiëntie 149

12.7 Capaciteit 151
12.8 Overzicht van effecten 155

13 Effectbeoordeling cyclus 2: Apart of Samen 156
13.1 Veiligheid 156
13.2 Geluid 158
13.3 Emissies 160
13.4 Natuur 161
13.5 Ruimtebeslag 163
13.6 Efficiëntie 163
13.7 Capaciteit 164
13.8 Overzicht van effecten 166

14 Effectbeoordeling cyclus 3: losse bouwstenen 167
14.1 Geavanceerde DMAN 167
14.2 RECAT-EU en PWS 168
14.3 Reductie minimale separatie in het naderingsluchtruim 169
14.4 Reductie minimale separatie in het tussenliggend luchtruim 170
14.5 Integratie AMAN/DMAN proces 172
14.6 Dynamisch flowmanagement 173
14.7 Het delen van informatie op de luchthavens verbeteren 174
14.8 Best Equipped, Best Served (BEBS) principe 174
14.9 Noise Abatement Procedure 2 (NADP 2) 177
14.10 Gekromde naderingen 178
14.11 Steilere ILS 182
14.12 Eén SID per baan 184
14.13 SIDs: boven zee wanneer mogelijk 188
14.14 Niet afwijken van de SID tot 6.000 voet 189
14.15 Flexibele vertrekprocedures 191
14.16 Elke sector maar één baan 193
14.17 Flexibele fixes 193
14.18 Groot aantal fixes 195
14.19 Niet holden 196
14.20 Meerdere entry-punten voor militair oefengebied 197
14.21 Advanced FUA 197
14.22 Conditionele routes door actief militair gebied 199
14.23 Beschouwing beoordeling bouwstenen 200

15 Effectbeoordeling cyclus 4: Voorkeursalternatief 202
15.1 Veiligheid 202
15.2 Geluid 205
15.3 Emissies 212
15.4 Natuur 214
15.5 Ruimtebeslag 215
15.6 Efficiëntie 216
15.7 Capaciteit 218
15.8 Overzicht van effecten 222

16 Gevoeligheidsanalyse 223
16.1 Veiligheid 224
16.2 Geluid 226
16.3 Emissies 232
16.4 Natuur 234
16.5 Ruimtebeslag 235
16.6 Efficiëntie 235
16.7 Capaciteit 237

17 Referenties deel B 238

DEEL C: Bijlagen 242

SAMENVATTING

Inleiding

Dit is de samenvatting van het plan-MER bij de (ontwerp-)Voorkeursbeslissing Luchtruimherziening. Het volledige Plan-MER, de Voorkeursbeslissing en andere informatie over de luchtruimherziening is op https://www.luchtvaartindetoekomst.nl/herziening-luchtruim te vinden.

Dit plan-MER geeft informatie over de milieugevolgen van de luchtruimherziening. Die herziening bestaat uit een nieuwe indeling van het Nederlandse luchtruim en de manier waarop in de toekomst het dagelijks luchtverkeer wordt afgehandeld. De informatie in het plan-MER dient twee doelen:

1. De milieugevolgen volwaardig meewegen bij het nemen van een besluit over het Voorkeursalternatief voor de luchtruimherziening;
2. Belanghebbenden informeren over de milieugevolgen van dit Voorkeursalternatief.

Er bestaat geen wettelijke verplichting voor een milieueffectrapportage bij de Voorkeursbeslissing voor de Luchtruimherziening. Toch hebben de minister van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en de staatssecretaris van Defensie besloten een plan-MER te laten maken. Met het plan-MER onderbouwen zij zorgvuldig en voor iedereen navolgbaar hun keuzes. Naast het plan-MER is een Passende Beoordeling op Hoofdlijnen opgesteld over de mogelijke effecten op Natura 2000-gebieden.

Het begrip ‘milieugevolgen’ is in het plan-MER breed opgevat. Het plan-MER brengt niet alleen de gevolgen van de luchtruimherziening voor het milieu in beeld. Ook de effecten voor de luchtvaart zijn onderzocht. Verderop in deze samenvatting staat hoe dat is gedaan.

De effecten in het plan-MER zijn gebruikt om stap voor stap tot de Voorkeursbeslissing Luchtruimherziening te komen. Tijdens het planproces is veel overleg gevoerd met provincies, gemeenten, luchtruimgebruikers en maatschappelijke partijen. Het plan-MER beschrijft de gevolgen voor het milieu als het eindresultaat en geeft inzicht in het verloop van het planproces.

De samenwerkende bureaus RHDHV en NLR hebben het plan-MER opgesteld en de alternatieven voor de luchtruimherziening onafhankelijk op hun effecten getoetst. De minister van IenW en de staatssecretaris van Defensie vormen het bevoegd gezag en hebben het plan-MER goedgekeurd.

Als u op- en aanmerkingen of suggesties heeft over het plan-MER, de Passende Beoordeling op Hoofdlijnen of de ontwerp-Voorkeursbeslissing Luchtruimherziening dan kunt u een zienswijze indienen. Ook brengt de Commissie m.e.r. onafhankelijk advies uit over het Plan-MER. De minister en staatssecretaris stellen daarna de Voorkeursbeslissing vast. In een Nota van antwoord leggen ze uit hoe zij de zienswijzen en het advies van de Commissie m.e.r. daarbij hebben benut.

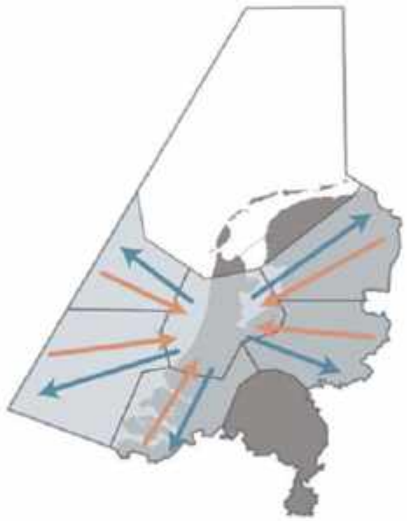
De Voorkeursbeslissing gaat over de grote lijnen van de indeling en het toekomstige gebruik van het luchtruim. De effecten voor het milieu en de luchtvaart zijn in dit plan-MER op datzelfde algemene niveau onderzocht. Vervolgstappen zijn nodig om het ontwerp en de effecten meer precies in beeld te brengen. Dat gebeurt als volgende stap in het Programma luchtruimherziening: de planuitwerking.

Waarom een herziening van het Luchtruim?

Waarover gaat de luchtruimherziening?

De herziening van het luchtruim gaat over een andere indeling van het Nederlandse luchtruim in vlakken, lagen en vliegtijden (gebruik van ruimte, hoogte en tijd). De herziening van het Nederlandse luchtruim gaat ook over het toepassen van andere middelen en werkwijzen voor het afhandelen van het

luchtverkeer. Met het Nederlands luchtruim wordt in het kader van de luchtruimherziening de zogenaamde **Amsterdam Flight Information Region (FIR)** bedoeld. De Amsterdam FIR strekt zich uit boven het Nederlandse grondgebied en een groot deel van de Noordzee (zie ook de figuur hieronder) en van de grond tot aan een hoogte van ruim 20 kilometer.



Het luchtruim wordt door verschillende civiele en militaire luchtruimgebruikers gebruikt. Om te voorkomen dat deze gebruikers van het luchtruim in conflict met elkaar komen, is het luchtruim opgedeeld in diverse lagen en gebieden met specifiek doelen. Binnen deze lagen en gebieden gelden specifieke regels voor het gebruik ervan. Ook zijn er verschillende instanties die dit gebruik regelen en in de gaten houden. Dit allemaal bij elkaar wordt ook wel de **hoofdstructuur** genoemd.

In de hoofdstructuur wordt het luchtverkeer afgehandeld, door middel van een zogenaamd **operationeel concept**. De luchtruimherziening gaat ook over de veranderingen in de afhandeling van het luchtverkeer. Te denken valt bijvoorbeeld aan “kies je voor vaste vliegroutes of wil je dat deze flexibel zijn, hoe regel je de korte en lange termijnplanning voor naderend en vertrekkend luchtverkeer en voor welke systeemondersteuning voor luchtverkeerleiders kies je?” Dit zijn slechts enkele voorbeelden die belangrijk zijn voor het operationeel concept. Uiteraard moeten toekomstige keuzes binnen het operationeel concept rekening houden met de hoofdstructuur. Hierover later onder het kopje “Wat staat er in het Voorkeursalternatief?” meer.

Wat is nu het probleem en/of wat dreigt het in de toekomst te worden?

De luchtvaart is afgelopen decennia fors gegroeid, nieuwe vormen van luchtvaart (zoals drones) dienen zich aan en de komst van de F-35 vraagt om andere militaire oefenruimte. Ook wordt de druk op het woon- en leefmilieu steeds groter. De huidige indeling van het Nederlandse luchtruim en de manier waarop het dagelijkse luchtverkeer wordt afgehandeld levert nu al milieuknelpunten en ook vertragingen van vluchten voor passagiers en vracht op. Ook biedt het geen ruimte om de toekomstige veranderingen aan te kunnen. Verwacht wordt dat de groei in de civiele luchtvaart zich -ondanks de COVID-19-crisis op termijn weer voortzet. Bovendien heeft de COVID-19 crisis geen invloed op de omvang van het militair luchtverkeer en doet het ook niets af aan de noodzaak voor een efficiënt en duurzaam luchtruim. Tegen deze achtergrond is het programma Luchtruimherziening gestart.

Wat is het doel van de Luchtruimherziening?

Het Rijk stelt zich in de Startbeslissing Programma Luchtruimherziening van april 2019, de opgave om in samenwerking met (internationale) partners en in gerichte dialoog met de omgeving (stakeholders) een inrichting en beheer van het luchtruim te realiseren, die integraal en toekomstbestendig is, en is gebaseerd op een zorgvuldige afweging van publieke belangen.

Het programma Luchtruimherziening heeft de volgende doelen:

- efficiënter gebruik en beheer van het luchtruim ten behoeve van alle luchtruimgebruikers;
- verduurzaming: beperken van de impact van vliegroutes op de omgeving en het klimaat (geluidshinder, (ultra)fijnstof, stikstof en CO_2). Defensie draagt hieraan bij door de geluidshinder zoveel mogelijk te beperken.
- verruimen van civiele en militaire capaciteit (militaire missie effectiviteit) in het luchtruim.

Omdat de doelen nauw samenhangen is afgezien van een rangorde of weging van de doelen. Veiligheid staat echter voorop als randvoorwaarde.

De luchtruimherziening moet bijdragen aan beperking van de effecten van de luchtvaart op leefomgeving en klimaat, binnen de voorwaarden en de grenzen die de Luchtvaartnota 2020-2050 stelt.

Het Rijk sluit met de luchtruimherziening aan op de Luchtvaartnota 2020-2050 Verantwoord vliegen naar 2050. De Luchtvaartnota dient de publieke belangen veiligheid, netwerkkwaliteit, leefkwaliteit en duurzaamheid. Per publiek belang wordt in de Voorkeursbeslissing aangegeven welke kaders uit de Luchtvaartnota direct van toepassing zijn op de luchtruimherziening. De Voorkeursbeslissing voor de luchtruimherziening is de eerste beslissing volgend uit de Luchtvaartnota.

Rol van m.e.r. in de totstandkoming van de Voorkeursbeslissing Luchtruimherziening?

De totstandkoming van de Luchtruimherziening verloopt volgens de fasen van het MIRT[1] proces. Deze staan in de figuur hieronder. De Voorkeursbeslissing is het einde van de Verkenningsfase. Op basis van de Voorkeursbeslissing start de Planuitwerkingfase die in 2022/2023 uitmondt in een integrale Programmabeslissing, waarna de implementatie kan starten.

[1] MIRT staat voor Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport; de programmering van grote infrastructurele werken van de Rijksoverheid. Voor het traject van onderzoek tot realisatie van de infrastructuur geldt een gefaseerde aanpak, die de luchtruimherziening ook volgt.

Een m.e.r.-procedure voor de luchtruimherziening in de Verkenningsfase biedt de mogelijkheid om vooraf zowel de milieugevolgen als de gevolgen van de luchtruimherziening voor een efficiënte luchtvaart op een transparante wijze in beeld te brengen. Bovendien heeft dit m.e.r. per stap in het proces om te komen tot een **Voorkeursalternatief (VKA)** tussentijds informatie opgeleverd die bepalend was voor de vervolgstap. Hierover later meer in de beschrijving van de effecten. Het heeft ervoor gezorgd dat de Voorkeursbeslissing, waarin het VKA wordt vastgesteld, zorgvuldig en gemotiveerd tot stand is gekomen.

Wat staat er in het Voorkeursalternatief?

Voorkeursalternatief in het kort
Het Voorkeursalternatief omvat de hoofdstructuur ofwel de indeling van het luchtruim en het operationeel concept bestaande uit technologie, procedures en processen voor de veilige en vlotte afhandeling van het verkeer.

Tussen 2024 en 2027 wordt een nieuwe hoofdstructuur voor het Nederlandse luchtruim gerealiseerd. Deze hoofdstructuur zorgt voor een efficiëntere indeling van het luchtruim die verduurzaming van de luchtvaart mogelijk maakt en zo veel mogelijk tegemoetkomt aan civiele en militaire luchtruimbehoeften. Essentieel onderdeel hiervan is de uitbreiding van een bestaand militair oefengebied (onder andere voor de F-35) in het noorden van het Nederlands luchtruim, met voldoende capaciteit om de militaire missie effectiviteit te verbeteren. De nieuwe hoofdstructuur geeft invulling aan verduurzaming door onder meer een herinrichting van het naderingsgebied van de luchthaven Schiphol, waarmee wordt beoogd de CO2-impact en de geluidshinder te beperken. Ook wordt de zuidoostelijke ontsluiting voor het handelsverkeer van en naar Nederlandse luchthavens verbeterd.

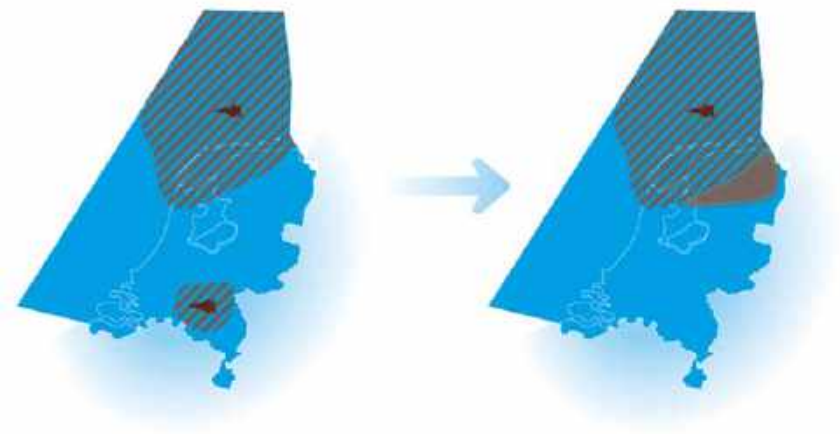
Het nieuwe operationeel concept 2035 bouwt voort op deze nieuwe hoofdstructuur en is samengesteld uit verschillende **bouwstenen** (maatregelen) zoals verschillende planningstools en de systeemondersteuning voor luchtverkeerleiders. Doel van dit nieuwe concept is het maximaal faciliteren van continu dalen en stijgen van luchtverkeer. Een vast routestelsel met een nauwkeurige planning is één van de belangrijkste pijlers. Bouwstenen die bijdragen aan de voorspelbaarheid van geluid op de grond vormen een andere belangrijke pijler.

Om de planning zo min mogelijk te verstoren wordt bovendien de samenwerking tussen luchthavens, luchtverkeersleidingsorganisaties, de manager van het Europese luchtverkeersnetwerk en de luchtvaartmaatschappijen geïntensiveerd. Ook gaan de militaire en civiele luchtverkeersleidings-organisatie op in één gezamenlijke organisatie.

Wat is er in het MER getoetst en wat zijn de uitkomsten?

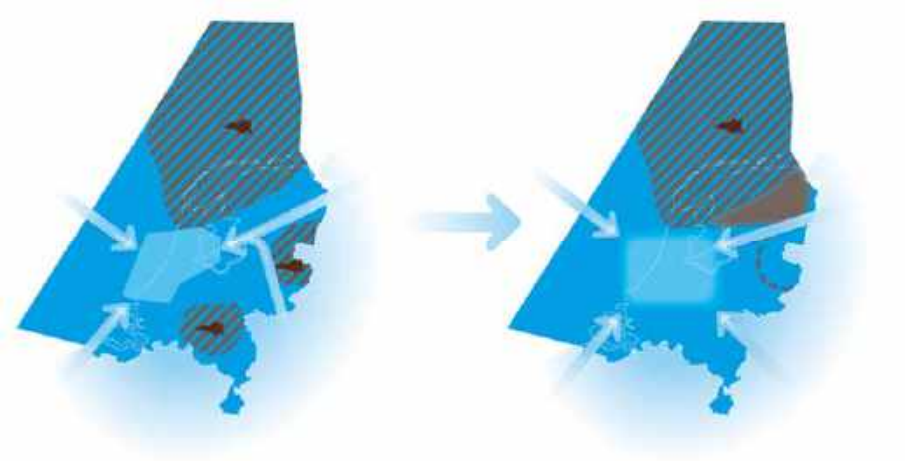
Hoofdstructuur
De hoofdstructuur legt de basis voor de stapsgewijze invoering van de bouwstenen uit het Voorkeursalternatief voor het gebruik en de organisatie van het Nederlands luchtruim. Het plan-MER toetst de effecten van de hoofdstructuur in 2025, zonder dat nieuwe bouwstenen zijn ingevoerd. Het plan-MER toetst ook de effecten van de hoofdstructuur in 2035, inclusief alle nieuwe bouwstenen.
Van de nieuwe hoofdstructuur zijn alleen hoofdkeuzes bekend waardoor geen (gedetailleerde) geografische effecten zijn te bepalen. De effecten van de gewijzigde hoofdstructuur kunnen pas echt goed in beeld worden gebracht als een verdere uitwerking van de routestructuur van het luchtverkeer heeft plaatsgevonden. Dit wordt gedaan in de Planuitwerkingsfase.

In het MER is geen alternatievenonderzoek gedaan naar een nieuwe hoofdstructuur zoals deze in de Startbeslissing van april 2019 is aangekondigd. De beperkte omvang van het Nederlandse luchtruim en de totale luchtruimbehoefte van de gebruikers hebben er toe geleid dat maar één haalbare mogelijkheid voorhanden bleek te zijn. In onderstaande afbeeldingen zijn de veranderingen in de hoofdstructuur aangeven. Links is de oude situatie en rechts de nieuwe situatie zichtbaar.



Voor het Noordelijk oefengebied wordt in de Voorkeursbeslissing aangegeven waarom er geen realistische alternatieven binnen Nederland zijn. Ook vanuit het oogpunt van de omgeving en het effect op de Europese civiele luchtvaart is dit de meest geschikte locatie. In het zuidoosten van het Nederlandse luchtruim komt luchtruim beschikbaar voor civiel gebruik. Samen met de aanleg van een vierde naderingsstroom naar Schiphol zorgt dit voor korter vliegen van en naar het zuidoosten.

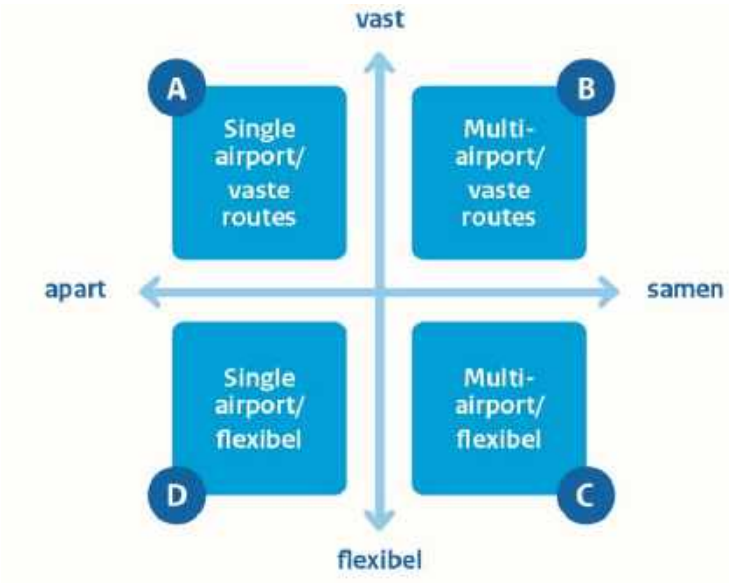
Bovenstaand figuur geeft de verplaatsing uit het zuiden van Nederland en uitbreiding van het militair oefengebied in noorden van Nederland weer. Onderstaand figuur geeft de toekomstige verdeling van het luchtverkeer Schiphol via vier in plaats van de huidige drie naderingspunten Schiphol aan.



Alternatieven voor het operationeel concept

In het MER zijn verschillende mogelijkheden bekeken voor de afhandeling van het luchtverkeer in het Nederlandse luchtruim, de zogenaamde invulling van het operationeel concept. In totaal zijn vier verschillende mogelijkheden bekeken en beoordeeld op de bijdrage aan de programmadoelen. “Kiezen we voor vaste routes, vlieghoogten en planning voor het luchtverkeer of worden deze tijdens de vlucht pas ingevuld? (Vast versus Flexibel) Gaan we uit van één gedeeld luchtruim voor de luchthavens Schiphol, Lelystad en Rotterdam of houden we rekening met drie eigen afzonderlijke delen van het luchtruim, dus voor elke luchthaven één? (Samen versus Apart)”

Deze vier mogelijkheden, **alternatieven** genoemd, worden hieronder in een plaatje aangegeven.



In het MER is eerst een vergelijking gemaakt tussen het alternatief **Vast** en **Flexibel**, en vervolgens tussen het alternatief **Samen** en **Apart**. Het is dus niet zo dat er een keuze wordt gemaakt uit één van de vier alternatieven. Het resultaat van de vergelijkingen leverde de informatie om een Voorkeursalternatief samen te stellen.

Bij elk van de alternatieven hoort een specifiek **cluster** van bouwstenen (pakket aan maatregelen). Deze maatregelen zijn kenmerkend voor dat alternatief. Daarnaast zijn er nog bouwstenen die aanvullend kunnen worden toegepast maar die niet per se horen bij een alternatief. In het MER zijn de meest relevante bouwstenen beoordeeld.

Alternatief	Bouwstenen[2]
Vast	• Trajectory Based Operations • Extended Arrival Management (E-AMAN) • Naderen via een stelsel van vaste routepunten • Controlled Time of Arrival (CTA) • Free Route Airspace (FRA) op lagere hoogte • Buizen
Flexibel	• Extended Arrival Management (E-AMAN) • Gates concept • Vaste Naderingsroutes
Apart	Geen aanvullende bouwstenen
Samen	• Multi-airport systeem • Afstemming baangebruik

Wat zijn de effecten van de alternatieven en aanvullende bouwstenen?
Het instrument m.e.r. is bewust ingezet om de alternatieven en bouwstenen te toetsen op meer criteria dan alleen het milieu; hieronder vallen veiligheid en duurzaamheid. Om een indruk te krijgen hoe deze aansluiten op de doelen van de luchtruimherziening zijn ook criteria als efficiënt gebruik en beheer en capaciteit beschouwd (zie doelthema's in toetsingskader plan-MER). Daardoor ontstaat een volledig overzicht aan effecten die meegewogen kunnen worden voor de Voorkeursbeslissing.
Hieronder staat het Toetsingskader plan-MER uitgesplitst naar de doelen van het programma.

Doelthema	Toetscriterium
Randvoorwaarde veiligheid	ongevalsrisico; externe veiligheid
Verduurzaming	geluid (geluidbelasting, voorspelbaarheid, ontwerpruimte bij het maken van routes); emissies (klimaat, luchtkwaliteit); natuur (stikstofdepositie; verstoring); beperking van gebruik van grond
Efficiënt gebruik en beheer	vluchtefficiëntie; efficiëntie militaire transit
Capaciteit	uurcapaciteit civiel handelsverkeer; robuustheid en punctualiteit; beschikbaarheid luchtruim voor militair verkeer; beschikbaarheid luchtruim voor General Aviation; beschikbaarheid luchtruim voor drones

[2] *Bij Apart en Samen zijn de bouwstenen benoemd die aanvullend zijn op Vast. Voor verdere uitleg van de bouwstenen wordt verwezen naar de hoofdtekst van het plan-MER.*

De eerste en belangrijkste keuze is de keuze over welke routeconcept in de toekomst gehanteerd moet gaan worden. Daarom is in het plan-MER is als eerste gekeken naar de effecten van de alternatieven Vast en Flexibel. Ten opzichte van de **referentiesituatie**[3], dit is de situatie in 2035 zonder luchtruimherziening, scoren alle criteria neutraal, positief of heel positief. Dit betekent dus dat allebei de alternatieven zorgen voor een verbetering.

Op alle criteria scoort het alternatief Vast beter dan, of gelijk aan Flexibel. Het alternatief Vast presteert met name beter op de criteria geluid, emissies, natuur, efficiëntie en capaciteit. De criteria die de meest opvallende verschillende tussen Vast en Flexibel laten zien zijn hieronder kort toegelicht.

Geluid: bij het alternatief Vast wordt de oppervlakte van de geluidcontouren met ongeveer 19% tot 22% verkleind ten opzichte van de referentiesituatie. Met name het naderen in zogenoemde **Buizen** (het verkeer vliegt over vast paden, routes doorkruisen niet en efficiënt klimmen en dalen is mogelijk) zorgt er in dit alternatief voor dat de naderingen van een luchthaven hoger en met minder motorvermogen worden uitgevoerd. Bij het alternatief Flexibel wordt de oppervlakte van de geluidcontouren met ongeveer 4% tot 6% verkleind ten opzichte van de referentiesituatie. Bij gebruik van de maatregel **Vaste naderingsroutes** is de ideale nadering minder vaak mogelijk dan bij het gebruik van de buizen in het alternatief Vast. Dit is ook de reden waarom het alternatief Vast beter scoort op ‘voorspelbaar’ van geluid.

Emissies[4]: bij het alternatief Vast wordt het brandstofgebruik met ongeveer 7% à 8% verminderd ten opzichte van de referentiesituatie. De grootste bijdrage komt van de invoer van Buizen voor de naderingen en vertrekken van een luchthaven, waardoor vliegtuigen meer rechtstreeks kunnen vliegen en de nadering met minder motorvermogen uit kunnen voeren. Het alternatief Flexibel leidt tot een reductie van het brandstofgebruik van ongeveer 2% ten opzichte van de referentiesituatie. Dit is minder dan bij alternatief Vast.

Natuur: de vermindering van het gebruik in brandstof zorgt voor een afname in stikstofdepositie. De verkleining van het geluidsoppervlak voor een afname van geluidverstoring. Beiden leiden tot betere milieucondities voor natuur in vergelijking met de referentiesituatie.

Efficiëntie: bij het alternatief Vast is sprake van een aanzienlijke afname van de totale vliegtijd, ongeveer 9%. De grootste bijdrage komt door het invoeren van de maatregel naderings- en vertrekbuizen, waardoor vliegtuigen meer rechtstreeks kunnen vliegen en in de nadering sneller kunnen dalen. Ook het toepassen van **Free Route Airspace op lagere hoogte** (dus tussen de 7,5 km en 3 km). Hierbij hoeft een vertrekkend vliegtuig vanaf die hoogte niet via een bepaalde route te vliegen. Die vrijheid voor de piloot levert kortere vliegpaden op en zorgt voor een sterke verbetering in de efficiëntie van afhandeling van het civiele handelsverkeer. Bij het alternatief Flexibel neemt de totale vliegtijd met ongeveer 2% af. Het naderen via Vaste Naderingsroutes kan beperkt worden toegepast waardoor het klein positief effect oplevert. Voor beide alternatieven verbetert de efficiëntie door het beschikbaar stellen van een **vierde naderingspunt** voor de naderingen op Schiphol.

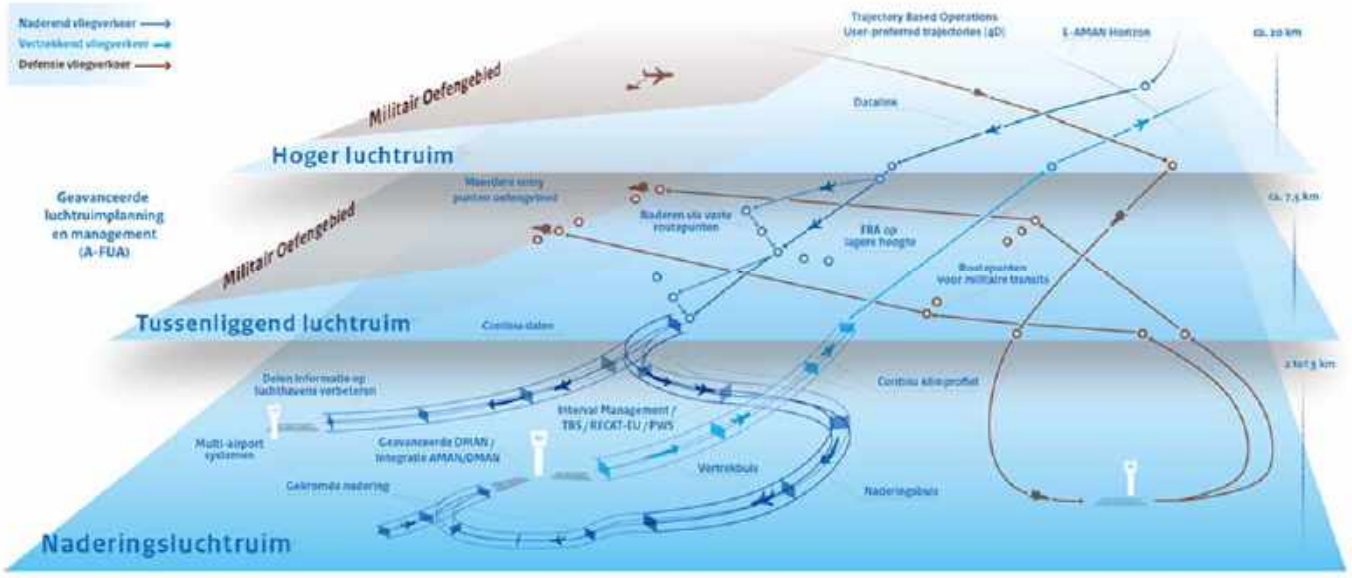
Capaciteit: onder het thema capaciteit valt het criterium robuustheid en punctualiteit. Het alternatief Vast scoort hier beter op dan het alternatief Flexibel, omdat in het alternatief Vast maatregelen zijn opgenomen die er voor zorgen dat de piloot al ver voor de landing instructies ontvangt om op veilige afstand van elkaar naar een luchthaven te vliegen. Het alternatief Flexibel kent op dit gebied geen nieuwe maatregelen.

[3] De referentiesituatie 2035 gaat uit 635.000 vliegbewegingen per jaar, waarvan 538.000 op Schiphol. De alternatieven en bouwstenen gaan uit van dezelfde aantallen vliegbewegingen als in de referentiesituatie.
[4] Het begrip emissies is in dit plan-MER direct gekoppeld aan het brandstofgebruik.

De tweede keuze gaat over de mate van samenwerking en informatie-uitwisseling die nodig is om zo goed mogelijk invulling te geven aan de doelen van het programma. Nadat de effecten van de alternatieven Vast en Flexibel in beeld waren gebracht is gekeken naar de effecten van de alternatieven Samen en Apart. Hiervoor is het alternatief Vast als ijkpunt gebruikt. De alternatieven die zijn vergeleken zijn Vast-Samen en Vast-Apart. Uit de scores komt een klein verschil tussen Vast-Samen en Vast-Apart naar voren. Alleen bij het thema geluid, criterium **ontwerpruimte** is er een verschil. Daar scoort Samen positiever dan Apart. Dit komt omdat in het alternatief Samen de luchtruimgrenzen van de afzonderlijke luchthavens Schiphol, Lelystad en Rotterdam gedeeltelijk zijn weggenomen.

Ten slotte is in het MER onderzocht of nog niet gebruikte losse bouwstenen het operationeel concept kunnen verbeteren. Deze bouwstenen zijn beschreven en uitgebreid op effecten beoordeeld in het Plan-MER. Het gaat hier om heel uiteenlopende bouwstenen. Je kunt hierbij bijvoorbeeld denken aan de introductie van een nieuw managementsysteem voor vertrekkende en naderende vluchten waardoor onder ander het gebruik van de start- en landingsbanen wordt verbeterd, of verfijning van categorieën tot op het niveau van vliegtuigentypes om daarmee de onderlinge vliegtijden tussen vliegtuigen te verminderen. Maar ook het opleggen van verplichtingen aan het luchtverkeer of juist bieden van voordelen aan vliegtuigen of organisaties die een bepaalde uitrusting, functionaliteit of prestatieniveau hebben die kan leiden tot een verbetering van de veiligheid of een vermindering van brandstofgebruik en geluidbelasting.

De bouwstenen de het meest positief scoren op de doelen van het programma tezamen zijn geselecteerd voor het Voorkeursalternatief (VKA). In het figuur hieronder zijn de bouwstenen van het Voorkeursalternatief en de plaats van deze bouwstenen in het luchtruim opgenomen. Dit zijn de losse bouwstenen die het operationeel concept verbeteren plus de bouwstenen die horen bij de combinatie van de alternatieven Vast en Samen. Het VKA is dus een optelsom van een nieuwe hoofdstructuur (luchtruimindeling) en een pakket aan operationele maatregelen welke iteratief is samengesteld naar aanleiding van het alternatieven- en bouwstenenonderzoek.



Wat zijn de effecten van het voorkeursalternatief?

In het MER is het Voorkeursalternatief (VKA) op eenzelfde wijze beoordeeld als de alternatieven en de bouwstenen. In onderstaande tabel staan per beoordelingscriterium de effecten aangegeven. Onder de tabel worden de belangrijkste effecten als gevolg van de ruimtelijke herindeling en het ruimtegebruik per doelthema toegelicht. Uitgangspunt hierbij is dat alle onderdelen van het Voorkeursalternatief volgens plan worden geïmplementeerd en volgens verwachting werken.

Doelthema	(Milieu)thema	Criterium	Referentie 2035	Effectscore VKA
Randvoorwaarde veiligheid	Veiligheid	Ongevalsrisico	0	0
		Externe veiligheid	0	0
Verduurzaming	Geluid	Geluidsbelasting	0	++
		Voorspelbaarheid	0	+
		Ontwerpruimte bij het maken van routes	0	++
	Emissies	Klimaat (CO_2)	0	++
		Luchtkwaliteit	0	0
	Natuur	Stikstofdepositie	0	++
		Verstoringseffecten	0	++
	Ruimtebeslag	Beperkingen van gebruik van grond	0	0
Efficiënt gebruik en beheer	Efficiëntie	Vluchtefficiëntie	0	++
		Efficiëntie militaire transit	0	+
Capaciteit	Capaciteit	Uurcapaciteit voor civiel verkeer	0	+
		Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer	0	+
		Beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer	0	++
		Beschikbaarheid van luchtruim voor GA	0	+
		Beschikbaarheid van luchtruim voor drones	0	+

Randvoorwaarde Veiligheid

Een hoog veiligheidsniveau is en blijft randvoorwaarde voor de luchtruimherziening. Wijzigingen aan het luchtvaartsysteem mogen alleen ingevoerd worden als vooraf aangetoond is dat dat veilig kan, onder andere ter beoordeling van de luchtvaartautoriteiten.

Verreweg de meeste bouwstenen in het VKA kunnen voldoende veilig worden gemaakt. Het VKA heeft geen belangrijk effect op de externe veiligheid.

Verduurzaming

Geluid: het VKA heeft een groot positief effect op de geluidsbelasting in de buurt van luchthavens ten opzichte van de referentiesituatie. Dit is vooral het gevolg van het continue dalen via naderingsbuizen buizen. Vliegtuigen vliegen daarin hoger en gebruiken de motor minder intensief dan in de referentiesituatie 2035. Doordat het naderingsverkeer wordt gebundeld, wordt de geluidsbelasting meer

geconcentreerd. Het uiteindelijke effect van dit alles op een zekere locatie hangt sterk af van de verkeersvolumes, het routeontwerp, het baangebruik en de verkeersmix. Het positieve effect van het VKA op de geluidsbelasting wordt *relatief* groter bij meer vluchten, lagere geluidscontourwaarden en een groter aandeel naderingen. Het VKA heeft vanwege naderingen via buizen (vaste routes met een vast hoogteprofiel) ook een positief effect op de voorspelbaarheid van geluid.
Er zijn twee elementen in het VKA die in sommige lokale gevallen extra voordelen kunnen bieden voor de vermindering van geluidslast bij het nog te maken ontwerp van routes. Dit betreft gekromde naderingen[5] waardoor vliegtuigen kilometers minder lang rechtuit voor de landingsbaan hoeven te vliegen; en het gedeelde gebruik van naderingsluchtruim, in het bijzonder in het cluster van Schiphol, Lelystad en Rotterdam.

Emissies: het VKA heeft een groot positief effect op het brandstofgebruik -een vermindering van ongeveer 8%- en daardoor op de uitstoot van klimaat-gerelateerde emissies, CO2 in het bijzonder. Dit effect is het gevolg van kortere vliegpaden, het dalen met minder motorvermogen en het vliegen op grotere hoogtes tijdens de daling. Met name de aanpassingen aan de hoofdstructuur (een vierde verzamelpunt voor Schiphol, het ontsluiten van het zuidoostelijk deel van het Nederlandse luchtruim voor civiel luchtverkeer), het voorkómen van koersinstructies op lagere hoogtes, de optimalisatie van de naderingsstromen en het gedeeld gebruik van naderingsluchtruimen, hebben hieraan bijgedragen. De grootste winst wordt behaald bij de naderingen op Schiphol. Het VKA heeft geen effect op de luchtkwaliteit in de buurt van de luchthavens.

Natuur: het VKA heeft een groot positief effect op de geluidsverstoring. De oppervlakte binnen de 43 dB(A)-geluidscontour neemt in de orde van 20% af. Het VKA heeft een zeer positief effect op het brandstofgebruik. Om een indicatie te geven van de eventuele relatieve toe- of afname van stikstofdepositie is de hoeveelheid gebruikte brandstof als maat gebruikt. Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat het VKA een positief effect heeft op de stikstofdepositie in Nederland. Het VKA heeft geen effect op vogelaanvaringen. De meeste vogelaanvaringen met luchtvaartuigen vinden plaats op of in de directe nabijheid van luchthavens en het gedrag van vliegtuigen in het VKA is daar niet anders dan in de referentiesituatie.

Ruimtebeslag: de analyses voor de effecten op geluid, veiligheid en luchtkwaliteit geven geen aanleiding om te verwachten dat bouwstenen van het VKA leiden tot belangrijke aanpassingen in de ruimtelijke ordening in 2035.

Efficiënt gebruik en beheer
(Vlucht)efficiëntie kan gezien worden als de besparing van de kosten van de vluchtuitvoering. De belangrijkste variabele kosten van een vlucht zijn die van brandstof en die van de vluchtduur, gerelateerd aan personeel, het gebruik van het vliegtuig en het vliegtuigonderhoud.

Het VKA heeft een zeer positief effect op zowel het brandstofgebruik als de vluchtduur. Hierboven is het positieve effect op het brandstofgebruik al benoemd. Het positieve effect op de vluchtduur is een gevolg van met name kortere paden van de naderingen, grotere hoogtes van de naderingen, optimalisatie van de naderingspunten, de ontsluiting van het zuidoostelijk deel van het luchtruim voor civiel luchtverkeer en kortere taxi- en wachttijden op de luchthaven.

Het VKA heeft ook een positief effect op de efficiëntie van de militaire transits (de verhouding tussen de vliegtijd tussen de vliegbasis en het oefengebied en de effectieve operationele vliegtijd in het oefengebied). Dit is het gevolg van de meerdere naderingspunten voor militair oefengebied.

[5] *Gekromde naderingen veranderen de vliegroutes van de naderingen van ongeveer 6km van de baan tot ongeveer 15km van de baan. Hierdoor kan bijvoorbeeld het overvliegen van kwetsbare gebieden vermeden worden.*

Capaciteit
Het VKA kent verscheidene elementen die de capaciteit van onderdelen van het civiele luchtruim verhogen, onder ander de verbeterde planning, de introductie van andere normen en reductie van minimale tijden en afstanden tussen vliegtuigen, de introductie van een vierde naderingspunt voor Schiphol, en de ontsluiting van het zuidoostelijk deel van het luchtruim voor civiel luchtverkeer. Deze elementen gezamenlijk kunnen in het VKA met name op Schiphol leiden tot een toename van de uurcapaciteit met 8 tot 10 bewegingen per uur ten opzichte van de referentiesituatie.

De verbeterde planning in het VKA voorkomt ook dat het lokaal en tijdelijk te druk wordt in bepaalde delen van het luchtruim waardoor de verkeersafhandeling robuuster en de kans op verlies van punctualiteit lager dan in de referentiesituatie.

Risico op het gebied van robuustheid en punctualiteit: verstoringen, zoals noodweer, sluiting van een baan of snel opkomend slecht zicht, kunnen zo plotseling optreden dat ze niet planmatig voorkomen kunnen worden. Het buizenconcept kan dan deels losgelaten worden om de continuïteit te waarborgen. In het VKA is aangenomen dat 10% tot 20% van de Schiphol-vluchten geen gebruik maken van het buizenconcept.

Het VKA heeft door de uitbreiding van het oefengebied in het noorden een positief effect op de grootte en mate van beschikbaarheid van geschikt luchtruim voor individuele en gezamenlijke militaire oefeningen van de operationele commando's. Het VKA heeft door dynamisch gebruik van luchtruim ook een positief effect op de grootte en mate van beschikbaarheid in de tijd van luchtruim voor General Aviation en Drones.

Gevoeligheidsanalyse
In de gevoeligheidsanalyse is onderzocht of de keuze voor het VKA en de effectvergelijking standhouden wanneer de verkeersvolumes zich anders zouden ontwikkelen. De gevoeligheidsanalyse laat zien dat de prestaties van het VKA ten opzichte van de referentiesituatie 2035 ook in een scenario met geen groei van het aantal vliegbewegingen ten opzichte van huidige situatie (2018) overeind blijven. Ook laat de analyse zien dat het concept ook robuust is bij een hoger aantal bewegingen.

Monitoring en leemten in kennis

Monitoring: Wettelijk bestaat bij activiteiten die worden voorbereid met behulp van m.e.r. de verplichting om evaluatieonderzoek te verrichten. In een MER dient daarom een voorstel voor een evaluatie- of monitoringsprogramma te worden opgenomen. De jaarlijkse monitoring van het programma Luchtruimherziening zal primair gericht zijn op de voortgang van het programma volgens het zogenaamde Transitieplan 2023-2035, gericht op de geleidelijke invoering van de bouwstenen van het voorkeursalternatief (VKA) van 2025 tot aan 2035. Ook de effecten en het behalen van de doelen van het programma zal met regelmaat worden geëvalueerd. Op basis van monitoring en evaluatie wordt jaarlijks verantwoording afgelegd aan de Tweede Kamer en kunnen eventuele aanpassingen in de visie en uitvoering worden gedaan.

Leemten in kennis en onzekerheden: De uitvoering van het beleid en daarmee het al dan niet voordoen van effecten is met onzekerheid omgeven. Daarom is de effectbeschrijving in het MER vooral gericht op het in beeld brengen van de richting van de effecten: is deze positief ten opzichte van de referentie, blijft deze onveranderd of negatief? De effectbeschouwing is deels gedaan met berekeningen en deels op

basis van expert judgement. Hierbij is gebruikt gemaakt van diverse onderzoeksrapporten, beleidsdocumenten en bestaande MER'en. Onzekerheden bij het in beeld brengen van de effecten komen vooral voort uit leemten in kennis, uit onzekerheden over autonome ontwikkelingen in en buiten de luchtvaart en onzekerheden over de nadere uitwerking van het programma en doorwerking van het beleid.

Bij vervolgbesluiten is daarom nader milieuonderzoek nodig om gaandeweg een concreter beeld te vormen van de effecten voor de fysieke leefomgeving. De geanalyseerde effecten van het operationeel concept moeten worden bezien in relatie tot de effecten van de nieuwe hoofdstructuur. De keuze voor een uitbreiding van het noordelijk oefengebied betekent dat er nadelige effecten zullen kunnen zijn, bijvoorbeeld voor de inwoners van Noordoost- Nederland. Deze effecten zijn in dit plan-MER niet meegenomen omdat dat in dit stadium nog niet kon. Eenzelfde opmerking is te maken voor de keuze om uit te gaan van een vierde naderingspunt in combinatie met het verder invoeren van vaste naderingsroutes.

Hoe verder?

Na deze Verkenningsfase volgt de Planuitwerkingsfase. In deze fase zullen vooral de geografische effecten van de op het Voorkeursalternatief gebaseerde ontwerpen (zoals een nader invullingen en detaillering van de hoofdstructuur en het ontwerpen van de vliegroutes) in beeld moeten worden gebracht. Hierbij dienen de kansen die in de Verkenningsfase naar voren zij gekomen zoveel mogelijk worden benut.

De Planuitwerking resulteert in een ontwerp-programmabeslissing. De ontwerp-programmabeslissing zal overeenkomstig de MIRT systematiek worden onderbouwd op het gebied van natuur- en milieueffecten. Ook zal een integrale veiligheidsanalyse worden uitgevoerd. De ontwerp-programmabeslissing en bijbehorende onderbouwing zullen evenals deze voorkeursbeslissing voor zienswijzen worden voorgelegd. Medio 2023 is de definitieve programmabeslissing voorzien.

DEEL A: De hoofdlijnen voor de besluitvorming

1 Inleiding tot het programma Luchtruimherziening en plan-MER

1.1 Aanleiding voor het programma Luchtruimherziening

De indeling van het Nederlandse luchtruim en de manier waarop het dagelijkse luchtverkeer wordt afgehandeld hebben zich sinds het begin van de luchtvaart ontwikkeld. De afgelopen decennia hebben grote veranderingen in het gebruik van het luchtruim plaatsgevonden en deze zullen zich ook in de toekomst blijven voordoen. De luchtvaart is fors gegroeid en er zijn nieuwe vormen van luchtvaart ontstaan (zoals drones). Ook vraagt de komst van nieuwe wapensystemen, zoals de F-35, naar Nederland om een andere militaire oefenruimte. Niet alleen de grenzen aan de capaciteit van het huidige luchtruim zijn bijna bereikt, ook de druk op ons woon- en leefmilieu wordt steeds groter.

De basisstructuur van het huidige luchtruim volstaat niet langer om de toekomstige uitdagingen aan te kunnen op het vlak van duurzaamheid, capaciteit[6] en efficiëntie. Het is daarom noodzakelijk om de indeling én het gebruik van het luchtruim fundamenteel te herzien. Die nieuwe indeling moet mogelijkheden bieden om verkeerstromen te optimaliseren, om geluidshinder en/ of emissies te beperken, gebruiksfuncties in samenhang te bekijken (bijvoorbeeld verkeersstromen van Schiphol en andere civiele luchthavens) en civiele en militaire gebruikersbehoeften in te vullen.

De noodzaak van een integrale herziening van het luchtruim is voor het eerst voorzien in de Luchtruimvisie en door dit kabinet vastgelegd in het regeerakkoord ‘Vertrouwen in de Toekomst’. Daarin staat het voornemen om de indeling van het Nederlandse luchtruim per 2023 of zoveel eerder als mogelijk te herzien.

De integrale behoeftestelling luchtruimgebruik vastgelegd in de Startbeslissing Programma Luchtruimherziening (april 2019) laat zien dat inpassing van alle gebruikerswensen leidt tot beperkingen en knelpunten bij de vele, verschillende luchtruimgebruikers. De gesprekken die door het ministerie zijn gevoerd met stakeholders onderstrepen de grote wens van veel burgers om vliegroutes en het gebruik daarvan duurzaam in te passen in het Nederlandse luchtruim.

Het programma Luchtruimherziening is op zoek gegaan naar een manier om voor álle vluchten samen een veilige, vlotte afhandeling te realiseren met een lage belasting op de leefomgeving. Het programma Luchtruimherziening werkt aan een toekomstig Nederlands luchtruim met voldoende civiele capaciteit en militaire missie effectiviteit, dat efficiënt is ingedeeld en wordt beheerd, en dat de beste condities kent voor duurzaamheid en leefomgeving, met veiligheid als randvoorwaarde.

1.2 Opgave en doelen voor het programma Luchtruimherziening

De luchtruimherziening kent de volgende opgave: “in samenwerking met (internationale) partners en in gerichte dialoog met de omgeving (stakeholders) realiseren van inrichting en beheer van het luchtruim, die integraal en toekomstbestendig is, en gebaseerd op een zorgvuldige afweging van publieke belangen[7]”. Voorliggend plan-MER biedt de basis voor deze afweging van belangen.

[6] Begin 2020 is de wereld getroffen door de COVID-19 crisis als gevolg waarvan het luchtverkeer in grote mate stil is komen te liggen. Er is daarmee sprake van een uitgestelde groei van de civiele luchtvaart, waarmee de herziening van het Nederlandse luchtruim vanuit het oogpunt van capaciteit noodzakelijk blijft. De COVID-19 crisis heeft geen invloed op de omvang van het militair luchtverkeer. De COVID-19 crisis doet ook niets af aan de noodzaak voor een luchtruimherziening in het licht van efficiëntie en duurzaamheid. Het voorliggende plan-MER is gebaseerd op actuele groeiprognoses voor de luchtvaart.
[7] De opgave en doelen zijn vastgesteld in de “Startbeslissing Programma Luchtruimherziening; Samen werken aan het luchtruim”, gepubliceerd in april 2019.

Vanuit deze opgave zijn er voor het programma Luchtruimherziening **drie doelen** opgesteld, deze worden hieronder toegelicht[8].

1. Efficiënter gebruik en beheer van het luchtruim ten behoeve van alle luchtruimgebruikers;
2. Verduurzaming: beperken van de impact van vliegroutes op de omgeving en het klimaat (geluidshinder, (ultra)fijnstof, stikstof en CO_2). Defensie draagt hieraan bij door de geluidshinder zoveel mogelijk te beperken;
3. Verruimen van civiele en militaire capaciteit (militaire missie effectiviteit) in het luchtruim.

In de Onderzoeks- en Verkenningsfase is bewust afgezien van een weging van deze doelen omdat ze met elkaar samenhangen.

Het **verhogen van de veiligheid** in het Nederlandse luchtruim is geen doelstelling op zichzelf maar een harde randvoorwaarde: alle veranderingen in het kader van de herziening worden getoetst op hun veiligheidseffect, zowel individueel als integraal. Daarbij geldt dat de veiligheid (het risico van een ongeval) door de verandering(en) ten minste gelijk moet blijven, en waar mogelijk verder wordt verbeterd.

Efficiënter gebruik en beheer van het luchtruim ten behoeve van alle luchtruimgebruikers
Efficiënter gebruik en beheer van het luchtruim zorgt ervoor dat het dagelijkse gebruik van het luchtruim verbetert. Gedurende de dag wijst de luchtverkeersleiding stukken luchtruim aan voor civiel of militair gebruik. Goede planning is noodzakelijk voor een efficiënt gebruik en beheer.

Verduurzaming: beperken van impact van vliegroutes op de omgeving
Een vlucht is *duurzamer* uitgevoerd als deze op onderdelen is geoptimaliseerd. Een vlucht kan zodanig worden uitgevoerd dat het het geluid en de emissies (CO_2, NO_x, (ultra)fijnstof) beperkt. Uitstoot zal zo veel mogelijk plaatsvinden op plekken waar de impact het laagst is. Het programma zoekt een afhandelingswijze met bijbehorende indeling van het Nederlandse luchtruim waardoor een zo groot mogelijk aantal vluchten op die manier kunnen worden uitgevoerd, met behoud van de mogelijkheden om het gewenste aanbod luchtverkeer op tijd te kunnen afhandelen. Op volgende onderdelen wordt geoptimaliseerd:

- De vliegroute in het horizontale vlak (zo kort mogelijk van vertrek- naar bestemmingsluchthaven);
- De vliegroute in het verticale vlak:
    - Optimaal klimprofiel (Continuous Climb Operation));
    - Continue dalen vanaf kruishoogte naar de baan (Continuous Descent Operation)).

Verruimen van civiele en militaire capaciteit (militaire missie effectiviteit) in het luchtruim
De *capaciteit* van het luchtruim betreft het aantal vliegtuigen per tijdseenheid dat in een deel van het luchtruim kan worden verwerkt. Militaire missie effectiviteit (MME) is de mate waarop militaire missies effectief en efficiënt kunnen worden uitgevoerd en de gestelde doelen worden bereikt uitgedrukt in kwalitatieve en kwantitatieve indicatoren vastgesteld door de militaire uitvoerders.
De operationele effectiviteit van missies wordt mede bepaald door toegankelijk, goed gelegen en voldoende beschikbaar luchtruim in Nederland en directe omgeving voor het uitvoeren van activiteiten die volgen uit de taakstelling van Defensie, zoals aansluitend een combinatie van land- en zeegebied. Voor het Commando Luchtstrijdkrachten betreft dit veelal de beschikbaarheid van voldoende oefenruimte op een aanvaardbare afstand van de militaire luchthavens en op momenten wanneer daar behoefte aan is. Dat stelt Defensie in staat te oefenen zoals ze zouden opereren in conflictsituaties. Door het *verruimen* van de capaciteit van het luchtruim kan ruimte ontstaan voor nieuwe concepten voor de afhandeling van het verkeer, die verduurzaming kunnen opleveren.

[8] *Ibid.*

Voor het bepalen van de definitieve (her)indeling van het luchtruim en het uiteindelijke pakket van maatregelen voor de manier waarop het luchtverkeer wordt afgehandeld, het zogenaamde Voorkeursalternatief (VKA), is gekeken in welke mate de genoemde doelen kunnen worden bereikt. Er is bewust afgezien van een weging van de doelen omdat ze met elkaar samenhangen. De politieke opdracht aan het programma is te zorgen dat op alle drie de doelen substantiële resultaten worden bereikt. Daarbij geldt dat verruiming van de capaciteit en het verhogen van de efficiëntie in gebruik en beheer niet alleen een zelfstandige doelstelling van het programma is maar ook bijdraagt aan de verduurzaming, bijvoorbeeld doordat een naderend vliegtuig minder hoeft te wachten (minder kilometers hoeft te vliegen) voordat het landen kan. De doelen van het programma hangen dus nauw met elkaar samen.

Het programma Luchtruimherziening sluit met deze doelen aan bij de Luchtvaartnota 2020-2050. In de Luchtvaartnota staat het nationale beleid voor de luchtvaart tot 2050. De Luchtvaartnota geeft aan welke publieke belangen de luchtvaart dient. Het betreft: veiligheid, netwerkkwaliteit, leefomgeving en duurzaamheid. Veiligheid is rand voorwaardelijk. Met deze nota zet het kabinet een nieuwe koers uit, gericht op een veilige luchtvaart met een sterk netwerk van internationale verbindingen, minder overlast voor mensen en minde impact op het milieu. De nota stelt niet kwantitatieve groei maar de kwaliteit van de luchtvaart voorop.

De doelen zijn uitwerkt in toetsingscriteria in het plan-MER (zie paragraaf 3.3). De tabel geeft aan hoe de toetsingscriteria aansluiten bij de programmadoelen.

Doelthema	Toetscriterium
Randvoorwaarde veiligheid	Ongevalsrisico, externe veiligheid
Verduurzaming	Geluid (geluidbelasting, voorspelbaarheid, ontwerpruimte bij het maken van routes), emissies (klimaat, luchtkwaliteit); natuur (stikstofdepositie; verstoring), beperking van gebruik van grond
Efficiënt gebruik en beheer	Vluchtefficiëntie, efficiëntie militaire transit
Capaciteit	Uurcapaciteit civiel handelsverkeer, robuustheid en punctualiteit, beschikbaarheid luchtruim voor militair verkeer, beschikbaarheid luchtruim voor General Aviation, beschikbaarheid luchtruim voor drones

1.3 In welke fase bevindt het proces zich en wie zijn er betrokken?

Proces

Het programma Luchtruimherziening hanteert een gefaseerde aanpak, geïnspireerd op het MIRT. (Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport). Kern daarvan is gefaseerde besluitvorming: van breed kijken, belangen en wensen ophalen tot het opstellen van alternatieven en het komen tot één oplossingsrichting. De volgende fasen worden doorlopen: Onderzoeksfase, Verkenning, Planuitwerking en Realisatie. In iedere fase worden stakeholders actief betrokken. Iedere fase eindigt met een beslisdocument waarin inzichtelijk wordt gemaakt hoe een beslissing tot stand is gekomen, wat de beslissing inhoudelijk betekent en wat het vervolgtraject is.

In de Onderzoeksfase is vastgesteld dat er voldoende aanleiding is om het programma te starten. In de Startbeslissing zijn de definitie en afbakening vastgelegd van het probleem dat het programma zal aanpakken, alsmede het proces dat wordt doorlopen in de Verkenning. Daarmee is onder andere besloten

om: "...de Voorkeursbeslissing mede te baseren op een plan-m.e.r. waarin relevante, maatschappelijke effecten van de verkende oplossingsrichtingen worden geanalyseerd."

Het programma bevindt zich nu in de Verkenning: daarin zijn alternatieven en bouwstenen uitgewerkt en getoetst om uiteindelijk te komen tot een Voorkeursalternatief (VKA) dat wordt vastgelegd in de Voorkeursbeslissing (VKB). Voorliggend plan-MER dient ter onderbouwing van die Voorkeursbeslissing.

De Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) is de eerste stap van de plan-m.e.r.[9] geweest en beschrijft de reikwijdte en het detailniveau van dit project. Deze NRD is in september 2019 gepubliceerd en heeft vier weken ter inzage gelegen. De Commissie voor de milieueffectrapportage, een onafhankelijk adviesorgaan heeft op 29 oktober 2019 haar advies over de NRD uitgebracht. Op de zienswijzen op de NRD is, in december 2019, met een Nota van Antwoord gereageerd.

De Commissie voor de milieueffectrapportage adviseert bij de ontwikkeling van alternatieven voor het plan-MER te focussen op maatregelen waarmee de vliegroutes vanuit milieuoogpunt geoptimaliseerd kunnen worden. Voor geluidshinder gaat het dan bijvoorbeeld om het zo veel mogelijk mijden van stedelijke gebieden, en het voorkomen van vluchtsegmenten op relatief lage hoogte bij nadering van, en vertrek vanaf vliegvelden. De CO_2-emissies kunnen beperkt worden door te kiezen voor de kortste routes vanaf en naar de grenzen van het Nederlandse luchtruim. Van belang is ook vliegroutes te onderzoeken die leiden tot minder luchtverontreiniging (stikstofdioxide en (ultra-) fijn stof) in vooral stedelijke gebieden, en tot minder stikstofdepositie en verstoring van vogels in natuurgebieden.

Dit plan-MER wordt gelijktijdig met de Ontwerp-Voorkeursbeslissing gepubliceerd. Op de Ontwerp-Voorkeursbeslissing en op dit plan-MER kan eenieder reageren. Vervolgens wordt de Voorkeursbeslissing (VKB) Luchtruimherziening vastgesteld. Daarna komen nog de Planuitwerking en Realisatie, waarin de Voorkeursbeslissing vervolgens concreet wordt uitgewerkt en toegepast.

Figuur 1-1 Procesfiguur

[9] *In dit document wordt soms de term plan-MER gebruikt en soms de term plan-m.e.r. plan-MER verwijst naar milieueffectrapport; het rapport waarin de onderzoeksresultaten worden beschreven. Plan-m.e.r. verwijst naar milieueffectrapportage; de procedure.*

Programmateam en stakeholders
De herziening komt tot stand in het programma Luchtruimherziening. Daarin werken vijf programmapartners aan een nieuwe inrichting voor het gebruik van het Nederlandse luchtruim. Het programma Luchtruimherziening wordt uitgevoerd door de volgende programmapartners: ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, ministerie van Defensie, Luchtverkeersleiding Nederland (hierna: LVNL), Maastricht Upper Area Control Center (hierna: MUAC) en de Koninklijke Luchtmacht. Het bevoegd gezag en daarmee de regiefunctie voor de luchtruimherziening ligt bij de minister van Infrastructuur en Waterstaat en de staatssecretaris van Defensie.

Het programma Luchtruimherziening organiseert informele en formele participatie met stakeholders. Het programma betrekt stakeholders via een gestructureerde aanpak bij de ontwikkeling van het voorkeursalternatief. Daarbij zijn drie participatiegroepen onderscheiden:
- Bestuurlijke participatie (provincies);
- Gebruikersparticipatie (civiele en militaire luchtruimgebruikers);
- Maatschappelijke participatie (gemeenten, natuur- en belangenorganisaties, bewoners).

De formele participatiemomenten volgen de procedure van de plan-m.e.r.: de inspraak op de NRD (afgerond) en de inspraak op voorliggend plan-MER bij de Voorkeursbeslissing.

Het programma hecht aan de informele interactie met de stakeholders. Het programma licht toe waaraan wordt gewerkt, welke stappen worden gezet en wat vragen en overwegingen zijn. Het programma wil ook horen wat stakeholders bezighoudt, welke belangen zij behartigen, welke suggesties zij doen en welke kijk zij hebben op de indeling en het gebruik van het luchtruim.

Internationale samenwerking
Het luchtruim boven Nederland kan alleen optimaal worden herzien in nauwe afstemming en samenwerking met de ons omringende landen en luchtverkeersleidingorganisaties, en in lijn met Europese regelgeving en ontwikkelingen. Het programma Luchtruimherziening volgt daarom de relevante Europese ontwikkelingen nauwgezet en sluit daarbij aan waar dat mogelijk en nodig is. Waar mogelijk en nodig wordt de luchtruimherziening grensoverschrijdend vormgegeven.

Daarvoor wordt overlegd met verschillende partijen:
- Er wordt informatie uitgewisseld en afgestemd met de buurlanden België, Duitsland, het Verenigd Koninkrijk en Denemarken. Daarbij wordt overlegd met de ministeries van Transport (het bevoegd gezag voor luchtruim aanpassingen in hun lidstaat) en van Defensie in de buurlanden. Ook met de civiele en militaire organisaties die verantwoordelijk zijn voor de luchtverkeersleidingsdiensten en luchtruimbeheer wordt afgestemd.
- Ook de andere partners in FABEC (Functional Airspace Block Europe Central) worden bilateraal en in FABEC-verband geïnformeerd. Het gaat om Luxemburg, Frankrijk en Zwitserland.
- De Eurocontrol Network Manager wordt nauw betrokken bij de werkzaamheden voor de nieuwe hoofdstructuur.

Vanwege het belang van de Luchtruimherziening voor de Nederlandse luchtvaart en het (leef)klimaat is ervoor gekozen niet te wachten op de resultaten die afhankelijk zijn van de internationale samenwerking, en die onderdelen van de Luchtruimherziening door te voeren die betrekking hebben op het Nederlandse deel. Dit is wat in de Voorkeursbeslissing wordt vastgelegd; niet het grensoverschrijdende deel. In de komende jaren zal naar meer samenwerking met de omringende landen gezocht blijven worden.

1.4 Een plan-MER voor het programma Luchtruimherziening; waarom?

Het uitvoeren van een m.e.r.-procedure voor de luchtruimherziening is niet verplicht. Het bevoegd gezag heeft echter bewust gekozen om voor de besluitvorming over het programma Luchtruimherziening, meer specifiek de Voorkeursbeslissing, een m.e.r.-procedure te doorlopen. De m.e.r.-procedure voor de luchtruimherziening brengt zowel de milieugevolgen als de gevolgen op de kwaliteiten van de luchtvaart van het voornemen in beeld, zodat het bevoegd gezag deze kan meewegen in zijn beslissing; zo komt het besluit zorgvuldig en goed gemotiveerd tot stand. De plan-m.e.r.[10] biedt een zorgvuldige procedure, leidt tot de beschikbaarheid van goede beslisinformatie op hoofdlijnen en waarborgt dat iedereen zijn/ haar belangen kan inbrengen. Parallel aan het plan-MER wordt een passende beoordeling opgesteld waarin de mogelijke effecten op Natura 2000-gebieden worden beschouwd. Beide, het plan-MER en de passende beoordeling, worden als bijlage bij de Voorkeursbeslissing gevoegd.

Het consortium van RoyalHaskoningDHV (RHDHV) en NLR heeft het plan-MER opgesteld en de alternatieven en bouwstenen onafhankelijk getoetst. Het ministerie heeft de alternatieven en bouwstenen en het Voorkeursalternatief bepaald als initiatiefnemer, en MER goedgekeurd als bevoegd gezag.

Zorgvuldige procedure
De procedure voor de plan-m.e.r. is gekoppeld aan de besluitvorming over het programma en zorgt voor structuur in het planproces. De eerste stap van de plan-m.e.r., het uitbrengen van de NRD, is bedoeld om het voorgenomen besluit goed te omschrijven en zicht te geven op het onderzoek dat gaat plaatsvinden. De NRD en de mogelijkheid om zienswijzen in te brengen, maakt dat in een vroeg stadium over de opzet van het programma en het onderzoek argumenten naar voren kunnen worden gebracht, die het bevoegd gezag kan betrekken bij de verdere uitwerking. Bij de publicatie van de ontwerp-Voorkeursbeslissing geeft het opgestelde plan-MER de informatie waarop het bevoegd gezag zich mede baseert. Op de ontwerp-Voorkeursbeslissing en op het uitgevoerde onderzoek kunnen wederom zienswijzen worden ingebracht.

Goede informatie
Het doel van een plan-m.e.r. is om in de besluitvorming het milieubelang een volwaardige rol te laten spelen. In plaats van alleen milieu- en natuureffecten mee te nemen, heeft het bevoegd bezag besloten om de reikwijdte van het plan-MER voor de luchtruimherziening te verbreden door ook te kijken naar effecten op capaciteit, efficiëntie en veiligheid (zie: Toetsingskader paragraaf 3.3). In het plan-MER worden op een samenhangende, objectieve en systematische wijze de (milieu)effecten beschreven, die naar verwachting optreden als gevolg van de voorgenomen activiteit en de daarbij redelijk te onderscheiden alternatieven. De onafhankelijke Commissie voor de milieueffectrapportage toetst in een openbaar advies of de milieu-informatie in het opgestelde plan-MER van voldoende kwaliteit is.

Inbreng van belangen en zienswijzen
Eenieder krijgt de mogelijkheid om een zienswijze in te dienen over het plan-MER. Na afloop wordt net als voor de NRD een Nota van Antwoord opgesteld met een reactie op de ingediende zienswijzen. Het plan-MER wordt daarnaast getoetst door de onafhankelijke Commissie voor de milieueffectrapportage, die ook de ingebrachte zienswijzen bij haar advies betrekt.

[10] *Plan-m.e.r. ondersteunt de overheid bij strategische afwegingen. Bij een besluit over realisatie van een concrete activiteit volgt een project-m.e.r. over de milieugevolgen van concrete alternatieven.*

1.5 Verantwoording verwerking advies Commissie m.e.r.

Het advies van de Commissie voor de milieueffectrapportage op de NRD richtte zich op 5 hoofdpunten:
1) Wat is de probleem – en doelstelling (waar doen we het voor)?
2) Wat wil het programma bereiken?
3) Zijn er andere opties dan uitbreiding van militair oefengebied in het noorden (zie ook hoofdstuk 10)?
4) Wordt het milieuaspect zorgvuldig afgewogen en is de keuze toekomstbestendig?
5) Het ontbreken van geografie.

Bij het opstellen van de Voorkeursbeslissing en het plan-MER en het ontwerpen van de alternatieven en bouwstenen is hier als volgt mee omgegaan.

Probleem- en doelstelling
Het programma heeft zichzelf in de Verkenning doelen gesteld op het gebied van efficiëntie, duurzaamheid en capaciteit. De doelen zijn, passend bij de fase waarin het programma Luchtruimherziening zich bevindt, beoordeeld in vergelijking tot de referentie in de vorm van doelbereik in kwalitatieve zin. Het programma kent geen absolute doelen voor capaciteit, klimaat of geluid omdat de realisatie van het programma vooral wordt bepaald door factoren buiten de Luchtruimherziening om, zoals aantallen vluchten en vlootmix. Het programma gebruikt als kader wel de Luchtvaartnota, die duidelijke klimaat- leefbaarheidsdoelen heeft en uitspraken doet over het toekomstige aantal vluchten. Voor efficiëntie en capaciteit zijn geen meetbare doelen geformuleerd.

Er wordt in de VKB aangegeven of het alternatief van voorkeur bijdraagt aan de gestelde doelen en er wordt eveneens beschreven op welke wijze het programma de drie programmadoelen gaat borgen.

Alternatieve opties voor het Noordelijk oefengebied
Voor het Noordelijk oefengebied wordt in de VKB aangeven waarom er geen realistische alternatieven binnen Nederland zijn. Vanwege de omvang van het gebied - het gaat om een gebied van ongeveer 145 x 220km binnen het Nederlandse luchtruim- bestaat alleen in het noorden van het Nederlandse luchtruim de mogelijkheid om dit oefengebied te situeren. Ook vanuit het oogpunt van de omgeving en impact op de Europese netwerkkwaliteit is dit de meest geschikte locatie. Het gebied ligt grotendeels boven zee en het betreft bovendien een minder druk bevlogen deel van het Europese luchtruim. Deze uitbreiding maakt het mogelijk om het militaire oefengebied in het zuiden op te heffen. Dit geeft ruimte voor een herinrichting van het oosten en zuidoosten van het Nederlandse luchtruim en geeft invulling aan een verduurzaming van de civiele luchtvaart. Door de herinrichting van het zuidoosten kan het luchtverkeer van en naar Schiphol worden verdeeld over vier naderingsrichtingen, waardoor de bereikbaarheid verbetert en meer mogelijkheden ontstaan om duurzamer te vliegen.

Weging milieu en toekomstbestendigheid
Voor de toekomstbestendigheid van de analyse en haalbaarheid van de maatregelen wordt naar de nieuwe voorstellen van de EU (Single European Sky) verwezen. Verder brengt de VKB de afwegingen voor wat betreft het wel of niet meenemen van maatregelen (bouwstenen) op basis van onder andere de informatie uit hoofdstuk 4 en deel B van het plan-MER uitvoerig in beeld[11]. De Commissie voor de milieueffectrapportage heeft verzocht bij de ontwikkeling van de alternatieven voldoende “milieu op te nemen”, Met wetenschappelijke studies kan worden aangetoond dat continue klimmen en continue dalen (CDO/CCO) de optimale vlucht is voor omgeving en klimaat. Daarnaast wordt aangetoond dat veel bouwstenen juist worden ingezet vanwege hun bijdrage aan omgevingskwaliteit en klimaat. In het plan-MER is het alternatief met de beste score op duurzaamheid gebruikt voor het VKA. Vervolgens is beoordeeld of het VKA ook met andere aantallen vliegbewegingen tot soortgelijke verbeteringen leidt op het gebied van duurzaamheid (uitstoot en geluid).

[11] *Naast milieu kunnen ook andere overwegingen bij keuzes een rol spelen*

Geografie en effecten
In het plan-MER worden de geografische effecten niet in beeld gebracht. Geografische effecten zijn met name te verwachten bij geluid maar in mindere mate ook bij de overige milieuthema's. De VKB bevat geen vliegroutes, maar wel conceptuele keuzes. Uitwerking van deze routes volgt in de fase van Planuitwerking. Om toch zoveel als mogelijk tegemoet te komen aan het advies is voor verschillende thema's gewerkt met een generieke baan. Dit geeft meer inzicht in waar de effecten plaatsvinden. Verdere toelichting op de methoden van effectuering wordt gegeven in paragraaf 3.6 en deel B van het plan-MER.

1.6 Opgaven voor het plan-MER

Zoals in de vorige paragraaf aangegeven wordt in het plan-MER op een objectieve wijze een toets uitgevoerd op de (milieu)aspecten met als doel de besluitvorming over de Voorkeursbeslissing in het kader van het programma Luchtruimherziening (PLRH) vanuit milieu te voeden. Milieu- en luchtvaart gerelateerde beslisinformatie worden daartoe in samenhang beschouwd. Dit is niet alleen relevant voor de vaststelling van het uiteindelijke programma maar ook al in de fase daarvóór, tijdens het afwegen van keuzes voor het programma.

Het plan-MER voorziet daarmee in twee opgaven:
1. Informatie leveren over de gevolgen voor het milieu, duurzaamheid, de omgeving en de capaciteit voor en effectiviteit van de luchtvaart, waarmee alternatieven vergeleken kunnen worden en het Voorkeursalternatief kan worden bepaald.
2. Informatie leveren over de gevolgen van het Voorkeursalternatief waarmee de vaststelling daarvan in de VKB kan worden onderbouwd.

Voorts dient niet alleen rekenschap gegeven te worden van welke milieugevolgen optreden en hoe die meewegen in te maken keuzes. Het gaat er ook om aan te geven welke noodzaak de milieugevolgen rechtvaardigt. Daarvoor wordt verwezen naar de Startbeslissing Programma Luchtruimherziening (april 2019) waarin tijdens de Onderzoeksfase de noodzaak voor de luchtruimherziening bestuurlijk is vastgesteld.

1.7 Opzet van het plan-MER op hoofdlijnen

Voorliggend plan-MER omvat drie delen; dit deel A waarin de bovengenoemde vragen worden beantwoord en waarin dit inleidende en de meest noodzakelijke algemene hoofdstukken staan om tot een begrijpelijk geheel te komen. Daarnaast is er een deel B waarin gebruikte uitgangspunten, methoden en uitgevoerde onderzoeken zijn uitgewerkt. Tot slot is er een deel C met bijlagen.

In dit **deel A** komen aan de orde:
- Een beschrijving van waar de luchtruimherziening over gaat (hoofdstuk 2);
- Een beschrijving van hoe het onderzoek aangepakt wordt (hoofdstuk 3);
- De beantwoording van de opgaven genoemd in paragraaf 1.6 (hoofdstukken 4 en 5);
- Enkele m.e.r.-typische hoofdstukken over welke informatie nog ontbreekt, over hoe na vaststellen van het PLRH gemonitord kan worden of het PLRH tot het verwachte resultaat leidt en de verklaring van gebruikte begrippen en afkortingen (hoofdstukken 6, 7 en 8).

In **deel B** komen aan de orde:

- De algemene uitgangspunten voor de luchtruimherziening;
- De verantwoording van de hoofdstructuur;
- De aanpak en referentie voor de thematische effectbeoordeling;
- De thematische effectbeoordeling van de verschillende alternatieven en het VKA;
- Een gevoeligheidsanalyse van het VKA.

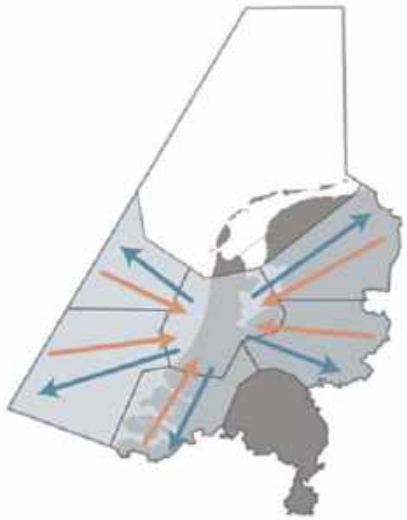
In **deel C** staan diverse bijlagen waar in de delen A en B naar verwezen wordt.

2 De luchtruimherziening; waar gaat dat eigenlijk over?

De herziening van het luchtruim gaat over een andere indeling van het luchtruim in vlakken, lagen en vliegtijden (ruimte, hoogte en tijd). Maar de herziening van het luchtruim gaat ook over het toepassen van andere middelen en werkwijzen. Dit allemaal om tegenmoet komen aan de drie gestelde doelen: efficiënter gebruik en beheer van het luchtruim, verduurzaming en verruiming van capaciteit. In dit hoofdstuk wordt een aantal onderdelen toegelicht.

2.1 Het luchtruim als geheel

Een luchtruim is een deel van de aardatmosfeer waarin luchtverkeer kan vliegen. Met het Nederlands luchtruim wordt in het kader van de luchtruimherziening de zogenaamde Amsterdam Flight Information Region (FIR) bedoeld. De Amsterdam FIR strekt zich uit boven het Nederlandse grondgebied en een groot deel van de Noordzee (zie ook figuur 2-1 hieronder) en van de grond tot aan Flight Level 660, weergegeven als FL660, ruim 20km hoog. De herziening van het luchtruim beperkt zich tot de Amsterdam FIR.



Figuur 2-1 Ligging Amsterdam FIR

Het Nederlandse luchtruim is onderdeel van het Functional Airspace Block Europe Central (FABEC). Dat is het functionele luchtruimblok dat Nederland, België, Duitsland, Frankrijk, Luxemburg en Zwitserland hebben opgericht om tot een optimaal gebruik van het Europese luchtruim te komen in het kader van het Single European Sky (SES) initiatief van de Europese Commissie. Zie ook figuur 2-2.

Figuur 2-2 Afbakening FABEC

2.2 Het luchtruim heeft een hoofdstructuur

Het luchtruim wordt voor verschillende doeleinden gebruikt; handelsluchtverkeer (passagiers en vracht), militair luchtverkeer, General Aviation[12], toepassingen voor drones etc. De bij die doeleinden betrokken luchtruimgebruikers maken over het algemeen gebruik van eigen luchthavens en luchtruimdelen/ vluchtpaden. Om te voorkomen dat die verschillende gebruikers van het luchtruim met elkaar in conflict raken is het luchtruim opgedeeld in verschillende lagen en gebieden met specifieke doelen, waarbinnen ook specifieke regels gelden voor het gebruik van het luchtruim en waar ook verschillende instanties het gebruik reguleren. Dat geheel betreft op hoofdlijnen de hoofdstructuur van het luchtruim. De hoofdstructuur hangt ook samen met hoofdstructuur van de ons omringende landen. Hieronder wordt uitgelegd hoe de hoofdstructuur er in Nederland nu uitziet.

Indeling in civiel en militair luchtruim en meerdere luchtverkeersleidingen
Delen van het luchtruim voor militair gebruik worden gebruikt als militair oefengebied voor trainingen met bijvoorbeeld gevechtsvliegtuigen. Het is essentieel dat er voldoende luchtruim voor militair gebruik beschikbaar is om de militaire missie effectiviteit te verzekeren. Het overige luchtruim, voor civiel gebruik, wordt gebruikt door passagiersvluchten, cargovluchten, general aviation en drones. Het militair luchtverkeer dat van de bases naar de oefengebieden vliegt; de zogeheten transits, maakt ook gebruik van het civiele luchtruim. De hoofdstructuur geeft dus aan welke delen van het luchtruim in eerste instantie voor militair- en welke voor civiel gebruik bestemd zijn.

In het Nederlands luchtruim opereren drie verschillende luchtverkeersleidingen. De luchtverkeersleiding heeft tot doel om botsingen te vermijden en het luchtverkeer doelmatig en efficiënt af te handelen. De luchtverkeersleiding bestaat ook uit het verlenen van ondersteuning aan vliegers met navigatiemiddelen en informatie over onder andere het weer en ander verkeer. In Nederland zijn er drie geautoriseerde

[12] *De algemene luchtvaart of general aviation is de naam voor de burgerluchtvaart, met uitzondering van lijn- en charterverkeer. De vluchten moeten voldoen aan de zichtvlieg- of instrumentvliegvoorschriften, zoals lichte, zaken- en sportvliegtuigen of reddingshelikopters. (Wikipedia, 21-4-2020)*

luchtverkeersleidingorganisaties: LVNL, MUAC en de Koninklijke Luchtmacht. LVNL en MUAC zijn civiele instanties en de Koninklijke Luchtmacht is een militaire instantie. Afhankelijk van welke organisatie het luchtruim beheert heet een luchtruim dan ook civiel of militair (zie tabel 2-1).

Als de luchtverkeersleiding in een deel van het luchtruim diensten verleent waarbij luchtverkeer wordt gestuurd om zo botsingen te vermijden, dan heet dat luchtruim gecontroleerd. Daarnaast is er op lage hoogte ook ongecontroleerd luchtruim. In ongecontroleerd luchtruim is er geen luchtverkeersleiding, maar er gelden wel algemene regels voor de luchtruimgebruikers en er worden bijvoorbeeld informatiediensten aangeboden.

Tabel 2-1 luchtverkeersleiding per type luchtruim

	Gecontroleerd		Ongecontroleerd
Type luchtruim	**Civiel**	**Militair**	
Luchtverkeersleiding	LVNL	Koninklijke Luchtmacht	Geen luchtverkeersleiding. Wel luchtverkeersregels en informatiediensten
	MUAC		

Wanneer een deel van het luchtruim toegewezen is voor een bepaald gebruik betekent dit niet dat het gedeelte van het luchtruim voor helemaal niets anders gebruikt mag worden. In principe is het gedeelte dus gereserveerd voor een bepaald gebruik, maar onder voorwaarden is het toegestaan hiervan af te wijken. Het FUA- concept (Flexible Use of Airspace) maakt het mogelijk dat civiel luchtverkeer gebruikt maakt van militair luchtruim en vice versa. Daarnaast zijn er ook luchthavens met een dubbelfunctie, zoals de Vliegbasis Eindhoven/ luchthaven Eindhoven, De Kooy en Woensdrecht. De militaire luchtverkeersleiding voorziet daar in eerste instantie zowel militair als het handelsverkeer verkeersleidingsdiensten.

Indeling in hoofdlagen en globale geografische gebieden

De indeling in gebruikers en verkeersleidingorganisaties heeft zijn ruimtelijke weerslag in verschillende hoogtelagen en geografische gebieden. Hoe de precieze onderverdeling er geografisch uitziet is niet eenvoudig in kaart te brengen doordat er veel details zijn. Het vraagt om een driedimensionale kaart vanwege de hoogteafhankelijkheden, en er zijn daarnaast ook nog verschillen in de tijden van de dag en de dagen van de week. Figuur 2-3 geeft de onderverdeling van het Nederlands luchtruim op verschillende hoogten globaal weer.

Figuur 2-3 Globale weergave indeling Nederlands luchtruim

Indeling naar verkeersleiding voor verschillende fasen van de vlucht
Binnen de hierboven beschreven globale 3D-indeling van het luchtruim naar gebruik en verkeersleidingorganisaties is ook een nadere indeling te onderscheiden naar verschillende fasen van de vlucht met een daarvoor gespecialiseerd type luchtverkeersleiding. Deze worden hieronder toegelicht.

De **CTRs (Control Zone)**, betreft de zones op en direct rond de luchthaven waarbinnen dalend luchtverkeer tot op de grond en stijgend luchtverkeer direct na take-off wordt begeleid. De verkeersleiding vindt plaats vanuit de verkeerstoren (torenverkeersleiding), meestal op zicht, soms met radar. De rand van de CTR is typisch 8 tot 11 nautical miles (NM) (circa 15 tot 20km) vanaf de baan. Het deel van de CTR dat een cirkel is, heeft een diameter van 16NM (circa 30km) en van de grond tot aan 3000 ft. (900 m).

Nederland kent zes luchthavens van nationale betekenis: Groningen, Eindhoven, Lelystad, Maastricht, Rotterdam en Schiphol. Op alleen Eindhoven vliegt zowel militair als civiel verkeer; op de andere luchthavens in principe alleen civiel verkeer. Daarnaast zijn er nog acht luchthavens waar voornamelijk militair luchtverkeer op vliegt: De Kooy, Woensdrecht[13], De Peel, Delen, Gilze-Rijen, Leeuwarden, Soesterberg en Volkel. Deze veertien luchthavens zijn de zogeheten gecontroleerde velden: er is een luchtverkeerstoren en een CTR van waaruit luchtverkeersleiding wordt verzorgd.

Daarnaast zijn er binnen de Amsterdam FIR nog vele andere, ongecontroleerde luchthavens, waaronder veel gebruikte (als Teuge), relatief grote (als Twente), zweefvliegvelden (als Terlet), openbare helihavens (als Amsterdam Heliport) en luchthavens voor specifieke gebruikers (als VU medisch centrum heliport). Deze luchthavens hebben geen eigen CTR.

Boven de CTRs zijn de **TMAs (Terminal Manoeuvering Areas)** gelegen. Omdat vertrekkende of naderende vliegtuigen op ongeveer 10km vanaf de luchthaven (afhankelijk van het weer) niet meer goed zichtbaar zijn, wordt luchtverkeer in dit deel van het luchtruim met andere surveillance-middelen geleid, zoals radar. Dit luchtruim en deze verkeersleiding heten ook wel het naderingsluchtruim (het luchtruim tot circa 3km) en naderingsverkeersleiding, maar dat is een wat verwarrende naam omdat ook het

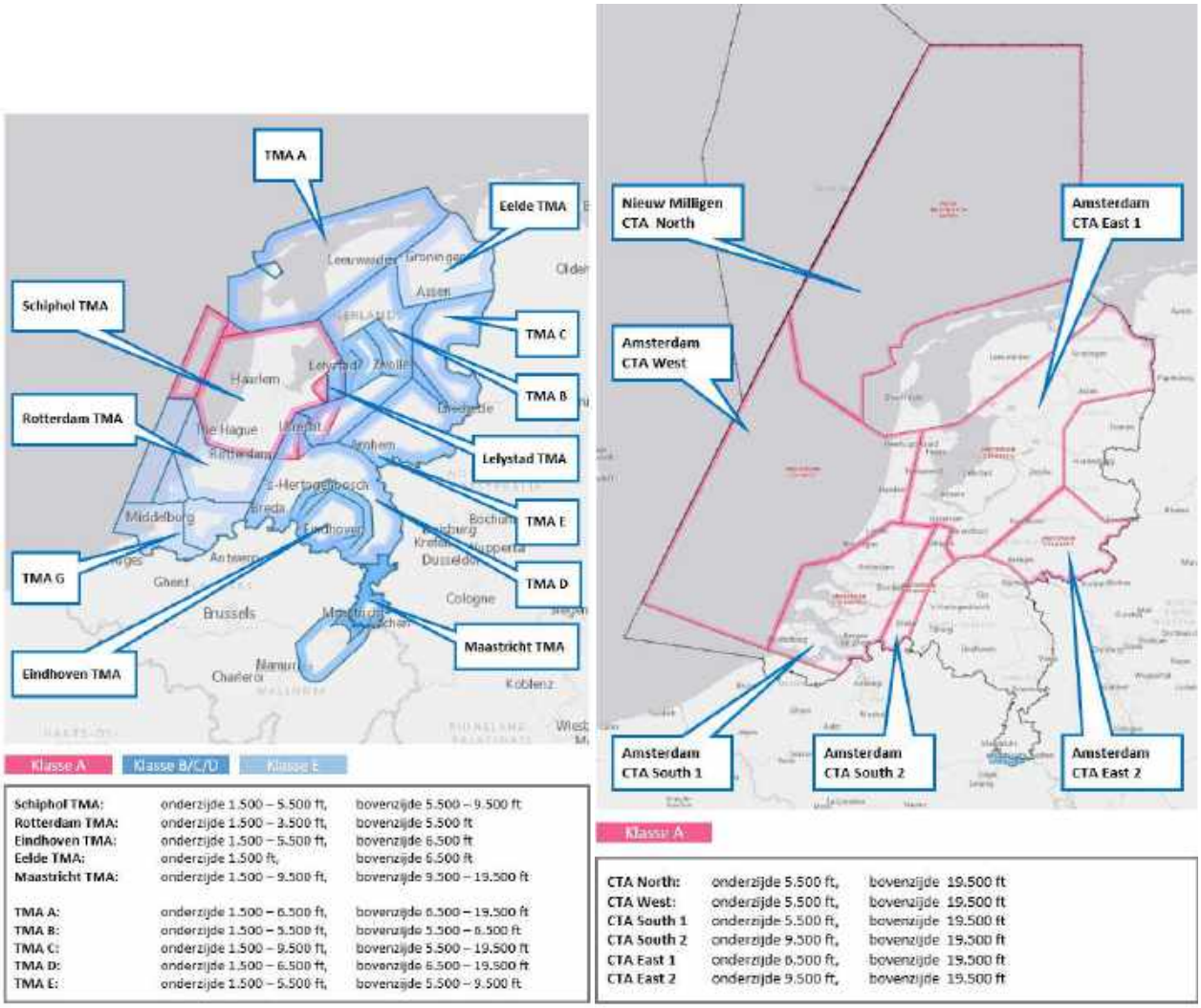
[13] *Op De Kooy en Woensdrecht is ook sprake van beperkt burger medegebruik. De Kooy kent civiel medegebruik voor off shore operaties. Woensdrecht kent civiel medegebruik van Fokker.*

vertrekkende en het kruisende verkeer wordt gecontroleerd. In de beschrijving in het plan-MER wordt met "naderingsluchtruim" de combinatie CTR+TMA bedoeld, zoals ook figuur 2-4 toont.

De ondergrens van deze TMAs is 1.500 voet (circa 450 meter), waarbij sommige delen een hogere ondergrens hebben. De bovengrens van deze TMAs wisselt, met typische waarden als FL055 (circa 1,7km) (als Rotterdam TMA en Nieuw Milligen TMA G), FL095 (circa 3km) (Schiphol TMA 1 en Nieuw Milligen TMA E) en FL195 (circa 6km) (Maastricht TMA en Nieuw Milligen TMA A). De grootte van deze TMAs wisselt ook; zo is de Schiphol TMA relatief groot en de Maastricht TMA relatief klein.

Het luchtruim boven de TMAs tot FL245 (circa 7,5km) is opgedeeld in zogeheten **CTAs (Control Areas)** die vernoemd zijn naar de windrichtingen: East, South, West en North, waarbij de laatste wordt beheerd door de Koninklijke Luchtmacht (Nieuw Milligen CTA North) en de andere door LVNL (Amsterdam CTA East, et cetera). LVNL maakt daarbij nog een verdere opdeling, waardoor er soms ook gesproken wordt over sectoren, en waardoor globale verkeerstromen ontstaan van luchtverkeer dat vertrekt vanaf of nadert naar een Nederlandse luchthaven. In deze CTAs wordt het civiele verkeer tussen de TMAs en het hogere luchtruim begeleid en vind het militaire transitverkeer plaats.

De verkeersleiding die het luchtverkeer in deze CTAs en daarboven begeleidt heet ACC-verkeersleiding, waarbij ACC staat voor Area Control Centre. LVNL en de Koninklijke Luchtmacht verzorgen beiden de verkeersleiding tot FL245 (circa 7,5km). Het luchtruim tussen FL245 (circa 7,5km) en FL660 (circa 20km) wordt in zijn geheel beheerd door MUAC.
Figuur 2-4 geeft weer hoe de huidige hoofdstructuur van het Nederlands luchtruim eruitziet.



Figuur 2-4 Globale weergave huidige hoofdstructuur van het Nederlands luchtruim; links de TMA's en rechts de CTA's

2.3 In de hoofdstructuur wordt het luchtverkeer afgehandeld

Het luchtverkeer wordt door middel van een zogenaamd operationeel concept binnen een hoofdstructuur van het luchtruim afgehandeld.

Air Traffic Management

Essentieel in de afhandeling van het luchtverkeer is Air Traffic Management (ATM), De Engelse term Air Traffic Management heeft geen goede en veel gebruikte Nederlandse vertaling. Het omvat niet alleen luchtverkeersleiding maar ook de processen voorafgaande aan de operationele afhandeling van luchtverkeer, zoals het inrichten van het luchtruim en het beheer van de capaciteiten van het netwerk in relatie tot de verwachte verkeersstromen en planning.

Het is in het kader van de luchtruimherziening niet nodig om alle verschillende componenten van het ATM-systeem uiteen te zetten. Het is echter wel zaak om te bedenken dat de afhandeling van de individuele vluchten zoals die hieronder wordt beschreven alleen goed mogelijk is doordat er op strategisch niveau processen vooraf zo zijn ingericht dat er steeds meerdere vluchten tegelijkertijd kunnen worden afgehandeld op een efficiënte en veilige manier.

In het kader van de Luchtruimherziening is het **operationeel concept** relevant. Het operationele concept voor de afhandeling van het luchtverkeer betreft de keuze voor vaste of flexibele vliegroutes, de lange en korte termijnplanning van naderend en vertrekkend verkeer, vliegprocedures voor (precisie)navigatie, klim- en daalprofielen en de systeemondersteuning van luchtverkeersleiders.

Vliegprocedures
Verreweg de meeste vluchten vanaf de luchthavens van nationale betekenis worden uitgevoerd onder Instrument Flight Rules (IFR)[14] waarbij de vliegtuigen zogeheten instrumentele vliegprocedures uitvoeren (niet op zicht). Dat zijn vooraf beschreven vliegpaden waarbij het horizontale pad, het hoogteprofiel en het snelheidsprofiel, in zekere mate zijn voorgeschreven. Deze procedures worden gepubliceerd in het Aeronautical Information Publication (AIP)[15] en vervolgens gecodeerd in de avionica (navigatiesysteem) van het vliegtuig.

Zo zijn er zogeheten instrumentele vertrek- en naderingsprocedures Standards Instrument Departures (SIDs) en Standard Terminal Arrival Route (STARs)). SIDs lopen van een baan naar een hoger gelegen luchtweg. SIDs leggen het pad door de CTRs en TMAs in vrij groot detail vast, ongeacht het type vliegtuig. Er is enige vrijheid in het hoogte- en klimprofiel. Een vlieger wordt vooraf een geplande route toegewezen voor een dergelijke SID en het vliegtuig voert die met automatische piloot uit, waarbij de vliegers en de luchtverkeersleiders monitoren en bij afwijkingen of in bepaalde omstandigheden ingrijpen. STARs lopen van een luchtweg naar de nadering van een luchthaven (en dus niet naar de baan). De naderingen hebben weliswaar een vastgelegd lateraal pad, maar voor drukke luchthavens (zoals Schiphol en Rotterdam) wordt in plaats daarvan het luchtverkeer (overdag) in principe met vectoring (koers-, hoogte en snelheidsinstructies) naar de Instrument Landing System (ILS)[16]geleidt.

Een vliegtuig navigeert via instrumenten, daarbij gebruik makend van bijvoorbeeld GPS maar ook van radiobakens op de grond en barometers om de hoogte te bepalen. Omdat de navigatie bij de landing grote nauwkeurigheid vereist, wordt standaard gebruik gemaakt van een ILS. Dat is in essentie een signaal dat vanaf de grond wordt uitgezonden waardoor er een uiterst nauwkeurige kegel wijzend naar het begin van de landingsbaan wordt gedefinieerd. Hiermee kan een vliegtuig ook bij slecht zicht de eindnadering uitvoeren. Overigens kan de vlieger bij goed weersomstandigheden ook besluiten om het vliegtuig zelf op zicht te besturen.

Zoals aangegeven is er bij het uitvoeren van deze vliegprocedures vaak enige vrijheid in het hoogte- en klimprofiel. Deze kan gebruikt worden om de geluidshinder reduceren (met name bij vertrek) of om brandstofgebruik te minimaliseren. Het kan ook zijn dat de luchtverkeersleider hoogte- of snelheidsinstructies geeft, om zo bijvoorbeeld een conflict met een ander vliegtuig te vermijden. Als de vlieger of de luchtverkeersleider het nodig vindt om een ander lateraal pad te vliegen, dan wordt de vliegprocedure afgebroken.

[14] Instrument Flight Rules (afgekort IFR) of instrumentvliegvoorschriften zijn vliegvoorschriften voor luchtvaartnavigatie met behulp van instrumenten. Wanneer er geen VFR-condities zijn (weersomstandigheden met onder andere voldoende zicht, zoals vereist voor een vlucht onder Visual flight rules (zichtvliegvoorschriften, VFR)) en de piloot dus horizontaal en/ of verticaal onvoldoende zicht heeft om zijn positie te kunnen bepalen, is het vliegen volgens IFR de enige mogelijkheid. (Wikipedia; 23-11-2020)
[15] Een Aeronautical Information Publication (of AIP) is een door de luchtvaartautoriteiten uitgegeven publicatie met voorschriften, procedures en andere informatie, die fungeert als handleiding voor de luchtvaart in en van en naar het betreffende land. (Wikipedia; 23-11-2020)
[16] Het instrument landing system (ILS) is een radionavigatiesysteem waarmee in de luchtvaart een precisienadering van een landingsbaan kan worden uitgevoerd. Het is een naderingssysteem dat de piloot een nauwkeurig beeld geeft van de positie van zijn toestel ten opzichte van de ideale koerslijn en daalhoek naar een landingsbaan. (Wikipedia; 23-11-2020)

Instructies door luchtverkeersleiding
Gecontroleerd luchtverkeer in een gecontroleerd luchtruim vliegt niet altijd volgens vaste vooraf voorgeschreven routes. Het kan ook zijn dat de vlieger instructies volgt van de luchtverkeersleider, die daarmee de koers en/ of het hoogte- en snelheidsprofiel oplegt. Dit heet vectoren. Vectoren vindt vooral plaats in drukke situaties (vanuit capaciteitsoogpunt), bij onweer of bij technische problemen. Het is op die manier mogelijk om in bepaalde situaties van de voorgeschreven routes af te wijken. Vectoren wordt overdag standaard bij verreweg de meeste naderingen op drukke luchthavens zoals Schiphol toegepast. De vliegtuigen vliegen dan tot aan de eindnadering niet langs of over specifieke routepunten maar volgens de instructies van de verkeersleiding. Dit punt is relevant in relatie tot het ATM-systeem. Om minder te vectoren moet luchtverkeer meer planmatig kunnen worden afgehandeld. Het luchtverkeer moet voorspelbaarder zijn, met minder afwijkingen van de precieze planning. In de nacht wordt bij Schiphol wel gebruik gemaakt van vaste routes.

2.4 Wat wordt nu herzien?

In het kader van het PLRH wordt voor een nieuwe hoofdstructuur en voor een nieuw operationeel concept voor verkeersafhandeling binnen het Nederlandse luchtruim gekozen.

De huidige hoofdstructuur wordt op meerdere met elkaar samenhangende punten aangepast. Dit betekent onder ander een herinrichting van Noord- en Oost-Nederland door het uitbreiden van het bestaande militaire oefengebied. Daarnaast zal in Zuidoost-Nederland een herinrichting van civiele verkeersstromen gerealiseerd worden ten behoeve van de zuidoostelijke ontsluiting van Schiphol, Lelystad, Rotterdam en Eindhoven. Het naderingsgebied van Schiphol ten slotte wordt heringericht om het nieuwe operationeel concept mogelijk te maken. In het zuidoosten ontstaat ruimte voor kortere routes door de inrichting van een vierde naderingspunt voor Schiphol (dit is een punt van waar de laatste etappe tot aan de baan wordt ingezet) in het zuidoosten. Onderdeel van deze laatste herinrichting is het wijzigen van de ligging van de bestaande drie naderingspunten (punt van waar de laatste etappe tot aan de baan wordt ingezet) zodat vervolgens een vierde naderingspunt kan worden toegevoegd. Ten slotte zal in toenemende mate gebruik gemaakt worden van een flexibele manier van luchtruimgebruik waarbij hetzelfde luchtruim op verschillende momenten in de tijd aan verschillende gebruikers toegewezen kan worden.

Gebruik makend van de nieuwe hoofdstructuur zal het operationeel concept vernieuwd worden om maximaal kunnen voldoen aan de doelen van het programma. Het combineren van verduurzaming en efficiënter gebruik en beheer van het luchtruim aan de ene kant en het verruimen van civiele capaciteit aan de andere kant heeft geleid tot een operationeel concept waarbij planbaarheid en voorspelbaarheid van civiel luchtverkeer (de operatie) een belangrijke rol spelen. Dit leidt onder andere tot aanpassingen aan de planning van het naderend en vertrekkend verkeer, vliegprocedures voor (precisie)navigatie en vluchtpaden en de systeemondersteuning van luchtverkeersleiders.

2.5 Waar gaat de luchtruimherziening dus niet over?

Het programma Luchtruimherziening (PLRH) faciliteert het te verwachten en gewenste luchtverkeer op een zo efficiënt en duurzaam mogelijke manier. Daarbij zijn maatschappelijk relevante onderwerpen, zoals de randvoorwaarden waaronder de luchtvaart mag groeien en het specifieke gebruik van luchthavens een politiek gegeven.

Deze ontwikkelingen zijn in beginsel in de Luchtvaartnota besloten. Het PLRH gaat ook niet over het ontsluiten van Lelystad en het oefenen met de F-35. Deze zijn of worden in aparte besluiten mogelijk gemaakt. De Luchtruimherziening gaat dus niet over deze zaken.

De Luchtvaartnota bepaalt de omvang van de civiele luchtvaart
De Luchtvaartnota “Verantwoord vliegen naar 2050” is op 20 november 2020 gepubliceerd. De minister van Infrastructuur en Waterstaat zet daarin een nieuwe koers uit naar een veilige en duurzame luchtvaartsector, die Nederland goed verbindt met de rest van de wereld, met heldere regels en voorwaarden voor de ontwikkeling van de civiele luchtvaart. Niet langer staat kwantiteit voorop, het gaat om kwaliteit. Eventuele groei kan alleen als de luchtvaart erin slaagt om stiller en schoner te worden, binnen duidelijke normen en randvoorwaarden.

De Luchtvaartnota houdt rekening met de mogelijkheid van een beperkte ontwikkeling van de burgerluchtvaart met maximaal 1% tot 1,5% per jaar, die mogelijk is als de innovatie naar stillere en schonere luchtvaart voortvarend verloopt. Bij de Luchtruimherziening wordt ervan uitgegaan dat de verkeersvolumes tot 2035 dit percentage niet overstijgen. Dit uitgangspunt is vertaald naar een bandbreedte, variërend van geen groei ten opzichte van 2018 tot meerjarig gematigde groei van 1,5% per jaar. Vanwege de COVID-19 crisis is ervan uitgegaan dat deze ontwikkeling niet eerder dan vanaf 2025 zal plaatsvinden.

Bestaande afspraken over gebruik van luchthavens
Bestaande entry en exit points (tussen het Nederlandse luchtruim en het luchtruim van de ons omringende landen) zijn niet leidend; waar in internationale samenwerking betere resultaten mogelijk zijn, worden deze onderzocht in het PLRH. Bestaande routes en procedures rond luchthavens zijn geen uitgangspunt voor het PLRH; waar betere resultaten mogelijk zijn worden deze onderzocht. Dit geldt ook voor afspraken over baancombinaties Schiphol (dit betreft het gebruik van start- en landingsbanen), waar betere resultaten mogelijk zijn, worden deze onderzocht in het programma Luchtruimherziening.

Invulling van de capaciteit
Binnen het huidige systeem van de luchtruimindeling en -beheer loopt het aantal vliegbewegingen tegen de grenzen aan. Met de luchtruimherziening ontstaat bij een bandbreedte van 0 tot 1,5% groei per jaar van de burgerluchtvaart in overeenstemming met voorwaarden van de Luchtvaartnota, extra ruimte voor activiteiten van andere luchtruimgebruikers. Het programma Luchtruimherziening maakt geen keuze of, en zo ja waarvoor die ruimte wordt benut.

3 Hoe wordt het onderzoek aangepakt?

De thema-specifieke onderzoeksaanpak is in deel B van het plan-MER toegelicht (hoofdstuk 11). Dit hoofdstuk bevat meer inleidende en algemene informatie over het (effect)onderzoek dat voor het PLRH als geheel van toepassing is.

3.1 Algemene m.e.r.-systematiek

M.e.r. is een procedure met als hoofddoel het milieubelang volwaardig te laten meewegen bij de voorbereiding en vaststelling van plannen en besluiten.

De essentie van een m.e.r. is het bepalen van de effecten van een voorgenomen activiteit op het milieu. Dat wordt gedaan door een vergelijking te maken tussen de situatie die ontstaat in de toekomst met en zonder het voornemen, de zogeheten referentiesituatie. Het verschil tussen die twee situaties wordt als effect beoordeeld. De specifieke toepassing van deze methodiek voor het PLRH wordt in paragrafen 3.5 en 3.6 verder uitgelegd.

Een ander essentieel onderdeel van de m.e.r. is het onderzoeken van redelijkerwijs in overweging nemen alternatieven voor het voornemen. In het kader van het m.e.r. moeten daarbij in ieder geval ook alternatieven overwogen worden die vanuit het perspectief van milieu onderscheidend en mogelijk beter zijn.

Zo is dat ook in deze m.e.r. voor het PLRH gedaan. Om het VKA te bepalen is een cyclisch proces doorlopen waarin met bouwstenen verschillende alternatieven zijn samengesteld voor het operationeel concept uitgaande van een passende hoofdstructuur. Hieruit is een voorkeur gekozen (VKA) die vervolgens is vastgelegd in de Voorkeursbeslissing (VKB).

Het cyclisch proces is verder toegelicht in de volgende paragraaf. Een beschrijving van hoe de nieuwe hoofdstructuur tot stand komt is opgenomen in hoofdstuk 10.

3.2 Cyclisch proces tot het VKA

Zoals bekend onderscheidt het programma Luchtruimherziening vier fasen: Onderzoeksfase (afgerond in april 2019), Verkenning (huidige fase), Planuitwerking en Realisatie. Deze paragraaf beschrijft hoe het voorkeursalternatief tot stand is gekomen in de Onderzoeksfase en Verkenning.

Om bij het ontwikkelen van het voorkeursalternatief optimaal invulling te geven aan de doelen van het programma heeft het PLRH een cyclisch proces doorlopen van keuzemogelijkheden van het operationeel concept identificeren en ontwerpen, beoordelen en kiezen. Bij de beoordeling hebben de toetsresultaten per cyclus uit het plan-MER een belangrijke rol gespeeld. Voor het operationeel concept voor de afhandeling van het luchtverkeer heeft het PLRH in de Onderzoeksfase van het programma eerst mogelijke ‘bouwstenen’ geïdentificeerd en vervolgens kansrijke geselecteerd. Daarna zijn met deze bouwstenen in deze Verkenning in meerdere stappen alternatieven samengesteld op basis van uiteenlopende ontwerpvisies. Mede op basis een uitgebreide getrapte effectbeoordeling in het plan-MER is uiteindelijk een voorkeursalternatief gekozen dat in de VKB wordt vastgelegd. Voor de nieuwe hoofdstructuur zijn geen alternatieven mogelijk gebleken.

3.2.1 Onderzoeksfase

Onderzoek voor de hoofdstructuur
De hoofdstructuur vormt de vaststaande indeling van het luchtruim waarin het operationeel concept gaat functioneren. Uit de Luchtruimvisie 2012, de opgehaalde behoeftestelling, expertsessies (perspectieven) en participatie blijkt dat een aantal stappen hoe dan ook moet worden gezet om de hoofdstructuur van het luchtruim te moderniseren. De stappen die zullen worden uitgevoerd onder regie van het programma (in samenwerking met LVNL, MUAC en de Koninklijke Luchtmacht) zijn na de Onderzoeksfase vastgelegd in de Startbeslissing Programma Luchtruimherziening. Het gaat om de volgende stappen:

- Inpassing van een militair oefengebied (o.a. voor de F-35) in het noorden van het Nederlands luchtruim met voldoende capaciteit om de militaire missie effectiviteit te verzekeren,
- Herinrichting van het oosten en zuidoosten van het Nederlands luchtruim, om de ontsluiting voor het handelsverkeer van en naar Nederlandse luchthavens (met name Schiphol, Lelystad, Eindhoven en Rotterdam) te verbeteren.
- Herinrichting van het zuidwestelijk deel van het Nederlands luchtruim, om de complexiteit in dat luchtruim te verlagen.
- Implementatie van Free Route Airspace boven Flight Level 245 (24.500 voet, circa 7,5km), ten behoeve van minder vertraging, betere milieuprestaties en hogere capaciteit.

In de Onderzoeksfase is gebleken dat er geen realistische alternatieven voor de hoofdstructuur zijn.

Operationeel concept: identificeren en selecteren kansrijke bouwstenen
In de Onderzoeksfase zijn voor het operationeel concept bouwstenen geïdentificeerd en deels geselecteerd als kansrijk onderdeel van de Luchtruimherziening. Deze bouwstenen vormen de basisonderdelen waarmee verschillende alternatieven voor het operationeel concept/ de afhandeling van het luchtverkeer kunnen worden samengesteld. Het gaat dan over bouwstenen op het gebied van vaste routes en flexibel luchtruimgebruik, planning van naderend en vertrekkend verkeer, precisienavigatie, continu klimmen en dalen en systeemondersteuning van luchtverkeersleiders. Meer algemeen is een bouwsteen te definiëren als:

- een functie,
- een technologie/ technologische ontwikkeling,
- een procedure/ werkwijze,
- een concept, óf
- een vorm van samenwerking.

Om te zorgen voor een volledig beeld van de mogelijke keuzes en opties die er zijn voor het operationeel concept is gestart met een brede set activiteiten. Deze hadden tot doel het **identificeren van alle mogelijke bouwstenen** die een rol kunnen spelen bij het vernieuwen van het luchtruimgebruik. Denk hierbij aan sessies met verschillende gebruikers en stakeholders, participatieactiviteiten en het consulteren van verschillende experts. Bij deze sessies zijn steeds zo weinig mogelijk voorwaarden gesteld aan de bouwstenen waardoor geborgd is dat de lijst bouwstenen zo compleet mogelijk is geworden. De enige beperking die bij de identificatie van bouwstenen gold was dat deze moesten passen binnen de opdracht van het programma. Bovenstaande activiteiten hebben geleid tot de identificatie van ruim 100 mogelijke bouwstenen.

Een volgende stap was om van die bouwstenen te bepalen welke bijdrage ze konden leveren aan een totale oplossing voor de Luchtruimherziening, zodat **bouwstenen zonder bijdrage verder buiten beschouwing** gelaten konden worden.

Niet alle bouwstenen passen bij elkaar. Een deel vult elkaar aan en zorgt voor onderlinge versterking; andere bouwstenen sluiten elkaar uit of werken tegengesteld. Door de onderlinge wisselwerking is het niet

mogelijk om de bouwstenen elk afzonderlijk te screenen op de bijdrage aan de programmadoelen en vervolgens de best presterende bouwstenen bij elkaar te voegen in het VKA. Om een goede samenstelling van bouwstenen te krijgen is een ontwerpvisie nodig, waarin verschillende bouwstenen in een realistische omgeving gezamenlijk functioneren. Een ontwerpvisie geeft dus een bepaalde manier weer waarop het geheel moet functioneren. Om een zo compleet mogelijke set bouwstenen te identificeren, zijn in de Onderzoeksfase daarom ontwerpmogelijkheden voor het Luchtruim vanuit vier radicale perspectieven verkend: minimaliseren van broeikasgassen en milieuschadelijke gassen, minimaliseren van geluid, optimale uitvoering van militaire operatie en maximale civiele operatie.

Bouwstenen zijn niet alleen afgevallen omdat ze niet bijdragen aan een functioneel geheel. Van alle ruim honderd genoemde bouwstenen bleek een aantal niet te passen bij de doelen (verduurzaming, efficiëntie en capaciteit) van het programma Luchtruimherziening. Ook waren er bouwstenen die strijdig zijn met, of niet aansluiten bij de beleidsmatige kaders van de Luchtvaartnota. Van de overgebleven bouwstenen is de helft niet van invloed op het Voorkeursalternatief. Wat overbleef waren twintig tot dertig bouwstenen, waarover in het programma Luchtruimherziening wel een keuze gemaakt kan worden. Op deze bouwstenen richt de Verkenning zich met de vraag of deze afzonderlijk en gezamenlijk passen en bijdragen aan de doelen van het programma.

Onderstaande schema geeft vereenvoudigd weer hoe het proces verlopen is.

Figuur 3-1 Proces van verkennen en afbakenen relevante bouwstenen voor Verkenning

In de Onderzoeksfase zijn naast de bouwstenen ook de belangrijkste thema's voor de toetsing van de alternatieven en bouwstenen gekozen. Dit zijn geluid, emissies/ natuur, capaciteit, efficiëntie en ruimtebeslag (op de grond). Gelijkblijvende of verbeterende veiligheid is een randvoorwaarde voor de herziening van het Nederlandse luchtruim. De thema's sluiten aan op de doelen van het programma:

1. Verruimen van de civiele en militaire capaciteit (militaire missie effectiviteit) in het luchtruim;
2. Efficiënter gebruik en beheer van het luchtruim ten behoeve van alle luchtruimgebruikers;
3. Verduurzaming: beperken van de impact van vliegroutes op de omgeving.

Een set van bouwstenen, toetsingscriteria en een eerste aanzet voor de nieuwe hoofdstructuur vormden de start van de huidige fase; de Verkenning.

3.2.2 Verkenning

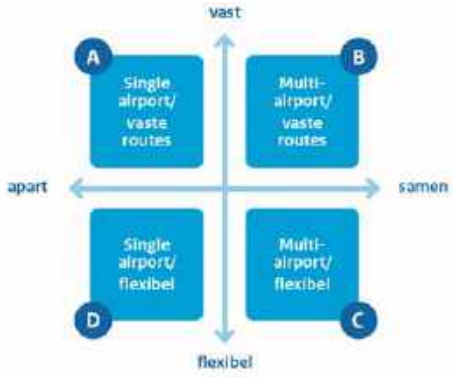
Zoals gezegd bestaat het Voorkeursalternatief uit een concept voor de afhandeling van het luchtverkeer en een nieuwe hoofdstructuur voor het Nederlandse luchtruim.

Onderzoek voor de hoofdstructuur
Om te komen tot een hoofdstructuur die invulling geeft aan de doelen die in de Startbeslissing zijn beschreven, is in de Verkenning gestart met een nadere detaillering van de behoeften van alle gebruikers van het Nederlandse luchtruim. Op basis van deze behoeften is een uitgebreide verkenning uitgevoerd van de mogelijkheden om deze te accommoderen binnen het Nederlandse luchtruim. Hierbij is de prioritering uit de Luchtvaartnota gehanteerd. De verkenning is uitgevoerd door experts van LVNL, de Koninklijke Luchtmacht, MUAC, de Netwerkmanager (EUROCONTROL) en de ministeries van Infrastructuur en Waterstaat en Defensie. Daarbij is gebleken dat er een aanzienlijke uitdaging ligt in de beperkte omvang van het Nederlandse luchtruim in relatie tot de totale luchtruimbehoefte.

Voor de nieuwe hoofdstructuur zijn geen alternatieve opties af te wegen zoals voor het operationeel concept. In paragraaf 5.1 en in hoofdstuk 10 wordt de nieuwe hoofdstructuur nader omschreven en in paragraaf 5.2.1 worden de effecten van de hoofdstructuur beschouwd.

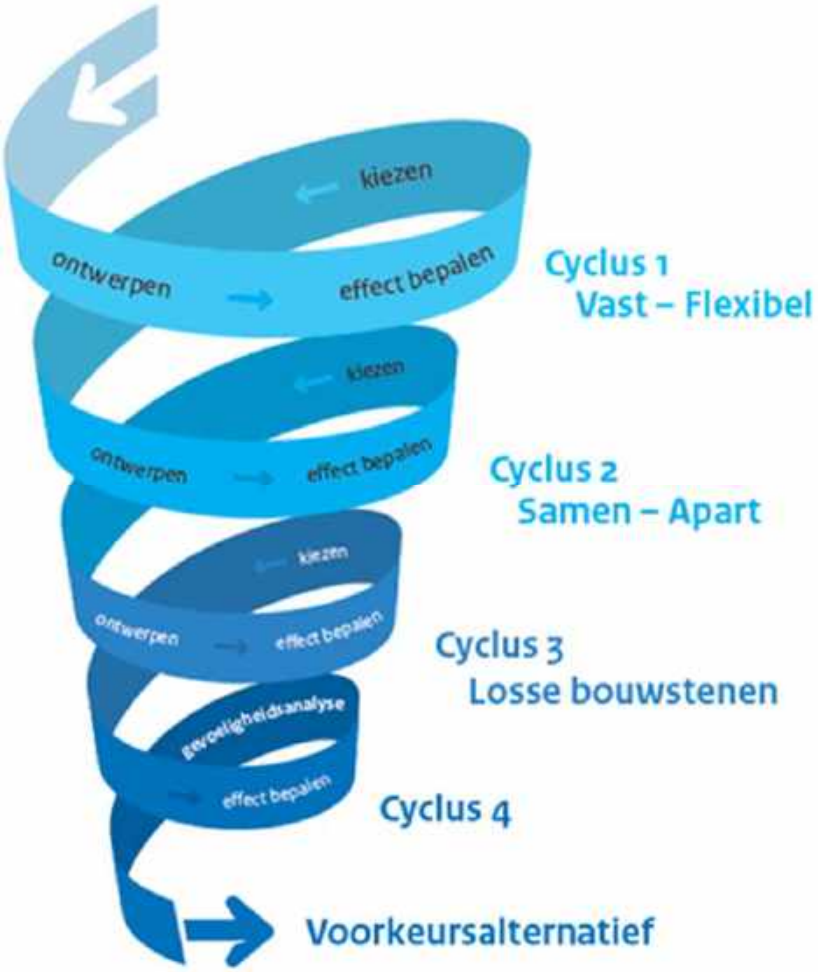
Operationeel concept: samenstellen en beoordelen van de alternatieven
Voor het operationeel concept vindt in dit plan-MER een uitgebreid alternatievenonderzoek plaats. Omdat het luchtverkeer niet kan worden afgehandeld zonder hoofdstructuur is bij het onderzoek naar de alternatieven voor het operationeel concept steeds een ‘passende’ hoofdstructuur voor het luchtruim in werking verondersteld; dat wil zeggen dat verondersteld is dat er geen belemmeringen zijn voor de toepasbaarheid operationele concepten als gevolg van de indeling van het luchtruim.

Door bouwstenen vanuit een bepaalde ontwerpvisie te selecteren en combineren tot een geheel ontstaan ‘alternatieven’. De alternatieven zijn als combinaties van bouwstenen samengesteld op basis van een operationele ontwerpvisie zodanig dat een goed werkend geheel ontstaat. De keuze tussen alternatieven zijn fundamentele keuzes over hoe het luchtverkeer afgehandeld wordt; de keuze voor een vaste of flexibele afhandeling van het luchtverkeer, en de keuze voor een aparte luchtverkeersleiding voor elke afzonderlijke luchthaven of een gezamenlijke luchtverkeersleiding. Dit leidt, zoals ook uit figuur 3-2 blijkt, in potentie, tot vier verschillende alternatieven. De alternatieven worden in paragraaf 4.1 en 4.2 verder toegelicht.



Figuur 3-2 De vier alternatieven

De alternatieven zijn echter niet alle vier parallel onderzocht. Omdat de afwegingen tussen Vast – Flexibel en tussen Apart – Samen onafhankelijk van elkaar te maken zijn, is het onderzoek stapsgewijs uitgevoerd. Eerst is in cyclus 1 een afweging gemaakt tussen een Vast en Flexibel alternatief, waarna vervolgens een afweging is gemaakt tussen de alternatieven Apart en Samen in cyclus 2. De resultaten hebben vervolgens tot één voorkeur geleid. Onderstaande schema geeft vereenvoudigt het proces weer.



Figuur 3-3 Cyclisch proces om tot een voorkeursalternatief te komen

Niet noodzakelijke en/ of niet onderscheidende bouwstenen zijn in eerste instantie nog achterwege gelaten in de bovengenoemde alternatieven in cycli 1 en 2. In cyclus 3 zijn aanvullende bouwstenen beoordeeld en geselecteerd die de voorkeur uit cyclus 1 en 2 kunnen verrijken. Om hiervoor de juiste bouwstenen te selecteren worden deze afzonderlijk of – wanneer dat noodzakelijk - gezamenlijk beschouwd. Beoordeeld is wat daarvan de bijdrage was aan het geheel. De alternatieven zijn steeds beoordeeld op alle beoordelingscriteria, de aanvullend bouwstenen alleen op onderscheidende criteria.

Afsluitend is in cyclus 4 het Voorkeursalternatief samengesteld en op effecten getoetst. Daarmee worden, anders dan in de voorgaande cycli, de effecten van alle gekozen bouwstenen voor het operationeel concept gezamenlijk beoordeeld. Na deze cyclus is met een gevoeligheidsanalyse onderzocht of het Voorkeursalternatief ook bij andere aannamen goed presteert, bijvoorbeeld oer de hoeveelheid vluchten.

Bij het selectieproces van de bouwstenen om het operationeel concept samen te stellen hebben, naast de effectbeoordeling, een aantal **uitgangspunten en raakvlakken** een belangrijke rol gespeeld. Het gaat hier zowel om uitgangspunten en raakvlakken vanuit het programma als om uitgangspunten en raakvlakken die vanuit nationale of internationale ontwikkelingen belangrijk zijn en een significante invloed kunnen hebben op het resultaat. Deze uitgangspunten en raakvlakken worden in hoofdstuk 9 beschreven.

Afweging van belangen
Het operationeel concept is gericht op de programmadoelen die consistent zijn met de vier publieke belangen uit de Luchtvaartnota: veiligheid voorop, de verbinding van Nederland met de wereld, leefomgeving en duurzaamheid. Om een nieuw operationeel concept mogelijk te maken is het noodzakelijk dat de samenwerking en informatie-uitwisseling tussen verschillende partijen (luchtverkeersleidingsdiensten, luchthavens en luchtruimgebruikers) geïntensiveerd wordt. Hierbij is het belangrijk zoveel mogelijk gebruik te maken van nieuwe technologie en van mogelijkheden die vanuit Europa geboden (en opgelegd) worden om het ATM-systeem te verbeteren.

3.3 Toetsingskader

Om alle alternatieven in de volle breedte te kunnen toetsen, bevat het plan-MER een toetsingskader dat zowel voor de doelen van het PLRH relevante toetsingscriteria bevat als voor milieueffecten relevante criteria. Voor een groot deel overlappen deze. De thema's en toetsingscriteria (zie tabel 3-1) zijn voor een belangrijk deel al eerder aan de orde geweest in de Onderzoeksfase, waarin ook is gekeken naar vroegere discussies over de luchtvaart. Belangrijke thema's zijn geluid, emissies/ natuur, efficiëntie, capaciteit en ruimtebeslag (op de grond). Veiligheid is rand voorwaardelijk.

Tabel 3-1 De thema's en toetsingscriteria

Doelthema	(Milieu)thema	Toetscriterium	Nadere omschrijving
Randvoorwaarde veiligheid	Veiligheid	Ongevalsrisico	Kans op een vliegtuigongeval.
		Externe veiligheid	Plaatsgebonden- en groepsrisico van aanwezigen op de grond als gevolg van een vliegtuigongeval.
Verduurzaming	Geluid	Geluidsbelasting	De oppervlakte binnen verschillende geluidscontouren.
		Voorspelbaarheid	Mate waarin geluidsbelasting een vast patroon kent naar tijd en plaats.
		Ontwerpruimte bij het maken van routes	Mate waarin het overvliegen van specifieke gebieden vermeden kan worden in het ontwerp van de routestructuur.
	Emissies	Klimaat (CO_2)	Brandstofgebruik in de Amsterdam FIR.
		Luchtkwaliteit	Effect van uitstoot van NOx, fijnstof en ultra-fijnstof op de lokale luchtkwaliteit.
	Natuur[17]	Stikstofdepositie	Indicatie van toe- en afnamen van stikstofdepositie aan de hand van het verbruik van brandstof.
		Verstoringseffecten	Mate van verstoring van vooral vogels. Geluid is hierbij de belangrijkste factor.
	Ruimtebeslag (op de grond)	Beperkingen van gebruik van grond	Omvang van gebieden rond luchthavens met beperkingen voor ruimtelijke ontwikkeling als gevolg van luchtruimindeling en -gebruik.

[17] *Effecten op Natura 2000-gebieden worden in dit MER impliciet als natuur beoordeeld. Het onderzoek naar mogelijk significant negatieve effecten is uitgevoerd in een separate Passende Beoordeling. Deze Passende Beoordeling is net als het plan-MER een bijlage bij de Voorkeursbeslissing.*

Doelthema	(Milieu)thema	Toetscriterium	Nadere omschrijving
Verhogen efficiëntie	Efficiëntie	Vluchtefficiëntie	Totale vliegtijd in de Amsterdam FIR
		Efficiëntie van de militaire transit	Verhouding tussen de vliegtijd van/ naar het oefengebied (transit) en de effectieve operationele vliegtijd in het oefengebied.
Verruiming capaciteit	Capaciteit	Uurcapaciteit voor civiel verkeer	Maximaal aantal vluchten per uur dat gedurende langere tijd kan worden verwerkt in een situatie zonder verstoringen.
		Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer	Mate waarin het systeem bestand is tegen verstoringen en de afwijkingen als gevolg daarvan op de geplande tijden.
		Beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer	Grootte en mate van beschikbaarheid van geschikt luchtruim voor individuele en gezamenlijke militaire oefeningen van de operationele commando's
		Beschikbaarheid van luchtruim voor GA	Grootte en mate van beschikbaarheid in de tijd van luchtruim voor GA.
		Beschikbaarheid van luchtruim voor drones	Grootte en mate van beschikbaarheid in de tijd van luchtruim voor drones.

Het Programma Luchtruimherziening heeft de bovenstaande toetsingscriteria gekozen opdat ze behulpzaam zijn vóór en passen bij de te nemen Voorkeursbeslissing. In de Notitie Reikwijdte en Detailniveau zijn deze thema's al beschreven. Het gaat hierbij om een keuze van de Voorkeursbeslissing op hoofdlijnen. De uitwerking gebeurt in de volgende fase; de Planuitwerking. Bij Voorkeursbeslissing past dus ook een beoordeling van de alternatieven op hoofdlijnen. Het detailniveau van de criteria is daarom lager dan bijvoorbeeld een MER voor een specifieke luchthaven of in een studie van de inrichting van een deel van het luchtruim. Ten slotte is er bij het opstellen van de toetsingscriteria gekeken of deze voldoende onderscheidend zijn voor de verschillende alternatieven en bouwstenen, of onderzoeksmethoden beschikbaar zijn om de effecten te bepalen en of de criteria gezamenlijk voldoende inzicht geven.

De alternatieven en bouwstenen zijn in deel B systematisch en uitgebreid op alle toetsingscriteria onderzocht. Op basis van die analyses is in deel A een verkorte versie beschreven, ingaand op zowel effecten van de alternatieven en de bouwstenen als het voorkeursalternatief.

De toetsingscriteria zoals beschreven in de NRD zijn aangescherpt en uitgebreid op grond van de ingebrachte adviezen (Advies Commissie voor de milieueffectrapportage) en zienswijzen. De onderzoek aanpak voor de afzonderlijke thema's wordt toegelicht in de in deel B van dit plan-MER (hoofdstuk 11).

3.4 Methode van scoren

Zoals vermeld in paragraaf 3.1 worden effecten van het voornemen bepaald in vergelijking met een referentiesituatie. De manier van beoordelen sluit aan bij de te maken keuzes. Dat betekent dat de alternatieven als geheel worden beoordeeld en bouwstenen als onderdeel van een alternatief. In de effectscores komt dit ook tot uitdrukking. In de cycli 1 en 2 worden alternatieven beoordeeld aan de hand van een kwalitatieve 5-puntschaal; daarin wordt de omvang of ernst van een effect van een alternatief uitgedrukt met plussen en minnen. De kwalitatieve effectscores zijn hier weer gegeven; hoe deze voor de afzonderlijke thema's zijn gespecificeerd is te lezen in de in deel B.

Score	Verklaring
++	Groot positief effect
+	Klein positief effect
0	Geen/neutraal effect
-	Klein negatief effect
--	Groot negatief effect

In cyclus 3 worden de bouwstenen beoordeeld aan de hand van hun bijdrage aan een alternatief op de verschillende toetsingscriteria. De beoordeling wordt uitgedrukt aan de hand van pijlen die een positieve of negatieve bijdrage reflecteren; ↓ (negatieve bijdrage) en ↑ (positieve bijdrage).

In 2025 wordt verondersteld dat de nieuwe hoofdstructuur grotendeels is geïmplementeerd. Omdat de hoofdstructuur op dit moment alleen globaal is uitgewerkt zijn de effecten daarvan ook slechts globaal en kwalitatief te beschrijven (zie daarvoor ook paragraaf 3.6). Het effect van het Voorkeursalternatief wordt net als dat van de eerder beschouwde alternatieven weergegeven door middel van plussen en minnen op een 5-puntsschaal.

3.5 Referentiesituatie en zichtjaren

In dit plan-MER worden twee referentiesituaties gehanteerd; één voor het zichtjaar 2035 en één voor het tussenliggende zichtjaar 2025.

Zichtjaar 2035
Alle effecten van de alternatieven en bouwstenen worden vergeleken ten opzichte van de referentiesituatie in 2035. De effectbeoordeling dient om het VKA samen te stellen; dat kan alleen op basis van het eindbeeld in 2035. Voor het zichtjaar 2035 is aangenomen dat in aanvulling op de hoofdstructuur het nieuwe operationeel concept volledig is ingevoerd en functioneert.

Zichtjaar 2025
Voor het Voorkeursalternatief worden naast 2035 ook de effecten van de tussentijdse situatie (zijnde 2025) voor zover relevant, kwalitatief en bondig in beeld gebracht. Naar verwachting is in 2025 een groot deel van de nieuwe hoofdstructuur geïmplementeerd; namelijk het deel waarvoor Nederland niet of nauwelijks afhankelijk is van het buitenland. Zoals blijkt uit de Roadmap 2035[18] in de VKB is dan ook al begonnen met de implementatie van bouwstenen voor het operationeel concept. De dan geïmplementeerde bouwstenen zijn vooral voorwaarde scheppend en hebben op zichzelf nog weinig effect. Deze worden dan ook niet apart op effect beoordeeld voor het zichtjaar 2025. Daarom richt de effectbeoordeling van het Voorkeursalternatief in 2025 zich alleen op de effecten van de nieuwe hoofdstructuur, nog zonder de verdere implementatie van het operationeel concept.

Het zichtjaar 2025 heeft geen betekenis voor de planning voor de luchtruimherziening en heeft alleen als functie om voor de effectbepaling in dit plan-MER een eenduidig jaartal te kunnen vermelden. De aanpassing van de hoofdstructuur zal in werkelijkheid in stappen plaatsvinden vanaf 2024 tot en met 2027. Het jaar 2025 ligt binnen deze periode en is alleen in dit plan-MER als zichtjaar gebruikt.

[18] *Roadmap 2035 en het daarop gebaseerde transitieplan beschrijft het tijdspad van realisatie of uitrol van meerdere deelprojecten voor verdere ontwikkeling of voorbereiding van het operationele verkeersleidingssysteem.*

Huidige situatie 2018
2018 is het jaar dat voor de huidige situatie gehanteerd wordt, omdat de kentallen (waaronder de vliegtuigaantallen voor de verschillende luchthavens) die gebruikt worden uit dat jaar afkomstig zijn. Bovendien sluit het programma daarmee aan bij de Luchtvaartnota.

3.6 Studiegebied en detailniveau

Het studiegebied betreft het gebied waarin effecten mogelijk worden geacht. Dat wordt bepaald door te kijken naar waar wijzigingen worden doorgevoerd in de structuur van het luchtruim en afhandeling van het luchtverkeer, en de reikwijdte van mogelijke effecten. Voor dit MER betreft het studiegebied het gehele Nederlandse grondgebied tot een hoogte van FL245 (7,5km).

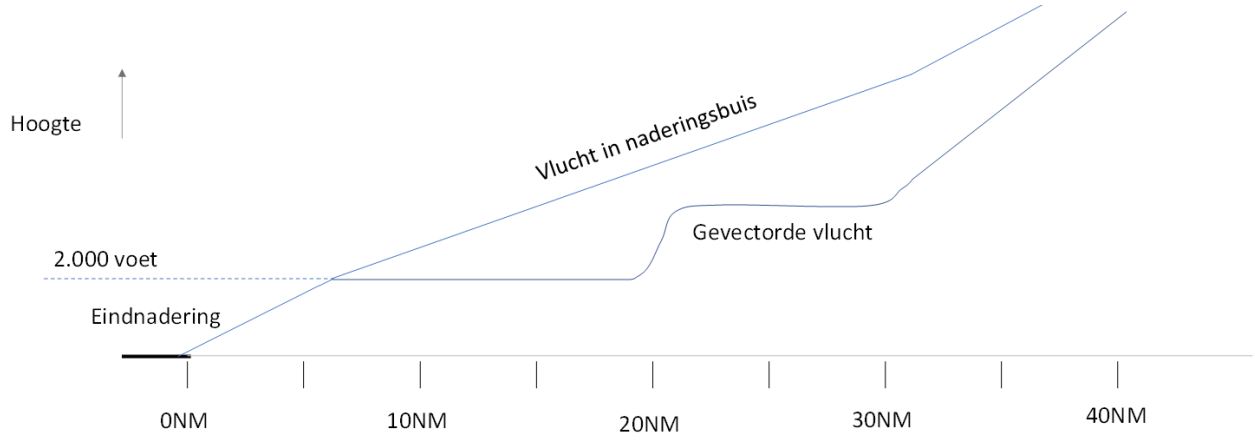
Het detailniveau van het m.e.r.-onderzoek sluit aan bij het detailniveau van het PLRH. De VKB legt op hoofdlijnen een nieuwe hoofdstructuur vast en methoden waarmee het luchtverkeer van en naar de luchthavens wordt begeleid. In de VKB kunnen nog geen exacte routes of routepunten worden bepaald en geen exacte grenzen van een oefengebied of TMA aangegeven. Dit gebeurt in de volgende fase; de Planuitwerking. Dit alles heeft tot gevolg dat de effecten van het VKB slechts globaal en niet of nauwelijks geografisch te bepalen zijn.

Niettemin wordt in het MER getracht zo goed mogelijk een beeld te geven van welke effecten op de grond te verwachten zijn. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in de componenten waar de Luchtruimherziening uit bestaat.

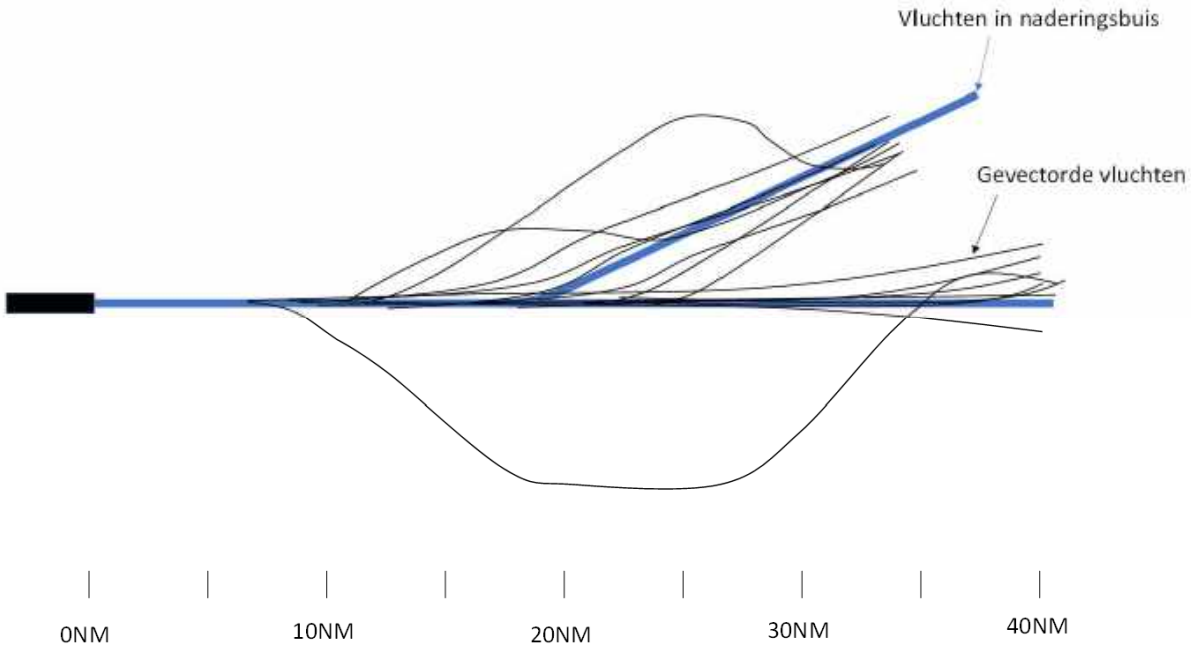
De gevolgen van het veranderen van de **hoofdstructuur** kunnen op landelijk niveau globaal worden bepaald, met hooguit een regionale duiding van mogelijke effecten. Bij deze veranderingen valt te denken aan de verplaatsing en afbakening van militaire oefengebieden, een vierde naderingspunt voor Schiphol en de afbakening van de ATM van de verschillende nationale luchthavens.

De **conceptuele bouwstenen voor de afhandeling van het luchtverkeer** hebben nauwelijks wijzigingen tot gevolg in de 7,5km tot aan dan wel vanaf de baan. Daardoor hebben de bouwstenen op korte afstand tot de baan/ luchthaven slechts beperkte effecten. Effecten op de grond worden bepaald aan de hand van redeneringen gebaseerd op onder andere veranderingen in hoogte-, klim- en daalprofielen.

Ter illustratie zijn in figuur 3-4 en figuur 3-5 verschillende vluchtprofielen weergegeven, waarbij in te beelden is hoe op grotere afstand tot de baan verschillende effecten optreden.



Figuur 3-4 Zijaanzicht van klimprofielen van gevectorde vlucht en vlucht in naderingsbuis



Figuur 3-5 Bovenaanzicht van gevectorde vluchten en vluchten in naderingsbuis

Voor geluid worden de effecten ook in beeld gebracht aan de hand van een generieke baan; een fictieve baan aan de hand waarvan effecten van veranderingen in hoogte-, klim- en daalprofielen op de grond kunnen worden getoond in geluidscontouren.

Met deze aanpak worden de in te schatten gevolgen zo goed mogelijk geduid zonder dat een te hoog detail- en zekerheidsgehalte van de resultaten gesuggereerd wordt. Aan de hand van vluchtprofielen en een generieke baan kan, bij gebrek aan concrete geografische routes, echter niet aangegeven worden op welke geografische locatie effecten optreden. Zodra het ontwerp van de routes van en naar de luchthavens in de volgende fase is bepaald, kunnen de effecten ook locatie specifiek worden gemaakt.

3.7 Aard en context effectbepaling PLRH

Hierboven is uitgelegd dat de effecten van het programma in deze fase maar in (zeer) beperkte mate geografisch en specifiek in beeld zijn te brengen. Ook is uitgelegd dat het programma geen keuze maakt over het aantal bewegingen in de civiele luchtvaart, of andere zaken zoals de vlootmix. Daarom worden hiervoor aannames gedaan. Waar objectieve algemene wettelijke kaders, beleidsdoelen of randvoorwaarden bestaan, zijn deze meegenomen; in veel gevallen bestaan deze echter niet.

Dit geldt niet alleen voor de effecten van het PLRH, maar ook voor de referentiesituatie. Dat betekent dat een effect van de luchtruimherziening wel is te duiden als een verbetering of verslechtering ten opzichte van de referentiesituatie, maar dat niet in absolute termen is te duiden in welke mate voldaan is aan een gestelde eis of randvoorwaarde.

Gezien de strategische aard van het programma en het plan-MER is dit geen probleem. Immers, het programma bepaalt nog niet locatie specifiek en precies wat er gaat gebeuren; er hoeft nog geen locatie gebonden toetsing plaats te vinden van de wijzigingen in het luchtruim(gebruik). De gehanteerde aanpak kan wel in beeld brengen wat vanuit de verschillende effecten het meest gewenste VKA is en beoordelen of daarmee een bijdrage geleverd kan worden aan de gestelde programmadoelen en vastgesteld beleid (waaronder de Luchtvaartnota). Ook kunnen potentiële kansen en risico's worden gesignaleerd die de Planuitwerking geadresseerd moeten worden.

Niettemin wordt in de beschrijving van de referentiesituatie zoveel mogelijk een context gegeven waarbinnen de effecten geplaatst moeten worden. Hiermee kan een betere duiding van een effect/ verbetering of verslechtering verkregen worden. Voor deze context wordt, voor zover mogelijk, gebruik gemaakt van het plan-MER voor de Luchtvaartnota. Hoe de LRH zich tot de Luchtvaartnota verhoudt wordt toegelicht in hoofdstuk 9.

De effecten inclusief de gevolgen voor het milieu worden waar mogelijk kwantitatief in beeld gebracht zoals ook geadviseerd wordt door de Commissie voor de milieueffectrapportage. De toetsing op criteria heeft zoveel als mogelijk plaats gevonden op harde, objectiveerbare kennis (historische data, berekeningen, geaccepteerde kentallen, standaard tools), waarna experts in de verschillende thema's een eindoordeel hebben gegeven, op basis van die beschikbare kennis en rekening houden met elementen die daarin ontbreken. Meer inzicht in de kwantitatieve en geografische effecten zullen ontstaan in de fase van de Planuitwerking. Dan zal de hoofdstructuur verder worden uitgewerkt en zullen de precieze ontwerpen van vliegroutes beschikbaar komen.

4 Alternatieven en bouwstenen

In dit hoofdstuk worden de verschillende alternatieven en aanvullende bouwstenen voor het operationeel concept beschreven, beoordeeld en afgewogen. Daarnaast worden de conclusies die PLRH in deze cycli heeft getrokken en die leiden tot het Voorkeursalternatief beschreven. In de volgende paragrafen worden de keuzes voor de alternatieven gemotiveerd en zijn de effecten van de alternatieven en bouwstenen op een wat hoger abstractieniveau weergegeven. Voor een uitgebreide uitwerking van de effectbepaling van de alternatieven en bouwstenen wordt verwezen naar deel B.

Zoals beschreven in paragraaf 3.2.2 zijn vanuit verschillende ontwerpvisies alternatieven opgesteld. Deze alternatieven dienen om de verschillende bouwstenen in een realistische context te kunnen beoordelen zodat een weloverwogen keuze gemaakt kan worden.

De alternatieven zijn erop gericht zo goed mogelijk invulling te geven aan de doelstellingen van het programma maar telkens vanuit een andere ontwerpvisie. Uit participatiesessies is meegenomen dat voorspelbaarheid van vliegtuiggeluid voor om- en onderwonenden een belangrijke bijdrage kan leveren aan de leefbaarheid. Ook vanuit gebruikersperspectief leidt voorspelbaarheid samen met planmatigheid tot efficiënte, voorspelbare routes. Dit verlaagt de vliegduur, brandstofverbruik en de kosten, en heeft daarmee ook een positieve klimaatimpact. Beide elementen – geluid en emissies – zijn dan ook belangrijke indicatoren die worden gebruikt om de alternatieven en het Voorkeursalternatief te beoordelen.

De Luchtvaartnota vraagt om het beperken van geluidsoverlast onder de 6.000voet prioriteit te geven in het luchtruimontwerp. Daarboven krijgt juist vermindering van broeikasgassen prioriteit. De Luchtvaartnota geeft verder aan dat een vaste routestructuur hier een belangrijke bijdrage aan kan leveren. Daarnaast vraagt de Luchtvaarnota om zoveel mogelijk in te zetten op het gebruik van continu klimmen en continu dalen. In alle alternatieven wordt daarom zoveel mogelijk gebruik gemaakt van deze procedures. Vooral voor een maximaal gebruik van continue dalen is het wederom belangrijk een voorspelbare en gelijkmatige verkeersstroom te creëren.

Planning en voorspelbaarheid zijn dus belangrijke eigenschappen die een grote invloed kunnen hebben op de effecten van belangrijke doelstellingen van het PLRH. Om te bepalen welke bouwstenen in welke omstandigheden de grootste bijdrage kunnen leveren aan deze eigenschappen heeft PLRH ervoor gekozen om planning en voorspelbaarheid van het vliegverkeer centraal te laten staan bij de ontwikkeling van de alternatieven.

Een tweetal hoofdkeuzes heeft een grote invloed op de planning en voorspelbaarheid van het operationeel concept. Het zijn deze keuzes die centraal staan bij de samenstelling van de alternatieven. Voor het maken van de keuzes zijn 3 cycli doorlopen zoals beschreven in paragraaf 3.2. De cycli voor de twee hoofdkeuzes staan beschreven in paragrafen 4.1 en 4.2. Het is belangrijk te benadrukken dat bouwstenen niet willekeurig bij elkaar gevoegd kunnen worden. Sommige bouwstenen hebben afhankelijkheden, versterken elkaar of sluiten elkaar juist uit. Bij het samenstellen van de alternatieven is hier nadrukkelijke rekening mee gehouden.

Er zijn ook bouwstenen die wél min of meer onafhankelijk van andere bouwstenen kunnen opereren en een positieve bijdrage kunnen leveren aan de programmadoelen. Deze aanvullende bouwstenen zijn beoordeeld in cyclus 3 en worden beschreven in 4.3.

4.1 Cyclus 1: alternatief Vast versus Flexibel

De eerste keuze gaat over welk routeconcept gehanteerd zal worden. Europese regels en ontwikkelingen vragen in de toekomst om een route-ontwerp dat op lagere hoogtes gebruik maakt van een vast routestelsel. Er is echter veel vrijheid in de keuzes die gemaakt kunnen worden bij het ontwerp en de implementatie van dit routestelsel. In de eerste cyclus is daarom verkend welke keuzes voor het routeconcept het beste aansluiten bij de doelen van het programma: vast of flexibel.

Alternatief Vast
Het alternatief Vast zet voor 2035 maximaal in op een voorspelbare en planmatige afhandeling van civiel luchtverkeer en gaat daarmee verder dan de Europese verplichtingen vragen. Er wordt niet alleen gebruikgemaakt van een vast routestelsel op lagere hoogte maar ook van vaste hoogteprofielen om vaste naderingsroutes met een hoge capaciteit te faciliteren. Om dit mogelijk te maken zijn een aantal technologische bouwstenen nodig, zowel op de grond als aan boord van vliegtuigen. Ook zijn er grotere aanpassingen nodig aan de werkwijzen in het tussenliggende en hogere luchtruim om een dergelijk alternatief te ondersteunen.

Het alternatief gaat uit van een nauwkeurig geplande afhandeling van het civiele luchtverkeer waarbij bovendien een aantal bouwstenen wordt gebruik om die planning ook precies te realiseren. Om het gebruik van vaste routes en continue daalprofielen te verhogen wordt er niet alleen gebruik gemaakt van een vast routestelsel op lagere hoogte maar ook van vaste hoogteprofielen. Het resultaat hiervan is dat al lang van tevoren, ruim voor binnenvliegen van het Nederlandse luchtruim, duidelijk is wat de landingsvolgorde wordt en welke route richting het naderingsluchtruim daarbij hoort. Om te zorgen dat het luchtverkeer tijdens de nadering op tijd blijft vliegen worden hulpmiddelen gebruikt die de tijdplanning in de gaten houden en bijsturen als dat nodig is. In het naderingsluchtruim worden niet alleen vaste routes, maar ook vaste hoogteprofielen gebruikt. Deze combinatie wordt een buis genoemd. Hierbij hebben de routes en hoogteprofielen een bepaalde bandbreedte die recht doen aan verschillen tussen vliegtuigen. Naar verwachting zal dan 10% tot 20% van de naderingen op Schiphol gevectord moeten worden.

Het vertrekkende verkeer maakt ook gebruik van buizen. De naderings- en vertrekbuizen zullen zo ontworpen worden dat luchtverkeer in deze buizen geen interactie met elkaar hebben. Waar mogelijk zijn de vertrekbuizen aan de bovenkant overigens open zodat verkeer dat sneller kán klimmen daar ook de mogelijkheid toe heeft. De vertrekbuizen lopen tot minimaal 6.000 voet hoogte waarbij er alleen om veiligheidsredenen afgeweken mag worden van deze routes. Vertrekkend luchtverkeer kan na het verlaten van de buis een optimale (directe) route kiezen naar het hogere luchtruim. In hoofdstuk 12 is een beschrijving opgenomen van de individuele bouwstenen waaruit het bovenbeschreven alternatief is opgebouwd.

Alternatief Flexibel
Het alternatief Flexibel volgt de Europese verplichtingen maar behoudt daarmee ook een zekere mate van flexibiliteit in de afhandeling van luchtverkeer. Het gaat hierbij vooral om de gehanteerde routes voor naderend civiel verkeer. Om op lagere hoogte gebruik te kunnen maken van vaste routes, zijn ook maatregelen nodig in het tussenliggende luchtruim om de aanlevering van het civiele luchtverkeer aan te passen op de eisen die een dergelijk alternatief vraagt.

Het alternatief biedt afhankelijk van de omstandigheden meerdere mogelijkheden om opeenvolgende vluchten af te handelen. Er worden geen hoge eisen gesteld aan over de precisie van het aanleveren van luchtverkeer vanuit het hogere luchtruim anders dan de ontwikkelingen die nu al plaatsvinden. Er wordt in het tussenliggende luchtruim gebruik gemaakt van een proces dat stapsgewijs het naderend luchtverkeer in de planning inpast. In elke stap wordt hierbij precisie aan de tijdsplanning toegevoegd. De luchtverkeersleider werkt hierbij grotendeels zoals nu ook het geval is maar krijgt ondersteuning van

geavanceerde plannings- en adviessystemen. Het laatste deel van het naderende luchtverkeer volgt zoveel als praktisch mogelijk is een vaste route naar de landingsbaan en volgt een hoogteprofiel dat past bij de omstandigheden. Naar verwachting kan dat voor 20% tot 30% van de naderingen op Schiphol; de overige naderingen worden gevectord.

Het vertrekkende verkeer volgt een standaard, vaste vertrekroute die tot minimaal 6.000 voet gevolgd zal worden. Daarna wordt doorgevlogen in de richting van de bestemming. In hoofdstuk 12 is een beschrijving opgenomen van de individuele bouwstenen waaruit het bovenbeschreven alternatief is opgebouwd.

Beoordeling Vast en Flexibel

Tabel 4-1 geeft een overzicht van de meest in het oog springende effecten van de alternatieven Vast en Flexibel, alsmede de beoordeling daarvan. **Voor de duidelijkheid: een plus is dus een gunstig effect, een min een negatief effect.**

Tabel 4-1 Overzichtstabel effectbeoordeling cyclus 1 – Vast - Flexibel

Thema	Criterium	Effectbeoordeling Vast	Score	Effectbeoordeling Flexibel	Score
Veiligheid	Ongevalsrisico	Het alternatief Vast kent enkele nieuwe en enkele vergrote risico's ten opzichte van de referentiesituatie: het naderen via een stelsel van vaste routepunten is mogelijk complexer, er kunnen conflicten ontstaan binnen een naderingsbuis en als een vliegtuig niet meer in een buis kan blijven vliegen, leidt dit eerder tot een conflict met ander verkeer. Daarnaast is het voor luchtverkeersleiders wellicht moeilijk om juist de 10% tot 20% van de naderingen in de wat moeilijkere omstandigheden met vectoren goed af te handelen, terwijl de meeste naderingen anders worden afgehandeld. De verwachting is dat al deze risico's in de vervolgstappen voldoende gemitigeerd kunnen worden.	0	Het alternatief Flex bel kent enkele nieuwe en enkele vergrote risico's ten opzichte van de referentiesituatie: het naderen via Gates is mogelijk complexer en onoverzichtelijker en daardoor kunnen conflicten ontstaan. Daarnaast is het voor luchtverkeersleiders wellicht moeilijk om in 20% tot 30% van de naderingen een wat meer surveillerende en minder controlerende taak uit te voeren. De verwachting is dat al deze risico's in de vervolgstappen voldoende gemitigeerd kunnen worden.	0
	Externe veiligheid	Er is geen significante invloed op de bepalende factoren die samen de externe veiligheid maken: het aantal vliegbewegingen, de kans op een ongeval per vliegbeweging en het gewicht van vliegtuigen. De vliegpaden veranderen in beide alternatieven wel en daarmee wordt het risico op grotere afstand van de baan meer geconcentreerd, maar op dit moment is nog niet bepaald waar. Het groepsrisico zou verlaagd kunnen worden door bij het ontwerp van de buizen en routes rekening te houden met woonkernen.	0	Beoordeling gelijk aan alternatief Vast.	0
Geluid	Geluidsbelasting	Het alternatief Vast leidt tot een significant lagere geluidsbelasting van de naderingen in vergelijking met de referentiesituatie. De oppervlakte binnen de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren wordt naar verwachting in de orde van 19% tot 22% verkleind. Dit is vooral het gevolg van de grotere hoogte	++	Het alternatief Flex bel leidt tot een lagere geluidsbelasting van de naderingen in vergelijking met de referentiesituatie. De oppervlakte binnen de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren wordt naar verwachting in de orde van 4% tot 6% verkleind. Dit is vooral het gevolg van	+

Thema	Criterium	Effectbeoordeling Vast	Score	Effectbeoordeling Flexibel	Score
		en het beperktere gebruik van de motoren tijdens de naderingen. Het alternatief leidt niet tot een significant andere geluidsbelasting van de vertrekken in vergelijking met de referentiesituatie.		de grotere hoogte en het beperktere gebruik van de motoren tijdens de naderingen met de Vaste Naderingsroutes. Het alternatief leidt niet tot een significant andere geluidsbelasting van de vertrekken in vergelijking met de referentiesituatie.	
	Voorspelbaarheid van geluid	Vast vergroot de voorspe baarheid van geluid doordat de vliegpaden van de naderende vliegtuigen vastliggen in vliegroutes. Op Schiphol wordt dit weer enigszins teniet gedaan omdat de buizen in 10% tot 20% van de gevallen niet gebruikt kunnen worden.	+	Het alternatief Flex bel vergroot de voorspelbaarheid van geluid doordat de vliegpaden van de naderende vliegtuigen vastliggen in vliegroutes. Op Schiphol kunnen de vaste naderingsroutes echter maar in 20% tot 30% van de gevallen worden gebruikt.	0
	Ontwerpruimte b j het maken van routes	Zowel in het alternatief Vast als in het alternatief Flexibel worden de vliegpaden bepaald in het ontwerp van de naderingsbuizen en de Vaste naderingsroutes. Bij dat ontwerp is de minimalisatie van geluidshinder een belangrijk ontwerpfactor. In het ontwerp kunnen woonkeren en natuurgebieden vermeden worden welke in de referentiesituatie overvlogen kunnen worden door de gevectorde naderingen.	+	Beoordeling gelijk aan alternatief Vast.	+
Emissies	Klimaat (CO_2)	Vast leidt tot een reductie van het brandstofgebruik in het Nederlandse luchtruim van 7% a 8%. Daarmee verminderd ook de CO_2 uitstoot. De grootste bijdrage komt van de naderings- en vertrekbuizen, waardoor vliegtuigen meer rechtstreeks kunnen vliegen en, in de nadering, de motor minder gebruiken. Andere positieve b jdrages zijn het gevolg van de Free Route Airspace en een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol.	++	Flexibel leidt tot een reductie van het brandstofgebruik in het Nederlandse luchtruim van naar verwachting 2%. Daarmee verminderd (in beperkte mate) ook CO_2 uitstoot. Het naderen middels vaste routes levert daarbij een positieve bijdrage, die echter beperkt is doordat slechts 20% tot 30% van de naderingen op Schiphol middels vaste routes worden uitgevoerd. Een andere positieve b jdrage is het gevolg van een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol. Het gebruik van Gates levert echter een negatieve bijdrage; het brandstofgebruik neemt daardoor juist iets toe.	+
	Luchtkwaliteit	De luchtkwaliteit verbetert niet of nauwel jks doordat de vluchtsegmenten onder 2000 voet niet anders zijn dan in de referentiesituatie en omdat emissies uitgestoten boven deze hoogte in het algemeen een zeer beperkt effect hebben op de lokale luchtkwaliteit.	0	De luchtkwaliteit verbetert niet of nauwel jks doordat de vluchtsegmenten onder 2000 voet niet anders zijn dan in de referentiesituatie en omdat emissies uitgestoten boven deze hoogte in het algemeen een zeer beperkt effect hebben op de lokale luchtkwaliteit.	0
Natuur	Stikstofdepositie	Vast leidt tot een reductie van het brandstofgebruik van 7% à 8%. Daaruit wordt vermindering van stikstofdepositie afgeleid hetgeen zeer positief beoordeeld wordt.	++	Flexibel leidt tot een reductie van het brandstofgebruik van ongeveer 2%, waardoor een iets kleiner positief effect verwacht mag worden op st kstofdepositie.	+
	Verstoringseffecten	Vast leidt tot een reductie van de 43db(A) geluidscontour van de generieke baan van 22% en dat is een goede eerste maat voor de geluidsverstoring.	++	Flexibel leidt tot een reductie van de geluidscontour van de generieke baan van 6%.	+

Thema	Criterium	Effectbeoordeling Vast	Score	Effectbeoordeling Flexibel	Score
Ruimtebeslag	Beperkingen van gebruik van grond	Vast kan een bijdrage leveren aan het verkleinen van de beperkingengebieden en afwegingsgebieden voor geluid, omdat de geluidsbelasting afneemt. Daarvoor moeten luchthavenbesluiten worden aangepast én de beperkingengebieden geactualiseerd. Dit is echter zeer onzeker en ook afhankelijk van het daadwerkelijk ontwerp.	0	Beoordeling gelijk aan Vast.	0
Efficiëntie	Vluchtefficiëntie	Vast leidt tot een reductie van de totale vliegtijd in het Nederlandse luchtruim van naar verwachting 9%. De grootste bijdrage komt van de naderings- en vertrekbuizen, waardoor vliegtuigen meer rechtstreeks kunnen vliegen en, in de nadering, sneller kunnen dalen. Andere bijdrages zijn het gevolg van de Free Route Airspace en een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol.	++	Flexibel leidt tot een reductie van de totale vliegtijd in het Nederlandse luchtruim van naar verwachting 2%. Het naderen met vaste routes levert daarbij een positieve bijdrage, die echter beperkt is doordat slechts 20% tot 30% van de naderingen op Schiphol middels vaste routes worden uitgevoerd. Een andere significante bijdrage is het gevolg van een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol. Het gebruik van gates levert een negatieve bijdrage.	+
	Efficiëntie van de militaire transit	Vast heeft geen effect op de efficiëntie van de militaire transit.	0	Flexibel heeft geen effect op de efficiëntie van de militaire transit.	0
Capaciteit	Uurcapaciteit voor civiel verkeer	De capaciteit van Vast is gelijk aan de gevraagde uurcapaciteit. De grootste beperking ligt in de afhandeling van de naderingen op Schiphol middels buizen met een combinatie van ASAS en Ground-based Interval Management: deze hebben een uurcapaciteit gelijk aan de gevraagde 36 naderingen per uur per baan.	0	De capaciteit van Flexibel is gelijk of misschien enkele bewegingen per uur groter dan de gevraagde uurcapaciteit. De verkeersafhandeling van zowel de vertrekken als veel van de naderingen is vergelijkbaar met de referentie.	0
	Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer	De punctualiteit van Vast is hoger dan de referentiesituatie dankzij de meer planmatige voorbereidingen van SWIM, TBO en E-AMAN. De robuustheid is vergelijkbaar, door aan te nemen dat 20% tot 30% van de naderingen op Schiphol middels vectoren worden afgehandeld.	+	De robuustheid en punctualiteit van Flexibel zijn gelijk aan die van de referentiesituatie doordat een groot deel van de naderingen en vertrekken op Schiphol op dezelfde wijze worden afgehandeld.	0
	Beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer	Door de uitbreiding van het noordelijk oefengebied in de aanpassing van de hoofdstructuur wordt de beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer, vooral voor oefeningen met de F-35, verhoogd.	++	Beoordeling gelijk aan Vast.	++
	Beschikbaarheid van luchtruim voor GA en drones	Vast maakt niet meer luchtruim beschikbaar voor militair verkeer, General Aviation en drones.	0	Flexibel maakt niet meer luchtruim beschikbaar voor militair verkeer, General Aviation en drones.	0

Uit de effectscores blijkt dat zowel alternatief Vast als alternatief Flexibel per saldo een verbetering opleveren ten opzichte van de referentiesituatie. Voor alle criteria geldt dat de beide alternatieven neutraal, positief of heel positief scoren. In de vergelijking tussen de twee alternatieven onderling blijkt vervolgens eenduidig dat het alternatief Vast het beste presteert. Op geen enkel onderdeel haalt het alternatief Flexibel een betere score. Het onderscheid wordt gemaakt door een hogere score voor geluid, emissies, natuur, efficiëntie en capaciteit.

De gevolgen van de luchtvaart voor leefomgeving en het klimaat zijn bij het alternatief Vast beduidend minder groot dan de effecten die naar verwachting optreden in de referentiesituatie. De voorspelbaarheid van geluid en de omvang van de gebieden waar geluidsoverlast wordt ervaren scoren beter, de uitstoot van CO_2 is lager en de belasting van natuurgebieden met geluid en stikstof is minder groot. Daarnaast nemen de vluchtefficiëntie en de robuustheid/punctualiteit van het civiele verkeer toe. In de eerste cyclus bleek Vast voor diverse criteria beter te scoren dan Flexibel.

Mede op basis van de hierboven weergegeven beoordeling[19] heeft het programma voor het concept voor de afhandeling van het vliegverkeer gekozen voor het alternatief Vast. In cyclus 2 wordt op het concept Vast voortgebouwd.

4.2 Cyclus 2: alternatief Samen versus Apart

De tweede keuze gaat over de mate van samenwerking en informatie-uitwisseling die nodig is om zo goed mogelijk invulling te geven aan de doelen van het programma. Deze keuze bouwt voort op de uitkomst van de eerste cyclus; een keuze voor Vast. Een aantal bouwstenen die raken aan samenwerking en informatie-uitwisseling leiden in alle gevallen tot voordelen. Denk hierbij aan het gebruikmaken van standaarden voor informatie-uitwisseling: dit is in alle gevallen voordelig omdat het helpt bij het verhogen van de efficiëntie. Een belangrijke keuze waarvan het effect niet op voorhand vaststaat is de samenwerking tussen verschillende luchthavens. Omdat een aantal luchthavens in Nederland dicht bij elkaar ligt, leidt een intensievere samenwerking mogelijk tot voordelen bij het behalen van de programmadoelen en in het bijzonder op de voorspelbaarheid en planbaarheid van de operatie. De tweede cyclus richt zich op dit aspect: Samen versus Apart.

Het alternatief Apart
In het alternatief Apart blijft de samenwerking en interactie tussen de verschillende luchthavens min of meer zoals deze nu is. Dit betekent dat elke luchthaven van nationaal belang zijn eigen naderingsgebied heeft waarbinnen het naderende en vertrekkende verkeer van/naar deze luchthaven wordt afgehandeld. Alle luchthavens plannen dus ook hun eigen luchtverkeer. De ontwerpruimte voor het routeontwerp van luchtverkeer op lagere hoogte wordt daarbij dus begrensd door dit naderingsluchtruim. Ook de informatie-uitwisseling en afstemming van de operatie blijft zoals deze nu is. In hoofdstuk 13 is een beschrijving opgenomen van de individuele bouwstenen waaruit het bovenbeschreven alternatief is opgebouwd.

Het alternatief Samen
In het alternatief Samen worden de bestaande grenzen van de naderingsgebieden (deels) losgelaten zodat bij de routeontwerpen meer ruimte ontstaat. Er worden verschillende clusters van luchthavens onderscheiden die dicht bij elkaar liggen en waarbij dit principe kan worden toegepast. Het belangrijkste cluster wordt gevormd door de luchthavens Schiphol, Lelystad en Rotterdam maar ook in bijvoorbeeld het cluster Eindhoven, Volkel en De Peel kunnen mogelijk voordelen worden behaald. Naast de grenzen van de naderingsgebieden kan ook de samenwerking worden verstrekt. Dit gebeurt bijvoorbeeld door het afstemmen van het baangebruik tussen de luchthavens in de verschillende clusters. In hoofdstuk 13 is een beschrijving opgenomen van de individuele bouwstenen waaruit het bovenbeschreven alternatief is opgebouwd.

[19] *Voor andere zaken die een rol hebben gespeeld bij de overwegingen wordt verwezen naar het VKB.*

Beoordeling Samen - Apart

Tabel 4-2 geeft een overzicht van de effectscores van de alternatieven Vast-Samen en Vast-Apart. In de tabel zijn ook de effecten van het alternatief Vast weergegeven.

Tabel 4-2 Overzichtstabel effectbeoordeling cyclus 2 – Apart - Samen

Thema	Criterium	Vast	Vast + Samen	Vast + Apart
Veiligheid	Ongevalsrisico	0	0	0
	Externe veiligheid	0	0	0
Geluid	Geluidsbelasting	++	++	++
	Voorspelbaarheid	+	+	+
	Ontwerpruimte b j het maken van routes	+	++	+
Emissies	Klimaat (CO_2)	++	++	++
	Luchtkwaliteit	0	0	0
Natuur	Stikstofdepositie	++	++	++
	Verstoringseffecten	++	++	++
Ruimtebeslag	Beperkingen van gebruik van grond	0	0	0
Efficiëntie	Vluchtefficiëntie	++	++	++
	Efficiëntie van de militaire transit	0	0	0
Capaciteit	Uurcapaciteit voor civiel verkeer	0	0	0
	Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer	+	+	+
	Besch kbaarheid van luchtruim voor militair verkeer	++	++	++
	Besch kbaarheid van luchtruim voor GA en drones	0	0	0

In de effectbeoordeling van de alternatieven Samen en Apart is de effectanalyse van het alternatief Vast als startpunt gebruikt. Uit de effectbeoordelingen blijkt dat de effecten van Samen en Apart grotendeels gelijk zijn aan die van het alternatief Vast. Uit de scores komt verder een beperkt verschil tussen Vast-Samen en Vast-Apart naar voren. Alleen bij het thema geluid is een verschil zichtbaar op het criterium ontwerpruimte. Daar scoort Samen met een dubbele plus beter dan Apart en Vast alleen. In het alternatief Samen worden de luchtruimgrenzen van de afzonderlijke luchthavens gedeeltelijk weggenomen waardoor nieuwe mogelijkheden ontstaan om het overvliegen van specifieke gebieden te vermijden,

Daarnaast heeft de keuze voor versterkte samenwerking tussen luchthavens een aantal kleinere positieve effecten, die nergens groot genoeg zijn om in de scores tot uitdrukking te komen. Voor geen enkel criterium zijn dit soort kleine verschillen gevonden in het voordeel van Apart.

Samen en Apart laten ook vrijwel geen verschil zien ten opzichte van de situatie na cyclus 1. De toegevoegde waarde op de doelen van het programma van de bouwstenen behorende bij Samen dan wel Apart is gering. Omdat voortgebouwd is op de uitkomsten van cyclus 1, is in cyclus 2 niet onderzocht of het concept Flexibel gecombineerd met Samen, beter scoort dan Vast met Samen. De uitkomsten van de effectbepaling laten echter zien dat dit een theoretische casus is vanwege de duidelijk betere score van Vast na cyclus 1 en de geringe toegevoegde waarde van Samen dan wel Apart in cyclus 2.

In deze tweede cyclus is doorgegaan op het concept Vast, de keuze naar aanleiding van cyclus 1. Dit concept is getoetst bij samenwerking tussen luchthavens (Samen) en bij ontwerpen per luchthaven afzonderlijk (Apart). Het verschil is niet zo groot als in de eerste cyclus. Uit de effectbeoordeling komt naar

voren dat samenwerking voor alle doelen net iets gunstiger uitpakt. Voor geluid komt dat doordat het gedeeld naderingsluchtruim van het cluster Schiphol, Lelystad en Rotterdam nieuwe mogelijkheden biedt het overvliegen van specifieke gebieden te vermijden. Voor emissies komt dat doordat er minder wordt omgevlogen dan in de referentiesituatie. Hierbij dient te worden aangetekend dat nieuwe routes vanwege geluid en minder omvliegen beide zullen leiden tot het overvliegen van andere gebieden. Daarnaast zijn verbeteringen geconstateerd die niet in de plus/ min-score tot uitdrukking komen. De verbeteringen zijn niet groot genoeg om de score op te hogen of te verlagen. Dat geldt voor emissies, natuur, vluchtefficiëntie en de robuustheid/punctualiteit van het civiele verkeer.

Mede op basis van de hiervoor beschreven effecten heeft het programma gekozen voor een combinatie van de concepten Vast en Samen.

4.3 Cyclus 3: keuzes voor aanvullende bouwstenen

De derde cyclus beschouwt of een aantal losse bouwstenen de uitkomst van de voorafgaande beide ronden (VAST + SAMENwerking van de luchthavens) nog kan verbeteren door losse bouwstenen toe te voegen.

Beoordeling aanvullende bouwstenen
In de derde cyclus wordt onderzocht welke additionele bouwstenen de effecten van het geheel van Vast en Samen verder kunnen versterken. De losse bouwstenen worden één voor één toegevoegd en op effecten beoordeeld. De bouwstenen zijn beschreven en uitgebreid op effecten beoordeeld in hoofdstuk 14. Een korte weergave van de effectbeoordeling is gegeven in tabel 4-3.

Tabel 4-3 Beknopte beoordeling bouwstenen

Bouwsteen	Beoordeling
Geavanceerde DMAN	Een geavanceerde DMAN, waarin vertrekkend luchtverkeer wordt geclusterd leidt tot minder gebruik van brandstof, en daardoor tot een betere luchtkwaliteit op de luchthaven, tot een hogere uurcapaciteit van vertrekken en tot meer robuustheid en punctualiteit.
RECAT en PWS	RECAT-EU en PWS kunnen veilig geïntroduceerd worden. De uurcapaciteit van de vertrek- en naderingsbuizen van Schiphol kan toenemen met ongeveer 1 à 2 bewegingen per uur per baan met enkele onzekerheden en onder enkele voorwaarden.
Reductie Minimale Radar Separatie	De reductie van de MRS leidt: • zonder aanvullende maatregelen of mitigatie in het ontwerp, tot een toename van de ongevalskans als gevolg van: botsing tussen vliegtuigen. Het is nog onzeker of aangetoond kan worden dat die toename acceptabel is of gemaakt kan worden door additionele maatregelen; • tot een verhoging van de capaciteit van de vertrek- en naderingsbuizen van Schiphol met 2 tot 4 bewegingen per uur per baan, met enkele onzekerheden en onder enkele voorwaarden.
Reductie minimale separatie in het tussenliggend luchtruim	Het is de verwachting dat de reductie van minimale separatie veilig geïntroduceerd kan worden in de stelsels van vaste routepunten in het tussenliggend luchtruim. Een veilige introductie ervan in de FRA is onzekerder. De reductie van de minimale separatie in het tussenliggend luchtruim kan naar verwachting een toename van de uurcapaciteit faciliteren, doordat de introductie van PWS en de reductie van de MRS in het naderingsluchtruim de verhoging voldoende ondersteunen om die dan ook daadwerkelijk te kunnen benutten.
Integratie AMAN/DMAN proces	Een geïntegreerd AMAN/DMAN-proces helpt bij het voorkomen van ongevallen tussen een doorstartend vliegtuig en een vertrekkend vliegtuig op Schiphol, dit verhoogt de veiligheid. Een geïntegreerd AMAN/DMAN-proces stemt de vertrekken en naderingen beter op elkaar af, dit verhoogt de robuustheid en punctualiteit.
Dynamisch flowmanagement	Met dynamische flowmanagement kan door herrouteringen voorkomen dat sectoren in het tussenliggend luchtruim overbelast dreigen te worden. Daardoor worden vertragingen voorkomen en wordt de uurcapaciteit van het tussenliggend luchtruim verhoogd, ten koste van het vliegen van langere routes, en dus ten koste van klimaat-gerelateerd emissies

Bouwsteen	Beoordeling
Het delen van informatie op de luchthavens verbeteren	Het verbeteren van het delen van informatie op de luchthavens leidt tot een verdere verhoging van de robuustheid en punctualiteit.
Best Equipped, Best Served	Het BEBS-principe leidt er wellicht toe dat een deel van de vliegtuigen in het Nederlandse luchtruim van een nieuwere generatie is dan in de referentiesituatie. Dit heeft een positief effect op de ongevalskans. Alhoewel het BEBS-principe nog niet geheel is uitgewerkt, is het goed voorstelbaar dat dit ertoe leidt dat vertrekken met een relatief lage klimgradiënt minder voorkomen. In deze effectbeoordeling is dat gemodelleerd door de vliegtuigen met een klimgradiënt onder de 8% te vervangen door vliegtuigen met een klimgradiënt boven de 8%. Dit geeft een kleine vermindering van de geluidsbelasting, in de orde van 1% van de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren voor de vertrekprocedures.
Noise Abatement Procedure 2	De verplichting voor NADP 2, in plaats van een aanbeveling, leidt tot een beperkte verlaging van de totale geluidsbelasting, het brandstofgebruik, en daarmee tot minder klimaat-gerelateerd emissie en stikstofdepositie.
Gekromde naderingen	Gekromde naderingen veranderen de vliegroutes van de naderingen van ongeveer 6km van de baan tot ongeveer 15km van de baan. Hierdoor kan het overvliegen van kwetsbare gebieden als woonkernen en natuurgebieden vermeden worden. Dit verhoogt flexibiliteit van routes, met de kanttekening dat de ruimtelijke ordening rondom luchthavens voor een groot deel is ingericht op de bestaande vertrek- en naderingsroutes. De mogel jkheid kwetsbare gebieden te vermijden leidt ook tot verbetering van externe veiligheid en luchtkwaliteit. Gekromde naderingen kunnen in het zichtjaar 2035 nog niet in omstandigheden met slecht zicht worden uitgevoerd door technische beperkingen. Daarom scoort deze bouwsteen negatief op voorspelbaarheid van geluid en op robuustheid en punctualiteit. De bouwsteen scoort ook negatief op interne veiligheid vanwege het risico verbonden aan het vliegen van bochten op lage hoogte.
Steilere ILS	Een steilere ILS leidt tot een verlaging van de geluidsbelasting doordat vliegtuigen op de eindnadering hoger vliegen dan in de referentie en doordat dit doorwerkt op het gedeelte van de vlucht voor de eindnadering. Als de toename van de hoek van het gl jpad beperkt blijft tot 3,50 zijn er geen negatieve veiligheidseffecten, bij grotere hoeken zijn die er mogel jk wel als gevolg van de vergrote kans op een harde landing. Er z jn ook beperkte effecten op de luchtkwaliteit, zowel positief als negatief. Daarom wordt deze bouwsteen op dat criterium als neutraal beoordeeld.
Een SID per baan	De bouwsteen één SID per baan leidt tot langere vertrekroutes voor veel vliegtuigen en dat leidt tot een significant verminderde vluchtefficientie, een significant hoger brandstofgebruik en daarmee tot meer klimaat-gerelateerde emissie en stikstofdepositie. Ondanks dat de kans op longitudinale conflicten hoger is dan in de referentiesituatie neemt waarsch jnlijk de kans op een ongeval niet zozeer toe, maar zal de capaciteit van de vertrekken verminderd worden en zullen vaker verstoringen van de operatie zijn. Het blijkt verder dat de geluidsbelasting, in termen van de oppervlaktes binnen de geluidscontouren, toeneemt. De bouwsteen biedt daarentegen wel weer de mogelijkheid de ene SID per baan zo te ontwerpen dat deze tot de minste geluidshinder leidt. Dat geeft een positief effect op het criterium ontwerpruimte bij het maken van routes. Als daarbij woonkernen vermeden worden leidt dat ertoe dat het groepsrisico verlaagd wordt, en dat geeft een positief effect op het criterium externe veiligheid.
SIDs boven zee wanneer mogelijk	Uitgaande van karakteristieke afstanden en klimgradiënten blijkt dat deze bouwsteen leidt tot één SID per baan over waarschijnlijk maar één route. De effecten van deze bouwsteen zijn dan vergelijkbaar met die gegeven hierboven (één SID per baan), met het verschil dat het effect op de geluidsbelasting effectief positief is maar het effect op de ontwerpruimte bij het maken van routes effectief negatief is.
Niet afwijken van SID tot 6.000 voet	Door niet af te wijken van de SID tot 6.000 voet (circa 1,8km) wordt de geluidsbelasting verlaagd doordat bij het ontwerp van die route minimalisatie van geluidsbelasting prioriteit heeft. Daardoor wordt ook de voorspelbaarheid van geluid op de grond verhoogd; er z jn immers geen afwijkingen van het vertrekpad tot 6.000voet. Een nadeel is dat zo ook het verkorten van de route niet mogel jk is, en dat geeft negatieve effecten op de klimaat-gerelateerde emissie, de stikstofdepositie en de vluchtefficientie. Een ander nadeel is dat in sommige gevallen b j vertrek de tijd tussen twee vliegtuigen groter moet z jn om een conflict verderop te vermijden, en dat geeft een negatief effect op de capaciteit.
Flexibele vertrekprocedures	Het ontwerp van het buizensysteem maakt dat in sommige gevallen hoogterestricties nodig z jn om conflicten tussen verschillende stromen te vermijden. In het buizensysteem van Vast worden deze hoogterestricties procedureel voorgeschreven en deze bouwsteen laat deze hoogterestricties weer los. Dat geeft meer conflicten waardoor de ongevalskans toeneemt. Het wegnemen van de levelsegmenten blijkt, misschien contra-intuïtief, het oppervlakte binnen de relevante geluidscontouren te vergroten. De flexibele vertrekprocedures geven de vliegers meer vrijheid om het hoogteprofiel bij een vertrek te kiezen. Daarbij zal doorgaans gekozen worden voor een profiel waarb j het brandstofgebru k of de duur van de gehele vlucht geminimaliseerd wordt.

Bouwsteen	Beoordeling
E ke sector maar één baan	De bouwsteen E ke sector maar één baan heeft een zeer klein effect op de verkeersstromen. Het doel: het in sommige gevallen toewijzen van vliegtuigen in één sector aan verschillende banen, in balans met de bezettingsgraad van verschillende banen, kan ook goed bereikt worden middels TBO, E-AMAN en het stelsel van vaste routepunten.
Flexibele fixes	Flexibele fixes maken het afhandelen van naderingen in het stelsel van vaste routepunten en E-AMAN ingewikkelder. Belangrijker nog is dat het buizenconcept dynamisch en zeer complex wordt, zeker in een gedeeld luchtruim en zeker in het geval van wisselingen van banen. Dit brengt significante negatieve effecten met zich mee voor het ongevalsrisico, de voorspelbaarheid van geluid, de ontwerpruimte bij het maken van routes en de robuustheid en punctualiteit. Mogelijk zijn er beperkte positieve effecten op het brandstofgebruik, en daardoor ook op stikstofdepositie, en de vluchtefficiëntie.
Groot aantal fixes	Een groot aantal fixes maken het mogelijk in de naderingsbuizen frequenter en complexer, waardoor mogelijk meer conflicten ontstaan, de uurcapaciteit kleiner wordt en de robuustheid van de operatie vermindert. De bouwsteen heeft de potentie het brandstofgebruik, en daarmee de stikstofdepositie, en de duur van een individuele vlucht te verminderen, doordat een vliegtuig meer rechtstreeks over de meest geschikte fix naar de baan kan vliegen.
Niet holden	Een holding heeft een functie in meerdere omstandigheden. In het alternatief Samen wordt de noodzaak voor holden in één omstandigheid waarschijnlijk weggenomen: de noodzaak om een vliegtuig even uit een te drukke stroom te halen om die vervolgens later weer in de verkeerstroom te voegen. Er zijn echter andere belangrijke omstandigheden die holden zeer gewenst maken: op verzoek van vliegers die nog niet klaar zijn voor de nadering, een tijdelijke sluiting van een baan, een onverwachte sluiting van een vliegveld en een procedurele wijze om in het geval van een communicatiestoring verkeer voorspelbaar af te handelen. Als daar geen goede alternatieven voor in de plaats komen, wordt het significant onveiliger.
Meerdere entry-punten voor militair oefengebied	Meerdere entry-punten voor militair oefengebied beperkt de vliegtijd tussen de militaire luchthavens en een oefengebied, en verhoogt daarmee de militaire trainingsefficiëntie.
Avanced FUA en geavanceerde luchtruimplanning	A-FUA maakt afwisselend gebruik van luchtruim veel meer mogelijk dan in de referentiesituatie. Er is daarmee een positief effect op de beschikbaarheid van het luchtruim voor militair verkeer, General Aviation en drones. De grootte van dat effect is in deze fase nog niet goed te bepalen. Deze hangt ook samen met de beperkingen in het gebruik vanwege het risico op luchtruimschendingen.
Conditionele routes (CDR) door actief militair gebied	Een CDR kan in sommige gevallen in een actief militair gebied niet worden gebruikt. Omdat ervan uit mag worden gegaan dat die beperkingen worden opgelegd als niet aangetoond kan worden het gebruik van de CDRs in actief militair gebied niet veilig, is het uiteindelijke effect op de veiligheid neutraal. Het gebruik van CDRs biedt de mogelijkheid voor civiel luchtverkeer het vliegpad te verkorten. Dit heeft een positief effect op vluchtefficientie en een beperkt positief effect op het brandstofgebruik en daarmee op klimaat en stikstofdepositie.

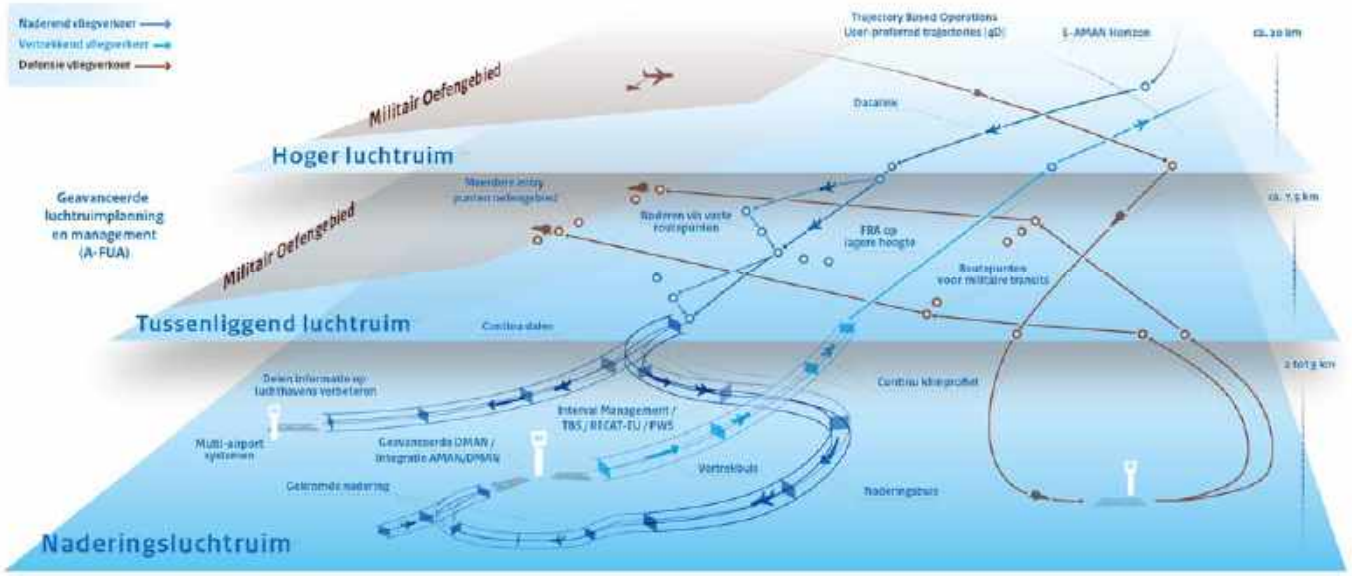
Mede op basis van de hierboven weergegeven beoordeling heeft het programma gekozen om de onderstaande aanvullende bouwstenen toe te voegen aan de uitkomst van cyclus 2. Dit geheel vormt samen het Voorkeursalternatief. Het programma heeft hierbij ook andere criteria mee laten wegen. Een uitgebreidere motivatie voor de selectie van bouwstenen is beschreven in de Voorkeursbeslissing.

Uit cyclus 3 worden de volgende bouwstenen meegenomen in het Voorkeursalternatief:

- Geavanceerde DMAN;
- RECAT en PWS;
- Reductie Minimale Radar Separatie, onder voorwaarde dat de mate van toename van het ongevalsrisico acceptabel is;
- Reductie minimale separatie in het tussenliggend luchtruim, wordt alleen voor naderend verkeer meegenomen;
- Integratie AMAN/DMAN-proces;
- Het delen van informatie op de luchthavens verbeteren;
- Best Equipped, Best Served;
- Noise Abatement Procedure 2;

- Gekromde naderingen, dit hangt wel samen met het route-ontwerp, of en hoe deze bouwsteen zal moeten worden ingezet;
- Steilere ILS, alleen als gekromde naderingen niet wordt ingevoerd;
- Niet afwijken van SID tot 6.000 voet;
- Meerdere entry-punten voor militair oefengebied;
- Advanced FUA en geavanceerde luchtruimplanning.

In figuur 4-1 staat een schematische illustratie van de resultante van de eerste 3 cycli. Het geeft het operationeel concept weer met de belangrijkste bouwstenen en hun plaats in het luchtruim. Deze bouwstenen vormen samen het operationeel concept van het Voorkeursalternatief.



Figuur 4-1 Schetsmatig overzicht van de belangrijkste bouwstenen en hun plaats in het luchtruim

5 Beschrijving en integrale beoordeling VKA

In het vorige hoofdstuk zijn verschillende operationele concepten voor de afhandeling van het luchtverkeer getoetst**.** Dit heeft geleid tot het Voorkeursalternatief. In dit hoofdstuk wordt de hoofdstructuur en het gekozen operationeel concept op hoofdlijnen beschreven en getoetst. Voor meer details over het operationeel concept en de stapsgewijze invoering daarvan wordt verwezen naar het [VKA].

5.1 Beschrijving VKA

Tussen 2024 en 2027 wordt een nieuwe hoofdstructuur voor het Nederlandse luchtruim gerealiseerd. Deze hoofdstructuur zorgt voor een efficiëntere indeling van het luchtruim die verduurzaming van de luchtvaart mogelijk maakt en zo veel mogelijk tegemoetkomt aan civiele en militaire luchtruimbehoeften. Essentieel onderdeel hiervan is de situering van een militair oefengebied (onder andere voor de F-35) in het noorden van het Nederlands luchtruim, met voldoende capaciteit om de militaire missie effectiviteit te verbeteren. De hoofdstructuur geeft invulling aan verduurzaming door onder meer een herinrichting van het naderingsgebied van de luchthaven Schiphol, waarmee wordt beoogd de geluidsimpact te verminderen. Ook wordt de zuidoostelijke ontsluiting voor het handelsverkeer van en naar Nederlandse luchthavens verbeterd. De hoofdstructuur verbetert op zichzelf de indeling van het Nederlandse luchtruim en is de basis waarop de realisatie van het operationeel concept plaatsvindt.

Het operationeel concept 2035 bouwt voort op de nieuwe hoofdstructuur en is samengesteld uit de bouwstenen zoals beschreven in hoofdstuk 4. Het operationeel concept beschrijft hoe de verkeersafhandeling plaatsvindt voor de belangrijkste luchtruimfuncties. Hierbij is het belangrijk te realiseren dat veel bouwstenen met elkaar samenhangen en soms ook afhankelijk zijn van elkaar.

5.1.1 Nieuwe hoofdstructuur

Herinrichting Noord- en Oost-Nederland
In het noorden van het Nederlandse luchtruim zal een bestaand militair oefengebied (EHRTRA10A) worden uitgebreid voor gebruik door onder andere de F-35. Dit gebied wordt uit luchtruimblokken opgebouwd die kunnen worden geactiveerd voor militaire oefeningen en op andere momenten kunnen worden opengesteld voor civiel verkeer. De uitbreiding van het oefengebied betreft een nieuw gebied gelegen ten zuidoosten van de EHTRA10A dat in combinatie met de overige noordelijke oefengebieden kan worden gebruikt. Dit gebied wordt gebruikt voor de dagelijkse oefenbehoefte van Defensie. Voor grotere internationale oefeningen wordt in intensieve samenwerking met Duitsland de mogelijkheid van een grensoverschrijdend oefengebied (Cross Border Area of CBA) onderzocht.
De civiele verkeersstromen in dit deel van het Nederlandse luchtruim zullen worden aangepast in lijn met de uitbreiding van het noordelijk oefengebied. Het oefengebied laat de bereikbaarheid van Groningen Airport Eelde ongemoeid. Ook ten aanzien van de civiele verkeersstromen wordt de afstemming met Duitsland gezocht, zodat de huidige punten waar verkeer de grens passeert geen uitgangspunt hoeven te zijn. Dit maakt betere oplossingen mogelijk en beperkt de effecten van het militaire gebied op het Europese netwerk.

Herinrichting Zuidoost-Nederland
In het zuidoostelijk deel van het Nederlandse luchtruim wordt een herinrichting van civiele verkeersstromen gerealiseerd ten behoeve van de zuidoostelijke ontsluiting van Schiphol, Lelystad, Rotterdam en Eindhoven. De voorgenomen ontsluiting biedt mogelijkheden voor de ontwikkeling van efficiëntere vertrek- en naderingsroutes met (meer) continu klimmen en dalen. Een positief effect is dat hiermee ook de ontsluiting van Duitse luchthavens, met name Frankfurt, Düsseldorf en Keulen kan

worden verbeterd. Gelijktijdig met de realisatie van voldoende militair oefengebied in het noordelijk deel van het Nederlandse luchtruim, kan in het zuiden ruimte worden geboden aan het civiele verkeer door de EHRTRA12A te verwijderen. De ruimte die ontstaat biedt mogelijkheden om civiele verkeersstromen zoveel mogelijk onafhankelijk van elkaar af te handelen. Dit vergroot de mogelijkheden voor het civiele luchtverkeer om op basis van continu klim- en daalprofielen te vliegen. Voor Lelystad Airport geldt dat met de herzieningstappen de doorgroei naar maximaal 45.000 vliegbewegingen luchtruimtechnisch mogelijk wordt gemaakt. De ontsluiting van Eindhoven Airport en de militaire luchthavens in het zuidoosten zal worden aangepast aan de nieuwe situatie waarbij een goede bereikbaarheid en efficiënte transits naar de oefengebieden gewaarborgd blijven.

Herinrichting naderingsgebied Schiphol
Het naderingsgebied (TMA) van Schiphol wordt heringericht om het toepassen van het door PLRH beoogde operationeel concept mogelijk te maken. Een belangrijk element hiervan is het zoveel mogelijk vliegen op vaste routes met continue klim- en daalprofielen. Hierbij is het uitgangspunt dat, conform de Luchtvaartnota, het beperken van geluidsoverlast en het vermijden van woonkernen prioriteit heeft in het luchtruim tot een vlieghoogte van 6.000 voet (circa 1.800 meter). Boven die hoogte gaat het vooral om de kortste routes en staat het beperken van CO_2-uitstoot voorop. Bovenstaande punten worden verder uitgewerkt in het operationeel concept. Een aanpassing van de ligging van de Initial Approach Fixes (IAF) en het toevoegen van een vierde IAF maakt de beoogde duurzamere operatie van de luchthaven mogelijk door kortere routes en continue klim- en daalprofielen binnen het naderingsgebied. Vanwege de geringe afstand van Rotterdam en Lelystad tot aan Schiphol zullen de naderingsgebieden van deze luchthavens tevens opnieuw worden ingericht. Hierbij worden de mogelijkheden om routes en naderingsgebieden te combineren in de Planuitwerking onderzocht.

Overige elementen hoofdstructuur
Naast bovengenoemde elementen zullen ook in andere delen van het luchtruim wijzigingen plaatsvinden. Dit geldt onder meer voor het (zuid)westelijk deel van het Nederlandse luchtruim, waar routes worden aangesloten op de heringerichte naderingsgebieden van Schiphol en Rotterdam. Daarnaast zal op een nader te bepalen locatie in Nederland een militair oefengebied (circa 30 NM bij 30 NM, 55km bij 55km) worden ingericht voor defensieoefeningen die nu in de Nieuw-Milligen TMA D plaatsvinden, zoals luchtondersteuning van de landmacht (Close Air Support).

De Luchtvaartnota geeft aan dat alle luchtsporten in Nederland mogelijk moeten blijven, maar dat dat niet (meer) overal kan. Centraal beleid en afstemming met regio’s is nodig om alle luchtsporten te kunnen behouden en locaties te bepalen waar welke sport in de toekomst mogelijk blijft. De luchtruimherziening biedt daartoe inzichten en houdt zo veel mogelijk rekening met de activiteiten die door de algemene luchtvaart (General Aviation) worden ontplooid, zoals valschermspringen. Een flexibeler gebruik van het luchtruim biedt hiervoor mogelijkheden. Ook wordt er gekeken naar ruimte voor toekomstige activiteiten met bijvoorbeeld drones. Er vindt afstemming plaats met de inrichting van het luchtruim van onze buurlanden, om grensoverschrijdende factoren zo min mogelijk beperkend te laten zijn voor optimalisaties in het Nederlandse luchtruim. In de Planuitwerking worden eerst de hoofdelementen uitgewerkt, waarna de overige elementen zullen worden ingepast.

5.1.2 Operationeel concept

Een operationeel concept dat positief scoort op álle indicatoren van het programma moet voldoen aan een aantal eisen en voorwaarden. Het combineren van verduurzaming en efficiënter gebruik en beheer van het luchtruim aan de ene kant en het verruimen van civiele capaciteit aan de andere kant leidt tot een operationeel concept waarbij planbaarheid en voorspelbaarheid van civiel verkeer een belangrijke rol spelen. Daarnaast moet er voor de luchtruimplanning een balans gevonden worden tussen de militaire

behoefte aan flexibiliteit en de civiele behoefte aan planbaarheid en voorspelbaarheid. Dit vraagt tevens om een modernisering van de luchtruimplanning.

Een belangrijk doel van het operationeel concept is het maximaal faciliteren van continu dalen en stijgen van luchtverkeer. Deze procedures voorkomen dat verkeer langere tijd op lage of gelijke hoogte moet vliegen. Dit heeft voordelen op het gebied van geluid, klimaat en vliegefficiëntie. Om zoveel mogelijk vluchten gebruik te laten maken van deze procedures speelt een verbeterde planning een belangrijke rol om verstoringen van het stijg- en daalpad zoveel mogelijk te voorkomen. Voor vertrekkend en naderend verkeer is verder een vast routestelsel met gescheiden, onafhankelijke routes een belangrijke voorwaarde om deze planning te kunnen realiseren en om afwijkingen te voorkomen. De afstand tussen twee opeenvolgende vliegtuigen zal op basis van tijd (in plaats van afstand) geoptimaliseerd worden. Die tijden worden bovendien afgestemd op het vliegtuigtype. Deze maatregelen komen de piekuurcapaciteit voor het civiel handelsverkeer ten goede omdat ze de tijden tussen opeenvolgende vliegtuigen gemiddeld korter maken. Een vast routestelsel met een nauwkeurige planning is een van de belangrijkste pijlers onder het nieuwe operationeel concept.

Om de planning zo min mogelijk te verstoren is het belangrijk om de samenwerking tussen verschillende stakeholders te intensiveren. Dit geldt voor luchthavens, luchtverkeersleidingsorganisaties, de EUROCONTROL Network Manager en luchtvaartmaatschappijen. De militaire en civiele luchtverkeersleidingsorganisatie zullen opgaan in één gezamenlijke organisatie (referentie 1ATM). De civiel-militaire samenwerking wordt op het gebied van luchtruimplanning (FUA) verder vormgegeven binnen een gezamenlijke AMC. Nog veel meer dan nu, zal dit gedaan worden volgens twee principes die voor zowel civiel als militair gelden: alleen luchtruim claimen dat ook daadwerkelijk gebruikt wordt en dit zo lang mogelijk van tevoren doen. Hieruit volgt dat alle reserveringen van het luchtruim van tijdelijke aard moeten zijn, zodat de netwerkprestaties worden geoptimaliseerd. Deze principes zorgen voor de meest efficiënte benutting van het luchtruim. De luchtverkeersleidingsorganisaties gaan gebruik maken van nieuwe hulpmiddelen om luchtruimgebruik langer van tevoren te plannen. Daardoor kunnen zijzelf, maar ook andere gebruikers er beter op anticiperen. Hiervoor worden nieuwe onderlinge afspraken gemaakt waarbij er een belangrijke rol is weggelegd voor de AMC's. Dit alles komt de efficiëntie en het gebruik van het luchtruim ten goede en schept ook meer gebruiksmogelijkheden voor General Aviation en nieuwe gebruikers zoals drones. Militair verkeer krijgt de mogelijkheid om efficiënter van de basis naar het oefengebied te vliegen. Daarbij sluit het deels aan bij de procedures voor civiel verkeer. Dit draagt bij aan de militaire missie effectiviteit.

Een andere belangrijke pijler wordt gevormd door bouwstenen die bijdragen aan de voorspelbaarheid van geluid op de grond. Het gaat hier om voorspelbaarheid van geluid in locatie en in de tijd van civiel handelsverkeer. Bouwstenen die zorgen voor veel vrijheid in het routeontwerp op lage hoogte bieden de mogelijkheid om te zorgen dat natuur en/of woonkernen vermeden kunnen worden wat leidt tot een lagere geluidsbelasting in die gebieden. Eén van deze bouwstenen is de betere navigatiecapaciteit van moderne vliegtuigen. Hiervoor hoeft het laatste deel van de nadering niet langer een volledig recht pad te zijn. Dat vergroot de mogelijkheden om specifieke, geluidsgevoelige gebieden te mijden nog verder. Door de combinatie met een vast routestelsel wordt geluid ook veel voorspelbaarder voor de (leef)omgeving, omdat de gevlogen routes dan veel nauwer samenhangen met de actieve start- en landingsbanen.

Op grotere hoogte, boven de 6.000 voet (circa 1.800 meter), wordt voorrang gegeven aan de kortste routes en staat het beperken van CO_2-uitstoot voorop, zoals de Luchtvaartnota vraagt. Hiervoor is het belangrijk dat zoveel mogelijk directe routes gevlogen worden waarbij geldt dat de naderings- en vertrekroutes vrij van elkaar moeten blijven liggen. Voor naderend verkeer houdt dit in dat een vroege en nauwkeurige planning het verkeer zoveel mogelijk in elkaar laat ritsen zonder verder ingrijpen in het vliegpad. Hierbij is het belangrijk dat de planning gedeeld wordt met het luchtverkeer en andere

luchtverkeersleidingsorganisaties en dat er ook op de planning geacteerd wordt. Voor vertrekkend verkeer betekent dit dat vanaf een bepaalde hoogte zo direct mogelijk in de richting van de bestemming gedraaid wordt.

Het operationeel concept sluit zoveel mogelijk aan bij bestaande (Europese) ATM-ontwikkelingen en maakt zoveel mogelijk gebruik van technische ontwikkelingen op de grond en aan boord van vliegtuigen. Het operationeel concept vergt een grote omslag in de werkwijze van luchtverkeersorganisaties en luchtruimgebruikers. De rol van luchtverkeersleiders zal op verschillende vlakken evolueren. Deze zullen daarbij gesteund worden door verschillende hulpmiddelen (tools) die veelal gekoppeld zijn aan de verschillende bouwstenen. De organisaties moeten hun procedures, systemen en opleidingen hierop aanpassen. Geleidelijk en stapsgewijs wordt het luchtverkeersleidingsproces steeds verder geautomatiseerd. De luchtverkeersleider zal zich meer richten op het scheppen van de juiste voorwaarden en het controleren van de afwijkingen in de afhandeling. De luchtruimgebruikers zullen zich moeten instellen op het delen van meer informatie (met specifieke organisaties) en het investeren in nieuwe systemen en technologie.

5.2 Cyclus 4: beoordeling VKA

In de effectbeoordeling van het VKA worden twee zichtjaren beschouwd; 2025 en 2035. Naar verwachting is in 2025 een groot deel van de nieuwe hoofdstructuur geïmplementeerd, maar slechts een klein deel van de bouwstenen. De effectbeoordeling van het Voorkeursalternatief in 2025 richt zich dus alleen op de effecten van de nieuwe hoofdstructuur.

Bij het doorvoeren van de nieuwe hoofdstructuur in 2025 zullen verschillende typen luchtvaart (met name civiel en militair) anders geografisch plaatsvinden. De effecten van de nieuwe hoofdstructuur in 2025 worden kwalitatief en op hoofdlijnen geduid, conform het niveau van uitwerking van de hoofdstructuur zoals dat in de Voorkeursbeslissing wordt vastgelegd. In de Voorkeursbeslissing wordt tevens toegelicht welke vervolgstappen worden genomen in de Planuitwerking en hoe daarin milieueffecten zullen worden afgewogen.

Voor 2035 wordt in beeld gebracht wat de verwachte prestaties zijn voor de luchtvaart en milieu van het VKA als geheel, als ook de nieuwe wijze voor het afhandelen van het luchtverkeer gerealiseerd is. Hiervoor is geput uit de eerder uitgevoerde effectbeoordelingen in hoofdstuk 4.

Voor zowel 2025 als 2035 wordt naast de effecten op thema niveau een beschouwing gegeven van de bijdrage van het VKA op de doelen van het programma.

5.2.1 Beschouwing mogelijke effecten VKA, zichtjaar 2025

De nieuwe hoofdstructuur en het nieuwe operationele concept vormen samen het Voorkeursalternatief. De aanpassing van de hoofdstructuur is gericht op de vier publieke belangen uit de Luchtvaartnota. De hoofdstructuur legt de basis voor de stapsgewijze invoering van de bouwstenen uit het Voorkeursalternatief voor het gebruik en de organisatie van het Nederlands luchtruim. De onderstaande appreciatie van de effecten van de hoofdstructuur betreft uitsluitend de hoofdstructuur zelf en heeft als zichtjaar 2025.

De nieuwe hoofdstructuur is nog niet in detail uitgewerkt waardoor er geen gedetailleerde effectbepaling mogelijk is. De effecten van de gewijzigde hoofdstructuur zijn te bepalen als de uitwerking naar de routestructuur heeft plaatsgevonden. Deze wordt uitgewerkt in de Planuitwerking. Pas dan kunnen

effecten gekoppeld worden aan locaties op de grond. Niettemin kan er op thema niveau een beschouwing gegeven worden van de mogelijk te verwachten gevolgen van de nieuwe hoofdstructuur.

Veiligheid
In de [Startbeslissing Programma Luchtruimherziening] staat over wijzigingen aan het luchtruim het volgende:

“Veiligheid staat hierbij voorop en geldt als harde randvoorwaarde voor elk nieuw ontwerp. Luchtruimwijzigingen worden expliciet getoetst op veiligheid. Waar mogelijk wordt ingezet op reductie van de complexiteit van het luchtruim.”

Op basis van deze randvoorwaarde en de eisen uit wet- en regelgeving over veiligheidsbeheersing dienen de aangepaste elementen van de hoofdstructuur voldoende ruimte te bieden voor de verschillende verkeersstromen. Als gevolg van de aanpassing van de hoofdstructuur kan een verandering optreden van de verkeersstromen en daarmee van de dichtheid en complexiteit van het verkeer in bepaalde delen van het luchtruim. Naar verwachting kan in het ontwerp van de routestructuur in de Planuitwerking voorkomen worden dat deze dichtheid en complexiteit worden verhoogd. Er worden geen significant negatieve effecten op de veiligheid verwacht.

De toevoeging van een vierde verzamelpunt voor Schiphol, de herinrichting van het zuidoostelijke deel van het luchtruim en de herinrichting van de naderingsgebieden voor Schiphol, Lelystad en Rotterdam verlagen hoogstwaarschijnlijk de druk op enkele kritieke delen van het luchtruim, in het bijzonder de naderingspunten ARTIP en RIVER, de sectoren 2 en 3 en de naderingsluchtruimen van Schiphol en Lelystad. Daarmee kan de aanpassing van de hoofdstructuur bijdragen aan het verlagen van de werklast voor de luchtverkeersleiders. In de Planuitwerking zullen veiligheidsanalyses worden uitgevoerd voorafgaand aan de invoering van de aanpassingen van de hoofdstructuur.

Geluid
De hoofdstructuur leidt tot het herinrichten van de naderingsgebieden voor Schiphol, Lelystad en Rotterdam, om continu klimmen en dalen op vaste routes bij de invoering van een ander operationeel concept zoveel als mogelijk te kunnen realiseren. De wijziging van de hoofdstructuur zal bij de planuitwerking leiden tot wijziging van vliegroutes. Verplaatsing van vliegroutes leidt in verder gelijkblijvende omstandigheden tot verplaatsing van geluid: sommige gebieden hebben daar profijt van, andere niet.

Voor het naderingsgebied Schiphol wordt uitgegaan van vier naderingspunten. Dat is één meer dan nu het geval is. Het naderingspunt voor de zuidoostelijke verkeersstroom naar het naderingsgebied Schiphol komt te liggen op een nader te bepalen positie in het zuidoosten van de provincie Utrecht of het zuidwesten van de provincie Gelderland. Dit vierde naderingspunt zal samengaan met een andere verdeling van verkeersstromen over de naderingspunten, waarbij opgemerkt kan worden dat de al bestaande naderingspunten waarschijnlijk richting water verplaatst worden.

Vliegtuigen passeren een naderingspunt in de referentiesituatie tussen FL070 (circa 2,1km) en FL100 (circa 3km). Het geluidsniveau op de grond in de omgeving van een naderingspunt is lager dan 43 dB(A). Dit gaat ook voor het nieuwe naderingspunt gelden. Tegelijkertijd wordt het geluid bij de al bestaande naderingspunten waarschijnlijk minder. Het geproduceerde geluid op die hoogtes is op de grond vaak wel waarneembaar, ook afhankelijk van het omgevingsgeluid. In hoeverre dit leidt tot geluidshinder is niet bekend.

De afhandeling van verkeer op Schiphol, Lelystad en Rotterdam gaat veranderen als gevolg van de nieuwe hoofdstructuur met een andere verdeling van het verkeer over de naderingspunten en de herinrichting van de naderingsgebieden. In het zichtjaar 2025 zal dit leiden tot - in de Planuitwerking nader te bepalen - aanpassingen van de vliegroutes voor zowel de naderingen als de vertrekken. Daarbij krijgt de minimalisatie van geluidsoverlast prioriteit onder de 6000 voet (circa 2km). De vliegroutes en verkeersstromen zullen in de Planuitwerking, inclusief de effecten op geluid, verder onderzocht worden om tot een optimaal ontwerp te komen.

Het opheffen van het zuidelijk militair oefengebied (EHRTRA12/A) leidt ertoe dat in dat gebied geen militaire oefeningen meer gehouden worden boven 3km hoogte. Het opheffen van het zuidelijk oefengebied vermindert de hoeveelheid militaire vluchten daar sterk en daarmee het bijhorende geproduceerde geluid in dat gebied. Het maakt ook een civiele verkeerstroom boven 3km hoogte mogelijk wat zorgt voor een toename van civiel geluid. Hoeveel of hoe hoog die geluidsbelasting gaat worden is in deze fase nog niet te bepalen door de afwezigheid van gebruiksprognoses, vliegprocedures en vliegroutes door het gebied.

Het gebruik van de militaire luchthavens in dat gebied verandert niet als gevolg van de nieuwe hoofdstructuur. De geluidsbelasting in de buurt van de militaire luchthavens blijft binnen de geluidsruimte gespecificeerd in de luchthavenbesluiten. De jachtvliegtuigen met de corresponderende militaire luchthavens als basis zullen nog steeds vertrekken en landen op die luchthavens, waarnaar ze via een militaire transit naar het oefengebied in het noorden vliegen.

Het oefengebied in het Noorden wordt uitgebreid en zal anders worden gebruikt dan in de referentiesituatie. Het oefengebied heeft een ondergrens van 6500 voet (circa 2km), gedeeltelijk boven het naderingsluchtruim van luchthaven Groningen. Op een dergelijk hoogte is geluid van jachtvliegtuigen waarneembaar op de grond. Hoe hoog de geluidsbelastingwaardes op de grond daadwerkelijk zijn hangt af van de hoeveelheid en type oefeningen.

Emissies
De hoofdstructuur leidt tot het herinrichten van de naderingsgebieden voor Schiphol, Lelystad en Rotterdam, om continu klimmen en dalen op vaste routes zoveel als mogelijk te kunnen realiseren wat bij de invoering van het nieuwe operationeel concept zal gaan leiden tot beperking van de uitstoot. Enkele aanpassingen in de nieuwe hoofdstructuur kunnen een effect hebben op de uitstoot van emissies, en dan in het bijzonder klimaat-gerelateerde emissies.

Voor het civiel verkeer wordt een positief effect verwacht als gevolg van het beschikbaar komen van het zuidelijk oefengebied. Daarnaast leidt een vierde verzamelpunt ervoor dat de banen efficiënter kunnen worden aangevlogen voor verkeer vanuit het oosten en zuidoosten

De uitstoot van klimaat-gerelateerde emissies door civiel verkeer wordt beïnvloed door het beschikbaar komen van het voormalig militair oefengebied in het zuiden, het verschuiven van civiele verkeersstromen in het noordoosten van het Nederlands luchtruim als gevolg van de uitbreiding van het noordelijk oefengebied, de herinrichting van het oostelijke en zuidoostelijke deel van het Nederlandse luchtruim inclusief een vierde naderingsstroom naar de luchthaven Schiphol, en de herinrichting van naderingsgebieden. In de referentiesituatie moeten, als gevolg van het militaire oefengebied EHTRA12/A, vliegtuigen van en naar zuidelijke bestemmingen een groot deel van de tijd omvliegen en kunnen ze bovendien veelal niet het gewenste verticale profiel vliegen. Het opheffen van EHTRA12/A vermindert het brandstofgebruik en daarmee de uitstoot van klimaat-gerelateerde emissies door civiel verkeer. Als gevolg van de uitbreiding van EHTRA10/A ontstaat een tegengesteld effect. Civiele verkeersstromen worden gehinderd door het noordelijk oefengebied en moeten verplaatst worden in een zuidelijke richting. Dit

effect is naar verwachting kleiner omdat minder verkeer naar het noorden vliegt dan naar het zuiden. Het cumulatieve effect is naar verwachting positief.

Daarnaast leidt een vierde naderingsstroom ertoe dat de banen efficiënter kunnen worden aangevlogen voor verkeer vanuit het oosten en zuidoosten. Dit heeft de potentie de uitstoot van CO_2 en andere klimaat-gerelateerde emissies te verlagen. In welke mate hangt voor een groot deel af van de gebruiksprognoses, vliegroutes en bijhorende vliegprocedures.

De uitstoot van klimaat-gerelateerde emissies door militair verkeer in het oefengebied wordt door de luchtruimherziening enkel verplaatst, van het zuidelijk oefengebied (EHRTRA12/A) naar het noordelijk oefengebied (EHRTRA10/A), het cumulatieve effect is dus neutraal. Er is mogelijk een verschil in de transits (tussen basis en oefengebied) door het opheffen van zuidelijk oefengebied en het uitbreiden van het noordelijk oefengebied, maar dat effect zal naar verwachting beperkt zijn.

Natuur
Door de uitbreiding van het noordelijk oefengebied en de opheffing van het zuidelijk oefengebied is er sprake van een verplaatsing van militair verkeer boven de 3.000 voet. Er is geen sprake van een toename van de totale stikstofemissie en evenmin van de totale stikstofdepositie door militair verkeer op Nederlands grondgebied. Er is mogelijk wel een andere verdeling van de stikstofdepositie. Daar zullen sommige natuurgebieden profijt van hebben en andere niet. De wijziging van de hoofdstructuur leidt in potentie tot efficiënter gebruik van de luchtruimte met kortere routes. In potentie is er daarom ook sprake van minder emissie en een lagere stikstofdepositie. Het is niet te voorspellen welke gebieden daarvan profiteren en welke niet.

De wijziging van de hoofdstructuur leidt tot wijziging van vliegroutes. Verplaatsing van vliegroutes leidt in verder gelijkblijvende omstandigheden tot verplaatsing van geluid: sommige natuurgebieden hebben daar profijt van, andere niet.

Ruimtebeslag
De beschouwing voor de effecten op geluid, externe veiligheid en luchtkwaliteit laten zien dat significante effecten als gevolg van de nieuwe hoofdstructuur niet verwacht worden in 2025. Deze effecten zullen bepalend zijn in de overwegingen in een besluit over het al dan niet aanpassen of actualiseren van luchthaven(indelings)besluiten. In de huidige systematiek voor de ruimtelijke ordening zijn daar de beperkingen in vastgesteld. De effecten geven daarmee geen aanleiding om te verwachten dat het direct leidt tot aanpassingen in de ruimtelijke ordening.

Vluchtefficiëntie
Vergelijkbaar met emissies wordt de vluchtefficiëntie voor civiel verkeer beïnvloed door het beschikbaar komen van het (voormalig) militair oefengebied in het zuiden en de herinrichting van het oostelijke en zuidoostelijke deel van het Nederlandse luchtruim, inclusief een vierde naderingspunt voor Schiphol. Dit zal naar verwachting een positief effect hebben op de vluchtefficiëntie. In het noorden gaat de vluchtefficiëntie negatief worden beïnvloed doordat de afhandeling van civiele verkeersstromen beperkt wordt door het noordelijk oefengebied. Vanwege de grotere omvang van het luchtverkeer in zuidelijke dan in noordelijke richting is het saldo naar verwachting positief.

In deze fase van de luchtruimherziening zijn de precieze routes van de militaire transits nog niet bepaald. Daardoor is het niet mogelijk een beschouwing op de militaire trainingsefficiëntie te geven.

Capaciteit
De totstandkoming van een bepaalde capaciteit is een complex samenspel van factoren. Details kunnen daarbij een groot effect hebben. Het detailontwerp van de hoofdstructuur inclusief routestructuur en procedures wordt ontworpen in de Planuitwerking. Pas dan kan goed beschouwd worden welke huidige bottlenecks het wegneemt en welk effect het daarmee heeft op de capaciteit. De verwachting is dat een nieuw ontwerp meer capaciteit biedt dan het huidige ontwerp om een aantal redenen. Eén reden is dat een nieuw ontwerp beter kan aansluiten op de ontwikkelingen van de verkeerstromen van de afgelopen en komende jaren. Een andere reden is dat een vierde naderingspunt bestaande knelpunten kan verlichten. Een derde reden is dat het opheffen van het militair oefengebied in het zuiden meer luchtruim voor civiel gebruik met zich meebrengt.

Zonder de aanpassing van het noordelijke oefengebied is voor de F-35 geen geschikt oefengebied beschikbaar. In de referentiesituatie is dus feitelijk geen geschikt oefengebied voor de F-35. De aanpassing van de hoofdstructuur verhoogt daarmee dus de beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer.

5.2.2 Beoordeling VKA, zichtjaar 2035

Tabel 5-1 geeft een overzicht van de effectscores van het operationeel concept van het VKA tegen de achtergrond van de nieuwe hoofstructuur. **Voor de duidelijkheid: een plus is een gunstig effect, een min een negatief effect.** Onder de tabel wordt per thema een effectbeoordeling beschreven. In die beschrijving zijn ook de conclusies van de gevoeligheidsanalyse verwerkt waarin is onderzocht in hoeverre de keuze voor het VKA en de effectvergelijking standhouden in het geval de verkeersvolumes zich anders ontwikkelen dan nu voorspeld.

Tabel 5-1 Effectscores VKA

Thema	Criterium	Effectscore
Veiligheid	Ongevalsrisico	0
	Externe veiligheid	0
Geluid	Geluidsbelasting	++
	Voorspelbaarheid	+
	Ontwerpruimte bij het maken van routes	++
Emissies	Klimaat (CO_2)	++
	Luchtkwaliteit	0
Natuur	Stikstofdepositie	++
	Verstoringseffecten	++
Ruimtebeslag	Beperkingen van gebruik van grond	0
Efficiëntie	Vluchtefficiëntie	++
	Efficiëntie militaire transit	+
Capaciteit	Uurcapaciteit voor civiel verkeer	+
	Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer	+
	Beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer	++
	Beschikbaarheid van luchtruim voor GA	+
	Beschikbaarheid van luchtruim voor drones	+

Veiligheid
Een hoog veiligheidsniveau is en blijft een randvoorwaarde voor de luchtruimherziening. Wijzigingen aan het luchtvaartsysteem mogen alleen ingevoerd worden als vooraf aangetoond is dat dat veilig kan, onder andere ter beoordeling van de luchtvaartautoriteiten. Dit is inherent aan de veiligheidsbeheerssystemen van de luchtvaart. Dergelijke beoordelingen zijn pas mogelijk na een gedegen analyse van de risico's, inclusief de operationele details en eventuele mitigerende veiligheidsmaatregelen.

In deze Verkenning is daarom door experts alleen beoordeeld of de bouwstenen naar verwachting voldoende veilig ingevoerd kunnen worden, uitgaande van de werking van de veiligheidsbeheerssystemen. De experts menen dat het aannemelijk is dat verreweg de meeste bouwstenen in het VKA voldoende veilig kunnen worden gemaakt. Daarbij wordt enig voorbehoud gemaakt bij het reduceren van de minimale radarseparatie in zowel het naderingsluchtruim als in de Free Route Airspace (in het tussenliggend luchtruim) en bij de invoering van gekromde naderingen.

Twee belangrijke aspecten verdienen nadrukkelijke aandacht in de verdere analyse. Het eerste aspect betreft de kwetsbaarheid van de verdergaande automatisering van de planning van het luchtverkeer, bij de tactische afhandeling door de luchtverkeersleiding en in de vliegtuigen. Het tweede aspect betreft de verschuiving naar meer monitorende en minder actieve taken van luchtverkeersleiders, wat andere vaardigheden vereist.

Het VKA heeft geen significant effect op de externe veiligheid. Dit komt doordat de factoren die daarop van invloed zijn niet of nauwelijks beïnvloed worden met één uitzondering: de vliegprocedures, en daarmee de locatie van de ongevallen. Door het bundelen van het naderingsverkeer in buizen wordt het risico voor omwonenden geconcentreerd. In de systematiek van de luchthaven-besluiten is dit effect echter verwaarloosbaar omdat de relevante contouren dicht bij de banen liggen en het luchtverkeer zich in het VKA daar niet anders gedraagt dan in de referentiesituatie. Op grotere afstand van de banen is er wellicht een klein positief effect: het groepsrisico zou verlaagd kunnen worden door bij het ontwerp van de buizen en routes rekening te houden met stedelijke gebieden.

Geluid
Het VKA heeft een significant positief effect op de geluidsbelasting in de buurt van luchthavens. Dit is vooral het gevolg van het continue dalen middels naderingsbuizen buizen. Vliegtuigen vliegen daarin hoger en gebruiken de motor minder intensief dan in de referentiesituatie. Doordat het naderingsverkeer wordt gebundeld, wordt de geluidsbelasting meer geconcentreerd. Het uiteindelijke effect van dit alles op een zekere locatie hangt sterk af van de verkeersvolumes, het routeontwerp, het baangebruik en de verkeersmix.

Uit berekeningen blijkt dat in een typische, generieke situatie de oppervlaktes binnen de 43, 45 en 48dB(A) contouren in het VKA in de orde van 20% kleiner zijn dan in de referentiesituatie. Dit geldt ook bij een hoger aantal bewegingen. Bij 5 keer lager aantal bewegingen is de winst van het VKA in vergelijking tot de referentie bij de 43dB(A) en 45dB(A) contouren van dezelfde orde grootte. Voor het gebied binnen de 48dB(A) is het verschil tussen het VKA en de referentiesituatie bij dat aantal bewegingen echter bijna verdwenen. Dit komt omdat het gedrag van de vliegtuigen dichtbij de baan niet significant anders is. Ook wordt de reductie kleiner als de baan minder als landings- en meer als vertrekbaan (in tegengestelde richting) wordt gebruikt. Dit komt omdat de vertrekken niet significant anders worden uitgevoerd dan in de referentiesituatie. Omgekeerd geldt dat de positieve effecten van het VKA op de geluidsbelasting relatief groter worden bij meer vluchten, lagere geluidscontourwaarden en een groter aandeel naderingen.

De voorspelbaarheid van geluid in het VKA is groter dan in de referentiesituatie. Dit effect is opnieuw vooral het gevolg van de naderingen door middel van buizen. Waar er in de referentiesituatie nog

geregeld koers- en hoogterestricties worden gegeven, wordt er in het VKA over een vaste route volgens een vast hoogteprofiel gedaald. Op Schiphol wordt dit enigszins tenietgedaan doordat in 10% tot 20% van de gevallen het verkeer niet door de buizen nadert maar door de luchtverkeersleiding wordt gestuurd.

Er zijn twee elementen in het VKA die voordelen kunnen bieden voor de reductie van geluidslast bij het nog te maken ontwerp van routes. Het eerste betreft gekromde naderingen waardoor vliegtuigen kilometers minder lang rechtuit voor de landingsbaan hoeven te vliegen. Daardoor kan het overvliegen van geluidskwetsbare gebieden vermeden worden. Daarbij wordt wel opgemerkt dat de ruimtelijke ordening in de buurt van luchthavens al vaak is ingericht op het huidige gebruik van banen, waardoor de mogelijkheden van gekromde naderingen in de praktijk wellicht beperkt zijn. Het tweede element betreft het gedeelde gebruik van naderingsluchtruim, in het bijzonder in het cluster van Schiphol, Lelystad en Rotterdam. Hierdoor verdwijnen enkele luchtruimgrenzen die het huidige routeontwerp beperken.

Emissies
Het VKA heeft een significant positief effect op het brandstofgebruik en daardoor op de uitstoot van klimaat-gerelateerde emissies, CO_2 in het bijzonder. Dit effect is het gevolg van kortere vliegpaden, het dalen met minder motorvermogen en het vliegen op grotere hoogtes tijdens de daling. De kortere vliegpaden komen voort uit het voorkómen van koersinstructies op lagere hoogtes, de optimalisatie van de naderingsstromen, een vierde verzamelpunt voor Schiphol, het ontsluiten van het zuidoostelijk deel van het Nederlandse luchtruim voor civiel luchtverkeer en het gedeeld gebruik van naderingsluchtruimen. De grootste winst wordt behaald bij de naderingen op Schiphol.

Voor 2035 blijkt uit berekeningen dat het VKA naar verwachting leidt tot een besparing in de orde van 8% van het brandstofgebruik in het Nederlandse luchtruim tussen 2.000 voet en FL245 door handelsverkeer op de luchthavens van nationale betekenis in vergelijking met de referentiesituatie.

Als de verkeersvolumes in de toekomst groter zijn dan aangenomen verkeersprognoses, wordt het brandstofgebruik groter; dit geldt zowel voor het VKA als voor de referentiesituatie. Het brandstofgebruik per vliegtuig blijkt in het VKA daarbij nauwelijks toe te nemen. In de referentiesituatie blijkt het brandstofgebruik per vliegtuig wel toe te nemen bij hogere verkeers-volumes, vooral door enkele inefficiënties in de afhandeling van naderingen op Schiphol. Het VKA scoort ten opzichte van de referentiesituatie daardoor bij hogere verkeersvolumes relatief beter op duurzaamheid.

Wat betreft luchtkwaliteit zijn het VKA en de referentiesituatie niet of nauwelijks onderscheidend. Dit komt enerzijds omdat de luchtkwaliteit door uitstoot van stikstof en (ultra-)fijnstof door vliegtuigen alleen rond de kritische waarden ligt in de buurt van luchthavens en anderzijds doordat het gedrag van vliegtuigen in de buurt van luchthavens in het VKA niet significant anders is dan in de referentiesituatie. De beperkte verschillen -zoals gekromde naderingen of minder wachten bij het taxiën op het veld- maken dat het VKA misschien iets beter scoort dan de referentie, maar dit verschil is waarschijnlijk marginaal.

Natuur
Het VKA heeft geen significant effect op vogelaanvaringen. De meeste vogelaanvaringen met luchtvaartuigen vinden plaats op of in de directe nabijheid van luchthavens en het gedrag van vliegtuigen in het VKA is daar niet significant anders dan in de referentiesituatie. Het VKA scoort misschien wat beter dan de referentie doordat met gekromde naderingen kwetsbare gebieden vermeden kunnen worden en doordat botsingen met migrerende vogels wellicht afnemen doordat vliegtuigen korter in de lucht zijn en over het algemeen op hogere hoogte vliegen, maar de effecten van deze verschillen op vogelaanvaringen zijn marginaal.

Het VKA heeft een significant positief effect op de geluidsverstoring. In een typische, generieke situatie neemt de oppervlakte binnen de 43 dB(A)-geluidscontour in de orde van 20% af. Op grond van eerder onderzoek blijkt dat deze contour een passende maat is voor de verstoring van vogels en dat vogels relatief gevoelig zijn voor geluidsverstoring. Luchtverkeer kan naast geluidsverstoring ook visuele verstoring veroorzaken als vliegtuigen buiten de genoemde 43-dB(A) geluidscontour lager vliegen dan 3.000 voet maar dit komt in het VKA niet of nauwelijks méér voor dan in de referentiesituatie.

De uitstoot van stikstof door vliegtuigen in de lucht is recht evenredig met het brandstofgebruik. De mate van depositie als gevolg van deze uitstoot hangt samen met de hoogte waarop die emissie plaatsvindt. Voor emissies boven de 3000 voet geldt dat met de huidige stand van de kennis de relatie tussen een emissiebron en de depositie op de grond niet 1 op 1 is te leggen. Het is daarom niet mogelijk om de depositie als gevolg van het geheel van stikstofemissies, zowel onder de 3.000 voet als boven de 3.000 voet, betrouwbaar te bepalen. Om toch een indicatie te geven van de eventuele relatieve toe- of afname van stikstofdepositie van alternatieven, is de hoeveelheid gebruikte brandstof als maat gebruikt. Zoals hierboven is aangegeven heeft het VKA een significant positief effect op het brandstofgebruik in de Amsterdam FIR en daarmee dus ook op de stikstofdepositie in Nederland.

Ruimtebeslag
In de huidige systematiek van de ruimtelijke ordening zijn beperkingen gesteld aan de bestemming en het gebruik van gronden vanwege luchtvaart vastgelegd in Luchthavenbesluiten. Daarin worden de mogelijkheden voor de ontwikkeling van functies in gebieden rond luchthavens beperkt in verband met geluid, externe veiligheid, hoogte en vogel aantrekkende werking. De contouren van de beperkingsgebieden worden daarbij gebaseerd op het historische en verwachte gebruik van de luchthavens en voor langere tijd vastgelegd.

De analyses voor de effecten op geluid, externe veiligheid en luchtkwaliteit geven geen aanleiding om te verwachten dat bouwstenen van het VKA leiden tot significante aanpassingen in de ruimtelijke ordening in het zichtjaar 2035. Daarbij spelen de volgende drie overwegingen een rol. Ten eerste gedraagt het luchtverkeer in de buurt van luchthavens in het VKA zich niet heel anders dan in de referentiesituatie. Ten tweede zijn ontwikkelingen buiten de luchtruimherziening, zoals veranderingen in de verkeersvolumes, de vloot en het baangebruik, naar verwachting van een grotere orde. Ten derde werken de overwegend positieve effecten van bijvoorbeeld de bundeling van verkeer en het hoger vliegen van naderend verkeer (op wat grotere afstand van de luchthavens) pas door in de vaststelling van de beperkingsgebieden als deze zich met zekerheid in de operationele praktijk hebben bewezen.

Efficiëntie
Vanuit het perspectief van een luchtvaartmaatschappij kan vluchtefficiëntie gezien worden als de besparing van de kosten van de vluchtuitvoering. De belangrijkste variabele kosten van een vlucht zijn die van brandstof en die van de vluchtduur, gerelateerd aan personeel, het gebruik van het vliegtuig en het vliegtuigonderhoud.

Het VKA heeft een significant positief effect op zowel het brandstofgebruik als de vluchtduur. Hierboven is het positieve effect op het brandstofgebruik al benoemd. Het positieve effect op de vluchtduur is een gevolg van met name kortere paden van de naderingen, grotere hoogtes van de naderingen, optimalisatie van de naderingspunten, de ontsluiting van het zuidoostelijk deel van het luchtruim voor civiel luchtverkeer en kortere taxi- en wachttijden op de luchthaven.

Het VKA heeft ook een positief effect op de efficiëntie van de militaire transits; dat betreft de verhouding tussen de vliegtijd tussen de vliegbasis en het oefengebied en de effectieve operationele vliegtijd in het oefengebied. Dit is het gevolg van de meerdere entry-punten voor militair oefengebied.

Capaciteit
Het VKA kent verscheidene elementen die de doorstroming van het civiele luchtverkeer verhogen, waaronder de verbeterde planning (TBO, SWIM, E-AMAN, geavanceerd DMAN, geïntegreerd AMAN-DMAN-proces), de introductie van andere zogturbulentieseparatienormen (RECAT-EU en PWS), de reductie van de Minimum Radar Separation, de introductie van een vierde naderingspunt voor Schiphol, het gebruik van Interval Management en de ontsluiting van het zuidoostelijk deel van het luchtruim voor civiel luchtverkeer. Daarmee wordt het inherente capaciteitsverlies door het gebruik van vaste routes niet alleen gecompenseerd maar wordt de capaciteit van het VKA in delen van het civiele luchtruim zelfs hoger dan van de referentiesituatie. Hoewel er meerdere onzekerheden zijn, blijkt uit een eerste analyse dat deze elementen gezamenlijk kunnen leiden tot een toename van de uurcapaciteit van Schiphol in het VKA met ongeveer 8 tot 10 bewegingen per uur ten opzichte van de referentiesituatie. De uurcapaciteit van andere luchthavens wordt ook vergroot maar dit zal in de praktijk vanwege andere factoren niet leiden tot het verwerken van meer luchtverkeer per uur.

De verbeterde planning in het VKA voorkomt dat het lokaal en tijdelijk te druk wordt in bepaalde delen van het luchtruim. In dit opzicht is de verkeersafhandeling van het VKA robuuster en de kans op verlies van punctualiteit lager dan in de referentiesituatie. Andere verstoringen, zoals noodweer, sluiting van een baan of snel opkomend slecht zicht, kunnen echter zo plotseling optreden dat ze niet planmatig voorkomen kunnen worden. Het is dan denkbaar dat het buizenconcept deels losgelaten moet worden om de continuïteit te waarborgen. Dit aspect is meegenomen in het VKA door aan te nemen dat 10% tot 20% van de Schiphol-vluchten met vectoren worden afgehandeld. Dat in overweging nemend is het VKA even robuust als de referentiesituatie en wat meer punctueel.

Het VKA heeft door de uitbreiding van het oefengebied in het noorden een significant positief effect op de grootte en mate van beschikbaarheid van luchtruim voor individuele en gezamenlijke militaire oefeningen van de operationele commando’s.

Het VKA heeft door dynamisch gebruik van luchtruim ook een positief effect op de grootte en mate van beschikbaarheid in de tijd van luchtruim voor General Aviation en Drones.

5.2.3 Doelbereik VKA zichtjaar 2035

De nieuwe indeling van het luchtruim verbetert de gebruiksmogelijkheden van het luchtruim. De nieuwe indeling van het luchtruim draagt eveneens bij aan leefomgeving en klimaat. De realisatie van het Voorkeursalternatief zorgt ervoor dat de kwaliteit van de leefomgeving en het klimaat centraal komen te staan bij de ontwikkeling van de Nederlandse luchtvaart. Veiligheid is daarbij altijd de randvoorwaarde.

De nieuwe indeling van het luchtruim legt de basis vast voor een nieuw gebruik van het luchtruim. Het zorgt voor een efficiënter gebruik van luchtruim, ook voor General Aviation en nieuwe gebruikers zoals drones. Daarnaast verhoogt het de militaire missie-effectiviteit.

Het VKA zorgt voor minder geluid, minder brandstofgebruik, minder luchtverontreiniging en minder CO_2-uitstoot, doordat het het aantal vluchten dat een continu daalprofiel kan volgen met 60% verhoogd. Het brandstofverbruik per vlucht verminderd zowel bij landen als bij opstijgen. Ook heeft de nieuwe indeling tot gevolg dat er veel minder omgevlogen hoeft te worden. Dit scheelt brandstofverbruik en vermindert daarmee de hoeveelheid CO_2-emissie per vlucht.

Het luchtruimgebruik is bij een nieuwe indeling voorspelbaarder dan in de huidige en referentiesituatie door gebruik van vaste routestructuren met vaste hoogteprofielen en bundelt daardoor de

verkeersstromen. Ook wordt niet afgeweken van vertrekroutes tot een hoogte van minimaal 6.000 voet (circa 1.800m).

In het VKA vliegen vliegtuigen gemiddeld hoger, minder verspreid en dus in een smallere strook. De gebieden rond een start/landingsbaan met geluidsbelasting van vliegtuigen nemen in oppervlakte af. Bij de planuitwerking kan bij het ontwerpen van de routes van en naar de werkelijke banen een winst in deze orde van grootte worden bereikt.

Het VKA zorgt ook voor planmatiger en voorspelbaarder werken (zowel voor wat betreft planning van luchtruim als voor gebruik van dat luchtruim) door versterkte samenwerking en intensievere informatie-uitwisseling. Het VKA biedt eveneens meer mogelijkheden om bij landen en vertrekken om de meest gevoelige gebieden heen te vliegen.

6 Wat is nog meer relevant voor besluitvorming PLRH vanuit de m.e.r.?

6.1 Tijdelijke maatregelen en effecten tot 2025

De resultaten van het programma Luchtruimherziening **vóór 2025** zijn tussentijdse verbeteringen in het huidige luchtruim. De prioriteit ligt daarbij op het wegnemen van belemmeringen om zoveel mogelijk ongehinderd te klimmen op de aansluitroutes van Lelystad Airport (spoor 1 van het programma). De realisatie hiervan vindt plaats in november 2021.

Deze tussentijdse verbeteringen in het huidige luchtruim zijn onderdeel van het programma, maar maken geen onderdeel uit van de Voorkeursbeslissing en vallen daarmee ook buiten de reikwijdte van dit plan-MER. Het is een reeds lopend en zelfstandig traject dat zich binnen de huidige luchtruimindeling afspeelt. Dit betekent dat verbeteringen plaatsvinden op de huidige aansluitroutes. In en ná 2025 kunnen de routes anders komen te liggen. Milieu-informatie over het voorgenomen gebruik van Lelystad is in de actualisatie van het MER Lelystad opgenomen.

De referentiesituatie van voorliggend plan-MER gaat uit van de realisatie van spoor 1 en houdt rekening met het groeiscenario naar maximaal 45.000 vliegtuigbewegingen in 2050 voor Lelystad Airport.

6.2 Vervolgstappen

Met de vaststelling van de definitieve Voorkeursbeslissing start de Planuitwerking. In de Planuitwerking (voorzien eind 2022) wordt de Voorkeursbeslissing uitgewerkt in projecten om daarna in de fase van Realisatie (van 2023) uit te voeren. In de Planuitwerking verschillen de projecten onderling in bijvoorbeeld tempo, concreetheid en relevante afhankelijkheden. Het programma zet de projectmatige aanpak van de Verkenning voort. De samenhang tussen de projecten wordt op programmaniveau aangestuurd en geborgd.

In de VKB worden de voorziene projecten toegelicht. Het programma zet in deze projecten de integrale aanpak van samenwerking, participatie, governance en besluitvorming van de Verkenning voort.

6.3 Leemten in kennis en onzekerheden

De uitvoering van het beleid en daarmee het al dan niet voordoen van effecten is met onzekerheid omgeven. Daarom is de effectbeschrijving in dit plan-MER vooral gericht op het in beeld brengen van de richting van de effecten: is deze positief, blijft deze onveranderd of negatief? De toets is deels gedaan met berekeningen en deels op basis van expert judgement. Er is hierbij gebruikt gemaakt van diverse onderzoeksrapporten, beleidsdocumenten en bestaande MER'en. Onzekerheden bij het in beeld brengen van de effecten komen voort uit leemten in kennis en uit onzekerheden over autonome ontwikkelingen in en buiten de luchtvaart en onzekerheden over de nadere uitwerking en doorwerking van het beleid. Bij vervolgbesluiten is daarom nader milieuonderzoek nodig om gaandeweg een concreter beeld te vormen van de effecten voor de fysieke leefomgeving.

Voorbeelden van leemten in kennis en onzekerheden zijn (niet uitputtend):

In deze fase van het project (de Verkenning) is het niet mogelijk om bij de effectbepaling de effecten aan specifieke locaties op de grond te verbinden.
De daarvoor benodigde informatie is nog niet voorhanden en de alternatieven en bouwstenen zijn in deze fase conceptueel beschreven. De lokale effecten kunnen pas in de volgende fase van planuitwerking in beeld worden gebracht. In die fase wordt het Voorkeursalternatief concreet uitgewerkt tot detailontwerpen.

In deze fase van het project is de precieze inrichting van de hoofdstructuur van het luchtruim nog niet bekend.
Waar nodig wordt bij de beoordeling van de alternatieven, de bouwstenen en het Voorkeursalternatief steeds een passende hoofdstructuur aangenomen, dat wil zeggen dat er geen belemmeringen zijn voor de toepasbaarheid van de functionaliteiten en optimalisaties als gevolg van de indeling van het luchtruim. Voor het bepalen van de horizontale vluchtefficiëntie is daarom bijvoorbeeld niet alleen aangenomen dat de buizen en vaste naderingsroutes geometrisch goed passen binnen een naderingsluchtruim (het luchtruim tot 2-3km) maar ook dat deze buizen maar weinig afwijken van het optimale horizontale vliegpad. Ook is bijvoorbeeld aangenomen dat de operationele afhandeling van vertrekkende vluchten op basis van FRA in het tussenliggende gebied niet of nauwelijks beperkt wordt door de ruimtelijk gescheiden stelsels van vaste routepunten voor de naderingen.

Stikstofdepositie boven de 3000 voet.
Ten aanzien van de stikstofdepositie op natuurgebieden wordt bij de luchtruimherziening aangesloten op de kaders van de Luchtvaartnota en het kabinetsbeleid zoals dat in reactie op het advies van de Commissie Remkes (Adviescollege Stikstof) is vastgesteld. Hoewel luchtvaart beperkt bijdraagt aan de totale stikstofdepositie in Nederland is, kan geen volledig beeld worden gegeven van de effecten van emissies door luchtvaart. Ook emissies die afkomstig zijn van het luchtverkeer boven 3.000 voet zijn relevant. Er zijn momenteel echter geen modellen voorhanden om de depositie van emissies boven de 3.000 voet op het niveau van een hectare in beeld te brengen.

Interactie van de bouwstenen.
Aanname is dat de bouwstenen effectief met elkaar en met de nieuwe hoofdstructuur interacteren. Dat is nu nog onbekend want is geen situatie bekend waarin alle bouwstenen zijn geïmplementeerd. Interactie van de bouwstenen zal met monitoring in gaten worden gehouden.

Toekomstige technologische ontwikkelingen zijn onzeker.
Sommige functionaliteiten van de alternatieven en de bouwstenen zijn op dit moment nog niet beschikbaar voor implementatie omdat de benodigde hardware en software nog niet bestaat, nog niet volledig ontwikkeld is, nog niet gecertificeerd is, nog niet commercieel verkrijgbaar is of nog niet voldoende geïmplementeerd is in de vloot of in de systemen van de luchtverkeersleiding. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om functionaliteiten als Interval management, EMAN en geavanceerde DMAN en om de systemen die TBO en SWIM ondersteunen. In deze effectbeoordeling wordt steeds aangenomen dat de functionaliteiten van de alternatieven en de concepten van de bouwstenen tijdig beschikbaar een doorontwikkeld zijn zodat implementatie in 2035 mogelijk is.

Het tempo waarin vliegtuigen stiller worden.
Voor de geluidsproductie van vliegtuigen is aangenomen dat deze met ruim 1% per jaar afneemt door onder andere de introductie van stillere motoren, aerodynamische verbeteringen en elektrisch vliegen. De Luchtvaartnota gaat uit van 100% elektrisch vliegen binnen 500km in 2050.

6.4 Voorzet voor het monitoringsprogramma

Wettelijk bestaat bij activiteiten die worden voorbereid met behulp van m.e.r. de verplichting om evaluatieonderzoek te verrichten. In een MER dient daarom een voorstel voor een evaluatie- of monitoringsprogramma te worden opgenomen.

Monitoren van het programma Luchtruimherziening
Voor het programma Luchtruimherziening is het nodig om een vinger aan de pols te houden bij de te nemen vervolgbesluiten gedurende de uitvoering van het programma. Dit om zicht te houden op de feitelijke ontwikkelingen en de stand van zaken van de veranderingsprocessen. Deze vormen een goede basis voor externe verantwoording.

De jaarlijkse monitoring van het programma zal primair gericht zijn op de voortgang van het programma volgens het zogenaamde Transitieplan 2021-2035, gericht op de geleidelijke invoering van de bouwstenen van het voorkeursalternatief (VKA) van 2025 tot aan 2035.

Beleidsevaluatie
Naast het monitoren van de voortgang van het programma zal ook het behalen van de doelen van het programma regelmatig worden geëvalueerd. De beleidsevaluatie is gericht op het verbeteren van het programma en zal periodiek plaatsvinden. De minister van Infrastructuur en Waterstaat zal deze evaluatie in samenwerking met de betrokken collega's uitvoeren.

Monitoring van de effecten van de Luchtruimherziening
Ook de effecten van het Voorkeursalternatief zelf worden gemonitord. Het toetsingskader (zie hoofdstuk 3.3) van het plan-MER biedt een basis voor de te hanteren monitoringsparameters. Het plan-MER Luchtruimherziening laat op hoofdlijnen zien hoe de kwaliteit van de leefomgeving naar verwachting verandert in 2025 en 2035. De thema's capaciteit en efficiëntie in het toetsingskader zijn van een andere orde. Deze thema's zeggen iets over de robuustheid van het systeem en over de vliegduur.

Aansluitend aan het monitoren van de effecten zoals onderzocht in voorliggend plan-MER, zullen ook de effecten zoals onderzocht in de passende beoordeling worden gemonitord. Zodra deze meer gedetailleerd passend zijn beoordeeld, kan hiervoor een monitoringsprogramma worden opgesteld.

De basis voor het in beeld brengen van de feitelijke effecten/ veranderingen is de referentiesituatie in 2025 en 2035. De beoordeling vindt namelijk steeds plaats ten opzichte van een situatie met niets doen: de referentiesituaties in deze twee zichtjaren. Deze referentiesituaties worden in de Planuitwerking verder in absolute zin uitgewerkt en kunnen daarmee als basis voor een 'nul situatie' voor de monitoring en evaluatie van het beleid gebruikt worden.

Voor de verdere planvorming kan monitoring en evaluatie verschillende doelen dienen, namelijk:
- het betrekken van kansen en risico's bij nog te nemen vervolgbesluiten;
- het waarborgen dat de verdere planvorming aansluit bij de gestelde doelen en de in dit plan-MER en voor de besluitvorming gehanteerde uitgangspunten;
- het vergelijken van de daadwerkelijk optredende milieugevolgen met de in dit plan-MER voorspelde gevolgen (monitoring milieugevolgen);
- het invullen van (voor de besluitvorming essentiële) leemten in kennis.

Verantwoording
Op basis van monitoring en evaluatie wordt jaarlijks verantwoording afgelegd aan de Tweede Kamer en kunnen eventuele aanpassingen in de visie en uitvoering worden gedaan.

Aansluiten bij het monitoringsprogramma van de Luchtvaartnota
Voor onderstaande thema's wordt aanbevolen om - voor zover dit nog niet gebeurt – de autonome ontwikkeling en de consequenties van effecten van beleid te monitoren. Dit door deze op te nemen in het toetsingskader van het monitoringsprogramma van de Luchtvaartnota en deze aspecten te betrekken in de nulmeting en over eventuele effecten van het programma te rapporteren, in het licht van de verplichting voor het uitvoeren van monitoring & evaluatie in de zin zoals bedoeld in de procedure van de milieueffectrapportage.

Het betreft in ieder geval de volgende indicatoren, gekoppeld aan de doelen van de Luchtruimherziening:

- Veiligheid als randvoorwaarde: ongevalsrisico, externe veiligheid;
- Efficiënt gebruik en beheer: vluchtefficiëntie, efficiëntie van de militaire transit;
- Verduurzaming: geluid, emissies, natuur en ruimtebeslag op de grond;
- Capaciteit: uurcapaciteit civiel handelsverkeer, robuustheid en punctualiteit, beschikbaarheid luchtruim voor militair verkeer, beschikbaarheid luchtruim voor General Aviation, beschikbaarheid luchtruim voor drones.

De Luchtruimherziening sluit hiermee aan op de 4 publieke belangen die de luchtvaart dient en zijn opgenomen in De Luchtvaartnota, te weten: veiligheid, netwerkkwaliteit, leef kwaliteit en duurzaamheid.

Het milieueffectrapport voor de Luchtruimherziening is in de basis opgezet om keuzes te maken over sturing/ richting, niet over het eindbeeld. Dat wordt pas duidelijk in de Planuitwerking. Er wordt dus gemonitord of de aannames uit de effectbeoordeling in praktijk gerealiseerd worden. Voor de thema's of indicatoren wordt de richting van de effecten met de praktijk vergeleken. Met name wanneer het lijkt dat de doelen niet gehaald worden is dit relevant.

7 Begrippen en afkortingen

Begrip	Toelichting
Alternatief	Een schets van een realistische invulling van het luchtruim (inrichting, beheer en gebruik).
Bouwsteen	Een op zichzelf staande technologie, procedure of werkwijze. Een specifieke set bouwstenen vormt gezamenlijk de basis voor een alternatief.
Commissie voor de milieueffectrapportage	De Commissie voor de milieueffectrapportage is een onafhankelijke stichting die adviseert over de inhoud van milieueffectrapporten. Voor de luchtruimherziening wordt een werkgroep met de juiste expertise samengesteld, die adviezen zal geven op basis van de NRD en het plan-MER. Zie ook https://www.commissiemer.nl/
Free Route Airspace	Free Route Airspace (FRA) is een gespecificeerd luchtruim waarbinnen gebruikers vrij een route tussen een gedefinieerd begin- en eindpunt kunnen plannen. Afhankelijk van de beschikbaarheid van het luchtruim kan de route rechtstreeks van de ene naar de andere worden gepland of via tussenliggende routepunten. Binnen dit luchtruim blijven vluchten onderworpen aan luchtverkeersleiding.
Groothandelsverkeer	Alle verkeersvluchten van luchtvaartmaatschappijen die open staan voor individuele boekingen voor passagiers, vracht of post, en die betreffen: geregelde vluchten, zijnde lijnvluchten of commerciële vluchten, uitgevoerd op een vaste route volgens een gepubliceerde dienstregeling, en niet-geregelde vluchten, zijnde chartervluchten in het passagiers- en vrachtvervoer of commerciële vluchten met een ongeregeld karakter.
Luchthavenbesluit	Een luchthavenbesluit bevat regels en grenswaarden voor het gebruik van de luchthaven. In het besluit zijn onder meer de openingstijden van de luchthaven en de maximale geluidsproductie per jaar van de vliegtuigen die de luchthaven gebruiken opgenomen. Daarnaast regelt het besluit beperkingen in ruimtelijke ordening als gevolg van geluidsbelasting, externe veiligheid en vliegveiligheid.
Luchtverkeersleiding	Luchtverkeersleiding is een dienst die zorgt voor het veilige, vlotte en ordelijke verloop van het luchtverkeer.
Voorkeursalternatief	Hoofdstructuur plus operationeel concept
Voorkeursbeslissing	Besluit van het kabinet op grond van de resultaten van de Verkenningsfase, waaronder de effectbeoordeling in het plan-MER, tot vaststelling van het Voorkeursalternatief.

Afkorting	Betekenis	Toelichting
AAA	Amsterdam Advanced Air traffic Control	Het huidige systeem in gebruik bij LVNL en de Koninklijke Luchtmacht op Schiphol Oost dat de luchtverkeersleiding ondersteunt bij de uitvoering van de taken.
ACC	Area Control Centre	Het burgerluchtverkeer in de Amsterdam FIR tot een hoogte van 24.500 voet wordt begeleid door het Area Control Centre (ACC) van LVNL. Dit is de verkeersleidingsunit waar de algemene verkeersleiding, ofwel area control service, wordt verleend.
AIP	Aeronautical Information Publication	Een door de luchtvaartautoriteiten uitgegeven publicatie met voorschriften, procedures en andere informatie, die fungeert als handleiding voor de luchtvaart in en van en naar het betreffende land
AOCS	Air Operations Control Station	Het luchtverkeersleidings- en luchtgevechtsleidingsstation van de Koninklijke Luchtmacht.
ASAS	Airborne Separation Assistance System	Een hulpsysteem voor de scheiding van vliegverkeer in het luchtruim

Afkorting	Betekenis	Toelichting
ATM	Air Traffic Management	Het luchtverkeersbeheer is de verzameling van de lucht- en grondfuncties die nodig zijn om de veilige en efficiënte verplaatsing van vliegtuigen tijdens alle operationele fasen te waarborgen.
CCO	Continuous Climb Operation	Een type operatie waarbij het verticaal vluchtprofiel van een stijgend vliegtuig is geoptimaliseerd naar brandstofgebruik.
CDO	Continuous Descent Operation	Een type operatie waarbij het verticaal vluchtprofiel van een dalend vliegtuig is geoptimaliseerd naar brandstofgebruik.
CTR	Control Zone	Een volume van gecontroleerd luchtruim, normaal gesproken rond een luchthaven, dat zich uitstrekt van het oppervlak tot een bepaalde bovengrens, ingesteld om het luchtverkeer van en naar die luchthaven te beschermen.
DMAN	Departure MANagement	DMAN is erop gericht om de vliegtuigen zo planmatig mogelijk te laten vertrekken. Voor elke vlucht wordt zo precies mogelijk het tijdstip bepaald waarop de motoren worden gestart, het vliegtuig van de gate gaat, de taxibanen worden gebruikt en opstijgt van de startbaan.
E-AMAN	Extended Arrival MANagement	Naderend verkeer ontvangt al ver voor de landing instructies om in de goede volgorde en op veilige afstand van elkaar naar de luchthaven te vliegen. Dit gebeurt met E-AMAN al buiten het Nederlandse luchtruim, op meer dan 350 km voor de landing.
FABEC	Functional Airspace Block Europe Central	Een samenwerkingsverband van de luchtverkeersleidingsorganisaties en lidstaten van België, Frankrijk, Duitsland, Luxemburg, Nederland en Zwitserland.
FIR	Flight Information Region	Het vluchtinformatiegebied is een luchtruim waarin ten minste vluchtinformatie- en alarmeringsdiensten worden aangeboden.
FL	Flight Level	De term vlieghiveau (Engels: Flight Level, afgekort FL) geeft de hoogte gemeten naar standaarddruk aan waarop een vliegtuig zich voortbeweegt, naartoe klimt of daalt. Het is tevens een maat die overeenkomt met 100 voet, iets meer dan 30 meter. FL100 betekent dus dat het luchtvaarttuig ongeveer 3km boven de grond vliegt.
Ft.	Voet	De voet wordt gebruikt in de luchtvaart om de vlieghoogte mee aan te geven. Honderd voet komt overeen met 30,34 meter en met één Flight Level.
FUA	Flexible Use of Airspace	Flexibele dagelijkse toewijzing van luchtruim op basis van het werkelijk gebruik.
GA	General Aviation	General Aviation (algemene luchtvaart) is een term die gebruikt wordt voor civiele luchtvaartactiviteiten die niet vallen onder het groothandelsverkeer. Onder GA vallen recreatieve luchtvaart zoals zweefvliegen, ballonvaart en business aviation (zakelijk privé vervoer).
iCAS	iTEC-based Centre Automation System	Het toekomstige luchtverkeersleidingssysteem bij LVNL en AOCS Schiphol Oost dat de luchtverkeersleiding ondersteunt bij de uitvoering van de taken.
IFR	Instrument Flight Rules	Vliegvoorschriften voor luchtvaartnavigatie met behulp van instrumenten. Wanneer er geen VFR-condities zijn (weersomstandigheden met onder andere voldoende zicht, zoals vereist voor een vlucht onder Visual flight rules (zichtvliegvoorschriften, VFR)) en de piloot dus horizontaal en/ of verticaal onvoldoende zicht heeft om zijn positie te kunnen bepalen, is het vliegen volgens IFR de enige

Afkorting	Betekenis	Toelichting
		mogelijkheid.
ILS	Instrument landing system	Een radionavigatiesysteem waarmee in de luchtvaart een precisienadering van een landingsbaan kan worden uitgevoerd. Het is een naderingssysteem dat de piloot een nauwkeurig beeld geeft van de positie van zijn toestel ten opzichte van de ideale koerslijn en daalhoek naar een landingsbaan.
LVNL	Luchtverkeersleiding Nederland	De LVNL regelt de luchtverkeersleiding binnen het aan haar toegewezen Nederlandse luchtruim onder FL245, met vele aanverwante zaken zoals het verstrekken van luchtvaartinlichtingen, het verzorgen van opleidingen voor luchtverkeersleiding en het verzorgen van luchtvaartkaarten en -publicaties.
MIRT	Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport	In het MIRT zijn projecten en programma's opgenomen waarbij het rijk samen met de regio werkt aan de ruimtelijke inrichting van Nederland. Onderdeel van MIRT is een specifieke werkwijze waarmee op gestructureerde wijze en met brede participatie naar het eindresultaat gewerkt wordt.
MME	Militaire missie effectiviteit	Mate waarop militaire missies effectief en efficiënt kunnen worden uitgevoerd en de gestelde doelen worden bereikt uitgedrukt in kwalitatieve en kwantitatieve indicatoren vastgesteld door de militaire uitvoerders
MRS	Minimale Radar Separatie	Door op de radar de minimale separatie tussen vliegtuigen in het naderingsluchtruim te verkleinen is het mogelijk de vliegtuigen niet langer op afstand maar op tijd dynamisch aan te passen.
MUAC	Maastricht Upper Area Control Centre	Luchtverkeersleidingsorganisatie in Maastricht dat het en route-luchtverkeer boven ongeveer 7,5km boven Nederland, België, Luxemburg en een groot gedeelte van Duitsland regelt.
NRD	Notitie Reikwijdte en Detailniveau	Document dat het uitgangspunt vormt voor het opstellen van de milieueffectrapportage. In de NRD wordt vastgelegd wat de scope van het programma is, welke alternatieven er worden onderzocht en op welke criteria deze worden getoetst en met welk detailniveau.
PCP	Pilot Common Projects	Een aantal specifieke projecten op het gebied van luchtverkeersleiding waarvan de invoering in Europese regelgeving geregeld is
plan-m.e.r.	plan-milieueffectrapportage	Een procedure die de milieueffecten van een plan in beeld brengt voordat de overheid daar een besluit over neemt.
Plan-MER	Plan-milieueffectrapport	Het rapport waar de (milieu)effecten van een plan staan beschreven.
PLRH	Programma Luchtruimherziening	Organisatie van vijf programmapartners die samen werken aan een nieuwe inrichting voor het gebruik van het Nederlandse luchtruim.
PWS	Pair-wise Separation	Pair-wise separation (PWS) is een verdere verfijning van RECAT EU.
RECAT	Re-categorisation	Achter een vliegtuig ontstaat een zog in de lucht welke een risico oplevert voor een vliegtuig dat erachter vliegt. De sterkte van dat zog is afhankelijk van de grootte en gewicht van het vliegtuig. Daarom zijn vliegtuigtypes ingedeeld in zogenaamde

Afkorting	Betekenis	Toelichting
		zog categorieën. De fysieke scheiding tussen twee opeenvolgende vliegtuigen is te optimaliseren door een herindeling van deze categorieën.
SES	Single European Sky	Een initiatief van de Europese Commissie dat erop is gericht het Europese luchtverkeersleidingsmanagement te hervormen, om aan de behoeften voor het Europese luchtruim te voldoen ten aanzien van capaciteit, veiligheid, efficiency en milieu-effecten.
SESAR	Single European Sky ATM research	Een Europees publiek-private samenwerking gericht op het moderniseren van het Europese ATM-systeem door technologische en operationele innovaties.
SID	Standards Instrument Departures	De route vanaf de startbaan naar de doorgaande vliegroutes op grote hoogte, heet een "Standard Instrument Departure" (SID).
STAR	Standard Terminal Arrival Route	STAR is de route van een luchtweg naar de nadering van een luchthaven (en dus niet naar de baan).
SWIM	System Wide Information Management	Eén Europees samenhangend system van data uitwisseling dat bijdraagt aan het nauwkeurig en regelmatig aanbieden van het civiele verkeer in de Amsterdam FIR tot FL245
TBO	Trajectory Based Operations	Vliegplan met exacte coördinaten met de hoogte van alle punten langs de route en ook de tijdstippen dat het vliegtuig daarlangs vliegt. Het plan kan snel worden aangepast als er verstoringen optreden.
TMA	Terminal Manoeuvring area	Een afgebakend gebied voor het verlenen van verkeersleiding aan naderend luchtverkeer naar een vliegveld, vertrekkend luchtverkeer vanaf een vliegveld, en luchtverkeer dat dit gebied doorkruist. De TMA ligt rondom en boven de Control Zone (CTR) van een of meerdere militaire of civiele vliegvelden.
VKA	Voorkeursalternatief	Hoofdstructuur plus operationeel concept.
VKB	Voorkeursbeslissing	Besluit van het kabinet op grond van de resultaten van de Verkenningsfase tot vaststelling van het Voorkeursalternatief.

8 Referenties deel A

[Advies Commissie milieueffectrapportage]	*Luchtruimherziening Advies over reikwijdte en detailniveau van het milieueffectrapport. W*erkgroep Commissie milieueffectrapportage projectnummer: *342, okt 2019*
[Adviescollege Stikstofproblematiek, 2020]	*Advies Luchtvaartsector.* Advies van het Adviescollege Stikstofproblematiek, 15 januari 2020.
[AIP]	https://www.lvnl.nl/eaip/2020-02-13-AIRAC/html/index-en-GB.html
[Luchtruimvisie]	*Luchtruimvisie.* Ministerie van Infrastructuur en Milieu en ministerie van Defensie, september 2012
[Luchtvaartnota]	*Verantwoord vliegen naar 2050, Luchtvaartnota 2020-2050.* Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, november 2020
[NRD]	*Notitie Reikwijdte en Detailniveau voor het plan-MER voor de luchtruimherziening.* Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, ministerie van Defensie, Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL), de Koninklijke Luchtmacht, Maastricht Upper Area Control Centre (MUAC), te raadplegen op https://www.planmerluchtruimherziening.nl/notitie-reikwijdte-en-detailniveau/welkom
[NvA NRD]	*Nota van Antwoord Notitie Reikwijdte en Detailniveau Luchtruimherziening*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, ministerie van Defensie, Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL), de Koninklijke Luchtmacht, Maastricht Upper Area Control Centre (MUAC), december 2019. Te raadplegen op https://www.planmerluchtruimherziening.nl/notitie-reikwijdte-en-detailniveau/welkom
[Startbeslissing Programma Luchtruimherziening]	*Samen werken aan het luchtruim, Startbeslissing Programma Luchtruimherziening.* Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, ministerie van Defensie, Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL), de Koninklijke Luchtmacht, Maastricht Upper Area Control Centre (MUAC), april 2019
[Regeerakkoord Vertrouwen in de Toekomst]	*Vertrouwen in de toekomst, regeerakkoord 2017 – 2021*. VVD, CDA, D66 en ChristenUnie, oktober 2017

DEEL B: Uitwerking onderzoek en uitgangspunten

9 Uitgangspunten voor de luchtruimherziening

Bij het ontwerpen van de alternatieven en bouwstenen is een aantal uitgangspunten gehanteerd. Het gaat zowel om uitgangspunten vanuit het programma als om uitgangspunten die vanuit nationale of internationale ontwikkelingen belangrijk zijn en een significante invloed kunnen hebben op de toetsresultaten en daarmee op de keuze van het VKA.

9.1 Algemene uitgangspunten

De Startbeslissing (Programma Luchtruimherziening, 2019) en NRD (Luchtruimherziening, 2019) definiëren een aantal algemene uitgangspunten in lijn met de Luchtvaartnota (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2020). Het gaat om de volgende zaken:

- De locatie van luchthavens en start- en landingsbanen verandert niet. Dit geldt ook voor de luchthavens over de grens.[20]
- Voor het veiligheidsniveau wordt geëist dat deze van gelijk niveau is of in absolute zin hoger wordt.[21]
- Bij de uitwerking van het VKA wordt rekening gehouden met de grondwettelijke taak en de militaire taakstelling van de Krijgsmacht en de verplichtingen die voortvloeien uit internationale verantwoordelijkheden en samenwerkingsverbanden, zowel bilaterale samenwerking als onder de vlag van de NAVO en de EU.
- De omvang en het volume van het Nederlandse luchtruim wijzigen niet.
- Luchtruim- en routestructuur dienen aan te sluiten op het internationale routenetwerk. De resultaten van het programma moeten in lijn zijn met Europees ATM-beleid en internationale afspraken op het gebied van luchtruim- en routeontwerp en coördinatieafspraken.
- Bestaande entry en exit points (tussen het Nederlandse luchtruim en het luchtruim van de ons omringende landen) zijn niet leidend; waar in internationale samenwerking betere resultaten mogelijk zijn, worden deze onderzocht.
- Bestaande afspraken rond luchthavens worden gerespecteerd maar zijn niet beperkend; waar betere resultaten mogelijk zijn worden deze onderzocht.
- Bestaande afspraken over baancombinaties Schiphol (dit betreft het gebruik van start- en landingsbanen) zijn niet leidend, waar betere resultaten mogelijk zijn, worden deze onderzocht.
- Voor een effectief luchtruimontwerp is het belangrijk dat er onderscheid wordt gemaakt tussen een hoogte waarbij het ontwerp wordt geoptimaliseerd voor geluid en waar het ontwerp wordt geoptimaliseerd voor CO_2. Bij het ontwerp zal, in lijn met de Luchtvaartnota (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2020), als werkhypothese worden gewerkt met een hoogte van 6.000 voet (circa 1.800m).
- Free Route Airspace in het door MUAC beheerde luchtruim is gerealiseerd. Onder verantwoordelijkheid van de vier participerende MUAC-lidstaten is een project uitgevoerd waarin een Free Route Airspace boven Flight Level 245 (24.500 voet, circa 7,5km) eind 2019 is gerealiseerd. Het doel daarvan is de vertragingen te beperken, de milieuprestaties te verbeteren en de capaciteit te verhogen.
- Voor de ontwikkeling van Lelystad Airport tot 45.000 vliegtuigbewegingen binnen een herziend luchtruim geldt dat de routes anders kunnen komen te liggen. In de luchtruimherziening zijn de lokale vertrek- en naderingsroutes (B+) en de aansluitroutes namelijk geen uitgangspunt voor het ontwerp. Als wijzigingen aan de orde zijn, moet er wel sprake zijn van netto verbeterde omgevingseffecten. Daarnaast gelden een aantal specifieke toezeggingen, bij doorgroei boven 10.000

[20] *De eventuele, toekomstige mogelijkheid van een luchthaven op de Noordzee dan wel start- en landingsbanen op de Noordzee valt buiten de reikwijdte van het programma, ook omdat realisatie hiervan niet binnen de voor dit programma gehanteerde termijn mogelijk is.*
[21] *Dit is ten opzichte van het referentiescenario.*

vliegtuigbewegingen, rond Stadshagen, het Vechtdal en Wezep alsmede het betrekken van de luchthaven Teuge en het paracentrum Teuge ten behoeve van hun activiteiten.
- Wat betreft het beschikbaar komen van nieuwe technologieën (al dan niet verplicht vanuit de Europese verordeningen) wordt gewerkt met een tijdshorizon tot 2035.

9.2 Uitgangspunten Internationaal

De door het programma gehanteerde uitgangspunten betreffen zaken die door wet- en regelgeving verplichtend zijn en daarmee een integraal onderdeel uitmaken van het VKA. De belangrijkste uitgangspunten op internationaal vlak worden hieronder beschreven.

Verantwoordelijkheden vanuit ICAO
Ten behoeve van de steeds hogere verwachtingen die in de wereld worden gesteld aan de civiele luchtvaart heeft ICAO in 2011-2013 het eerste Global Air Navigation Plan (GANP) (ICAO) ontwikkeld, dat inmiddels zijn 6e editie kent. Zowel de hoofdlijn als de uitwerking tot op detail niveau is beschikbaar op het ICAO GANP Portal. Het plan met een horizon van 15 jaar tot 2030, is erop gericht om stapsgewijs en regiogericht de operationele performance van het wereldwijde netwerk te verbeteren in termen van Capaciteit, Efficiency, Voorspelbaarheid, flexibiliteit, terwijl tevens de interoperabiliteit van de systemen verbetert en de procedures geharmoniseerd worden. Duurzaamheid is daarbij een centraal thema. De uitwerking van dit plan is voor onze regio terug te vinden in de relevante verordeningen van de EU. In de paragrafen hieronder over de internationale ontwikkelingen wordt daar een schets van gegeven. Het ICAO GANP kent ook nationale verantwoordelijkheden, die voor ons land onder andere wordt uitgewerkt in het programma Luchtruimherziening.

Ten behoeve van de technische realisatie heeft ICAO twee raamwerken geïntroduceerd: de ‘Basic Building Blocks’ (BBB) en het ‘Aviation System Block Upgrades’ (ASBU), inclusief de bijbehorende Key Performance Indicators (KPI). In hoofdlijnen zijn deze raamwerken gericht op een stapsgewijze evolutie met een steeds volwaardigere digitale technologie, operatie op basis van tijd die mogelijk wordt door een passende informatie huishouding, trajecten-gebaseerde operaties met luchtvaart internetverbindingen en uiteindelijk performance management dat gericht is op de commerciële luchtverkeersbehoeften.

Het VKA dat in dit document wordt gepresenteerd bouwt voort op de visie die ICAO heeft ontwikkeld in internationale samenwerking voor de luchtverkeersnavigatie tot 2030. Ook de voor de luchtnavigatie zo belangrijke kennisontwikkeling van SESAR maakt hier deel van uit.

Verplichtingen vanuit de EU
Pilot Common Project (PCP)
Om de veiligheid, efficiëntie en capaciteit in het Europese luchtruim te verbeteren is het initiatief Single European Sky (SES) ontwikkeld (Europese Unie, 2007) (Europese Unie, 2008) (Raad van de Europese Unie, 2014). Onder SES zijn afspraken gemaakt over luchtruimbeheer en -dienstverlening. Deze afspraken zijn vastgelegd in Europese wet- en regelgeving. Hieruit volgen verplichtingen voor Europese lidstaten en stakeholders die in het Europese luchtruim opereren. De eerste set verplichtingen vanuit dit programma is het zogenaamde Pilot Common Project (PCP) (Europese Unie, 2014) van de Europese Commissie die verplichtingen beschrijft om bepaalde ATM-functionaliteiten in te voeren. Specifiek gaat het om zes ATM-functionaliteiten met sub-functionaliteiten. De verschillende punten zijn van toepassing op luchtvaartmaatschappijen, Schiphol, LVNL, KNMI, Defensie[22] en/ of MUAC, onder toezicht van de overheid (Infrastructuur en Waterstaat en Defensie). Hieronder volgt een korte samenvatting en de voor dit document meest relevante punten:

[22] *Defensie heeft een uitzonderingspositie op EU instellingsbesluiten en is niet verplicht in alle gevallen deze te implementeren.*

1. Eerder plannen van naderende vluchten en op prestaties gebaseerde navigatie (E-AMAN en PBN). Hierbij wordt naderend luchtverkeer eerder gepland op minstens 180NM (circa 335km) van de landingsbaan en worden er RNP1 (Required Navigation Performance 1) routes gedefinieerd voor aankomsten.
2. Luchthavenintegratie en doorvoer. Relevant hierbij is de synchronisatie van Departure Management (DMAN) met informatiestromen van de luchthavens. Daarnaast worden stappen gezet die ervoor moeten zorgen dat in de laatste vluchtfase de vliegtuigen op tijd gesepareerd worden in plaats van op afstand. Daarnaast wordt het vertrekbeheer gesynchroniseerd. Dit betreft het afstemmen van vertrekkend luchtverkeer door gebruik te maken van een Departure Manager.
3. Flexibel gebruik van het luchtruim (A-FUA) en vrije routes. De eerste heeft als doel om luchtruimreserveringen flexibeler te beheren in reactie op de behoeften van de luchtruimgebruikers. Vrije routes stellen luchtruimgebruikers in staat zo dicht mogelijk bij hun geprefereerd traject te vliegen met zo min mogelijk beperkingen. De vrije routes betreffen luchtruim waarin gepubliceerde directe routes beschikbaar zijn. Dit geldt voor luchtruim boven FL310. MUAC heeft er voor gekozen om FRA aan te bieden vanaf FL245 wat relevant is voor Nederland.
4. Op samenwerking gebaseerd beheer van het netwerk om de prestaties van het Europese ATM-Netwerk te verbeteren, met name op het gebied van capaciteit en vluchtefficiëntie.
5. Initieel informatiebeheer (System Wide Information Management, SWIM). Dit concept beoogt te voorzien in de informatie-uitwisseling tussen verschillende partijen in één ATM-systeem (waaronder luchtverkeersleidingsorganisaties). Het gevolg is dat er sneller betere vluchtinformatie beschikbaar is om te gebruiken in bijvoorbeeld een planningssysteem.
6. Initiële uitwisseling van informatie over trajecten (i4D). i4D bestaat uit het verbeterde gebruik van streeftijden en trajectinformatie, inclusief — indien beschikbaar — het gebruik van 4D-trajectgegevens aan boord door het luchtverkeersleidingssysteem op de grond en door de systemen van de netwerkbeheerder, waardoor minder tactische interventies nodig zijn en de situatie op het gebied van conflictoplossing wordt verbeterd.

Het uitgangspunt voor het VKA is dat deze ontwikkelingen in lijn met de Europese afspraken geïmplementeerd worden. Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat de verplichtingen en deadlines die zijn opgenomen in de PCP-verordening in de nabije toekomst op onderdelen zullen worden aangepast (zie hieronder, Common Project 1), in de actualisatie van de Roadmap van het VKA zal hier rekening mee gehouden worden. Met het VKA wordt een optimale en geïntegreerde implementatie nagestreefd en op een aantal ATM-functionaliteiten een verdere doorontwikkeling zoals ook is beschreven in het European ATM Masterplan (SESAR, 2020).

Common Project 1
In de PCP-verordening is vastgelegd dat er een tussentijdse evaluatie zal plaatsvinden. Tegelijkertijd is aan de SESAR JU gevraagd om voorstellen te doen voor een volgend common project. Recent is besloten deze trajecten samen te voegen en eind 2020 een gewijzigde PCP-verordening te publiceren onder de naam Common Project 1 (CP1). CP1 zal de PCP-verordening vervangen. De verwachting is dat dit in november 2020 formeel zal worden vastgesteld.

De Europese Commissie (EC) heeft aangegeven dat enkele sub-functionaliteiten die opgenomen zijn in de PCP-verordening komen te vervallen en nieuwe (sub-)functionaliteiten worden toegevoegd. Mede door de impact van COVID-19 crisis zijn er ook aanpassingen voorzien in de deadlines voor implementatie van de sub-functionaliteiten. Deze deadlines vallen in de periode tot en met eind 2027.

Controller Pilot Data Link Communication (CPDLC)
CPDLC is een bestaande implementatie van datalink waarmee luchtverkeersleiders en piloten met elkaar kunnen communiceren naast de huidige spraak gebaseerde communicatie over een radioverbinding. CPDLC maakt daardoor de communicatie efficiënter. Ook kan hiermee de R/T belasting op druk gebruikte frequenties verlaagd worden. De Europese Commissie heeft in 2009 (Europese Unie, 2009)

(geamendeerd in 2015 en 2019) een mandaat uitgebracht dat civiel luchtverkeer en militaire vaste-vleugel transportvliegtuigen in grote stukken luchtruim verplicht CPDLC te kunnen gebruiken (ICAO, 2016) in luchtruim boven FL285 vanaf 5 februari 2020. Voor het VKA wordt er daarom van uitgegaan dat het overgrote deel van het civiele handelsverkeer en militair (vaste-vleugel) transportverkeer in 2035 beschikt over een dergelijke communicatiemogelijkheid en hier gebruik van kan maken in de communicatie met de luchtverkeersleiding, ook onder FL285. Er wordt dus ook vanuit gegaan dat de verschillende luchtverkeersleidingsorganisaties deze data kunnen verwerken.

Precisienavigatie
Door gebruik te maken van Performance Based Navigation (PBN) is navigeren niet langer opgehangen aan locatie gebonden systemen op de grond (zoals navigatiebakens) maar aan specifieke operaties met een gedefinieerde navigatienauwkeurigheid in een bepaald stuk luchtruim. Dit geeft de mogelijkheid om procedures te ontwerpen die leiden tot betere benutting van het luchtruim en bijvoorbeeld het mijden van specifieke gebieden in verband met geluid. De belangrijkste factor hierbij is dat luchtverkeer veilig dichter op elkaar kan vliegen, omdat er minder afwijkingen ontstaan door navigatieonnauwkeurigheden. Militair luchtverkeer van de Nederlandse Defensie heeft in veel gevallen vergelijkbare navigatiecapaciteiten aan boord (die echter niet in alle gevallen voldoen aan de civiele specificaties).

Er zijn verschillende niveaus van precisienavigatie, in het bijzonder in de positienauwkeurigheid. Voor aRea NAVigation 1 (RNAV1) wordt bijvoorbeeld een navigatienauwkeurigheid geëist van +/- 1NM voor 95% van de tijd. Deze precisie kan bereikt worden met verschillende navigatiehulpmiddelen (zoals radiobakens of satelliet navigatiesystemen zoals GPS). Op dit moment is het overgrote deel van het handelsverkeer in staat om met RNAV1 nauwkeurigheid te vliegen.

Het ligt in de lijn van de verwachting dat dit (of strenger) in 2035 voor heel Nederland geldt (hiervoor is wel aanpassing van de huidige regelgeving nodig). Voor 2035 wordt er van uitgegaan dat voor handelsverkeer procedures kunnen worden gebruikt op basis van RNP 0.3 in het algemeen en RNP AR (Authorization Required) voor naderingen in het bijzonder. Voor RNP AR liggen de eisen aan de uitrusting van vliegtuigen en de training van flight crew hoger dan voor RNP 0.3. Het is goed mogelijk dat in 2035 deze eisen lager zijn voor omgevingen waar geen obstakels zoals bergen zijn. Dat vergroot de mogelijkheden voor route optimalisatie rond de Nederlandse luchthavens aanzienlijk.

Een bijzondere ontwikkeling is die voor het uitvoeren van precisienaderingen. Het operationeel concept zal in eerste instantie gebruik maken van RNP AR naderingen naar het Instrument Landing System (ILS). Vervolgens zal het belang van het ILS afnemen wanneer RNP AR naderingen ook op de RNP-route *established* kunnen zijn, iets wat nu alleen aan ILS-naderingen is voorbehouden. Daarmee neemt de mogelijkheid toe voor verdere routeverfijning om vermindering van geluidshinder te bereiken. In de toekomst kan een systeem zoals het Ground Based Augmentation System (GBAS) zoveel nauwkeurigheid en robuustheid bieden aan satelliet navigatie, dat het ILS niet meer nodig zal zijn om onder alle omstandigheden precisienaderingen uit te kunnen voeren en voornamelijk als back-up zal dienen indien het satellietsignaal niet beschikbaar is.

Voor civiel luchtverkeer van en naar Schiphol geldt nu al een RNAV1 verplichting. De EU heeft via de PBN-verordening luchtverkeersleidingsorganisaties verplicht om procedures voor precisienavigatie aan te bieden. Deze verplichting wordt stapsgewijs ingevoerd, de eerste stap wordt op 3 december 2020 gezet (Europese Unie, 2018). De stapsgewijze implementatie loopt door tot 6 juni 2030. De PBN-verordening stelt het gebruik van RNP APCH verplicht per 6 juni 2030 voor alle luchthavens en landingsbaaneinden en stelt verder dat ILS onder CAT I niet meer is toegestaan (artikel 5). Echter voor Schiphol en andere luchthavens met landingsbaaneinden met ILS-naderingen, zijn luchtverkeersleidingsorganisaties verplicht de RNP APCH procedures al voor 25 januari 2024 te implementeren.

Voor vertrek- en naderingsroutes eist de PBN-verordening dat deze voldoen aan RNAV1, ten minste voor elk landingsbaaneinde één vertrek- of naderingsroute per 25 januari 2025 en voor alle per 6 juni 2030.

In Nederland wordt invulling gegeven aan deze verplichting door de PBN Roadmap (MovingDot, Adecs en ADSE, 2020) en het PBN-transitieplan (LVNL and I&W, 2020). In de PBN Roadmap worden voor de periode 2020-2030 de invulling van de verplichtingen én de ambities van Nederland op dit onderwerp beschreven. Daarnaast is er een transitieplan dat zich specifiek richt op de transitie periode tot 2030.

9.3 Raakvlakken Internationaal

Naast de bestaande internationale verplichtingen zijn er ook andere internationale ontwikkelingen, die van invloed kunnen zijn op het VKA. Deze internationale raakvlakken zijn ontwikkelingen waar (nog) geen verplichtingen voor gelden, maar die mogelijk wel voltooid zullen zijn in 2035 en waar dus mogelijk gebruik van gemaakt kan worden door het VKA. Ook een deel van de bouwstenen valt geheel of gedeeltelijk onder deze raakvlak-ontwikkelingen. Een aantal belangrijke internationale raakvlakken wordt hieronder samengevat.

European ATM Masterplan
Het Europese ATM Masterplan is de (niet bindende) overeengekomen routekaart die de onderzoeks- en ontwikkelingsactiviteiten van ATM verbindt met implementatiescenario's om de Single European Sky (SES) prestatiedoelen te bereiken. Het is het belangrijkste planningsinstrument voor de modernisering van ATM in heel Europa. Het definieert de ontwikkelings- en implementatieprioriteiten die nodig zijn om de visie van European Sky ATM Research (SESAR) te realiseren. Het Masterplan wordt regelmatig bijgewerkt, door een sterke samenwerking tussen alle ATM – stakeholders, om in te spelen op het veranderende luchtvaartlandschap. De 2020 editie is de meest recent gepubliceerde update van het Europese ATM Masterplan (SESAR, 2020). De uitrol van SESAR-oplossingen opgenomen in de 2020 editie zou bij voorkeur in 2040 voltooid moeten zijn.

De inhoud van het Masterplan is georganiseerd in drie niveaus:
1. Level 1 Executive View: beschrijft de visie, prestatie ambities en globale planning
2. Level 2 Planning and Architecture View: beschrijft in meer detail de verbeteringen, de planning en architectuur
3. Level 3 Implementation View: beschrijft de implementatie doelen en benodigde activiteiten.

SESAR 3
Na de SESAR1 en SESAR2020 programma's wordt momenteel gewerkt aan de opvolger: SESAR 3. Onder SESAR worden oplossingen ontwikkeld en gevalideerd voor modernisering van het Europese ATM-systeem. Dit wordt voortgezet in SESAR 3 met meer aandacht voor de industrialisatie fase waarin de industrie implementeerbare oplossingen realiseert die door vroege implementatie partners worden gedemonstreerd in een operationele omgeving.
SESAR3 zal zich richten op de realisatie van het overkoepelende concept *digital European sky*. Daarbij zijn door de EC de volgende doelen geformuleerd:
1. Via digitalisering een schaalbaar en weerbaar ATM-systeem bereiken;
2. Marktwerking versterken voor Europese luchtvaart, drones en ATM-diensten ten behoeve van economische groei;
3. Het Europees luchtruim ontwikkelen tot het meest efficiënte en milieuvriendelijkste luchtruim van de hele wereld.

Airspace Architecture Study

Op verzoek van de EC heeft de SESAR JU in samenwerking met de EUROCONTROL Network Manager (NM) een studie gedaan naar de toekomstige indeling van het Europese luchtruim: de Airspace Architecture Study (SESAR, 2019). In deze studie worden 3 fasen van 5 jaar onderscheiden voor de transitie naar een toekomstbestendig Europees luchtruim in 2035. Om die transitie te bewerkstelligen is geadviseerd om:

1. Een luchtruim re-configuratie programma te lanceren;
2. Defragmentatie van het Europees luchtruim te bewerkstelligen via virtualisatie en datastromen;
3. Innovaties te versnellen door het belonen van *early movers*.

Het vervolgens opgestelde Airspace Architecture Study *Transition Plan* (SESAR, 2019) geeft een concrete beschrijving van de stappen die nodig zijn om de in de Airspace Architecture Study beschreven verandering te realiseren.
De Airspace Architecture Study wordt door Europese instanties gebruikt als voorstel voor het ATM-beleid. Het is dus niet bindend. Elementen van de studie zijn onder andere terug te vinden in het laatste Europese ATM Masterplan (SESAR, 2020), de opzet van het nieuwe SESAR 3 programma en Network Strategy Plan (NSP) (Network Management Board, 2019).

Network Strategy plan

Het Network Strategy Plan (NSP) (Network Management Board, 2019) is een strategisch instrument voor het beheer van het Europese Air Traffic Management (ATM) netwerk en vormt de leidraad voor de lange termijnontwikkeling van het netwerk. De Europese Commissie heeft de EUROCONTROL Network Manager aangewezen voor het vaststellen en actualiseren van het NSP (Europese Unie, 2019). Het NSP definieert de strategisch operationele doelen die nodig zijn om het beoogde ATM-prestatieniveau te behalen. Het beantwoordt aan de Single European Sky (SES) prestatiedoelen en de behoeften van de verschillende stakeholders.
Het document identificeert en vat de acties en projecten samen die noodzakelijk zijn om het NSP uit te voeren. Deze acties en projecten worden in detail beschreven in het Network Operations Plan (NOP). Als de doelen uit het NOP niet worden bereikt of niet kunnen worden uitgevoerd dan kan de EUROCONTROL Network Manager corrigerende maatregelen voorstellen die door de operationele stakeholders moeten worden genomen.
Het Network Strategy plan:

- Biedt een algemeen inzicht in de manier waarop het ATM-netwerk als geheel de prestatiedoelen zal behalen. Het is essentieel voor het identificeren en definiëren van de rollen van elk van de operationele stakeholders bij het implementeren van de veranderingen, en bij het identificeren van de verwachte bijdrage van de Network Manager. Deze bijdrage zal worden opgenomen in het NSP in een netwerkbeheerprestatieplan, vergelijkbaar met het plan dat al is opgesteld door staten of Functional Airspace Blocks (FAB).
- Verduidelijkt wat het netwerk vereist van de technologische evolutie om zijn prestatiedoelen te bereiken. Deze vereisten vormen input voor het ATM-masterplan en tot op zekere hoogte zal het NSP een platform zijn voor dialoog tussen de SESAR R&D en de netwerkactiviteiten.
- Identificeert de problemen die moeten worden voorgelegd aan de instanties die het plan moeten bekrachtigen. Sommige problemen kunnen niet op operationeel vlak worden opgelost. Door de belangrijkste netwerkproblemen te verduidelijken, zal een beter begrip tussen de lidstaten, de Europese Commissie en de operationele stakeholders mogelijk worden.

9.4 Uitgangspunten Nationaal

De nationale uitgangspunten worden gevormd door het nationale luchtvaartbeleid. De belangrijkste recentelijke beleidsontwikkelingen die uitgangspunten vormen voor het VKA zijn de luchtvaartnota en het 1ATM project. De resultaten van het 1ATM programma maken integraal onderdeel uit van het VKA. De luchtvaartnota schetst belangrijke kaders voor het VKA waarvan niet afgeweken kan worden.

Ontwerp-Luchtvaartnota
Op 20 november is de Luchtvaartnota gepubliceerd (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2020). Deze betreft de periode 2020-2050 en geeft richting aan de ontwikkeling van civiele luchtvaart in Nederland. De Luchtvaartnota is primair gericht op de toekomstige ontwikkeling van de burgerluchtvaart tenzij wordt aangegeven dat het ook over de militaire luchtvaart gaat. De nota geeft antwoord op de vraag hoe luchtvaart zich kan ontwikkelen in balans met andere publieke belangen als veiligheid, duurzaamheid en leefbaarheid. De beleidskeuzes in de nota zijn kaders voor de Luchtruimherziening. Deze beleidskeuzes voor de toekomst van de Nederlandse luchtvaart in de Luchtvaartnota vormen daarmee uitgangspunten voor de Luchtruimherziening. In lijn met de beleidskeuzes in de nota wordt, door het programma Luchtruimherziening in nauwe samenwerking met het programma Luchtvaartnota gewerkt met enkele uitgangspunten. Met name de volgende kaders zijn relevant voor het VKA en het plan-MER. Deze overlappen deels met de algemene uitgangspunten.

- Onder voorwaarden is er ruimte voor een gematigde groei van de luchtvaart van 1 a 1,5% per jaar van de luchtvaart in heel Nederland.
- De luchtvaartnota legt de doelen en toetsingscriteria voor het PLRH vast. Veiligheid is hierbij een randvoorwaarde:
  - Geluid
  - Emissies
  - Natuur
  - Efficiëntie
  - Capaciteit
  - Ruimtebeslag op de grond
- Het verdient de voorkeur om naderend en vertrekkend luchtverkeer zoveel mogelijk af te wikkelen via routes die rekening houden met overlast op de grond, In volgorde van preferentie:
  - Grote wateroppervlakten (Noordzee, IJsselmeergebied)
  - Industriële gebieden met weinig bewoning (en geen gevaarlijke complexen)
  - Relatief dunbevolkte, rurale gebieden (agrarisch)
  - Natuurgebieden zonder status (geen N2000)
  - N2000-gebeiden
  - Aangewezen stiltegebieden (NOVI, provinciale structuurvisies)
  - Stedelijke gebieden (woonkernen)
- Bij de herziening van het luchtruim heeft het beperken van geluidsoverlast prioriteit in het luchtruim tot een vlieghoogte van 6.000 voet (circa 1.800 meter). Boven die hoogte gaat het vooral om de kortste routes en staat het beperken van CO_2-uitstoot voorop.
- Vaste naderingsroutes en daarmee het tegengaan van spreiding van geluid is een belangrijke bouwsteen, met een relatie naar ruimtelijk beleid op de grond.
- Er geldt een prioriteitsvolgorde voor luchtruimgebruikers:
  1. Maatschappelijke vluchten (spoedeisende hulpverlening, politie) en militaire vluchten (nationale veiligheid of bijstand aan civiele hulpdiensten)
  2. Commercieel handelsverkeer en militaire luchtvaart in vredestijd
  3. Kleine commerciële luchtvaart (vb. zakenjets, onbemand)
  4. Kleine recreatieve luchtvaart (vb. motorvliegen, zweefvliegen)
  5. Kleine niet-commerciële drones

Eén ATM
In dit document wordt uitgegaan van één ATM-organisatie in het lagere luchtruim door het samengaan van de militaire luchtverkeersleiding van de Koninklijke Luchtmacht met LVNL (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2019). In het hogere luchtruim voorziet MUAC al sinds enkele jaren de militaire en civiele luchtverkeersleiding. Dit betekent onder andere dat civiel luchtverkeer en militair luchtverkeer (behalve luchtverkeer onder controle van de luchtgevechtsleiding de Koninklijke Luchtmacht, CZSK, NAVO of NAVO-partners) in gecontroleerd luchtruim door dezelfde luchtverkeersleider(s) kan worden afgehandeld.

9.5 Raakvlakken Nationaal

De nationale raakvlakken betreft lopende activiteiten en initiatieven waar bij het ontwerp van het VKA terdege rekening gehouden moet worden.

Gebruikersbehoefte PLRH
Het PLRH heeft een inventarisatie gedaan bij een brede groep gebruikers(groepen) over de wensen voor het toekomstig luchtruim. Hieruit is een overzicht van de gebruikersbehoeften ontstaan (Programma Luchtruimherziening, 2020). Het VKA probeert maximaal invulling van die gebruikersbehoefte mogelijk te maken.

Architectuurprincipes PLRH
Principes zijn algemene regels en richtlijnen die informerend en ondersteunend zijn aan de wijze waarop het programma Luchtruimherziening aan het vervullen van zijn doelen werkt (Programma Luchtruimherziening, 2019). Ze zijn zo opgesteld dat ze houdbaar zijn en zelden aanpassing nodig hebben. Ieder principe is slechts één element in een gestructureerde reeks, van waarden tot acties en resultaten, die het project gezamenlijk definiëren en richting geven.

De architectuurprincipes geven fundamenteel richting aan de ontwikkelingen die gedaan worden onder het programma Luchtruimherziening. Het werken onder Architectuur, is een gestructureerde manier van werken. De beschreven set van principes zijn opgesteld om het programma te ondersteunen en zijn tot stand gekomen in nauwe samenwerking met de projectpartners.

Integrale Aanpak Lagere Luchtruim
Gecoördineerd vanuit het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en in nauwe samenwerking met het ministerie van defensie richt het programma Integrale Aanpak Lagere Luchtruim (IALL) zich op het aanpakken van de complexiteit en inefficiëntie van het lagere luchtruim. Het doel is tot 2023 keuzes te maken over het oplossen van knelpunten die de veiligheid, bereikbaarheid en/ of doorstroming in het lagere luchtruim benadelen. Deze keuzes hebben doorwerking op de publieke belangen in de lucht en op de grond. De reikwijdte van het programma is het lage luchtruim van 0 – 6.000 voet (0 tot circa 1.800m). De keuzes moeten toekomstbestendig zijn en houden daarbij dus ook rekening met de invoering van U-space en bijvoorbeeld met keuzes rondom de ruimtelijke inrichting zoals windmolens, woontorens en industrie. De IALL staat verder in samenhang met de doelen van het PLRH, de Luchtvaartnota en de nationale omgevingsvisie. In samenwerking met ATM-beleidsexperts en individuele gesprekken met partners is een lijst van knelpunten opgesteld. Per knelpunt is aan de hand van een aantal criteria bepaald hoe groot de prioriteit is om deze aan te pakken. Na de verkenning is een actieplan opgesteld dat op basis van deze prioritering de knelpunten aanpakt.

Specifiek voor het programma LRH worden tot 2023 de behoeften van de verschillende gebruikersgroepen in het lagere luchtruim en de omgeving niet (direct) opgelost. De IALL zal op basis van de knelpunten en hun onderlinge relaties in samenspraak met het PLRH wel keuzes maken die niet langer

kunnen wachten. De IALL richt zich op afgebakende knelpunten in het lagere luchtruim waar op korte termijn besluitvorming over moet plaatsvinden. Dit vraagt afstemming met verschillende stakeholders op nationaal niveau om hier een keuze in te maken.

Airspace Management Cell (AMC)
Het AMC is verantwoordelijk voor de toewijzing van luchtruim aan de diverse luchtruimgebruikers voor luchtruimmanagement op ASM-level 2 (pre-tactisch niveau). De taken worden uitgevoerd in lijn met de EC 2150/2005 (Europese Unie, 2005). Een deel van deze taken omvat de toewijzing van luchtruim mede op basis van de Booking Principles and Priority Rules (BPPR) en andere sturingselementen die vanuit ASM-level 1 (strategisch niveau) zijn opgelegd en die zijn afgesproken voor het desbetreffende luchtruim. Het oprichten van een AMC is de verantwoordelijkheid van de staat (Infrastructuur en Waterstaat en Defensie als eigenaren van het luchtruim). Vandaag de dag vervult de Airspace Flow and Management Unit, gevestigd bij LVNL en bemand door de Koninklijke Luchtmacht, deze rol. Vanaf 2020/2021 worden de uitvoerende ASM-taken van AMC Netherlands verdeeld over twee locaties: FUA Cell LVNL en FUA Cell MUAC23.

In die gevallen waarbij er conflicten optreden over het gebruik tussen de diverse luchtruimgebruikers en/ of dienstverleners zal het Hoofd AMC op basis van duidelijke prioriteitsregels een beslissing nemen over toewijzing en gebruik. In uitzonderlijke situaties kan het Hoofd AMC ruggenspraak houden met beide ministeries.

Na een geaccordeerde luchtruimplanning zal de toewijzing van het luchtruim via een Airspace Use Plan (AUP) aan de diverse luchtruimgebruikers bekend worden gesteld. Daarnaast worden - naast de interne – ook omringende luchtverkeersleidingsorganisatie en de EUROCONTROL Network Manager geïnformeerd over de luchtruimplanning. De luchtruimplanning kan met behulp van systeeminput door deze organisaties verwerkt worden zodat de diverse luchtverkeersleidingsorganisaties op basis van gevalideerde data een overzicht hebben waarmee hun systemen worden gevoed. Deze nominale luchtruimaanvragen worden beheerd door de FUA-cell MUAC die onderdeel uitmaakt van het AMC.
Naast deze nominale luchtruimaanvragen kunnen er ook aanvragen gedaan worden voor tijdelijk gebruik van het luchtruim. Dit omvat onder andere laagvliegontheffingen, Tijdelijke Gebieden met Beperkingen (TGB), valschermspringen, testvluchten en scan/ survey-vluchten.

Nadat een gedegen analyse en stakeholdersconsultatie heeft plaatsgevonden kan een aanvraag worden toegekend of afgewezen. Een dergelijk besluit wordt formeel vastgesteld door de Ministers van Defensie en Infrastructuur en Waterstaat. Dit resulteert in een beschikking die tijdig gepubliceerd wordt in de Staatscourant en waar beroep op mogelijk is. Ook zal een dergelijke beschikking middel een NOTAM bekend gesteld worden aan luchtvarenden. Het proces voor de tijdelijke gebieden wordt afgehandeld door de FUA cell LVNL.

APOC Schiphol
Het Airport Operations Centre (APOC) op Schiphol heeft als doel om de samenwerking tussen de verschillende partijen in het logistieke proces op de luchthaven te verstreken. Het APOC is een concept dat ontwikkeld is door EUROCONTROL (EUROCONTROL, 2018). Deze samenwerking moet leiden tot een grotere voorspelbaarheid van de operatie die weer moet leiden tot minder vertragingen. Het APOC Schiphol is nog in ontwikkeling en zal de intensiteit van de werkzaamheden stap voor stap opvoeren. Hiervoor is een fysieke, gezamenlijke, werkplek gecreëerd waar, met alle beschikbare informatie een zo nauwkeurig mogelijke planning wordt gemaakt van verschillende luchthaven gerelateerde processen.

10 Keuzes voor de hoofdstructuur

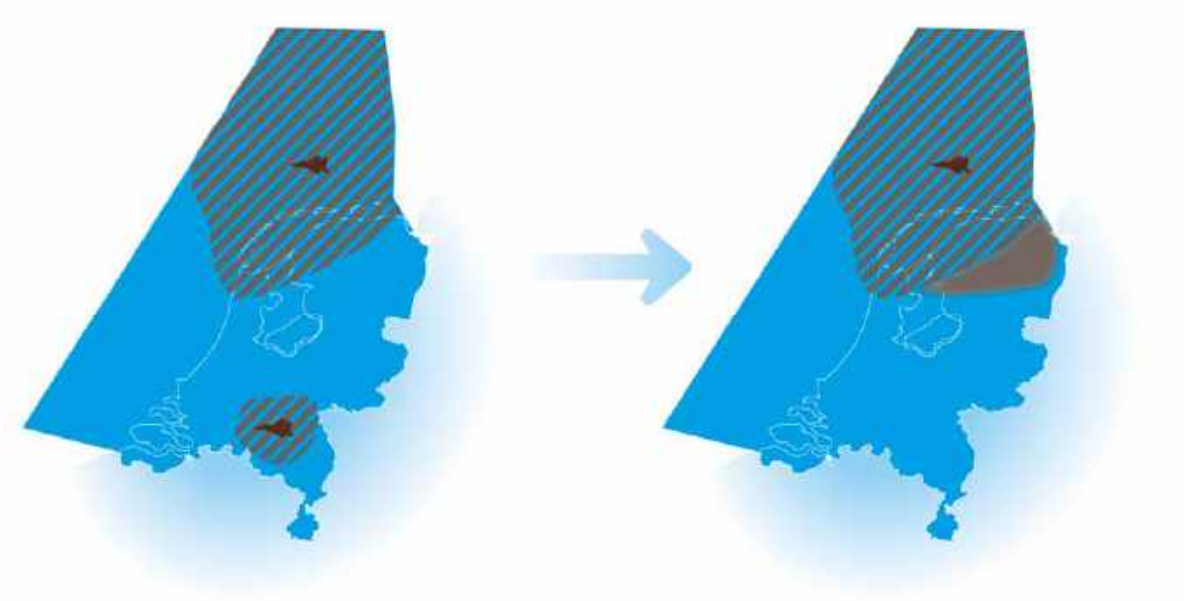
De nieuwe hoofdstructuur van het Nederlandse Luchtruim welke tussen 2024 en 2027 wordt gerealiseerd zorgt voor een efficiëntere indeling van het luchtruim waarmee verduurzaming van de luchtvaart mogelijk wordt gemaakt, en zo veel mogelijk invulling wordt gegeven aan civiele en militaire luchtruimbehoeften.

Essentieel onderdeel hiervan is de situering van een militair oefengebied (onder andere voor de F-35) in het noorden van het Nederlands luchtruim, met voldoende capaciteit om de militaire missie effectiviteit te verbeteren. De hoofdstructuur geeft invulling aan verduurzaming door onder meer een herinrichting van het naderingsgebied van de luchthaven Schiphol, waarmee wordt beoogd de geluidsimpact te verminderen. Ook wordt de zuidoostelijke ontsluiting voor het handelsverkeer van en naar Nederlandse luchthavens verbeterd. Door het gebruik van meer directe en efficiënte routes worden minder schadelijke stoffen uitgestoten.

De hoofdstructuur verbetert op zichzelf de indeling van het Nederlandse luchtruim en is de basis waarop de realisatie van het operationeel concept plaatsvindt, door toepassing van alternatieven aangevuld met diverse bouwstenen.

Verkenning van de hoofdstructuur
In de hoofdstructuur ligt het zwaartepunt in het zuiden van Nederland op het vergroten van de mogelijkheden voor de civiele luchtruimgebruikers. Daarbij wordt wel rekening gehouden met het zoveel mogelijk inpassen van locatie gebonden militaire activiteiten in het zuiden en met het inpassen van een ontsluiting voor civiel luchtverkeer in het noordoosten. In het noorden ligt het zwaartepunt op het vergroten van de mogelijkheden voor de militaire gebruikers, met name ten behoeve van de F-35. In alle onderdelen van de hoofdstructuur speelt verduurzaming (het beperken van impact op de omgeving) een belangrijke rol.

Herinrichting oostelijk en zuidoostelijk deel van het luchtruim schept ruimte voor civiele routes
Door de noordelijke ligging van Nederland op onze aarde lopen de belangrijkste civiele vliegroutes in westelijke, zuidelijke en oostelijke richting. Eén van de meest gebruikte civiele routes loopt van Schiphol naar het zuidoosten. Door het daar liggende militaire oefengebied moeten vliegtuigen van en naar zuidelijke bestemmingen een groot deel van de tijd omvliegen en bovendien kunnen ze veelal niet de ideale lijn volgen bij stijgen en dalen. De omweg en de afwijkingen van de ideale lijn vragen extra brandstof. Daardoor neemt de uitstoot van vervuilende stoffen toe en dragen deze vluchten onnodig bij aan de klimaatproblematiek. Door verplaatsing van het militair oefengebied naar het noorden kan het zuidelijke militaire oefengebied in krimpen: in figuur 10-1 het gearceerde gebied boven Noord-Brabant en het zuidelijk deel van Gelderland. Dit gebied wordt vervangen door een luchtruimblok dat is bestemd voor de afhandeling van civiele verkeersstromen, in het bijzonder van en naar Schiphol, Rotterdam, Eindhoven, Lelystad en een aantal Duitse luchthavens. Er ontstaat ruimte voor een duurzamere civiele routestructuur. De ruimte die ontstaat wordt namelijk niet ingevuld met méér vluchten, maar met een wijze van vliegen die vooral de uitstoot van vervuilende stoffen naar de lucht beperkt en zorgt voor minder CO_2-uitstoot en de eindige grondstof (kerosine) spaart. De exacte invulling van routes van en naar de zuidelijke richtingen volgt in de fase van planuitwerking. De herinrichting van het zuidoostelijke deel van het Nederlandse luchtruim maakt de doorgroei van Lelystad Airport, conform het Luchthavenbesluit naar maximaal 45.000 vliegbewegingen, mogelijk.



Figuur 10-1 Verplaatsing/ uitbreiding van het militair oefengebied

Verruiming militair oefengebied kan alleen in het noorden
Er is onderzocht waar een militair oefengebied kan worden ingepast boven Nederlands grondgebied (inclusief zee), zonder civiel verkeer ernstig te hinderen en zonder te oefenen in en boven dicht bevolkt gebied. Het blijkt dat de mogelijkheden zeer beperkt zijn.

Om de militaire missie effectiviteit (MME) voor de inzet van huidige en toekomstige wapensystemen, waaronder de F-35, te verbeteren is er bij de militaire luchtruimgebruiker onder meer behoefte aan een (gesegregeerd) oefengebied van minimaal 80NM bij 120NM (circa 150km bij 220km). De resultaten van de Onderzoeksfase en Verkenning laten zien dat vanwege de omvang van het gebied alleen in het noorden van het Nederlandse luchtruim mogelijkheden bestaan om dit in te situeren, zowel vanuit het oogpunt van de omgeving (het gebied ligt grotendeels boven zee) als de Europese netwerkkwaliteit (het betreft een minder druk bevlogen deel van het Europese luchtruim). Dit houdt uitbreiding van het bestaande oefengebied in het noorden van Nederland in. Er is geen realistisch alternatief. De uitbreiding begint op een hoogte van 6.500 voet (circa 2km) en loopt door tot een hoogte van FL660 (circa 20km), dat is de hoogst mogelijke bovengrens voor oefengebieden in Nederland. De precieze omvang wordt in de Planuitwerking vastgesteld. De uitbreiding zal gelegen zijn in het luchtruim boven de TMA Eelde. De gebruiksmogelijkheden van Groningen Airport Eelde veranderen door deze luchtruimaanpassing niet. Het gehele oefengebied bestaat uit verschillende zogenaamde luchtruimblokken. De blokken die samen het noordelijke oefengebied vormen zijn afzonderlijk schakelbaar tussen militair en civiel gebruik volgens de principes van het flexibel luchtruimbeheer.

Op een ander locatie komt het oefengebied in conflict met de civiele luchtverkeersstromen van en naar Schiphol en de regionale luchthavens, met name naar het westen, het zuiden en het oosten en zal er geoefend moeten gaan worden boven dicht bevolkt gebied. De Verkenning laat echter ook zien dat het Nederlandse luchtruim op zichzelf te weinig ruimte biedt om aan alle toekomstige civiele en militaire behoeften, waaronder die voor de F-35, te voldoen en dat intensieve internationale samenwerking noodzakelijk is.

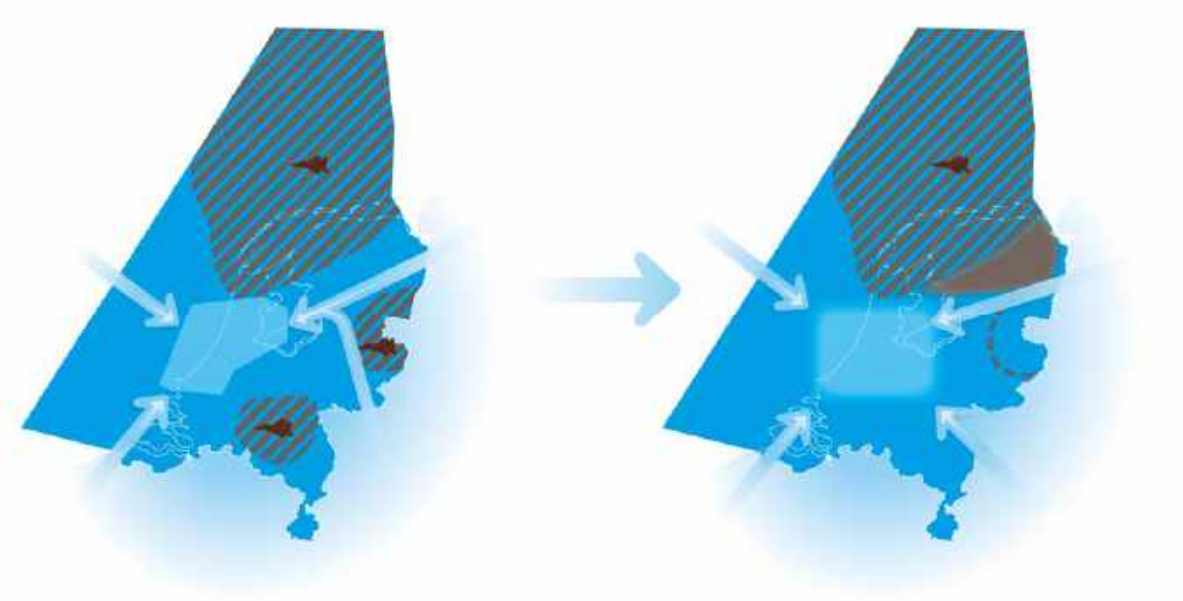
Vanwege de uitbreiding van het militaire oefengebied worden de civiele verkeersstromen in dit deel van het Nederlandse luchtruim in zuidelijke richting verlegd. De verschuiving van de civiele stromen zorgt ervoor dat de Nederlandse luchthavens bereikbaar blijven en het overvliegende luchtverkeer van het Nederlandse luchtruim gebruik kan blijven maken.

Bestaand oostelijke militair oefengebied wordt omgevormd en verplaatst.
Op een nader te bepalen locatie in Nederland wordt een militair oefengebied van ongeveer 30 bij 30NM (55km bij 55km) ingericht. Dit gebied is nodig voor kleinschalige defensieoefeningen, die nu in het oosten van Nederland plaatsvinden. De precieze locatie van dit gebied is onderwerp van vervolgonderzoek in de Planuitwerking.

Duits-Nederlandse studie naar een grensoverschrijdend oefengebied
Om invulling te kunnen geven aan de behoeften zijn grensoverschrijdende oplossingen noodzakelijk en moet het proces stap voor stap aangepakt worden. Het is daarom een vereiste dat in een zorgvuldig proces, in samenwerking met internationale partners een grensoverschrijdend luchtruimontwerp wordt ontwikkeld. Vanwege de structuur van het Europese netwerk en de locatie van militaire gebieden heeft nauwe samenwerking met Duitsland de meeste potentie om de totale luchtruimbehoefte in te vullen. Gekeken wordt naar de civiele-militaire haalbaarheid van een grensoverschrijdend oefengebied in het noordoostelijke deel van het Nederlandse luchtruim en het noordwestelijke deel van het Duitse luchtruim. Bij positief resultaat wordt de studie voortgezet als een luchtruimproject.

Vierde naderingspunt
Een ander onderdeel wat samenhangt met de hoofdstructuur betreft de instelling van een vierde naderingspunt voor Schiphol. Om zo vaak mogelijk gebruik te kunnen maken van continu daalprofielen en zodoende duurzamer te kunnen vliegen, moet civiel luchtverkeer naar Schiphol beter worden gespreid over de vaste naderingsroutes. Momenteel wordt het luchtverkeer daarvoor geleid langs één van drie beschikbare naderingspunten, zogenaamde Initial Approach Fixes (IAF's - kortweg ook wel "Fix" genoemd). Door een vierde naderingspunt in te voeren wordt een betere spreiding van luchtverkeer mogelijk gemaakt en kunnen vaker continu daalprofielen langs kortere routes worden gevolgd. Voor het gebied waar het vierde naderingspunt zal komen te liggen zal er sprake zijn van een toename van het aantal passerende vliegtuigen. Dit vierde punt komt op een nader te bepalen plek binnen een hier aangeduid zoekgebied zuidoosten van de provincie Utrecht dan wel zuidwesten van de provincie Gelderland en zal niet lager (waarschijnlijk hoger) komen te liggen dan FL70 (circa 2100 meter).

De herinrichting van het naderingsgebied voor de luchthaven Schiphol is nodig om de doelen van verduurzaming te kunnen bereiken. Hiervoor is belangrijk dat zoveel mogelijk gevlogen kan worden op vaste routes met continue klim- en daalprofielen. Om deze wijze van vliegen te kunnen doorvoeren, is het nodig het luchtverkeer naar Schiphol te verdelen en te leiden via **vier naderingspunten**. Deze liggen grofweg op de hoekpunten van een denkbeeldig vierkant rondom de luchthaven Schiphol (zie figuur 10-2). Vanwege de geringe afstand van Rotterdam en Lelystad tot aan Schiphol worden ook de naderingsgebieden van Rotterdam en Lelystad opnieuw ingericht.



Figuur 10-2 Verdeling luchtverkeer Schiphol via vier naderingspunten Schiphol

11 Referentiesituatie en aanpak voor thematische effectbeoordeling

In dit hoofdstuk is de referentiesituatie en de aanpak voor de thematische effectbeoordeling beschreven. Daarmee ontstaat een goed beeld van hoe de effectbeoordeling tot stand is gekomen.

De beschrijving van de referentiesituatie voor dit plan-MER is een bijzondere. Anders dan gebruikelijk in een plan-MER zijn niet de effecten van de referentiesituatie in absolute zin weergegeven. Bij de behandeling van de verschillende thema's uit het toetsingskader is steeds uitgelegd hoe de referentie (en effecten) wél zijn bepaald.

Vóór de uitwerking per thema wordt een beschrijving gegeven van diverse factoren en autonome ontwikkelingen die van invloed zijn op de thema's uit het beoordelingskader. Ook is aangegeven waarom het plan-MER voor de Luchtvaartnota als basis gebruikt is voor de referentiesituatie op de omgevingsthema's (alle behalve efficiëntie en capaciteit).

11.1 Uitgangspunten voor de thematische referentiesituatie

In deze paragraaf zijn de huidige situatie en relevante autonome ontwikkelingen beschreven van diverse aspecten van de luchtvaart, zoals die door het programma ter beschikking zijn gesteld voor de effectbeoordelingen in dit plan-MER.

Hoofdstructuur en concept voor civiele vluchtafhandeling
In hoofdstuk 2 is beschreven hoe het luchtruim is ingedeeld in de huidige situatie (hoofdstructuur; paragraaf 2.2) en het operationele concept waarmee daarin vluchten worden afgehandeld vanaf het moment van take-off tot aan het hogere luchtruim en vice versa (afhandeling luchtverkeer; paragraaf 2.3). Er worden voor de hoofdstructuur geen autonome veranderingen voorzien. In de afhandeling van het luchtverkeer wel.

In de periode tot 2025 wordt naderend luchtverkeer op Schiphol naar alle waarschijnlijkheid nog met radar vectoring afgehandeld waardoor vaste naderingsroutes en CDO beperkt blijven tot de nachtvluchten. Verder kan naderend luchtverkeer voor de regionale luchthavens meer via vaste naderingsroutes en CDOs worden afgehandeld. Radar vectoring blijft voor deze luchthavens echter naar waarschijnlijkheid de primaire wijze van naderen.

Ook in de periode daarna tot 2035 wordt naderend luchtverkeer op Schiphol naar alle waarschijnlijkheid nog met radar vectoring afgehandeld, waardoor vaste naderingsroutes en CDO beperkt blijven tot de nachtvluchten. Mede dankzij RECAT-EU kan de minimale radarseparatie in het naderingsluchtruim van Schiphol gereduceerd worden van 3NM (circa 5,6km) tot 2,5NM (circa 4,6km). Voor het naderen op de regionale luchthavens zijn Vaste naderingsroutes beschikbaar en worden actief gebruikt. Radar vectoring kan nog worden gebruikt als alternatief. De radarseparatie in de naderingsluchtruimen van de regionale luchthavens is gereduceerd tot 3NM (circa 5,6km).

Ontwikkelingen in luchtverkeerdienstverlening
Eén ATM-organisatie
LVNL en het Commando Luchtstrijdkrachten werken aan de realisatie van één ATM-organisatie voor de luchtverkeersdienstverlening in het lagere (beneden FL245, circa 7,5km) Nederlandse luchtruim voor het einde van 2023. In deze nieuwe organisatie worden de huidige en toekomstige taakstelling binnen het luchtruim geborgd, onder andere met als doel één concept voor en een eenduidige afhandeling van al het gecontroleerde (civiele én militaire) luchtverkeer in het lagere luchtruim.

LVNL en het Commando Luchtstrijdkrachten zullen per 2022/2023 gaan werken met een nieuw luchtverkeersleidingssysteem genaamd iCAS. Dit systeem is in gezamenlijkheid met buitenlandse luchtverkeersleidingsinstanties en systeemontwikkelaars ontwikkeld en vervangt het huidige AAA-systeem.

Invoering Pilot Common Project
De SESAR Pilot Common Project (PCP)("proef van een gemeenschappelijk project") is een uitvoeringsverordening van de Europese Commissie die een verplichting beschrijven om bepaalde ATM functies in te voeren. Specifiek gaat het om zes ATM-functionaliteiten. De verschillende functionaliteiten zijn van toepassing op Schiphol, LVNL, de Koninklijke Luchtmacht en/ of MUAC.

Controller Pilot Data Link Communication (CPDLC)
Met CPDLC kunnen luchtverkeersleiders en piloten via een data-link met elkaar communiceren in plaats van een radioverbinding. Dit stelt hen in staat om complexere berichten uit te wisselen. CPDLC maakt daardoor de communicatie makkelijker en efficiënter. Ook kan hiermee de R/T belasting op druk gebruikte frequenties verlaagd worden. Voor zichtjaar 2035 wordt ervan uitgegaan dat het overgrote deel van het civiele handelsverkeer en militair transportverkeer beschikt over een dergelijke communicatiemogelijkheid en hier actief gebruik van maakt in de communicatie met de luchtverkeersleiding. CPDLC zal vooral voor (complexe) niet tijd-kritische berichten worden ingezet. Voor opdrachten die wel tijd-kritisch zijn (zoals tijdens de eindnadering) zal naar verwachting R/T nog gebruikt worden.

Drones en U-Space
Op nationaal en Europees niveau wordt gewerkt aan regelgeving die richting moet geven aan het veilig gebruik en beheer van drones in het luchtruim. Voor kleine drones wordt, in lijn met Europese ontwikkelingen (U-Space), luchtruim onder de 500voet (circa 150m) gereserveerd voor zover dit geen conflicten oplevert met andere gebruikers van het luchtruim, waaronder ook GA activiteiten. Grotere drones worden naar verwachting geïntegreerd in het luchtruim tussen het bemand luchtverkeer.

Baangebruik en piekuurcapaciteit Schiphol
In overleg met de voormalige Alderstafel Schiphol is het Nieuw Normen- en Handhavingstelsel (NNHS) voor de luchthaven Schiphol tot stand gekomen. Het nieuwe stelsel is gebaseerd op een systeem van preferent baangebruik, een systeem waarin de banen die het kleinste aantal mensen hinderen optimaal worden gebruikt. Binnen een baancombinatie wordt het luchtverkeer zoveel mogelijk op de meest preferente baan afgehandeld en wordt het gebruik van de minder preferente baan (de tweede baan) beperkt.

Op Schiphol is in de huidige situatie de piekuurcapaciteit bij de meest preferente baancombinaties gedurende een outbound peak 110 en een inbound peak 106 vliegbewegingen per uur. Deze piekuurcapaciteit is in belangrijke mate bepalend voor hoeveel luchtverkeer Schiphol kan verwerken, in combinatie met het gewenste functioneren van Schiphol als hubluchthaven en beperkingen voor het luchtverkeer vanuit milieu en de omgeving.

In 2025 is aangenomen dat het NNHS met een 2+1 baangebruik op Schiphol nog steeds van toepassing is zoals in de huidige situatie. Voor toename van luchtverkeer op Schiphol voorbij de 500.000 vliegbewegingen zal de huidige vierde baan regel (onderdeel van het NNHS) beperkend zijn, zoals door Royal Schiphol Group, Adecs en To70 is vastgesteld in de concept MER 'NNHS Schiphol' uit 2018[24]. Ook in de periode na 2025 tot 2035 wordt toepassing van het NNHS met een 2+1 baangebruik en een

[24] *MER 'Nieuw Normen- en Handhavingsstelsel Schiphol' 2018 (concept), deel 5: actualisatie en doorkijk naar de periode na 2020.*

aangepaste vierde baanregel op Schiphol aangenomen. Het is denkbaar dat het NNHS in de realiteit wordt doorontwikkeld maar eventuele besluiten daarover vallen buiten de reikwijdte van het PLRH.

De piekuurcapaciteit van Schiphol zal tot 2025 in een outbound peak onveranderd 110 en een inbound peak onveranderd 106 vliegbewegingen per uur blijven. Binnen de luchtvaartsector in Nederland worden na 2025 verschillende initiatieven genomen om de piekuurcapaciteit van Schiphol te verhogen. Met de invoering van die maatregelen zou volgens Royal Schiphol Group en To70 de piekuurcapaciteit tot 2035 tot maximaal 120 vliegbewegingen per uur kunnen toenemen. Voor de andere luchthavens van nationale betekenis is de piekuurcapaciteit niet beperkend en daarom niet relevant voor dit plan-MER.

Civiele verkeersvolumes
Vluchten van en naar Nederlandse luchthavens van nationale betekenis
De in tabel 11-1 gepresenteerde civiele verkeersvolumes (2018) zijn afkomstig van CBS-statline waarin de jaarcijfers van handelsverkeer op de Nederlandse luchthavens van nationale betekenis zijn opgenomen.

Vanaf maart 2020 heeft de mondiale luchtvaart te maken met de abrupte gevolgen van COVID-19 crisis. Dit virus zal nog lange tijd invloed hebben en daarmee ook zijn weerslag hebben op de verkeersprognoses. Bij navraag heeft Eurocontrol STATFOR vanwege de grote onzekerheid rondom het geleidelijk heropstarten van luchtverkeer nog geen herziene prognoses beschikbaar. De Nederlandse luchtvaartsector spreekt intussen over een terugval van de vraag van circa vijf jaar[25].

Voor zichtjaar 2025 wordt aangenomen dat het verkeervolume van de huidige situatie (2018) de bovengrens van de vraag is tot en met 2025. Voor de ontwikkeling vanaf 2025 wordt met een bandbreedte gewerkt. De ondergrens ligt daarbij op het niveau van zichtjaar 2025: handhaving van het huidige niveau op alle luchthavens met daarbij de verwachte opening van Lelystad. De bovengrens is in de LVN gesteld op de te verdienen groei van maximaal 1,5% per jaar waarbij bovendien herstel van de luchtvaart wordt verwacht na 2025. Die verwachting voor het hoge scenario komt overeen met de Luchtvaarnota, en is eveneens gebaseerd op de lange termijn verwachtingen van Eurocontrol STATFOR.[26]

Voor een realistische verkenning van het nieuwe luchtruim wordt als basis gewerkt met een **scenario met middelmatige groei** (zie ook hoofdstuk 16) met daarin de helft van de maximale groei, oftewel 0,75%, en herstel na 2025.

Bovengenoemde aannames leiden tot de volgende verwachte aantal vliegbewegingen handelsverkeer per luchthaven van nationale betekenis.

Tabel 11-1 Verwacht aantal vliegbewegingen handelsverkeer per luchthaven van nationale betekenis (x1.000)

Luchthaven	2018	2025	2035
Schiphol	499	499	538
Eindhoven	37	37	40
Lelystad	0	10	25
Rotterdam	18	18	19
Maastricht	6	6	6
Groningen	4	4	4
Totaal	565	575	635

[25] *NRC, Topman Schiphol: 'We gaan niet weer de boel volvliegen', 19 mei 2020*
[26] *Eurocontrol, European aviation in 2040: challenges of growth, 2018*

Nachtvluchten

Voor de beschouwing van het aantal nachtvluchten (vertrek of aankomst tussen 23 en 6 uur) wordt uitsluitend naar Schiphol en Rotterdam gekeken. In 2018 zijn op Schiphol 31.000 nachtvluchten uitgevoerd[27]; op Rotterdam waren dit 1.300 nachtvluchten[28]. Voor de andere civiele luchthavens gaat het bij nachtvluchten om de binnenkomst van incidenteel verlate vluchten, deze zijn vanuit luchtruimperspectief minder relevant.

De concept LVN streeft naar minder nachtvluchten tussen 23 en 7 uur[29] zonder verplaatsing naar de randen van de nacht (tussen 22 en 23 uur en tussen 7 en 8 uur). Aangenomen wordt dat het aantal nachtvluchten op Schiphol de komende jaren afneemt als voorwaarde voor groei; het Rijk wil dit vast gaan leggen in LVB-2. In 2020 stopt Eindhoven met geplande vluchten na 23 uur. Onderzocht wordt of ook op Rotterdam het aantal geplande vluchten af kan nemen. Deze luchthaven blijft wel de uitwijkplek voor Schiphol (ook 's nachts). Op de andere luchthavens van nationaal belang zal het aantal nachtvluchten niet toenemen.

Andere vluchten in het Nederlandse luchtruim

Naast vluchten met vertrek of bestemming op Nederlandse luchthavens van nationaal belang, handelt het Amsterdam Area Control Centre (ACC) ook vluchten in het Nederlands luchtruim af met andere luchthavens van vertrek en bestemming, bijvoorbeeld de luchthavens net over de landsgrenzen (Antwerpen, Brussel, Düsseldorf). Het totaal aantal vliegbewegingen in Amsterdam ACC in 2018 komt hiermee op 615.000. Het groeipercentage van 0,75% na 2025 kan op gelijke wijze worden toegepast op deze vluchten. In 2025 is het aantal vliegbewegingen gestegen tot 625.000. In 2035 resulteert dit in totaal in 660.000 verwachte vliegbewegingen.

Tabel 11-2 Verwacht aantal vliegbeweging Amsterdam ACC per sector, 2035

ACC sector	Vliegbewegingen 2035
Sector 1	100.000
Sector 2	195.000
Sector 3	220.000
Sector 4	100.000
Sector 5	90.000
Totaal (uniek)	660.000

Maastricht Upper Area Control Centre (MUAC) heeft in 2018 in totaal 1.800.000 vliegbewegingen afgehandeld [30] waarvan ruim een derde in het Nederlandse luchtruim. Een gemiddelde groei van 0,75% per jaar resulteert in 1.800.000 vluchten in 2025 en 1.940.000 verwachte vliegbewegingen in 2035. Ook hier gaat het om luchtverkeer is van/ naar Nederlandse luchthavens plus overvliegend luchtverkeer van/ naar buitenlandse luchthavens.

Civiele vlootontwikkelingen

Verwacht wordt dat de komende jaren geleidelijk de vlootmix verandert, in het bijzonder voor Schiphol vanwege de gelimiteerde slotuitgifte. Waarschijnlijk zullen meer grotere toestellen gebruikt gaan worden, die steeds meer tweemotorig zijn in plaats van viermotorig. Het resultaat daarvan is dat minder vluchten

[27] *ILT, de staat van Schiphol, 2020*
[28] *DCMR Milieudienst Rijnmond*
[29] *Als het gaat om de nachtperiode irt geluid, dan is het de periode 23-07 uur. In dat geval zijn er ook nachtvluchten op bijvoorbeeld Maastricht (open vanaf 6 uur) of Eelde (open vanaf 630 uur).*
[30] *MUAC, 12-02-2020*

nodig zijn om hetzelfde aantal passagiers te vervoeren, en minder milieubelasting [waarbij die laatste wel alleen geldt voor uitstoot per passagier per kilometer en niet in absolute termen). Daarnaast zal meer gebruik gemaakt worden van nieuwe generaties vliegtuigen die schoner en stiller zijn.

De vlootontwikkelingen die als uitgangspunt gehanteerd worden voor het voorliggend plan-MER zijn in overeenstemming met de ontwikkelingen zoals die in de LVN zijn gepresenteerd.

Militaire vlieguren en transits
De militaire vliegoperatie wordt vooral gericht op de jachtvliegtuigen F-16 en F-35; andere vliegtuigtypen zoals helikopters oefenen niet in de betreffende oefengebieden, maar veelal in niet-gesegregeerd luchtruim waar vanuit PLRH geen veranderingen in worden voorzien. Verder wordt gericht op vliegbewegingen vanaf de zogeheten main operating bases Leeuwarden en Volkel waar de F-16 en F-35 primair staan gestationeerd. De relevante oefengebieden betreffen het noorden (TRA10 en EHD's) en zuiden (TRA12).

Voor het gebruik van de resterende 68 F16's van de Koninklijke Luchtmacht wordt voor de huidige situatie uitgegaan van het daarvoor geplande aantal van 12.800 vlieguren per jaar. Een deel van totaalaantal vlieguren per jaar wordt door de Luchtmacht in het buitenland gevlogen. Daar staat tegenover dat er op grond van NAVO-afspraken ook door buitenlandse vliegtuigen -op basis van wederkerigheid- in het Nederlandse luchtruim wordt geoefend.

In de referentiesituatie 2025 en 2035 wordt aangenomen dat de militaire vliegbases opereren met dezelfde geluidsruimte als in de huidige situatie. De verwachte vliegbewegingen zullen dus binnen deze geluidsruimte moeten blijven. Defensie verwacht een reactivering van vliegbasis De Peel in 2021 om de daar vergunde geluidsruimte ook te kunnen gebruiken voor het jachtvliegen.

Op basis van de voornoemde aannames wordt ingeschat dat het aantal vlieguren met jachtvliegtuigen boven Nederland na invoering van 46 F-35's en afstoting van alle huidige F16's in de stabiele situatie vanaf 2025 verminderd zal zijn met circa 22% ten opzichte van de huidige situatie. Indien op enig moment zou worden besloten om 6 extra F-35's aan te schaffen waardoor het totaalaantal vliegtuigen op 52 zou komen, betekent dat nog altijd een afname van het aantal vlieguren met jachtvliegtuigen boven Nederland van circa 14% ten opzichte van de huidige situatie met 68 F'16's. Het luchtverkeer in de oefengebieden gebruikt geen vaste routes; in het kader van deze notitie wordt ervan uitgegaan dat de mate van geluidsbelasting op de grond onder de oefengebieden recht evenredig is met het aantal gevlogen uren.

Zonder een uitbreiding van het noordelijk oefengebied kan in de referentiesituaties 2025 en 2035 binnen het Nederlands luchtruim niet in de volledige trainingsbehoefte van de F-35 worden voorzien. Dit heeft consequenties voor de militaire missie-effectiviteit.

11.2 Luchtvaartnota als basis voor referentie Luchtruimherziening

De Luchtvaartnota is het vigerende nationale kader voor de luchtvaart en vormt daarmee de referentiesituatie voor de Luchtruimherziening. De Luchtvaartnota geeft aan in welke mate, waar en onder welke randvoorwaarde de luchtvaart in Nederland zich kan ontwikkelen. Het beleid gaat daarbij uit van vier publieke waarden:

- Veiligheid: veiligheid en beveiliging blijven topprioriteit in de Nederlandse luchtvaart.
- Goede verbondenheid: Nederland is ook in 2050 internationaal goed verbonden met de voor Nederland belangrijke plekken in de wereld. Zowel Schiphol als de regionale luchthavens, spoor- en busverbindingen spelen daarin een rol.

- Een gezonde en aantrekkelijke leefomgeving: Nederland is een gezond en aantrekkelijk land om te wonen. De kwaliteit van de woon-, werk en leefomgeving is belangrijk voor de gezondheid van de mensen in die omgeving.
- Duurzaamheid: Luchtvaart krijgt een eigen klimaatopgave. Door het uitvoeren van de afspraken uit het Ontwerpakkoord Duurzame Luchtvaart zijn in 2050 de klimaatemissies van de burgerluchtvaart drastisch teruggebracht.

Een ongeclausuleerde groei van de luchtvaart is met de Luchtvaartnota niet mogelijk. De Rijksoverheid stuurt via heldere randvoorwaarden voor groei vanuit de genoemde publieke belangen. De ruimte voor groei van de luchtvaart is zo de uitkomst van de mate waarin de luchtvaart in staat is te voldoen aan die maatschappelijke randvoorwaarden. In een optimistisch scenario is de verwachting dat het Ontwerpakkoord Duurzame luchtvaart ruimte biedt voor gematigde groei van de luchtvaart, zoals in de paragraaf hierboven is weergegeven.

De Luchtruimherziening is één van de maatregelen (middelen) die worden ingezet om de in de Luchtvaartnota gestelde doelen te behalen; zo kan de Luchtruimherziening bijdragen aan brandstofbesparingen door efficiëntere vluchtpaden, het verlagen van hinder door het vermijden van dichtbevolkte gebieden en het bieden van luchtruimcapaciteit voor groei. Tegelijkertijd moet worden vermeld dat de Luchtruimherziening in relatief grote mate bijdraagt aan het realiseren van capaciteit voor de groei van de luchtvaart, maar in mindere mate aan de in de Luchtvaartnota beoogde duurzaamheid en leefbaarheid. De totale impact van de Nederlandse luchtvaart op duurzaamheid en leefbaarheid hangt namelijk in grote mate af van de hoeveelheid luchtverkeer (aantallen en afstanden), de stand van de techniek van vliegtuigen (beschikbaarheid van stille, zuinige motoren en alternatieve aandrijvingen/ brandstoffen) en de afhandeling van het luchtverkeer direct bij de luchthavens; zaken waar de luchtruimherziening niet of nauwelijks op ingrijpt.

Deze samenhang tussen de Luchtvaartnota en de Luchtruimherziening betekent dat de referentiesituatie 2035, waartegen de effecten van de alternatieven in dit plan-MER worden afgezet, sterk lijkt op de situatie 2030 zoals beschreven in de Luchtvaartnota en bijbehorend plan-MER – met uitzondering van het thema capaciteit. Het verschil in jaartal doet daar niet aan af; de verwachte verkeersvolumes in 2030 in het kader van de Luchtvaartnota zullen gezien de impact van COVID-19 crisis op de luchtvaart naar verwachting pas rond 2035 bereikt worden.

Met uitzondering van de thema's efficiëntie en capaciteit wordt het plan-MER voor de Luchtvaartnota daarom gebruikt als input voor de referentiesituatie voor de Luchtruimherziening.

11.3 Enkele opmerkingen over de effectbepaling

De effecten van het programma Luchtruimherziening op de thema's en toetsingscriteria zijn zoveel als mogelijk kwantitatief in beeld gebracht, zoals ook geadviseerd wordt door de Commissie voor de milieueffectrapportage [Advies Commissie voor de milieueffectrapportage]. Dat betekent dat de toetsing op de criteria zoveel als mogelijk is gebaseerd op harde, objectiveerbare kennis (historische data, berekeningen, geaccepteerde kengetallen, standaard tools). Experts in de verschillende domeinen hebben vervolgens een eindoordeel gegeven, op basis van die beschikbare kennis en rekening houdend met elementen die daarin ontbreken.

Voor sommige criteria zijn de globale effecten van het operationele concept bepaald zonder de geografische spreiding te onderzoeken. Zo is bijvoorbeeld het effect van naderen met vaste routes op de geluidsbelasting gemodelleerd aan de hand van een generieke baan; dat wil zeggen: een landingsbaan

met een zeker jaarlijks verkeervolume maar zonder geografische context. Op die manier kunnen dan wel bijvoorbeeld de geluidscontouren bepaald worden maar niet het aantal gehinderden binnen die contouren. Het blijkt in de Verkenning niet mogelijk om bij de effectbepaling de effecten aan specifieke locaties op de grond te verbinden. De daarvoor benodigde informatie is nog niet voorhanden en de alternatieven en bouwstenen zijn in deze fase enkel conceptueel beschreven. De lokale effecten kunnen pas in de volgende fase, de Planuitwerking, in beeld worden gebracht. In die fase wordt het VKA concreet uitgewerkt tot detailontwerpen.

In deze fase van de effectbeoordeling is de gedetailleerde inrichting van de hoofdstructuur van het luchtruim nog niet bekend. Waar nodig wordt bij de beoordeling van de alternatieven, de bouwstenen en het VKA steeds een passende hoofdstructuur aangenomen, dat wil zeggen dat er geen belemmeringen zijn voor de toepasbaarheid van de functionaliteiten en optimalisaties als gevolg van de indeling van het luchtruim. Voor het bepalen van de horizontale vluchtefficiëntie is daarom niet alleen aangenomen dat de buizen en vaste naderingsroutes geometrisch goed passen binnen een naderingsluchtruim maar ook dat deze buizen maar weinig afwijken van het optimale horizontale vliegpad. Ook is aangenomen dat de operationele afhandeling van vluchten in het FRA in het tussenliggende gebied nauwelijks wordt beperkt door de ruimtelijk gescheiden stelsels van vaste routepunten voor de naderingen. Verder is aangenomen dat het omliggende luchtruim geen begrenzing oplegt aan de capaciteit.

De wijziging van de hoofdstructuur legt de basis voor de stapsgewijze invoering van de bouwstenen uit de alternatieven waarvan de effecten in de volgende hoofdstukken worden bepaald. Daarnaast hebben enkele onderdelen van de wijziging van de hoofdstructuur zelf direct effect op de verscheidene criteria. Dit is ook aangegeven in de beschouwing van de effecten voor het zichtjaar 2025, zie hoofdstuk 5 in deel A. In de effectbepaling voor het zichtjaar 2035 wordt dit ook meegenomen. De verscheidene alternatieven zijn wat dat betreft echter nauwelijks onderscheidend.[31]

Het is onzeker welke technologische ontwikkelingen in de toekomst daadwerkelijk geïmplementeerd worden. Sommige functionaliteiten van de alternatieven en de bouwstenen zijn op dit moment nog niet beschikbaar voor implementatie omdat de benodigde hardware en software nog niet bestaat, nog niet volledig doorontwikkeld is, nog niet gecertificeerd is, nog niet commercieel verkrijgbaar is of nog niet voldoende geïmplementeerd is in de vloot of in de systemen van de luchtverkeersleiding. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om functionaliteiten als Interval management, E-AMAN en geavanceerde DMAN en om de systemen die TBO en SWIM ondersteunen. In deze effectbeoordeling wordt steeds aangenomen dat alle functionaliteiten van de alternatieven en de bouwstenen tijdig beschikbaar en doorontwikkeld zijn zodat implementatie in 2035 mogelijk is.

In de beschrijving van de resultaten van de analyses worden bepaalde effecten soms toegewezen aan zekere bouwstenen in zinnen als "*…de grootste bijdrage in de brandstofbesparing komt doordat vliegtuigen in de naderingsbuizen minder intensief de motor gebruiken*". Dit kan de suggestie oproepen dat de implementatie van een zekere individuele bouwsteen direct leidt tot een bepaald effect; in dit geval: een naderingsbuis geeft brandstofbesparing. Deze suggestie is echter onjuist omdat veel bouwstenen pas effectief worden in samenhang met andere bouwstenen in een alternatief. In het voorbeeld van de naderings-buizen hangt de brandstofbesparing nauw samen met het aanleveren van het verkeer aan het begin van de buis en dat hangt weer samen met bouwstenen als het naderen via stelsels van vaste routepunten, TBO en E-AMAN. In teksten in het vervolg van dit rapport worden effecten vaak als het ware toegewezen aan de bouwsteen waarbij het effect in de operatie blijkt zonder elke keer te vermelden dat

[31] *De alternatieven zijn wat betreft de uitbreiding van het militaire oefengebied in het noorden in het geheel niet onderscheidend; die uitbreiding is in alle alternatieven hetzelfde. Wat betreft het vierde verzamelpunt en de het beschikbaar komen van het oefengebied in het zuiden zijn er minimale verschillen tussen de alternatieven Vast en Flexibel doordat het civiele verkeer in het tussenliggend luchtruim in die twee alternatieven anders wordt afgehandeld en het verkorten van vliegpaden dan net iets anders doorwerkt. Dit laatste blijkt echter een verwaarloosbaar effect te hebben.*

het effect ook het gevolg is van andere, ondersteunende bouwstenen waarvan de werking daaraan voorafgaat.

11.4 Veiligheid

Het thema Veiligheid bestaat uit interne veiligheid en externe veiligheid. Interne veiligheid betreft de risico's van een vliegtuigongeval voor de inzittenden. De reikwijdte daarvan in het kader van de luchtruimherziening wordt op de eerste plaats gevormd door de zogeheten ATC-gerelateerde ongevallen [Apportioned ATC safety criteria]. Dit omvat de botsingen tussen vliegtuigen en de ongevallen als gevolg van zogturbulentie. Daarnaast kunnen nieuwe manieren van verkeersafhandeling ook indirect leiden tot andere type ongevallen. De effecten van het programma Luchtruimherziening op de ongevalskansen van dergelijke type ongevallen zijn binnen de reikwijdte van de interne veiligheid[32].

Externe veiligheid betreft de risico's van een vliegtuigongeval voor personen op de grond, ongeacht of deze ATC-gerelateerd zijn of niet en of dat deze het gevolg zijn van een andere verkeersafhandeling of niet.

11.4.1 Ongevalsrisico

Indicatieve referentie en effectbepaling
De Luchtvaartnota stelt dat een hoog veiligheidsniveau altijd een randvoorwaarde is voor wijzigingen aan het luchtvaartsysteem. Dat betekent dat ook wijzigingen in het kader van de luchtruimherziening niet mogen leiden tot een lager veiligheidsniveau.

De Luchtvaartnota heeft, net als het Nederlands Luchtvaartveiligheidsprogramma, het veiligheidsniveau nog niet in eenduidige en meetbare criteria geformuleerd waarop getoetst kan worden of aan die randvoorwaarde wordt voldaan. Het programma Luchtruimherziening heeft daarom de vrijheid genomen het toetscriterium ongevalsrisico te gebruiken als maat voor interne veiligheid.

Van het totale ongevalsrisico is wel bekend dat het, vanwege de implementatie van diverse veiligheidsverhogende maatregelen, de afgelopen decennia een dalende trend vertoont. Ook met een groeiende luchtvaart. Verwacht wordt dat de verbetering van de veiligheid in de toekomst afvlakt, maar dat de trend wordt voortgezet. De relevante aspecten van het luchtruim en de verkeerafhandelingen zijn slechts van invloed zijn op een klein deel van de totale ongevalskans. Ongeveer 8% van de ongevallen in de commerciële luchtvaart is ATC gerelateerd [Conceptnorm]. Ongeveer 8% van de ATC gerelateerde ongevallen vindt plaats in die delen van het luchtruim waar de bouwstenen en alternatieven een effect op hebben, namelijk tussen grofweg de grond en FL245 (circa 7,5km) [Apportioned ATC safety criteria]. Dat betekent dat aanpassingen aan het Nederlandse luchtruim een effect hebben op een beperkt aandeel, in de orde van grootte van 8% * 8% = 0,6% van alle ongevallen in de civiele luchtvaart

[32] *Daarbij wordt opgemerkt dat de luchtruimherziening geen of een zeer beperkt effect heeft op de ongevalskansen van de meeste ongevalscategorieën (als Abnormal Runway Contact, Cabin Safety Events, Fire/Smoke, Icing, et cetera, zie CAST-ICAO Common Taxonomy Team (CICTT) [ICAO 2013]). Geen enkele ongevalscategorie wordt echter a priori buiten de reikwijdte gelaten. Zo is er in deze analyse de redenering dat een bouwsteen (in casu: Best Equiped Best Served) leidt tot de inzet van modernere vliegtuigen, en dat heeft een licht maar positief effect op een de ongevalskansen in een aantal ongevalscategorieën. Binnen de ATC-gerelateerde ongevallen is er om die reden ook geen onderscheid gemaakt tussen botsingen van vliegtuigen in de lucht (vooral relevant in de context van de luchtruimherziening) en botsingen van vliegtuigen op de grond (minder relevant omdat de luchtruimherziening zich niet richt op de operationele afhandeling op de vliegvelden, maar sommige bouwstenen (als DMAN) daar mogelijk wel een beperkte invloed op hebben).*

Een moeilijkheid bij de beoordeling van het criterium veiligheid voor een heel luchtruim in de toekomst is dat de precieze operationele beschrijving van de functionaliteiten, de procedures, de infrastructuur, de taken en de verantwoordelijkheden nog niet ontworpen zijn. Daarom is het nu niet bekend welke risico's eventueel in latere fases weggenomen gaan worden en wat het resterende ongevalsrisico is. Ook aan de huidige situatie wordt nog voortdurend gesleuteld om risico's te verlagen of weg te nemen.
Omdat het toekomstige ongevalsrisico nu nog niet is te bepalen, is de toetsing van de Luchtruimherziening relatief ten opzichte van de referentiesituatie, met gelijke aantallen vliegbewegingen per jaar. Het is daarom niet relevant of dat ongevalsrisico wordt uitgedrukt per jaar of per vlucht. Verder zijn in de effectbeoordeling de veiligheidsbeheerssystemen van de luchtvaart als uitgangspunt genomen. Deze borgen de veiligheid met onder andere de volgende twee belangrijke mechanismes:

- Veranderingen aan het luchtvaartsysteem mogen alleen geïntroduceerd (dat wil zeggen geïmplementeerd of in operatie genomen) worden als vooraf aangetoond is dat de veiligheidsrisico's ervan acceptabel zijn, ter beoordeling van de operationeel verantwoordelijken en de luchtvaartautoriteiten [EU-373-2017] [ICAO Annex 19];
- Potentiële gevaren worden continue op meerdere wijzen en op verscheidene verantwoordelijkheidsniveaus gemonitord, onderzocht en waar nodig weg genomen.

Deze twee mechanismes maken dat het voor de bepaling van het VKA voor de luchtruimherziening alleen maar nuttig is om te bepalen of er geen fundamentele risico's verbonden zijn aan alternatieven of bouwstenen welke niet of alleen ten koste van andere criteria zijn weg te nemen.

Daarbij wordt opgemerkt dat de luchtvaart een sterk internationaal karakter heeft en veel wet- en regelgeving voor de veiligheid van de (burger)luchtvaart in internationaal verband tot stand komt. Ook op het gebied van processen voor de verkeersafhandeling en luchtruimindeling bestaan richtlijnen en eisen voor een veilige luchtvaart (o.a. [EU SERA], [PANS-ATM], [Airspace Planning]). De wet- en regelgeving omvat ook de verplichting om vooraf aan een wijziging, zoals het invoeren van een alternatief of bouwsteen, aan te tonen dat de eventuele risico's die aan de implementatie en operatie verbonden zijn acceptabel zijn [EU-373-2017] [ICAO Annex 19]. De effectbepaling hieronder is onvoldoende om aan deze wettelijk voorgeschreven verplichting invulling te geven. Een gedetailleerd veiligheidsanalyse vergt namelijk een precieze operationele beschrijving van de wijziging. De huidige beschrijvingen van de alternatieven en bouwstenen zijn nog conceptueel. De effectbepaling is daarom slechts een indicatie die meegewogen kan worden in keuzes over de luchtruimherziening.

In de fase voorafgaande aan de werkelijke implementatie van alternatieven en/ of bouwstenen zal de genoemde verplichting wel nagekomen moeten worden opdat dat de invoering van bouwstenen niet zal leiden tot onacceptabele veiligheidsrisico's. Bij het verder uitwerken van de luchtruimherziening in de Planuitwerking en de implementatie zullen er daarom nog vele detailanalyses, simulaties, human-in-the-loop experimenten, tests van apparatuur en dergelijke moeten worden uitgevoerd. Veiligheids-processen leiden dan wellicht tot aanvullende risico-mitigerende maatregelen. Er is namelijk ook de verplichting om, ook als al aangetoond is dat een zekere alternatief of bouwsteen voldoende veilig kan worden geïntroduceerd, te bezien of er redelijkerwijs nog aanvullende maatregelen genomen kunnen worden om de veiligheid verder te verhogen[33] [ICAO Doc 9859, Safety Management Manual]. Over het algemeen moeten risico's worden beheerd tot een niveau dat bekend staat als "zo laag als redelijkerwijs uitvoerbaar" of ALARP (As Low As Reasonably Practicle). Dit betekent dat het risico moet worden afgewogen tegen de tijd, kosten en moeilijkheid om maatregelen te nemen om het risico te verkleinen of te elimineren. Zo zullen er bijvoorbeeld zogeheten safety nets worden geïntroduceerd die in [VKA] nog niet benoemd zijn.

[33] De term risico-mitigerende maatregelen, in de context van vliegveiligheid, is daarmee net iets anders dan de term mitigerende maatregelen in de context van de MER; de risico-mitigerende maatregelen zijn een onlosmakelijk, want verplicht, onderdeel van een bouwsteen.

Beoordeling door experts
De effecten op de interne veiligheid zijn beoordeeld door vijf onafhankelijke experts van het NLR, met kennis van luchtvaart en veiligheid en met ruime ervaring in het beoordelen van veiligheidsrisico's. Als voorbereiding op de beoordeling is eerst onderzocht wat de gevolgen van de operationele toepassing van de alternatieven en bouwstenen zijn op het verloop van vluchten, in termen van het vliegpad, het hoogteprofiel, het snelheidsprofiel, de onderlinge afstanden tussen vliegtuigen en de afhankelijkheid van systemen. Daarnaast is gekeken naar de gevolgen op de taakuitvoering van vliegers en luchtverkeersleiders.

Vervolgens is in gezamenlijke beoordelingssessies beredeneerd wat de gevolgen kunnen zijn voor het ongevalsrisico. Om hier structuur aan te geven hebben de experts steeds de volgende aspecten in ogenschouw genomen:

- De gevolgen voor de separatie[34] tussen vliegtuigen en de geometrie van conflicten (longitudinaal, verticaal of lateraal);
- De oorzaken voor niet-nominale situaties;
- De mogelijkheden om niet-nominale situaties te corrigeren;
- De mate waarin huidige kritische operaties worden geadresseerd;
- De gevolgen voor de werkdruk van luchtverkeersleiders en vliegers;
- De continuïteit en integriteit van de alternatieven.

Bij de bepaling van de effecten van bouwstenen en alternatieven op de veiligheid zijn de overwegingen zoals genoemd onder *Eerste indicatie* meegenomen. De experts hebben zich daarom dus niet zozeer afgevraagd of een bouwsteen of alternatief zoals nu beschreven veilig is maar of dat veilig gemaakt kan worden. Daartoe zijn in eerste instantie de potentiele gevaren onderzocht. Daarna is beschouwd of die gevaren naar verwachting weggenomen zullen worden door de genoemde veiligheidsbeheerssystemen van de luchtvaart, waarmee het ongevalsrisico niet wordt verhoogd. De experts hebben zich ook afgevraagd of bouwstenen en alternatieven het ongevalsrisico kunnen verlagen ten opzichte van de referentiesituatie. Gezien de conceptuele beschrijvingen in [VKA] en het hoge veiligheidsniveau van de huidige situatie (en daarmee het verwachte hoge veiligheidsniveau van de referentiesituatie) blijkt die vraag nog niet positief te beantwoorden. De experts zijn daarbij steeds gevraagd om een score te onderbouwen met specifieke causale verbanden en mogelijke scenario's. Daarbij bleek het steeds mogelijk om tot een unaniem oordeel te komen.

Scores
Daarbij zijn de volgende scores gebruikt, steeds ten opzichte van de referentiesituatie:

++: duidelijke toename van de veiligheid;
+: lichte toename van de veiligheid;
0: geen of verwaarloosbaar verschil in veiligheid; potentiële gevaren kunnen door de mechanismes van de veiligheidsbeheerssystemen van de luchtvaart naar verwachting weggenomen worden;
-: lichte afname van de veiligheid;
- -: duidelijke afname van de veiligheid in de relevante vluchtfases.

11.4.2 Externe veiligheid

Indicatieve referentie en effectbepaling
Om systematisch de effecten van de functionaliteiten van de alternatieven en bouwstenen op dit criterium te beredeneren is eerst kritisch gekeken naar de factoren die samen 'de externe veiligheid' maken. Dat zijn de factoren die ten grondslag liggen aan berekeningen die worden uitgevoerd in het kader van een

[34] *Separatie is in de luchtvaart de term die wordt gebruikt om de horizontale en/ of verticale afstand tussen vliegtuigen te duiden.*

luchthaven-(indelings)besluit. In het verleden zijn modellen ontwikkeld waarmee het plaatsgebonden risico als gevolg van luchtverkeer rondom grote luchthavens kan worden berekend [NLR-CR-2000-147]. Deze modellen berekenen het *plaatsgebonden risico* op basis van:

- het aantal vliegbewegingen;
- de kans op een ongeval per vliegbeweging;
- de omvang van de vliegtuigen waarbij het maximale startgewicht bepalend is;
- het gebruik en ligging van de start- en landingsbanen en de bijbehorende vliegprocedures.

In aanvulling van de kans op een ongeval op een specifieke locatie is het aantal, de soort en de ligging van (beperkt) kwetsbare objecten (woningen, kantoren, e.d.) binnen een bepaald gebied en daarmee het aantal potentieel dodelijke slachtoffers binnen een bepaald gebied een belangrijke factor voor het berekenen van het *groepsrisico*. Het CPB en PBL verwachten de komende decennia een groei van de bevolking die zich vooral concentreert in de Randstad. In hoeverre dit leidt tot een hogere concentratie van kwetsbare objecten binnen de voor de luchtvaart relevante gebieden hangt ook af van waar gebouwd wordt en hoe wordt omgegaan met sloopzones binnen de verschillende beperkingsgebieden.

Vanwege het gebrek aan geografische invulling van de bouwstenen en alternatieven kan het **groepsrisico** nu niet worden berekend; dergelijke berekeningen worden uitgevoerd in het kader van een luchthaven(indelings)besluit. Er is nu enkel gekeken naar of de bouwstenen van invloed zijn op de factoren die meewegen in berekeningen, welke richting dat dan heeft (positief of negatief) en hoe groot die invloed is. Deze redenering is vervolgens getoetst door experts van het NLR.

11.5 Geluid

Onder het thema geluid worden voor dit plan-MER de criteria geluidsbelasting, voorspelbaarheid en ontwerpruimte bij het maken van routes beschouwd. In navolgende paragrafen worden de criteria toegelicht.

11.5.1 Algemeen beeld van de geluidsituatie vanwege luchtvaart

Geluidshinder van vliegtuigen is één van de aspecten met de grootste maatschappelijke impact van de luchtvaart. De mate van geluidshinder die mensen ondervinden hangt samen met diverse factoren zoals de aantallen vluchten, type vliegtuigen, nabijheid tot de vliegroutes. Dit betreft veelal zaken waarop de Luchtruimherziening niet of maar in zeer beperkte mate invloed op heeft in deze fase. Zoals ook in de navolgende paragrafen wordt betoogd is een locatie specifieke uiteenzetting van de geluidshinder daarom niet zinvol. Wel kunnen enkele autonome ontwikkelingen worden aangestipt die in algemene zin de ontwikkeling en toekomstige situatie van geluidshinder vanwege luchtverkeer beïnvloeden.

Voor geluid zijn verschillende autonome ontwikkelingen van belang, zoals het stiller worden van vliegtuigen, elektrisch vliegen en de introductie van drones en vliegende taxi’s. De hoeveelheid geluid die vliegtuigen per vliegtuigbeweging produceert neemt af. De verwachting is dat deze ontwikkeling zich voortzet, mede doordat in het grote Europese onderzoeksprogramma Clean Sky 2 onderzoek wordt gedaan naar nieuwe technologieën om de milieu-impact van vliegtuigen terug te dringen. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om het ontwikkelen van stillere motoren, maar ook om aerodynamische verbeteringen. Voor de geluidsproductie van vliegtuigen is aangenomen dat deze met ruim 1% per jaar afneemt (bronnen: Europese onderzoeksprogramma Clean Sky, Eurocontrol, EASA en het Landelijk Burgerberaad Luchtvaart).

In het plan-MER voor de Luchtvaartnota is voor de geluidssituatie vanwege luchtvaart het volgende beeld vastgesteld. Voor Schiphol wordt er -ondanks de groei van het aantal vliegtuigbeweging- een afname van

het aantal geluidsgehinderden verwacht ten opzichte van de huidige situatie door het stiller worden van vliegtuigen, de introductie van elektrisch vliegen (in 2050 zullen vluchten korter dan 500km elektrisch zijn, dit zorgt voor een geluidsreductie van ongeveer 30% per vlucht) en afname van het aantal vliegbewegingen gedurende de nacht.

Voor Lelystad Airport en Groningen Airport Eelde zal sprake zijn van een toename van het aantal geluidsgehinderden. De positieve effecten van technologische ontwikkelingen zijn kleiner dan de negatieve effecten ten gevolge van de groei van een aantal vliegtuigbewegingen. Bij Lelystad Airport komt dit doordat er op dit moment nog geen groothandelsverkeer plaatsvindt op deze luchthaven, waardoor in de huidige situatie nog geen sprake is van hinder ten gevolge van groothandelsverkeer.

De overige regionale luchthavens kennen een vergelijkbaar aantal of een afname van het aantal geluidsgehinderden vanwege een relatief geringe groei of zelfs afname in vliegtuigbewegingen in combinatie met elektrisch vliegen en stiller worden motoren.

Er is een afname van het aantal slaapverstoorden (met name rondom Schiphol en Rotterdam The Hague Airport) door nachtvluchtbeperkingen. Op Eindhoven Airport vinden er vanaf 20202 na 23.00 uur geen geplande nachtvluchten meer plaats. Van toename van stille perioden is met name sprake rondom Schiphol. Rondom de regionale velden zullen stille periode toenemen in de (randen van) de nacht, maar kunnen overdag afnemen als het aantal vliegbewegingen stijgt.

11.5.2 Geluidsbelasting

Geen lokale geluidseffecten, generieke referentie
De effectbeoordeling van dit plan-MER voorziet erin om een indicatieve vergelijking mogelijk te maken tussen de effecten van de alternatieven en de bouwstenen in relatie tot de referentiesituatie. De alternatieven leiden tot andere vliegpaden dan in de referentiesituatie: vliegtuigen vliegen mogelijk hoger of lager, met meer of met minder motorvermogen, korter of langer, et cetera. Dit heeft vervolgens een effect op de geluidsbelasting op de grond. De informatie over de vliegpaden ontbreekt echter in deze fase van de luchtruimherziening: het precieze ontwerp van de routes voor de luchthavens volgt pas later. Het is daarom nog niet mogelijk om de geluidscontouren van de Nederlandse luchthavens te bepalen.

Generieke start- en landingsbaan
Om toch de eerdergenoemde effecten (zoals hoger of lager vliegen en meer of met minder motorvermogen) te bepalen is ervoor gekozen om de geluidscontouren te bepalen van een generieke startbaan en een generieke landingsbaan. Deze banen zijn fictief; er liggen geen geografische kaarten onder. Er is verder voor gekozen om uit te gaan van een vast aantal van 50.000 vertrekken en/ of 50.000 landingen op deze banen. Deze aantallen liggen onder de aantallen jaarlijkse vliegbewegingen op de primaire en secundaire banen van Schiphol [Gebruiksprognose Schiphol 2020][35] in de huidige situatie en ruim boven de aantallen vliegbewegingen op Lelystad Airport, Eindhoven Airport, Rotterdam The Hague Airport, Groningen Airport Eelde en Maastricht Aachen Airport. Daarbij wordt opgemerkt dat als de aantallen een factor twee groter zijn (100.000 starts en/ of 100.000 landingen op een baan) of een factor twee kleiner zijn (25.000 starts en/ of 25.000 landingen op een baan), dat dit, onder verder gelijkblijvende condities, +3dB respectievelijk -3dB scheelt in de geluidsbelasting op eenzelfde locatie op de grond.

[35] *Verwacht wordt dat de verdeling van het verkeer over de baanconfiguraties in 2035 enigszins vergelijkbaar is met de huidige situatie omdat het wijzigen van het baangebruik geen onderdeel is van de luchtruimherziening.*

Berekening geluidscontouren
De geluidscontouren worden bepaald met een speciale software (zie deel C). Als input voor die software moeten een aantal zaken gemodelleerd worden. Die zaken zijn grofweg te onderscheiden in drie onderwerpen:

1. De vertrek- of aankomstroute van de vliegtuigen naar de baan.
2. Prestatieprofiel van de vlucht, bestaande uit afstand, hoogteverloop, snelheid en stuwkracht. Gegenereerd met behulp van NLR's Doc 29 profielgenerator.[36]
3. Operatieschema: bestaat uit de specificatie van de aantallen vluchten per vliegtuigtype.

Tezamen vormen bovenstaande punten de invoergegevens. Voor de referentie, voor elk alternatief en voor enkele bouwstenen is een apart scenario opgesteld met daarin afwijkende waardes voor de invoergegevens. De gegevens in de scenario's zijn een vereenvoudiging van de werkelijkheid. Maar omdat de aannames die ten grondslag liggen aan de vereenvoudiging gelden voor alle scenario's, inclusief de referentie, krijg je een zuivere vergelijking. De scenario's verschillen onderling alleen op die punten die veranderen als gevolg van functionaliteiten van een alternatief dan wel als gevolg van toevoeging van bouwstenen. De scenario's worden verwerkt in het rekenmodel met als resultaat de geluidsbelastingwaarde op verschillende punten rondom de baan. Er zijn aparte scenario's opgesteld voor vertrekprocedures en aankomstprocedures. De prestatie- en geluidsgegevens van de vliegtuigen die in de berekening worden gebruikt, zijn onderdeel van het rekenmodel. De geluidsbelasting kan daarbij worden berekend voor elk willekeurig punt rondom de generieke baan, vervolgens kunnen lijnen getrokken worden van gelijke waardes, waarmee de geluidscontouren ontstaan. Per scenario zijn aparte geluidscontouren berekend voor alleen vertrekken van de generieke baan, alleen naderen naar de generieke baan en een combinatie van naderen en starten op de generieke baan. Vervolgens wordt voor het toekennen van de scores de resultaten vergeleken met de geluidscontouren van referentiesituatie, in het bijzonder de oppervlaktes binnen zekere contouren.

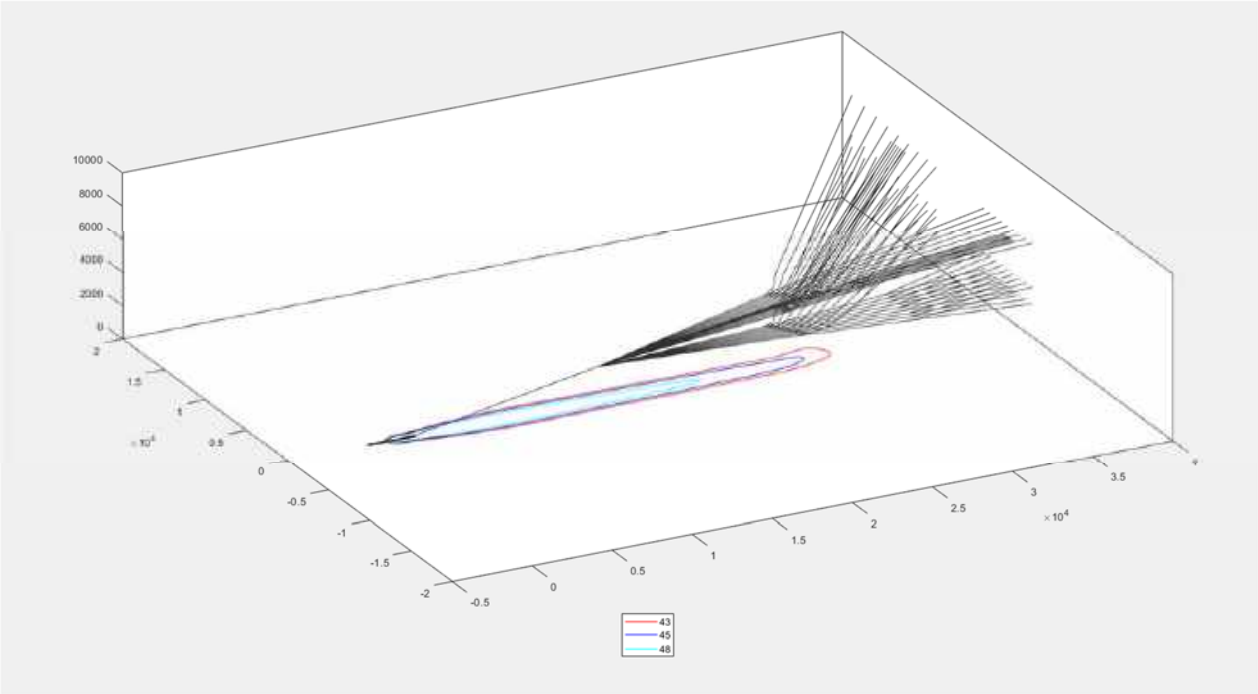
Daarbij is het volgende aangenomen:

- Alle vliegbewegingen worden overdag uitgevoerd en er wordt geen weging toegepast op eventuele avond- en nachtvluchten zoals wel het geval is bij een Lden berekening (waar *den* staat voor day-evening-night) [Wet luchtvaart].
- De vloot bestaat voor 46% uit A320s, 46% uit B737s en 8% uit B777s. Dit is een vereenvoudiging van de werkelijkheid, waar veel meer type vliegtuigen Nederlandse luchthavens aandoen. Veruit de meeste vliegtuigbewegingen op Schiphol worden uitgevoerd met vliegtuigen met een startgewicht tussen de 60 en 160 ton (kg). Binnen deze categorie vallen bijvoorbeeld de veel gebruikte Boeing 737-series en de Airbus A320 en daarvan afgeleide alternatieven. De grotere en zwaardere vliegtuigen, zoals de Airbus A330 en Boeing 777 komen in kleinere aantallen voor. Op Schiphol is de verhouding tussen de grotere vliegtuigen, zogenaamde heavies, en de kleinere vliegtuigen, zogenaamde mediums, anders dan op de regionale luchthavens. Het percentage heavies is op Schiphol hoger dan 8% en op de regionale luchthavens lager dan 8%. De reden om de vlootsamenstelling te vereenvoudigen ten opzichte van de werkelijk samenstellingen in 2035 is dat dit makkelijker te analyseren geluidseffecten geeft en omdat de werkelijke samenstelling op een

[36] *Deze is ook gebruikt voor de geluidsberekeningen voor Schiphol. In 2016 heeft de staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat besloten om voor Schiphol het tot dan toe gebruikte rekenmodel voor vliegtuiggeluid te vervangen door een nieuw rekenmodel. Het nieuwe model is gebaseerd op de aanbevelingen van de European Civil Aviation Conference en ook wel bekend als ECAC Doc.29. Voor de regionale luchthavens wordt voor luchthavenbesluiten tot nu toe nog gebruikt gemaakt van het Nederlandse rekenmodel (NRM), het model dat voorheen ook voor Schiphol werd gebruikt. Voor dit plan-MER is besloten aan te sluiten bij de ontwikkelingen op dit gebied. De geluidsmodellering is daarom gebaseerd op de 4e editie van ECAC Doc29, waarbij gebruik wordt gemaakt van de instellingen en invoergegevens zoals die voor Schiphol worden toegepast. Dit is door NLR ontworpen omdat dat gewenst was voor het luchthavenindelingsbesluit destijds. Momenteel wordt dit ook ontwikkeld voor de regionale velden. Dat is nu nog niet beschikbaar.*

specifieke baan in 2035 toch ook weer sterk afhankelijk is van onder andere die baan en dus tot op zekere hoogte ook arbitrair is.

- De navigatienauwkeurigheid van alle vliegtuigen is RNP 0.3.
- Vliegtuigen worden 1% per jaar stiller als gevolg van vlootvernieuwing en technologische ontwikkelingen. Uit het plan-MER voor de Luchtvaartnota[37] blijkt dat deze waarde is vastgesteld op basis van de doelen van het Europese onderzoeksprogramma Clean Sky [Clean Sky]
- De naderende vliegtuigen komen uit twee richtingen: één in het verlengde van de baan en één onder een hoek van 45^0.
- De startend vliegtuigen volgen drie routes: één rechtdoor, één naar links en één naar rechts. De verdeling over de routes is gelijk.



Figuur 11-1 Een illustratie van de modellering van de geluidsbelasting. Het zwarte streepje links geeft de landingsbaan aan. Het begin van de baan definieert het nulpunt van de coördinaten (in veelvouden van 10km in het horizontale vlak en in voeten op de verticale as). De zware lijnen geven de gemodelleerde vliegpaden. In dit geval zijn dat naderingen in buizen en gevectorde naderingen (die met instructies door een verkeerleiding naar dezelfde eindnadering vanaf 2000voet worden geleid). De gekleurder krommen geven de berekende geluidscontouren. Veel plaatjes in de volgende hoofdstukken geven een bovenaanzicht van deze geluidscontouren.

Oppervlakte binnen contouren

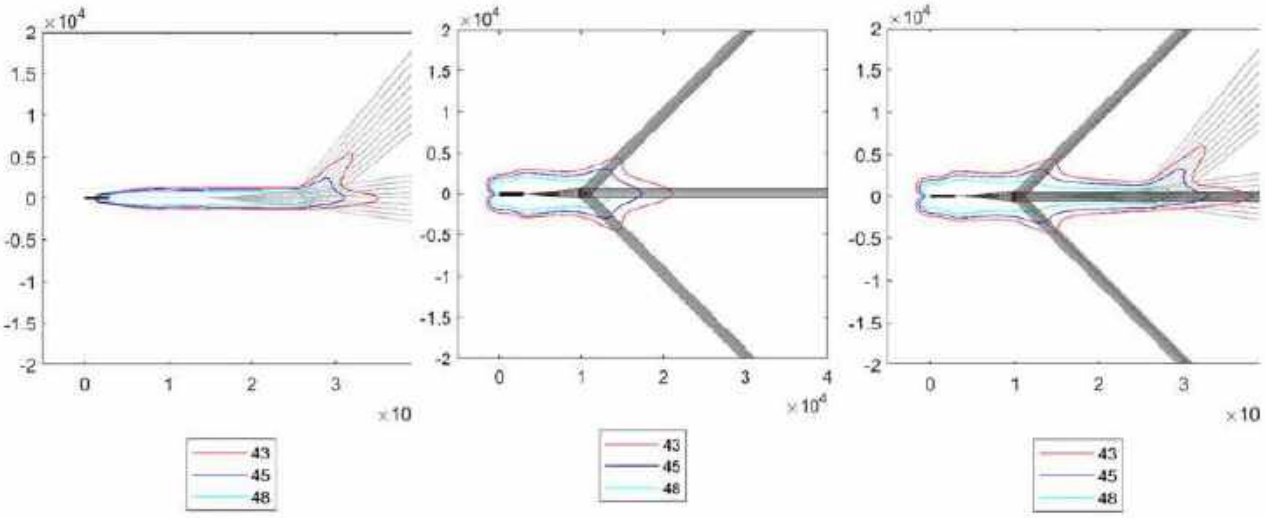
Door deze modellering kunnen dan de geluidscontouren van zowel de referentiesituatie als van de alternatieven en de bouwstenen bepaald worden. Er is voor gekozen om de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) geluidscontouren in kaart te brengen. De 48 dB(A) contour is de laagste geluidsbelastingswaarde waarnaar gekeken wordt in het luchthavenindelingsbesluit van Schiphol.[38] De wens leefde om ook naar de effecten verder van de baan te kijken [Advies Commissie milieueffectrapportage] en daarom zijn de 45 dB(A) en 43 dB (A) contouren meegenomen in de effectbeoordeling. Het rekentool is niet ontworpen voor

[37] *Royal HaskoningDHV et al., (2020). PlanMER Luchtvaartnota. Via https://planmerlvn.ireport.royalhaskoningdhv.com/*
[38] *https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region. In luchthavenbesluiten en in de PlanMER voor de luchtvaartnota wordt ook gekeken naar hogere contourwaardes (als 70 db(A), 58 db(A) en 56 db(A)) maar een vergelijk van de contouren met dergelijke waardes is vooral relevant bij een onderzoek waarin ook de effecten van aantallen vliegbewegingen van belang zijn, en niet bij situaties met een gelijk aantal vliegbewegingen zoals in dit onderzoek.*

de bepaling van contouren van nog lagere geluidsbelastingswaarden; dat geeft te veel onzekerheden in de resultaten.

Vervolgens zijn de oppervlaktes binnen die contouren bepaald. Eerst voor zowel het naderingsproces als het vertrekproces apart, daarna ook voor de gecombineerde vertrekken en naderingen op de generieke baan.

Figuur 11-2 toont de geluidscontouren voor de referentiesituatie. Omdat de geografie en daarmee het aantal bewoners in een zeker gebied ontbreekt, kan het aantal geluidsgehinderden niet bepaald worden. Daarom is ervoor gekozen om de oppervlaktes binnen de genoemde contouren als een belangrijke maat te gebruiken voor de toekenning van de scores op het criterium geluidsbelasting. Tabel 11-3 geeft de oppervlaktes van de geluidscontouren voor de referentiesituatie.



Figuur 11-2 Het figuur links toont de vliegpaden en de geluidscontouren van de naderingen op een generieke landingsbaan in de referentiesituatie. Het figuur in het midden toont de laterale vliegpaden en de geluidscontouren van de vertrekken van een generieke startbaan in de referentiesituatie. Het figuur rechts toont de vliegpaden en de geluidscontouren van zowel de naderingen op als de vertrekken van een generieke start- en landingsbaan in de referentiesituatie.

Tabel 11-3 De oppervlaktes in km² binnen verschillende geluidscontouren voor de naderingen, de vertrekken en de gecombineerde naderingen en vertrekken in de referentiesituatie.

	43dB(A)	46dB(A)	48dB(A)
Naderingen in referentiesituatie	90	62	37
Vetrekken in referentiesituatie	114	78	47
Gecombineerde geluidscontouren in referentiesituatie	187	130	78

Op dezelfde wijze kunnen de geluidscontouren en de oppervlaktes daarbinnen worden berekend voor de alternatieven en de bouwstenen.

Scores
De volgende scores worden gebruikt, steeds ten opzichte van de referentiesituatie:
++: afname van de oppervlaktes binnen de geluidscontouren van meer dan 12%;
+: afname van de oppervlaktes binnen de geluidscontouren tussen 6% en 12%;
0: een verandering, groter dan wel kleiner, van de oppervlaktes binnen de geluidscontouren tot 6%;
-: toename van de oppervlaktes binnen de geluidscontouren tussen 6% en 12%;
- -: toename van de oppervlaktes binnen de geluidscontouren van meer dan 12%.

Daarbij wordt opgemerkt dat niet alleen is gekeken naar de oppervlaktes binnen de geluidscontouren maar ook of de veranderingen in de geluidsbelasting ook echt kunnen worden toegewezen aan een andere verkeersafhandeling in een alternatief en/ of bouwsteen en niet een gevolg is van een toevalligheid of een beperking van de modellering.

11.5.3 Voorspelbaarheid

Het criterium Voorspelbaarheid (van geluid) betreft de mate waarin omwonenden vooraf kunnen weten of op een zekere locatie vliegtuiggeluid zal zijn of niet. Het criterium kan verder gepreciseerd worden door differentiatie aan te brengen in verschillende aspecten van voorspelbaarheid, zoals in termen van het aantal omwonenden voor wie vooraf het vliegtuiggeluid voorspeld kan worden, hoe zij de informatie tot zich kunnen krijgen, hoe ver vooruit dit bekend is, de nauwkeurigheid van de voorspelling en de mate van de geluidsbelasting.
Deze aspecten zijn echter nog nauwelijks bekend voor de situatie in 2035, moeilijk te bepalen voor de conceptuele alternatieven en bouwstenen en bovendien lastig te wegen. Om die redenen is ervoor gekozen om het criterium op te vatten als een globale inschatting, in lijn met de abstractheid van de beschrijving van de alternatieven en de bouwstenen, van in hoeverre het alternatief en/ of de bouwsteen bijdraagt aan het vermogen om vliegtuiggeluid per locatie te voorspellen in vergelijking met de referentiesituatie.

Of op locaties op grond in de buurt van een luchthaven vliegtuiggeluid waarneembaar is hangt onder andere af van het baangebruik. Alternatieven en/ of bouwstenen die invloed hebben op het baangebruik hebben daarom invloed op de voorspelbaarheid van het geluid. Meerdere elementen in de alternatieven en bouwstenen beïnvloeden indirect dit baangebruik. Een belangrijk voorbeeld is het buizenconcept, waardoor wellicht op een andere wijze met wisselingen van in- en outboundpieken op Schiphol wordt omgegaan dan in de referentiesituatie. Echter, het gegeven dat in de referentiesituatie vaak van baanconfiguratie wordt gewisseld is mede het gevolg van politieke keuzes waarin andere aspecten van geluidshinder zwaarder wegen dan voorspelbaarheid. Dat maakt het vergelijken van het aantal baanconfiguratiewisselingen tussen de referentiesituatie en andere operaties -zoals het buizenconcept- in zekere zin een valse vergelijking omdat dat aantal voor een belangrijk deel wordt bepaald door politieke keuzes en niet door het operationele concept. Daarom worden bouwstenen die indirect het baangebruik beïnvloeden neutraal beoordeeld op het criterium voorspelbaarheid.

Scores
Door de aard van het criterium is het moeilijk om een exacte maat te geven waarin scores kunnen worden uitgedrukt. Er is daarom voor gekozen om op basis van kwalitatieve overwegingen een ++, +, 0, - of - - aan een alternatief toe te kennen. Deze overwegingen worden uiteraard toegelicht.

11.5.4 Ontwerpruimte bij het maken van routes

Het criterium Ontwerpruimte bij het maken van routes betreft de mate waarin een alternatief of bouwsteen erin kan voorzien dat routes over specifieke geluidsgevoelige gebieden, zoals woonkernen of natuurgebieden, vermeden worden in het ontwerp. Dit criterium heeft alleen waarde in de Verkenning (de huidige fase van het programma Luchtruimherziening, waarin er tussen verschillende manieren van verkeersafhandeling wordt gekozen maar de precieze ontwerpen, inclusief de routes nog niet bekend zijn). Dit criterium betreft een potentie en niet een zeker gevolg. In hoeverre die potentie benut wordt in het definitieve ontwerp is afhankelijk van vervolgkeuzes. Als die vervolgkeuzes gemaakt zijn, dan heeft dit criterium geen waarde meer; de effecten binnen het thema geluid zijn dan de effectieve geluidsbelasting en de voorspelbaarheid van geluid.

In de referentiesituatie, waarin wordt vertrokken via standaard vertrekroutes (SIDs) en waarin wordt genaderd middels vectors, worden specifieke gebieden vermeden waar mogelijk. De grootste beperkingen daarbij zijn:

- de beperkte manoeuvreerbaarheid van vliegtuigen bij de initiële klim, waarbij is voorgeschreven dat tot 500voet (circa 150m) hoogte geen draai gemaakt mag worden door het vliegtuig, en waarbij geen draai in de gehele initiële klim de voorkeur geniet;
- de rechte lijn in de eindnadering vanaf ongeveer 6,3NM (circa 11,5km) voor de baandrempel, bepaald door de localiser van het instrument landing system[39];
- het gebruik van routes die in het verleden ontworpen zijn;
- de horizontale en verticale grenzen van de naderingspunten en de omringende luchtruimen;
- het vectoren in het naderingsluchtruim waarbij de vliegpaden vooral bepaald worden door de tactisch-operationele overwegingen van de luchtverkeersleider op dat moment en minder door over welke gebieden gevlogen wordt.

De score op dit criterium is bepaald door experts te laten beoordelen in hoeverre een alternatief of bouwsteen deze beperkingen (deels) wegneemt of juist nieuwe beperkingen toevoegt.

Scores
Door de aard van dit criterium is het moeilijk om een exacte maat te geven waarin scores kunnen worden uitgedrukt. Er is daarom voor gekozen om op basis van kwalitatieve overwegingen een ++, +, 0, - of - - aan een alternatief toe te kennen.

11.6 Emissies

Het thema emissies valt uiteen in de criteria **klimaat** en **luchtkwaliteit**.

11.6.1 Klimaat (CO_2)

CO_2
Kerosine, een koolwaterstof, is de belangrijkste brandstof voor de luchtvaart. Bij de verbranding van kerosine komt CO_2, fijnstof en water vrij. Deze dragen allemaal bij aan de opwarming van de aarde. De belangrijkste bijdrage aan klimaatverandering door de luchtvaart, wetenschappelijk goed aangetoond, wordt echter gevormd door de uitstoot van CO_2.[40]

[39] *Onder de aanname van de huidige praktijk, namelijk een aanvang van de eindnadering op 2000 voet (circa 600m) hoogte of hoger, (waarbij er een additionele 2NM (circa 3,7km) level rechtuit wordt gevlogen voor een stabiele nadering).*
[40] *Eind november 2020 werd bekend dat de European Aviation Safety Agency (EASA) een rapport heeft gepubliceerd over de niet CO_2 gerelateerde effecten van de luchtvaart op het klimaat; Updated analysis of the non-CO2 climate impacts of aviation. De publicatie van dit onderzoek was te laat om de onderzoeksresultaten nog in voorliggend plan-MER te verwerken. Het onderzoek zal, waar van toepassing, wel in de planuitwerking betrokken worden.*

De uitstoot van CO_2 door vliegtuigen in de lucht is recht evenredig met het gebruik van fossiele brandstoffen. Bij de verbranding van 1 kilogram kerosine komt 3,16 kilogram CO_2 vrij [ICAO Doc 9889]. De effecten van die uitstoot op de opwarming van de aarde zijn niet of nauwelijks afhankelijk van de context waarin de uitstoot plaatsvindt, zoals de locatie en de hoogte waarop de uitstoot plaatsvindt. De levensduur van CO_2 in de atmosfeer is hoog, in de orde van eeuwen, en de emissies worden ruimtelijk homogeen verspreid in de atmosfeer, wat als gevolg heeft dat de effecten van die uitstoot wereldwijd waarneembaar zijn.

De luchtvaart is hiermee één van de industrieën die bijdraagt aan klimaatverandering en is momenteel verantwoordelijk voor ongeveer 2% van de totale, door de mens uitgestoten, CO_2-emissies. Met Schiphol heeft Nederland een relatief grote luchtvaartsector die verantwoordelijk is voor 7% van de CO_2-emissie van Nederland. Dit komt neer op ongeveer 11,9 Mton CO_2. Verduurzaming van andere sectoren en aanblijvende vraag naar luchtvaart zullen ervoor zorgen dat het aandeel luchtvaart in de totale CO_2-emissie zonder maatregelen zal blijven toenemen. De ontwikkeling van CO_2-emissies in de nabije en verre toekomst is een belangrijk aandachtspunt.

In het kader van de Luchtvaartnota en het Akkoord Duurzame Luchtvaart wordt daarom ingezet op het verminderen van de CO_2 uitstoot. Verminderen van brandstofgebruik van vliegtuigen lijkt op dit moment één van de meest haalbare maatregelen. De CO_2 productie heeft een directe relatie met de hoeveelheid brandstofverbruik. Het gebruik van de open rotor techniek, de ontwikkeling van hybride voorstuwing, gevolgd door elektrische voortstuwing (beginnende bij de kleinere vliegtuigen) zijn naar verwachting ook in de wat verdere toekomst significante brandstofbesparingen en daarmee CO_2-reducties mogelijk. Door deze constante ontwikkelingen kan worden gesteld dat elke volgende generatie vliegtuigen zo'n 15 à 25% zuiniger is dan zijn voorganger.

Door het toepassen van de nu bekende mogelijkheden (technologisch, operationeel en infrastructureel) wordt een deel van de groei in emissies CO_2 afgeremd. Ook zien we de mogelijkheid om door middel van het gebruik van alternatieve brandstoffen de CO_2 productie te verlagen. Uiteraard leidt ook minder vliegen door in te zetten op andere vormen van vervoer tot een verlaging van de CO_2 productie. Door sturing op deze maatregelen vanuit de Luchtvaartnota en het Akkoord Duurzame Luchtvaart wordt de totale CO_2 uitstoot ten gevolge van de uit Nederland vertrekkende vluchten (binnenlandse en internationale luchtvaart) in vergelijking met de huidige situatie lager. Naar verwachting worden ook de ICAO-klimaatdoelen van 2030 en 2050 gehaald; alleen een reductie van 95% ten opzichte van 1990 wordt niet gehaald.

Hoeveelheid brandstof als maat

Naast het effect van de CO_2-uitstoot beïnvloedt de luchtvaart het klimaat ook anders, onder andere door de uitstoot van waterdamp en roet, en door vorming van contrailstrepen en cirrusbewolking, en door stikstofoxiden (NO_x) die leiden tot de vorming van ozon en de afbraak van methaan [Mahashabde, A. et all]. Over deze bijdragen is nog geen wetenschappelijk consensus over de precieze geaggregeerde verbanden met klimaatverandering. Wel is het zo dat deze geaggregeerde effecten min of meer recht evenredig zijn met het brandstofgebruik, zoals de CO_2-uitstoot [EASA milieurapport]. Vanwege deze recht-evenredigheid wordt de hoeveelheid gebruikte brandstof als een goede maat gezien om een indicatieve vergelijking mogelijk te maken van de klimaatimpact tussen de referentiesituatie en de alternatieven, en tussen de referentiesituatie en het VKA.

Brandstof gebruikt in Amsterdam FIR

Voor effectbepaling van de luchtruimherziening wordt de hoeveelheid gebruikte brandstof in de Amsterdam FIR (het Nederlands luchtruim) als bepalend gezien. Die hoeveelheid komt niet overeen met de in Nederland getankte (of "gebunkerde") hoeveelheid[41]. Deze maat is echter niet bruikbaar in dit kader omdat a) een heel groot deel daarvan wordt gebruikt in de buitenlandse luchtruimen en b) het brandstofgebruik van naderende vliegtuigen in het Nederlandse luchtruim daar geen deel van uitmaakt. Voor de bepaling van de effecten van de bouwstenen en de alternatieven in 2035 op het klimaat is de toe- of afname van de gebruikte hoeveelheid brandstof in het Nederlands luchtruim relevant. Er is voor gekozen om die hoeveelheden uit te drukken als percentage van de totale hoeveelheid brandstof gebruikt door commercieel luchtverkeer van en naar de Nederlands luchthavens tussen 2.000voet[42] (circa 600m) en FL245 (circa 7,5km) overdag in de referentiesituatie. Hier hadden ook andere keuzes gemaakt kunnen worden, bijvoorbeeld zonder hoogtebeperkingen[43], inclusief GA-verkeer of inclusief de transit-vluchten. Een andere keuze zou echter in het onderlinge vergelijk geen verschil hebben gemaakt, omdat gekozen is voor om de hoeveelheden uit te drukken in percentages.

Brandstofgebruik in de referentiesituatie

Hoe de hoeveelheid gebruikte brandstof in de referentiesituatie is bepaald wordt uiteengezet in appendix A.2. Enkele belangrijke elementen daaruit zijn:

- Voor het bepalen van de huidige operaties is gebruik gemaakt van trackdata van 1 juli tot en met 10 juli 2018. Voor alle relevante tracks binnen het Nederlands luchtruim tussen 2.000voet (circa 600m) en FL245 (circa 7,5km) zijn het vliegtuigtype en de lengte en de tijdsduur van het vliegpad bepaald.
- Voor het bepalen van de operatie in 2035 is er geëxtrapoleerd door uit te gaan van de geprognotiseerde verkeersvolumes, waarbij de vluchten van en naar Lelystad Airport zijn geconstrueerd mede aan de hand van de huidige vliegprocedures [AIP] en de verwachte verkeersverdeling.
- De hoeveelheid gebruikte kerosine is bepaald aan de hand van grove modellen [BADA], daarbij uitgaande van een nominaal gewicht en geen wind en rekening houdend met de aangenomen reductie van het brandstofgebruik per vliegtuig van 1% per jaar.

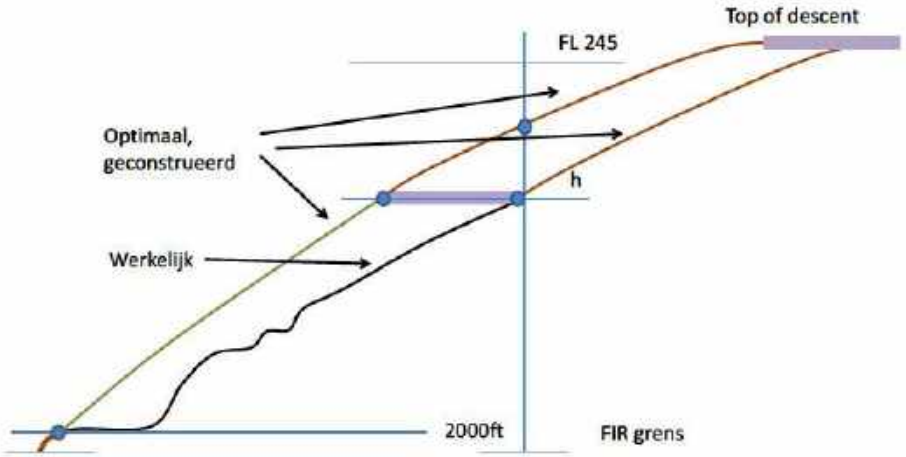
Ervan uitgaande dat de gebruikte brandstof kerosine is,[44] blijkt dan dat in 2035 ongeveer 600 kiloton brandstof wordt gebruikt in het Nederlands luchtruim tussen 2.000voet (circa 600m) en FL245 (circa 7,5km) door vliegtuigen van en naar de luchthavens van nationaal belang. Dit komt overeen met ongeveer 1,9 megaton CO_2.

Inefficiënties

Vervolgens is grofweg bepaald welk deel van dit brandstofgebruik het gevolg is van inefficiënties. Daarvoor is eerst het optimale pad bepaald. Dit optimale pad is het kortste pad tussen het begin- en het eindpunt, gevlogen volgens een optimaal hoogteprofiel, zoals bepaald uit Eurocontrol's Base of Aircraft Data- gegevens [BADA] (zie ook onderstaande figuur voor een illustratie). Daarbij zijn eerst de begin- en eindhoogtes bepaald en is vervolgens voor die hoogtes en dat vliegtuigtype het pad geconstrueerd met een continue daal- of klimprofiel. Daarbij wordt aangenomen dat het gewicht van het vliegtuig nominaal is,

[41] Doordat de luchtvaart een uitzonderingspositie kent in de klimaatverdragen bestaat er geen algemeen geaccepteerde maat voor de toewijzing per staat van de CO_2-uitstoot door luchtverkeer (zoals "uitstoot in het luchtruim van die staat", "uitstoot door de luchtvaatmaatschappijen uit die staat" of "uitstoot door de brandstof getankt op de luchthavens van die staat").
[42] Deze 2000 voet is als ondergrens gekozen omdat enerzijds aangenomen kan worden dat vliegtuigen daaronder op min of meer dezelfde manier vertrekken en dalen als in de referentiesituatie, ongeacht de bouwstenen en de alternatieven, en anderzijds het brandstofgebruik door specifieke configuraties van de vliegtuigen zelf moeilijk nauwkeurig te modelleren is.
[43] Het Nederlands luchtruim loopt nog door tot FL660. Tussen FL245 en FL660 wordt het luchtverkeer begeleidt door de luchtverkeersleidingsdienst MUAC. De functionaliteiten van de alternatieven en de bouwstenen hebben geen of maar een beperkt effect op het luchtruim boven FL245.
[44] In 2035 zal wellicht gebruik gemaakt worden van alternatieve brandstoffen of zelfs andere aandrijvingen van vliegtuigen. De hoeveelheid uitgestoten CO_2 is dan minder dan hier aangegeven.

dat er geen wind is en dat de omstandigheden overeenkomen met de standaardatmosfeer. Deze aannames komen niet overeen met de precieze situatie waarin de vlucht is uitgevoerd en dat maakt dat de schattingen grof zijn.



Figuur 11-3 - Beschouwd wordt een vlucht die over het kortste horizontale pad vliegt. Het hoogteprofiel van het relevante deel van de vlucht (tussen 2000voet en FL245 en binnen het Nederlands luchtruim) is in zwart aangegeven ("werkelijk").

Brandstofgebruik door inefficiënties

Op basis van deze berekeningen zijn de volgende tussenresultaten afgeleid voor de referentiesituatie in 2035:

- Ongeveer 15% tot 25% van het totale brandstofgebruik is het gevolg van inefficiënties in de afhandeling van het commerciële luchtverkeer.
- Van deze brandstof inefficiëntie is ongeveer 60% tot 70% het gevolg van laterale inefficiënties en ongeveer 30% tot 40% het gevolg van verticale inefficiënties.
- Van de brandstof inefficiëntie is ongeveer 20% tot 30% het gevolg van vertrekkende vluchten en ongeveer 70% tot 80% het gevolg van binnenkomende vluchten (waarbij wordt opgemerkt dat de verdeling van de totale hoeveelheden brandstof ligt in de orde van 65% tot 75% voor de vertrekkende vluchten en 25% tot 35% voor de binnenkomende vluchten).
- Van de totale brandstof inefficiëntie is ongeveer 70% tot 80% het gevolg van de delen van de vluchten tussen 2000voet (circa 0,6km) en FL100 (circa 3km) en 20% tot 30% het gevolg van de delen van de vluchten vanaf FL100 (circa 3km) tot FL245 (circa 7.5km).
- Van de totale brandstof-inefficiëntie is ongeveer 80% tot 90% het gevolg van vluchten van en naar Schiphol en ongeveer 10% tot 20% het gevolg van de vluchten van en naar Eindhoven Airport, Rotterdam The Hague Airport, Lelystad Airport, Groningen Airport Eelde Airport Eelde en Maastricht Aachen Airport.

Brandstofgebruik in alternatieven en bouwstenen

Vervolgens is voor de verschillende alternatieven geschat tot welke toe- of afname van het brandstofgebruik die in het jaar 2035 leiden, als percentage van het totale brandstofgebruik. Daarbij is uitgegaan van het volgende:

- De nachtvluchten zijn steeds buiten beschouwing gelaten omdat aangenomen wordt dat deze in de referentiesituatie op min of meer dezelfde wijze worden afgehandeld als in de alternatieven.
- De nominale situatie, dus zonder grote verstoringen als het sluiten van een luchthaven, systeemuitval of overbelasting.
- Van laterale paden van de naderingsbuizen en vaste naderingsroutes die behoorlijk dicht tegen het optimum aanliggen.

Scores
Bij de beoordeling van de effecten op de klimaat gerelateerde emissies zijn de volgende indicaties gebruikt:
++: een afname van het totale brandstofgebruik van 4% of meer;
+ : een afname van het totale brandstofgebruik van 1% tot 4%;
0: een verschil in brandstofgebruik tussen -1% en 1% van het totaal;
- : een toename van het totale brandstofgebruik van 1% tot 4%;
- -: een toename van het totale brandstofgebruik van 4% of meer.

11.6.2 Luchtkwaliteit

Bij de verbranding van zowel fossiele als duurzame brandstoffen ontstaan gassen en fijnstof waaraan in het kader van de luchtkwaliteit grenswaarden zijn gesteld in wet en regelgeving. Fijnstof kan daarnaast ook vrij komen bij bijvoorbeeld de landing van vliegtuigen waarbij er slijtage van remmen, banden en asfalt optreedt. Voor wat betreft de bijdrage van de luchtvaart aan de lokale luchtkwaliteit rondom luchthavens worden vooral de emissies van stikstofdioxide, fijnstof (PM_{10}, $PM_{2,5}$) en ultrafijnstof ($PM_{0,1}$) beschouwd.

Sinds 15 november 2007 zijn de belangrijkste bepalingen over luchtkwaliteitseisen opgenomen in de [Wet Milieubeheer] (hoofdstuk 5, titel 5.2 Wm). Deze wet stelt grenswaarden aan een groot aantal stoffen waaronder stikstofdioxide (NO_2) en fijnstof ($PM_{2,5}$, PM_{10}); stoffen waarvan de concentraties in Nederland problematisch kunnen zijn. Van de overige stoffen waarvan bekend is dat ze een effect hebben op de luchtkwaliteit, zoals CO, SO_2 en benzeen is bekend dat deze de gestelde grenswaarden in recente jaren (vrijwel) nooit overschrijden, zoals ook blijkt uit de jaarlijkse rapportages vanuit het Landelijk Meetnet Luchtverontreiniging van RIVM. De Wet milieubeheer stelt geen grenswaarden aan ultrafijnstof ($PM_{0,1}$).

Belangrijke trends en ontwikkelingen in de luchtvaart betreffende luchtkwaliteit zijn onder ander de modernisering van de vloot, maar ook het gebruik van biobrandstoffen en synthetische brandstoffen. Ook zal de achtergrondconcentratie in de toekomst verminderen door de voortschrijdende elektrificatie van het wegverkeer en het gebruik van meer en meer schone energiebronnen. Vliegtuigmotoren worden wel steeds schoner, maar doordat vliegtuigen een relatief lange levensduur hebben worden deze motoren slechts geleidelijk ingevoerd door vlootvernieuwing en zal de luchtkwaliteit hierdoor dus relatief slechts langzaam verbeteren. De verwachting is dat het gebruik van biobrandstoffen en synthetische brandstoffen een effect heeft op de uitstoot van NO_x en ultrafijnstof. Welk effect dit zal hebben is afhankelijk van de samenstelling van de brandstof. Het huidige inzicht is dat NO_x zou kunnen toenemen (ten gevolge van de hogere verbrandingstemperatuur in motoren) en ultrafijnstof afnemen (doordat het zwavel aandeel beter gecontroleerd kan worden). Het precieze effect is afhankelijk van het productieproces en grondstoffen. Als daarnaast sprake is van een groei in het aantal vliegtuigbewegingen of de inzet van steeds grotere vliegtuigtypen dan zal de verbetering in luchtkwaliteit ondanks vlootvernieuwing minder snel gaan.

De uitstoot van NO_x en PM_{10} ten gevolge van luchtverkeer zal in 2035 ten opzichte van 2018, door het slechts geleidelijk vernieuwen van de vloot, zijn toegenomen, ook omdat hiervoor geen goed en bewezen werkende maatregelen voor bekend zijn en er daarom ook geen specifieke maatregelen in de Luchtvaartnota zijn opgenomen.

Luchtkwaliteit wordt bepaald door de atmosferische achtergrondconcentraties en de emissies van de boven genoemde stoffen in vooral de onderste laag van de atmosfeer. De bijdrage van emissies aan de lokale luchtkwaliteit op een zekere locatie is afhankelijk van zaken als de hoeveelheid uitgestoten emissies, de afstand van de uitstoot tot de locatie, de hoogte van de uitstoot tot de locatie en de richting en de snelheid waarin de stoffen worden uitgestoten (relevant in het geval van vliegtuigmotoren) en de

heersende meteorologische omstandigheden. Op grond van deze afhankelijkheden hebben experts de effecten van de bouwstenen op de luchtkwaliteit bepaald.

Een belangrijke overweging daarbij is dat de gebieden waarin de luchtkwaliteit kritisch bij de norm ligt dicht bij de start- en landingsbanen liggen[45]. In de rekenmodellen wordt er doorgaans een hoogtegrens van 3000voet gebruikt waarboven de emissies van vliegtuigen niet worden meegenomen [ICAO Doc 9889], [UK aviation and air quality][46]. Uit ervaringen met dergelijke rekenmodellen als het verspreidingsmodel STACKS blijkt bovendien dat de bijdrage aan de lokale luchtkwaliteit van de emissies boven de zeg 1000voet (300m) heel klein is en boven de 2000voet (600m) doorgaans verwaarloosbaar is (zie ook [Zurich Airport Local Air Quality] en [ICAO Cir 317]).

11.7 Natuur

De natuur in Nederland worden planten en dieren beschermd door middel van gebiedsbescherming en soortenbescherming.

Natura 2000-gebieden en Natuurnetwerk
Het netwerk van waardevolle natuurgebieden in Europa (Natura 2000) vormt de hoeksteen van het Europese beleid voor behoud en herstel van biodiversiteit. De ontwikkelingsmogelijkheden van waardevolle natuur op en nabij vliegvelden zijn beperkt. Om aanvaringen van vliegtuigen met vogels zoveel mogelijk te vermijden is de ruimtelijke inrichting van de omgeving van vliegvelden erop gericht geen vogels aan te trekken.

In Nederland moet het Natuurnetwerk Nederland (NNN, voorheen ecologische hoofdstructuur (EHS)) bijdragen aan behoud en verbetering van de biodiversiteit. In de directe omgeving van de meeste vliegvelden zijn natuurgebieden aangewezen die deel uitmaken van het NNN. Voor deze natuurgebieden is per provincie beleid geformuleerd in de Natuurbeheerplannen ten aanzien van kwaliteit, omvang van areaal en verbinding van verschillende natuurgebieden.

Soortenbescherming
Voor soortenbescherming worden in het plan-MER van de gekeken naar de Rode Lijst-soorten en gegevens van meer algemene soorten. Tot het jaar 2005 liep het aantal bedreigde soorten (rode lijst-soorten) nog licht op, maar in de 10 jaar daarna herstelden populaties van een aantal planten- en diersoorten. De Rode Lijsten werden korter en de gemiddelde bedreiging nam af. De stijging in 2017 in zowel het aantal bedreigde soorten als de mate van bedreiging laat zien dat het herstel nog broos en beperkt is.

Om de kwaliteit van kwetsbare natuurgebieden en soorten in stand te houden of te verbeteren zijn verschillende programma's en maatregelen ontwikkeld. Dit is op dit moment nog onvoldoende om een gewenst kwaliteitsniveau van de natuur te handhaven of te verbeteren.

[45] De concentraties van luchtverontreinigende stoffen komen buiten de luchthaventerreinen niet boven de grenswaarden door alleen de emissies door de luchtvaart. Wel kan de luchtvaart een significante bijdrage leveren in een cumulatie van effecten, bijvoorbeeld in combinatie met de emissie van wegverkeer.
[46] Daarbij wordt opgemerkt dat de verscheidende chemische en transportprocessen die leiden van verbranding in een vliegtuigmotor tot aan de vermindering van de lokale luchtkwaliteit nog niet in elke detail bekend zijn; de modellen zijn zelf opnieuw slechts benaderingen van de complexe werkelijkheid. Zie ook: https://www.nlr.nl/nlr-blog/stikstof-en-luchtvaart-hoe-zit-het-nou/.

Afbakening effecten
Startend en naderend luchtverkeer is van invloed op de kwaliteit van de natuur in de (wijde) omgeving van vliegvelden. Deze invloed wordt met name bepaald door:

- Vogelaanvaringen;
- Visuele verstoring;
- Stikstofemissie, leidend tot stikstofdepositie op natuurgebieden;
- Geluidsemissie, leidend tot verstoring van kwetsbare soorten.

Vogelaanvaringen
De meeste vogelaanvaringen met luchtvaarttuigen vinden plaats op of in de directe nabijheid van vliegvelden. De start, landing en doorstart zijn de processen waar de meeste aanvaringen plaatsvinden[47]. Dit wordt zoveel mogelijk voorkomen door 'vogelonvriendelijke' inrichting van de omgeving en verjaging van vogels in de nabijheid van banen. Alternatief Vast en alternatief Flexibel hebben geen invloed op de vliegpaden op geringe hoogte omdat steeds uitgegaan wordt van een eindnadering met behulp van een ILS. Er is dus geen verschil met de referentiesituatie. Een kleiner deel van de aanvaringen vindt plaats in hogere luchtlagen waar vliegtuigen kunnen botsen met migrerende vogels. Zowel in beide alternatieven als in de referentiesituatie wordt de hoogte doorkruist waarop migrerende vogels vliegen. De alternatieven nemen dat risico dus niet weg. Wel kan er verschil zitten in de afstand (track-miles) dat vliegtuigen op een specifieke hoogte vliegen waar ook migrerende vogels vliegen. Het is denkbaar dat een vliegtuig daardoor langer is blootgesteld aan de kans op een botsing met vogels. Dit effect is echter zo klein dat geen onderscheidend vermogen is beredeneerd tussen de alternatieven onderling en in vergelijking met de referentiesituatie.

Visuele verstoring
Vliegtuigverkeer kan naast auditieve verstoring ook visuele verstoring veroorzaken. Visuele verstoring is relevant als vliegtuigen buiten de 43 dB(A) geluidscontour lager vliegen dan 3.000voet (circa 1.000m) [Lensink e.a., 2011]. Alle bouwstenen met effect op de geluidsemissie leiden er echter toe dat vliegtuigen buiten de 43 dB(A)-geluidscontour hoger vliegen dan 3.000voet (circa 900m). Binnen de 43 dB(A) geluidscontour is visuele verstoring niet relevant omdat geluidsverstoring dan de dominante factor is. Om deze reden is visuele verstoring bij de effectbeoordeling van de verschillende alternatieven buiten beschouwing gelaten.

In het plan-MER voor de Luchtruimherziening worden daarom stikstofdepositie en verstoring door geluid beoordeeld.

11.7.1 Stikstofdepositie

Luchtvaartactiviteiten stoten stikstof uit in de lucht. Die uitstoot of emissie van stikstof kan leiden tot negatieve gevolgen voor kwetsbare natuurgebieden en soorten, met verminderde diversiteit als uiteindelijk gevolg, doordat de stikstof neerslaat op die gebieden: stikstofdepositie.

Voor verschillende habitats (leefgebieden) die voorkomen in natuurgebieden in Nederland zijn Kritische Depositie Waarden vastgesteld[48]. Bij stikstofdeposities boven deze grens ondervindt natuur blijvende schade. Vooral voedselarme ecosystemen zijn bijzonder gevoelig voor stikstofdepositie. Door een overmaat aan stikstof verandert de vegetatie en verzuurt de bodem. De verandering van vegetatie (verruiging) is het gevolg van woekering van planten die goed groeien bij een overmaat aan stikstof, zoals brandnetels, bramen en tankmos. Doordat deze planten zo goed groeien bij een overmaat aan stikstof

[47] *Factsheet vogelaanvaringen (2013), Platform Nederlandse Luchtvaart*
[48] *Zie ook Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en Natura 2000-gebieden, H.van Dobben, & A. van Hinsberg, Alterrra-rapport 1654, 2008. De meeste recente gegevens over de kritische depositiewaarden zijn te vinden o : https://www.aerius.nl/nl/factsheets/habitattypen/18-12-2019*

verdringen zij de oorspronkelijke vegetatie. Daardoor krijgen ook insecten en andere diersoorten die van deze verdrukte planten afhankelijk zijn, het steeds moeilijker. Een ander effect is dat de reactie van stikstofdioxide met water leidt tot salpeterzuur. Door deze verzuring zijn schimmels in de bodem minder in staat nutriënten (zoals fosfor) en vocht uit de bodem vrij te maken voor bomen en andere planten. Deze kunnen daardoor onvoldoende nutriënten opnemen om aminozuren in een ‘gezonde’ verhouding te maken, waardoor de samenstelling van het plantaardig materiaal (zoals de bladeren) verandert. Deze disbalans werkt door in de hele voedselketen. Ten slotte heeft de verzuring als gevolg van overmatige stikstofdepositie extra negatieve effecten in kalkarme gebieden: door de verzuring resteert te weinig kalk voor dieren om bijvoorbeeld schelpen of botmateriaal aan te maken.

De uitstoot van stikstof door vliegtuigen in de lucht is recht evenredig met het gebruik van (fossiele) brandstoffen [EASA milieurapport]. De mate van depositie als gevolg van uitstoot van stikstof hangt echter samen met de hoogte waarop die emissie plaatsvindt. Depositie als gevolg van emissies onder de 3.000 voet (circa 1km) is goed te berekenen. Voor stikstofverbindingen die worden geëmitteerd boven de 3.000 voet is dit minder goed te berekenen, omdat deze zich mengen met andere stoffen en worden verspreid over een groter gebied. Daardoor is onduidelijk welk deel van de boven 3.000 voet geëmitteerde stikstofverbindingen tot depositie komt en waar deze depositie plaatsvindt. Duidelijk is wel dat de emissie boven de 3.000 voet een bijdrage levert aan de stikstofdepositie in Nederland [Adviescollege Stikstofproblematiek, 2020].

Voor emissies boven de 3000 voet geldt dus dat de relatie tussen een emissiebron en de depositie op de grond niet 1 op 1 is te leggen. De luchtruimherziening heeft echter betrekking op het luchtruim onder én boven de 3000 voet. Het is met de huidige stand van de kennis niet mogelijk om een betrouwbaar kwantitatief onderscheid te maken tussen stikstofdepositie als gevolg van stikstofemissie boven de 3.000 voet en stikstofdepositie als gevolg van evenveel stikstofemissie onder de 3.000 voet. Om toch een indicatie te geven van de eventuele relatieve toe- of afname van stikstofdepositie van alternatieven, is de hoeveelheid gebruikte brandstof als maat gebruikt. Voor de situatie in 2035 wordt aangenomen dat de gebruikte brandstof kerosine is. In de Luchtvaartnota is weliswaar de ambitie opgenomen dat in 2030 minstens 14% duurzame kerosine is bijgemengd [LVN], maar dat geldt voor alle doorgerekende alternatieven, inclusief de referentiesituatie. Daarnaast gaat het hier om een indicatieve vergelijking en niet om de absolute aantallen.

Voor de verschillende bouwstenen is geschat tot welke toe- of afname van het brandstofgebruik die leiden in het jaar 2035 als percentage van het totale brandstofgebruik, zie paragraaf 11.6.1. Daarbij worden de volgende indicaties gebruikt:

++: afname stikstofdepositie door een afname van het totale brandstofgebruik van 4% of meer;
+ : afname stikstofdepositie door een afname van het totale brandstofgebruik van 1% tot 4%;
0: geen wijziging stikstofdepositie (een verschil in brandstofgebruik tussen -1% en 1% van het totaal);
- : toename stikstofdepositie door een toename van het totale brandstofgebruik van 1% tot 4%;
- -: toename stikstofdepositie door een toename van het totale brandstofgebruik van 4% of meer.

11.7.2 Verstoringseffecten

Luchtvaart kan negatieve invloed hebben op kwetsbare diersoorten als gevolg van geluidsemissie. De makkelijkst waarneembare effecten zijn veranderingen van gedrag van individuele dieren: alarmering, opvliegen, vluchten, enzovoort. Deze plotselinge gedragsverandering hebben ook weer gevolgen, bijvoorbeeld energieverlies, het vroegtijdig verlaten van nesten of onvoldoende tijd hebben voor het vinden van voldoende voedsel. Uiteindelijk kan geluidsverstoring zo doorwerken dat het leidt tot afname van reproductie en overleving van diersoorten [Kleijn, 2008].

Verschillende diersoorten kunnen worden verstoord door vliegtuiggeluid. Omdat vogels relatief gevoelig zijn en omdat de effecten op vogels het uitgebreidst zijn onderzocht is voor de beoordeling met name uitgegaan van mogelijke effecten op vogels. Uit vergelijkend onderzoek blijkt dat voor de beoordeling van de effecten van luchtverkeer de geluidscontour van 43 dB passend is [Lensink e.a., 2011].

In paragraaf 11.5.2 is aangegeven is aangegeven dat de geluidseffecten in kaart gebracht worden door de geluidscontouren te berekenen van een generieke startbaan met 50.000 vertrekken, een generieke landingsbaan met 50.000 landingen en een generieke start- en landingsbaan met 50.000 vertrekken en 50.000 landingen. De oppervlakte binnen de geluidscontour van 43 dB(A) wordt als bepalende maat gebruikt voor de beoordeling van de effecten van de alternatieven en bouwstenen op het criterium Verstoringseffecten van het thema Natuur.

Daarbij worden de volgende indicaties gebruikt:
++ : afname van de oppervlakte binnen de 43 dB(A)-geluidscontour van meer dan 12%;
+ : afname van de oppervlakte binnen de 43 dB(A)-geluidscontour tussen de 6% en 12%;
0: een verandering, groter dan wel kleiner, van de oppervlakte binnen de 43 dB(A)-geluidscontour tot 6%;
- : toename van de oppervlakte binnen de 43 dB(A)-geluidscontour tussen de 6% en 12%;
- - : toename van de oppervlakte binnen de 43 dB(A)-geluidscontour van meer dan 12%.

11.8 Ruimtebeslag

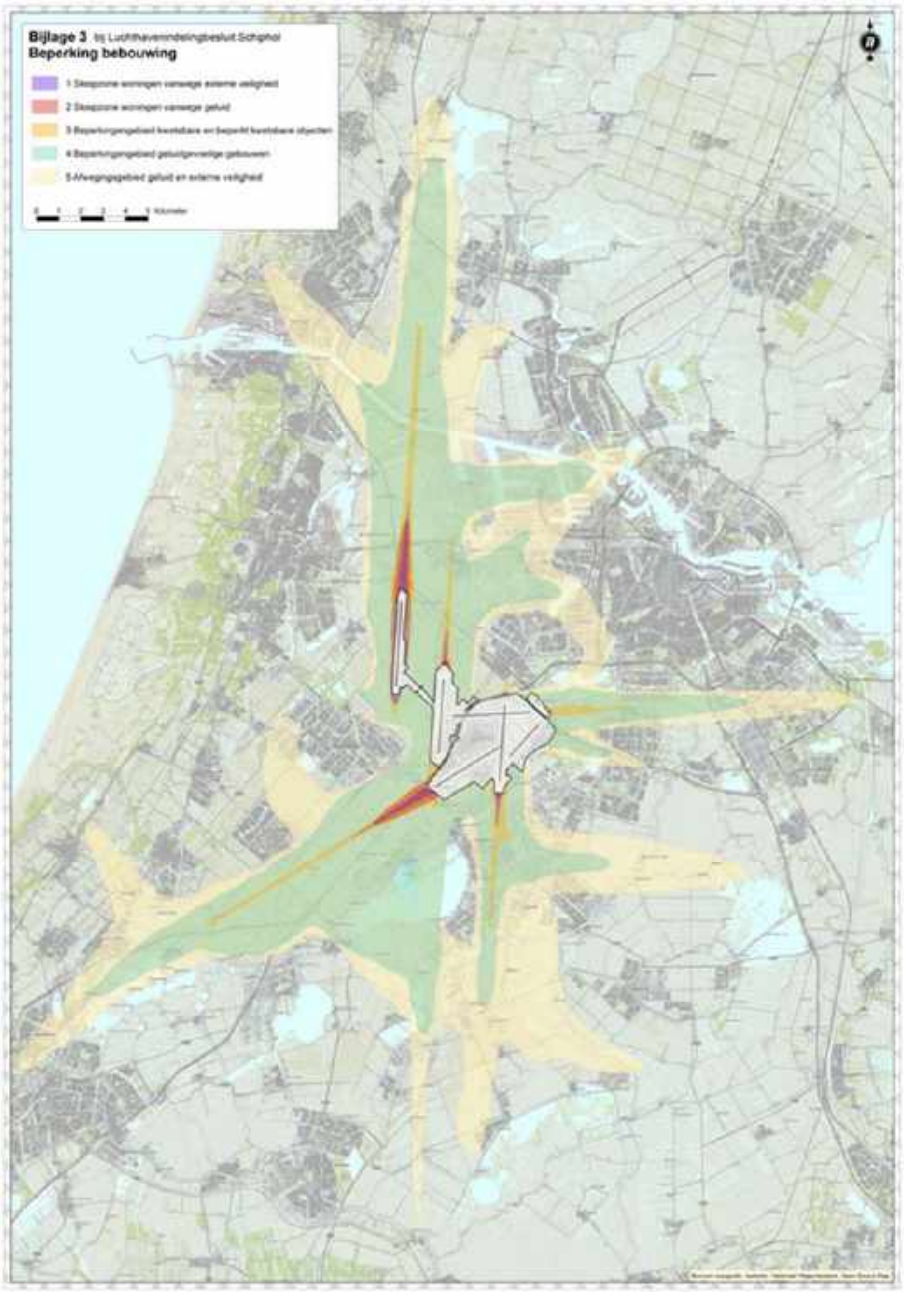
In de huidige systematiek van de ruimtelijke ordening zijn beperkingen gesteld aan de bestemming en het gebruik van gronden vanwege luchtvaart vastgelegd, in het bijzonder in Luchthavenbesluiten, in het Besluit Burgerluchthavens en in het besluit Militaire luchthavens. Daarin worden de mogelijkheden voor de ontwikkeling van functies in gebieden rond luchthavens beperkt in verband met geluid, externe veiligheid, hoogte en vogel aantrekkende werking. Dit heeft effect op onder andere woningbouw, de bouw van geluidgevoelige gebouwen (als ziekenhuizen en kinderdagverblijven), de bouw van hoge obstakels (als kantoorgebouwen en windturbines) en de inrichting van de natuur.

Beperkingengebieden
De grootste beperkingen worden gesteld vanwege geluid en externe veiligheid. Eén van de uitgangspunten in de Wet Luchtvaart is dat vanaf 2003 de situatie niet mag verslechteren ten opzichte van 1990 voor de parameters externe veiligheid en lokale luchtverontreiniging en dat de situatie moest verbeteren voor luchtvaartgeluid[49]. In het Luchthavenindelingsbesluit van Schiphol zijn zones en gebieden gedefinieerd voor beperkingen vanwege externe veiligheid en geluid. Dat varieert van zogenaamde sloopzones dichtbij de baan, tot beperkingengebieden iets verder van de baan, tot afwegingsgebieden nog verder van de baan. Hetzelfde principe geldt voor de overige Nederlandse luchthavens.[50]

- LIB 1: Op de gronden die op de kaart in figuur 11-4 met nummer 1 zijn aangewezen, zijn met het oog op externe veiligheid geen kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten toegestaan, behalve bestaand gebruik van objecten niet zijnde woningen. Al het overige moet worden gesloopt.
- LIB 2: Op de gronden die op de kaart in figuur 11-4 met nummer 2 zijn aangewezen, zijn met het oog op geluidsbelasting geen geluidsgevoelige gebouwen toegestaan. Al het overige moet worden gesloopt.

[49] *TO70 (2018), Effectiviteit Externe veiligheidsbeleid Schiphol.*
[50] *Dat betekent niet dat alle soorten afwegingsgebieden hieronder genoemd ook voor alle luchthavens gespecificeerd zijn. Schiphol dient alleen als voorbeeld omdat het Luchthavenindelingsbesluit van Schiphol de grootste verscheidenheid aan beperkingen kent.*

- LIB 3: Op de gronden die op de kaart in figuur 11-4 met nummer 3 zijn aangewezen, zijn met het oog op externe veiligheid geen kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten toegestaan, behalve bestaand gebruik. Hierop zijn enkele uitzonderingen van toepassing.
- LIB 4: Op de gronden die op de kaart in figuur 11-4 met nummer 4 zijn aangewezen, zijn met het oog op geluidsbelasting geen geluidgevoelige gebouwen toegestaan. Hierop zijn enkele uitzonderingen van toepassing.
- LIB 5: Op de gronden die op de kaart in figuur 11-4 met nummer 5 zijn aangewezen, zijn buiten bestaand stedelijk gebied geen nieuwe woningbouwlocaties toegestaan en motiveren gemeenten in de toelichting op het bestemmingsplan of in de onderbouwing van de omgevingsvergunning de wijze waarop rekening is gehouden met de mogelijke gevolgen van een vliegtuigongeval met meerdere slachtoffers op de grond als gevolg van ruimtelijke ontwikkelingen.



Figuur 11-4 Kaart uit het Luchthavenindelingsbesluit Schiphol met de beperkingengebieden voor bebouwing [bron: https://wetten.overheid.nl/BWBR0014329/2018-01-01]

Op de kaart in figuur 11-4 kan gezien worden dat de gebieden met grootste beperkingen rondom Schiphol, de zogenaamde sloopzones (LIB 1 en LIB 2), dichtbij de banen liggen.

Ook regionale burgerluchthavens hebben geluidscontouren vastgelegd in luchthavenbesluiten of omzettingsregelingen in de vorm van handhavingspunten met grenswaarden bij de baankoppen en op of nabij de 58 dB(A) Lden-geluidscontour in de bebouwde omgeving. Ook binnen deze geluidscontouren gelden ruimtelijke beperkingen Daarnaast gelden ook voor regionale luchthavens contouren voor externe veiligheid Deze leggen ook ruimtelijke beperkingen op voor (beperkt) kwetsbare objecten.

Daarnaast zijn er nog beperkingen voor wat betreft de hoogte van obstakels, het plaatsen van windturbines of lasers en vogel aantrekkende werking van gebouwen vastgelegd in het luchthavenindelingsbesluit. Deze beperkingen kunnen ingedeeld worden in harde beperkingen, waarvoor geen uitzonderingen gelden, en afhankelijke beperkingen, waarvoor ontheffingen gegeven kunnen worden. Een voorbeeld voor dat laatste zijn de beperkingen voor hoge obstakels gesteld door sommige geometrische vlakken, als de zogeheten inner en outer horizontal en het conical [EU 139/2014]. Hiervoor geldt dat alleen een ontheffing gegeven kan worden als na een luchtvaart-technische studie blijkt dat voor een specifiek obstakel op een specifieke locatie geen verhoogd veiligheidsrisico bestaat voor een aanvaring door een luchtvaarttuig. In de praktijk worden obstakels in de inner horizontal zeer beperkt toegestaan.

Hoogbouw
Voor alle luchthavens gelden regels ten aanzien van bouwhoogtes, in de zogenoemde ‘obstakelbeheersgebieden’. Voor windenergieprojecten en hoogbouwprojecten vormen deze regels een ruimtelijke beperking. De hoogtebeperking voor het zes-banenstelsel van Schiphol maakt de bouw van kantoortorens hoger dan 45 à 100m onmogelijk in een gebied van 20 bij 20km. Voor Eindhoven Airport en Lelystad Airport is de obstakelhoogte en obstakelvrije zone gespecificeerd. Voor de overige regionale luchthavens is dit niet het geval en gelden algemene regels. Om de veiligheid te borgen, bestaat in vrijwel geheel Nederland een toetsingsplicht voor (de meeste) nieuwe windenergieprojecten, en binnen 15km van de radarposten ook voor hoogbouw. In de rest van Nederland moeten in beginsel objecten op 1000 voet en hoger door radar waargenomen kunnen worden en gelden geen algemene bouwhoogtebeperkingen

Bepaling van beperkingengebieden
Deze beperkingen zijn ingesteld op grond van het historische en het verwachte gebruik van de luchthavens en/ of op grond van specificaties en statistieken van vliegtuigen, en zijn voor langere tijd in wetten en besluiten vastgelegd. Bij vaststelling van bijvoorbeeld een Luchthavenbesluit kan in ieder geval gebruik worden gemaakt van gegevens en onderzoeken die niet ouder zijn dan twee jaar[51]. Of dergelijke besluiten worden aangepast naar aanleiding van een veranderde realiteit, bijvoorbeeld als gevolg van de luchtruimherziening, wordt op zichzelf ook bepaald in een besluit. Dit leidt tot de vraag of een voorgenomen introductie van een alternatief of bouwsteen kan leiden tot de aanpassingen (of actualisatie) van de relevante beperkingengebieden[52]. Tenzij de luchtruimherziening significante (negatieve) effecten sorteert op de externe veiligheid (plaatsgebonden risico), grotere gebieden binnen relevante geluidscontouren of lagere vlieghoogtes, zal de luchtruimherziening geen incentive geven voor het actualiseren van dergelijke besluiten. Het LIB Schiphol is sinds 20 februari 2003 van kracht. De ligging van de beperkingengebieden is sinds 2004 niet meer gewijzigd, ondanks dat factoren die van invloed zijn op het plaatsgebonden risico, bijvoorbeeld het veranderende ongevalsrisico, of op de geluidscontouren in die tijd wel significant zijn veranderd. Voor Besluit Burgerluchthavens en het besluit Militaire luchthavens geldt een vergelijkbare constatering. Voor Eindhoven Airport, Rotterdam The Hague Airport, Groningen Airport Eelde en Maastricht Aachen Airport moeten nieuwe luchthavenbesluiten worden vastgesteld. In 2020 start het Rijk de procedures hiervoor [LVN]

Doorwerking van de effecten van de luchtruimherziening
In de toekomst zou besloten kunnen worden tot het actualiseren van dergelijke besluiten waardoor de beperkingengebieden en relevante contouren opnieuw bepaald worden op basis van geactualiseerde geluidsbelastingwaardes en risicowaardes. Omdat sinds 2004 de beperkingengebieden niet gewijzigd zijn, zal bij een actualisatie behalve het effect van de luchtruimherziening ook heel veel andere effecten

[51] *Wet Luchtvaart*
[52] *Deze vraag staat los van de vraag of de genoemde beperkingen worden aangepast op grond van voorgenomen verdere ontwikkelingen van luchthavens, omdat de bouwstenen en alternatieven hier niet in verschillen ten opzichte van de referentiesituatie.*

verwerkt worden in de nieuwe beperkingengebieden, het kan daarom zijn dat het effect van een bouwsteen of alternatief wegvalt tegenover die andere effecten. De luchtruimherziening heeft pas echt effect op het ruimtebeslag als de beperkingengebieden geactualiseerd worden nadat een bouwsteen of alternatief is geïmplementeerd en effect begint te sorteren, en dus in ieder geval na 2035. Overigens zijn de beperkingengebieden met name het resultaat van het gewenste gebruik van de luchthaven.

Op grond van deze overwegingen hebben experts de effecten op het thema Ruimtebeslag, criterium beperkingen van gebruik van grond, kwalitatief beoordeeld.

11.9 Efficiëntie

11.9.1 Vluchtefficiëntie

Vluchtefficiëntie kent drie aspecten: de route geprojecteerd op het aardoppervlak (de horizontale component), het hoogteprofiel (de verticale component) en het snelheidsprofiel (de tijdscomponent). Voor een zekere vlucht in zekere omstandigheden hangen deze aspecten met elkaar samen, onder andere door de wind (afhankelijk van de hoogte, de locatie en de tijd) en de karakteristieken van het brandstofgebruik van de motoren (afhankelijk van de temperatuur, de luchtdruk en de vluchtuitvoering). Vanuit het perspectief van de luchtvaartmaatschappij kan vluchtefficiëntie gezien worden in termen van de variabele kosten van de vluchtuitvoering. De variabele kosten worden doorgaans verdeeld in tijdsafhankelijke kosten en brandstofkosten[53]. De tijdsafhankelijke kosten betreffen onder andere de kosten voor de vliegers en het cabinepersoneel, het gebruik van het vliegtuig en het vliegtuigonderhoud.

Omdat het brandstofgebruik al is beoordeeld onder Emissies Klimaat (zie paragraaf 11.6.1), wordt de vliegtijd in het Nederlands luchtruim als maat genomen voor de vluchtefficiëntie in deze effectbeoordeling. Daarbij wordt opgemerkt dat als een bouwsteen leidt tot meer brandstofgebruik omdat er bijvoorbeeld over een langere afstand of op een lagere hoogte wordt gevlogen, deze dan doorgaans leidt tot een langere vluchtduur. Omgekeerd geldt ook dat als een bouwsteen leidt tot minder brandstofgebruik, deze dan doorgaans gaat leiden tot een kortere vluchtduur. De verhouding tussen brandstofbesparing en vluchtduurverkorting hangt echter af van de fase van de vluchtuitvoering waarop de bouwsteen van invloed is. Brandstofgebruik en vliegtijd hangen dus met elkaar samen maar niet als in een een-op-een-relatie.

Voor de bepaling van de effecten van de alternatieven en bouwstenen in 2035 op de vluchtduur is de absolute toe- of afname van de vliegtijd in het Nederlands luchtruim relevant. Er is voor gekozen om die tijden uit te drukken als percentage van de totale hoeveelheid vliegtijd door groothandelsverkeer van en naar de Nederlands luchthavens tussen 2.000 voet (circa 600m) en FL245 (circa 7,5km) overdag in de referentiesituatie.

Om schattingen te maken van deze totale hoeveelheid vliegtijd in de referentiesituatie en om elementen te verkrijgen die gebruikt kunnen worden bij de beoordeling van de alternatieven en bouwstenen zijn de stappen gezet die uiteen zijn gezet in paragraaf 11.6.1 over Klimaat, waarbij in het geval van dit criterium niet naar brandstofgebruik maar naar vliegtijd is gekeken.

[53] *In essentie wordt voor een vlucht de zogeheten kostenindex geoptimaliseerd; dat is een instelbare verhouding van de brandstofkosten en de tijdafhankelijke kosten. Deze kostenindex varieert afhankelijk van het soort vliegtuig, de kostenopbouw en strategie van de maatschappij, de brandstofprijs en mogelijk zelfs van de situatie op het moment van een individuele vlucht (bijvoorbeeld in het geval dat passagiers in een verlate vlucht een aansluiting dreigen te missen). Het is daarom niet mogelijk om een globale of gemiddelde indicatie te geven van de kostenindex voor alle vluchten in het Nederlandse luchtruim in het jaar 2035.*

Op basis van deze wat ruwe berekeningen zijn de tussenresultaten afgeleid voor de referentiesituatie in 2035. Vervolgens is voor de verschillende alternatieven en bouwstenen geschat tot welke toe- of afname van de vluchtduur die leiden in het jaar 2035 als percentage van de totale vluchtduur.

Daarbij zijn de volgende indicaties gebruikt:
++: een afname van de totale vluchtduur van 4% of meer;
+ : een afname van de totale vluchtduur van 1% tot 4%;
0: een verschil in vluchtduur tussen -1% en 1% van het totaal;
- : een toename van het totale vluchtduur van 1% tot 4%;
- -: een toename van het totale vluchtduur van 4% of meer.

11.9.2 Efficiëntie van de militaire transit

Een vlucht uitgevoerd voor een militaire oefening bestaat voor een gedeelte uit de oefening zelf maar ook voor een gedeelte uit het vliegen tussen een vliegbasis en het oefengebied. Een maat voor de efficiëntie van de militaire transit is de gemiddelde verhouding van de vliegtijd voor de oefening zelf tot de gehele vliegtijd. Deze wordt voornamelijk bepaald door de locaties van de vliegbases ten opzichte van de beginpunten van de oefeningen en routes daartussen. Deze efficiëntie draagt ertoe bij dat jachtvliegtuigen meer effectieve tijd in het oefengebied hebben om hun missiedoelstellingen te verwezenlijken.

In deze fase van de luchtruimherziening zijn de precieze routes van de militaire transits nog niet bepaald. Daardoor is het niet mogelijk de efficiëntie van de militaire transit nauwkeurig te bepalen. Daarom is voor de beoordeling van de alternatieven en de bouwstenen steeds beredeneerd of ze invloed kunnen hebben op de vliegtijd tussen militaire luchthaven en de oefengebieden.

11.10 Capaciteit

11.10.1 Uurcapaciteit voor civiel verkeer

Al eerder ([Startbeslissing Programma Luchtruimherziening], [NRD], [NvA NRD]) is aangegeven dat het vergroten van het verkeersvolume, uitgedrukt in aantallen vliegbewegingen per jaar, geen doel is van het programma Luchtruimherziening. Het vergroten van de capaciteit is dat wel.

Een relevante capaciteitsuitdrukking is de maximale sustainable uurcapaciteit van de nominale operatie op een luchthaven. De term nominaal geeft daarbij aan: geen externe verstoringen, maximale bezetting van de luchtverkeersleidersposities en een operatie die de luchtverkeersleidingsorganisaties voor langere tijd vol kunnen houden.

In de referentiesituatie in 2035 is deze uurcapaciteit op Schiphol gelijk aan de huidige capaciteit: 68 naderingen en 38 vertrekken per uur tijdens inboundpieken en 36 naderingen en 74 vertrekken per uur tijdens outboundpieken. Voor de overige luchthavens liggen de uurcapaciteiten ook in 2035 en ook met 25.000 jaarlijkse bewegingen op Lelystad Airport onder de 20 vliegbewegingen (vertrekken en naderingen) per uur. In de referentiesituatie in 2035 is ARTIP het drukste naderingspunt (IAF[54]), waar ongeveer 42% van het naderend verkeer op Schiphol passeert. De huidige geleverde capaciteit is gelijk aan 30 bewegingen per uur (zie ook [Luchtruimvisie Bijlagerapport 3]). Omdat de afhandeling van het verkeer in de referentiesituatie in 2035 niet essentieel anders is, wordt aangenomen dat ook in de referentiesituatie er 30 bewegingen per uur op het drukste naderingspunt van Schiphol worden

[54] *Initial Approach Fix*

afgehandeld. De drukste sector in de huidige situatie is Sector 2 en het is de verwachting dat dit ook zo zal zijn in de referentiesituatie van 2035.

Bij het bepalen van de effecten van de alternatieven, de bouwstenen en het VKA op de uurcapaciteit voor civiel verkeer is eerst door experts van het NLR bekeken of ergens in de verkeerafhandeling een bottleneck zit, hetzij bij de landingen op de baan, bij de vertrekken vanaf de baan, in het naderingsluchtruim of in het tussenliggende luchtruim. Eventuele infrastructurele bottlenecks op de luchthavens blijven daarbij buiten beschouwing.

Bij die beschouwingen spelen wel de volgende twee aspecten een belangrijke rol. Het eerste aspect betreft de aanpassing van het naderingsluchtruim (TMA) van Schiphol, in het bijzonder de ligging van de naderingspunten en het toevoegen van een vierde naderingspunt. In deze fase van de luchtruimherziening is nog niet bekend waar deze vier naderingspunten komen te liggen en hoe het verkeer daarover wordt verdeeld. De precieze gevraagde capaciteit van een naderingspunt kan daarmee ook nog niet bepaald worden. Aan de andere kant is het wel aannemelijk dat het drukste punt in de referentie, namelijk ARTIP, door het toevoegen van een vierde naderingspunt ontlast gaat worden. Er is daarom aangenomen dat het drukste van de vier naderingspunten 80% van het verkeer op de drukste van de drie naderingspunten in de referentiesituatie zal moeten kunnen verwerken[55]. Dit komt overeen met 80% van de 30 naderingen op Schiphol per uur over ARTIP, naar boven afgerond gelijk aan 25 naderingen per uur. Het tweede aspect betreft de scheiding van vertrekkend en naderend verkeer in het tussenliggende luchtruim in alle alternatieven en in het VKA. Een vraag is hoeveel vertrekken een sector in dat luchtruim moet kunnen afhandelen. In deze fase van de luchtruimherziening zijn die sectoren nog niet bekend en daarmee kan die vraag nog niet beantwoord worden. Daarom is eenvoudig aangenomen dat er net als in de referentiesituatie vijf sectoren zijn en dat de drukste daarvan evenveel vertrekkende verkeer per uur moet kunnen afhandelen als de drukste sector in de referentiesituatie. Door vervolgens uit te gaan van de verdelingen van het vertrekkend verkeer zoals is geschat (zie paragraaf 11.1) komt dat overeen met 36 vertrekken per uur.

Deze overwegingen leiden tot de gevraagde uurcapaciteiten voor de alternatieven, bouwstenen en het VKA in 2035 als aangegeven in tabel 11-4.

Tabel 11-4 De karakteristieke uurcapaciteiten nodig voor de afhandeling van het verkeersaanbod in 2035 in de alternatieven, bouwstenen en het VKA. Daarbij is uitgegaan van 4 naderingspunten voor Schiphol, een scheiding van vertrekkende en naderend verkeer in het tussenliggend luchtruim en een naderingsluchtruim voor elke luchthaven van nationaal belang. Voor sommige alternatieven en het VKA gelden andere uitgangspunten en dus ook andere gevraagde capaciteiten

Onderdeel	Benodigde capaciteit in bewegingen per uur
Naderingen op één baan	36
Vertrekken vanaf één baan	38
Bewegingen in Schiphol naderingsluchtruim (TMA)	110
Naderingen langs één naderingspunt (IAF)	25
Vertrekken door één sector	36

[55] *Als het verkeer over de vier nieuwe naderingspunten uniform herverdeeld zou worden, dan zou de hoeveelheid verkeer over het drukste van de vier naderingspunten gelijk zijn aan 3 / 4 = 75% van de hoeveelheid verkeer over het drukste van de drie naderingspunten zijn. Omdat de herverdeling nog niet bekend is, is de 75% wat conservatief naar 80% afgerond (en is de uitkomst ook nog een keer naar boven afgerond).*

Als er ergens een bottleneck blijkt te zijn, wordt beschouwd in hoeverre dat vervolgens doorwerkt in de uurcapaciteiten van Schiphol. Als er geen bottleneck blijkt te zijn, wordt bekeken of het maximaal aantal naderingen en het maximaal aantal vertrekken per uur op Schiphol beiden vergroot kunnen worden. Daarbij wordt opgemerkt dat dit alleen maar kan als alle delen van de keten de daarvoor benodigde uurcapaciteit inderdaad kunnen realiseren. De reden daarvoor is dat als bijvoorbeeld de capaciteit van het tussenliggende luchtruim vergroot kan worden maar die van het naderingsluchtruim niet, dit effectief niet tot een hogere capaciteit leidt.

Daarbij zijn de volgende indicaties gebruikt:
++: een toename van de uurcapaciteit van Schiphol van meer dan 10 bewegingen per uur;
+ : een toename van de uurcapaciteit van Schiphol tussen de 4 tot 10 bewegingen per uur;
0: geen of een beperkte toename van de uurcapaciteit van Schiphol;
- : een afname van de uurcapaciteit van Schiphol tussen de 4 tot 10 bewegingen per uur;
- -: een afname van de uurcapaciteit van Schiphol van meer dan 10 bewegingen per uur.

11.10.2 Robuustheid en punctualiteit

Bij het criterium uurcapaciteit voor civiel handelsverkeer wordt uitgegaan van de nominale operatie zonder verstoringen. In de operationele praktijk zijn er echter wel verstoringen. Alternatieven en bouwstenen kunnen verschillen in de mate waarin ze bestand zijn tegen dergelijke verstoringen.
Robuustheid kan in deze context opgevat worden als de mate waarin een bouwsteen bestand is tegen verstoringen. Daarbij kan onderscheid gemaakt worden tussen interne verstoringen (als de uitval van een ondersteunend systeem) en externe verstoringen (als de plotselinge sluiting van een landingsbaan).
Punctualiteit kan in deze context opgevat worden als de mate waarin een verstoring leidt tot vertraging van vliegtuigen ten opzichte van de oorspronkelijke planning. Het ATM-systeem is gericht op het vermijden van dergelijke vertragingen omdat deze tot ontregeling, ongemak bij passagiers en kosten voor luchtvaartmaatschappijen leiden en bovendien doorwerken op volgende vluchten.

De mate van robuustheid en punctualiteit van een alternatief is in essentie pas te beoordelen als de bouwstenen in groter detail zijn uitgewerkt. Zo is de robuustheid tegen uitval van een ondersteunend systeem in het geval van verstoringen afhankelijk van de technische architectuur van de systemen, (meerdere) back-up systemen en andere maatregelen. De mate van punctualiteit is dan weer afhankelijk van de procedures in het geval van een verstoring. Deze mate van detail bevatten de bouwstenen en alternatieven in deze fase van de luchtruimherziening niet.

Dit maakt dat de bouwstenen met betrekking tot dit criterium globaal zijn beoordeeld door middel van expertmeningen voor de volgende verstoringen:
- Lokale, tijdelijke verhogingen van het verkeersaanbod (“bunching”);
- Plotseling sluiting van een baan of een luchthaven, of een onaangekondigde sterke reductie van het aantal landingen dat op een luchthaven kan worden uitgevoerd;
- Slecht zicht;
- Extreem weer, als onweer en windshear;
- Een vliegtuig met beperkte manoeuvreerbaarheid (in nood of met technische problemen als motoruitval of hydraulisch falen).

11.10.3 Beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer, GA en drones

Bij de beoordeling van de alternatieven, de bouwstenen en het Voorkeursalternatief is er gekeken of er meer luchtruim beschikbaar komt voor militair verkeer, General Aviation en drones ten opzichte van de referentiesituatie. In deze fase van de luchtruimherziening waarin de hoofdstructuur nog niet in geografisch detail is vastgelegd, kan die beschikbaarheid van luchtruim nog niet bepaald worden in termen van oppervlakte, hoogtes en bruikbaarheid in termen van de wensen van de stakeholders. Daarentegen zijn er wel functionaliteiten en procedures die een gedeeld gebruik van luchtruim meer of minder mogelijk maken in vergelijking met de referentiesituatie en zijn er wijzigingen van de hoofdstructuur die tot ander gebruik delen van het luchtruim leiden. Daarop zijn de bouwstenen met betrekking tot dit criterium globaal beoordeeld door middel van expertmeningen.

12 Effectbeoordeling cyclus 1: Vast of Flexibel

In de eerste cyclus wordt een afweging gemaakt tussen het alternatief Vast en het alternatief Flexibel. Hieronder zijn de belangrijkste bouwstenen waaruit de alternatieven bestaan kort beschreven. Zie hoofdstuk 4 voor meer informatie over het afwegingsproces van de alternatieven.

Alternatief Vast

Bouwsteen	Omschrijving
Trajectory Based Operations	Op dit moment wordt voor bijna alle vluchten een vliegplan gemaakt. Daarin staat welke route gevlogen wordt. Dit plan wordt in 'Trajector Based Operations' (TBO) veel preciezer. Met exacte coördinaten met de hoogte van alle punten langs de route en ook de tijdstippen dat het vliegtuig daarlangs vliegt. Dat plan wordt bovendien snel aangepast als er verstoringen optreden. Door deze TBO-planning continu te delen met alle luchtruimgebru kers en de luchtverkeersleiding kan er veel beter volgens planning worden gevlogen en hoeft er minder omgevlogen te worden.
Extended Arrival Management (E-AMAN)	Naderend verkeer ontvangt al ver voor de landing instructies om in de goede volgorde en op veilige afstand van elkaar naar de luchthaven te vliegen. Dit gebeurt met E-AMAN al buiten het Nederlandse luchtruim, op meer dan 350 km voor de landing.
Naderen via een stelsel van vaste routepunten	Als een vlucht het Nederlandse luchtruim binnenkomt, ligt het begin en eind van de vliegroute vast met routepunten. Het optimale vliegpad is in een rechte lijn van het routepunt aan het begin naar het routepunt aan het eind. Bij binnenkomst in het Nederlandse luchtruim zijn er echter regelmatig afwijkingen ten opzichte van de planning: een vlucht is vroeger of later dan gepland. Dan moeten vliegtuigen afwijken van de rechte lijn om voldoende afstand te bewaren van andere vluchten in het luchtruim. De afwijkingen worden via een 'vast stelsel van vaste routepunten' gecorrigeerd. Het stelsel van routepunten bevindt zich in het 'tussenliggend luchtruim'. Dat ligt tussen ca. 3 en 7,5 km hoogte, vanaf ca. 60 km van de luchthaven tot aan de buitengrens van het Nederlandse luchtruim.
Controlled Time of Arrival (CTA)	De Controlled Time of Arrival (CTA) is de tijd die het planningssysteem van de luchtverkeersleiding aan het vliegtuig geeft om te zorgen dat de vlucht nauwkeurig volgens de planning volgt. Moderne vliegtuigen kunnen die tijd gebru ken om met de boordcomputer de vlucht te plannen en uit te voeren. De CTA geeft de tijd dat het vliegtuig op een bepaalde positie moet zijn. Vanzelfsprekend houdt het planningssysteem rekening met alle andere vluchten, maar ook met de mogelijkheid van het vliegtuig om de CTA te halen.
Free Route Airspace (FRA) op lagere hoogte	Free Route Airspace (FRA) wordt op dit moment gebruikt in het hogere luchtruim. Het betekent dat een vliegtuig niet langs een route ('airway') vliegt, maar vrij is om via routepunten te vliegen. Die vrijheid voor de piloot levert kortere vliegpaden op. FRA wordt voor vertrekkend verkeer uitgebreid naar het tussenliggend luchtruim, dat wil zeggen onder circa 7,5 km, maar niet lager dan circa 3 km. vlieghoogte.
Buizen	Vliegtuigen volgen in de huidige praktijk na de start vaste vertrekroutes. Aankomende vluchten volgen echter geen vaste route, maar worden door de luchtverkeersleiding actief geïnstrueerd en begeleid. "Buizen" zijn nadenings- en vertrekroutes met hoogteprofielen waarmee al het verkeer over vaste paden vliegt en de routes elkaar niet doorkruisen. Bovendien worden de 'buizen' zo ontworpen dat de daling en de klim zo efficiënt mogelijk zijn, dus zo min mogelijk geluidhinder veroorzaken, zo min mogelijk brandstof verbruiken en de uitstoot minimaliseren. Buizen moeten vanzelfsprekend wel groot genoeg zijn om de afstand tussen vliegtuigen onderling voldoende groot te houden. Daarbij moeten ze voor veel verschillende soorten vliegtuigen en onder verschillende weerscondities goed werken. Voldoende ruimte in de buis en strengere eisen aan de prestaties van vliegtuigen zullen ervoor zorgen dat vluchten netjes in het midden van de buis blijven vliegen. Met moderne navigatiemiddelen kan de breedte van de buis 2 NM (Nautical Mile) (ca. 3,6 km) zijn. De hoogte van een buis is afhankelijk van de afstand tot de baan, van het omringende luchtruim en van de nabijheid van andere buizen. De buizen lopen tot in het 'naderingsluchtruim', tot circa 60 km rond een luchthaven. Het luchtverkeer vliegt in dit luchtruim tot circa 3 km hoogte van en naar de baan. Daarboven zijn buizen niet nodig en niet efficiënt.

Alternatief Flexibel

Bouwsteen	Omschrijving
Extended Arrival Management (E-AMAN)	Naderend verkeer ontvangt al ver voor de landing instructies om in de goede volgorde en op veilige afstand van elkaar naar de luchthaven te vliegen. Dit gebeurt met E-AMAN al buiten het Nederlandse luchtruim, op meer dan 350 km voor de landing.
Gates concept	Bij de "gates" worden met navigatie routepunten poorten gecreëerd waar vliegtuigen doorheen worden geleid. De luchtverkeersleiding kiest voor elke vliegtuig een eigen route door voor elke gate een routepunt toe te wijzen. De route is afhankelijk van het andere luchtverkeer. Als er ruimte genoeg is krijgt het vliegtuig een rechte, directe route. Als meer afstand tot het ander luchtverkeer nodig is, krijgt het vliegtuig een iets langere route, aan de hand van andere punten in de gates. De gates liggen in het tussenliggend luchtruim.
Vaste Naderingsroutes	Vliegtuigen volgen na de start vaste vertrekroutes. Aankomende vluchten volgen echter geen vaste route, maar worden door de luchtverkeersleiding actief geïnstrueerd en begeleid. Daardoor zien de paden ('flight tracks') eruit als een kluwen 'spaghetti'. Bij "Vaste Naderingsroutes" vliegt ook het aankomende verkeer over vaste paden. Bovendien maakt dit het mogelijke om met een constante daling te vliegen en daarmee minder geluidhinder te veroorzaken, zo min mogelijk brandstof verbruiken en de uitstoot minimaliseren. Dit dalen wordt beschreven door de bouwstenen "CDO". De routes maken gebruik van de bouwsteen "Performance Based Navigation (PBN)". Voor het laatste gedeelte van de naderingsroute wordt, waar dat mogelijk en gewenst is, de bouwsteen "Gekromde nadering" gebruikt, waarmee geluidhinder verder beperkt kan worden. Vaste Naderingsroutes moeten vanzelfsprekend wel groot genoeg zijn om de afstand tussen vliegtuigen onderling voldoende groot te houden. Daarbij moeten ze voor veel verschillende soorten vliegtuigen en onder verschillende weerscondities goed werken. Met moderne navigatiemiddelen kan de breedte van de route 2 NM (Nautical Mile) (ca. 3,6 km) zijn. De Vaste Naderingsroutes liggen alleen in het 'naderingsluchtruim', vanaf ca. 60 km rond een luchthaven. Het luchtverkeer vliegt in dit luchtruim vanaf ca. 3 km hoogte naar de baan. De Vaste Naderingsroutes zullen niet in alle situaties gebruikt kunnen worden. Om de veilige afstand (separatie) tot andere vliegtuigen te bewaren, moet soms worden afgeweken. Dit gebeurt bijvoorbeeld als vliegtuigen te veel afwijken van de geplande aankomsttijden, vliegsnelheden of klim- en daalprofielen. Ook maken sommige omstandigheden, bijvoorbeeld bij onweersbuien dichtbij de luchthaven, dat de vaste routes niet meer gevolgd kunnen worden.

12.1 Veiligheid

12.1.1 Ongevalsrisico

In paragraaf 11.1 is aangegeven dat de referentiesituatie als uitgangspunt dient. De veiligheid van de alternatieven worden op hoog niveau vergeleken met betrekking tot de ongevalskans. Daarbij wordt in eerste instantie gekeken wat de mogelijke risico's zijn en daarna beschouwd of deze in vervolgstappen kunnen worden gemitigeerd.

12.1.1.1 Alternatief Vast

Globale effecten

Het alternatief Vast kent ten opzichte van de referentiesituatie enkele nieuwe en enkele vergrote risico's, die naar verwachting in de vervolgstappen voldoende gemitigeerd kunnen worden. Het betreft het naderen via een stelsel van vaste routepunten is mogelijk complexer, er kunnen conflicten ontstaan binnen een naderingsbuis en als een vliegtuig niet meer in een buis kan blijven vliegen, leidt dit eerder tot een conflict met ander verkeer. Daarnaast is het voor luchtverkeersleiders wellicht moeilijk om juist de 10% tot 20% van de naderingen in de wat moeilijkere omstandigheden middels vectoren goed af te handelen, terwijl de meeste naderingen anders worden afgehandeld.

Naderingen in tussenliggend luchtruim

In de referentiesituatie wordt in het naderingsproces gebruik gemaakt van vectors[56], welke luchtverkeersleiders geven waar en wanneer zij dat nodig achten. In het alternatief Vast vliegen de vliegers een bepaalde route door het stelsel van vaste routepunten, afhankelijk van hoeveel tijd het vliegtuig moet verliezen om op het juiste moment bij het begin van de naderingsbuizen aan te komen. Deze route wordt vooraf door de luchtverkeersleiding middels onder andere E-AMAN bepaald en via Datalink gecommuniceerd. Omdat het tijdstip waarop het vliegtuig bij het naderingspunt moet aankomen nauwkeurig is vastgelegd zijn veel routepunten in het stelsel nodig. Het aantal routepunten is waarschijnlijk zo groot dat individuele punten geen betekenis meer hebben voor de luchtverkeersleiders en de vliegers. Bovendien worden de routes en de aankomsttijden en daarmee de onderlinge afstanden tussen de vliegtijden door systemen bepaald, waardoor de luchtverkeersleider minder “in control” is dan in de referentiesituatie, hoewel het mogelijk gebrek aan situationeel bewustzijn weer gedeeltelijk gecompenseerd door de ondersteuning van de verkeerleider middels informatie- en visualisatiesystemen. Door dit alles wordt de complexiteit voor de luchtverkeersleiders verhoogd en het overzicht van de vliegers verlaagd. Deze wijze van naderen vereist mogelijk bovendien een groter aantal handelingen van vliegers dan in de referentiesituatie en in elke handeling schuilt het risico tot het maken van een fout. In [VKA] is beschreven dat de visualisatie belangrijk is en dat het stelsel bewezen betrouwbaar moet zijn. Daarmee kunnen de eventuele risico’s naar verwachting voldoende worden gemitigeerd.
Daarbij wordt opgemerkt dat vliegers in overleg met de luchtverkeersleiding gebruik kunnen maken van een functie aan boord genaamd, Controlled Time of Arrival (CTA) om op een afgesproken tijd op bijvoorbeeld het naderingspunt te zijn. Daarmee kan CTA ook ingezet worden om de naderingen op de juiste onderlinge afstand dat punt te laten passeren, naast het stelsel van vaste routepunten. CTA heeft daarmee de potentie de verhoogde complexiteit van de verkeersstromen, het verminderde overzicht van de vliegers en het verhoogde aantal handelingen als gevolg van het naderen via een stelsel van vaste routepunten te reduceren.

Naderingen in naderingsluchtruim

Het alternatief Vast maakt in het naderingsluchtruim gebruik van buizen voor zowel vertrekkend als aankomend verkeer terwijl in de referentie voor aankomend verkeer gebruikt gemaakt wordt van vectors en voor vertrekkend verkeer van standaard vertrekroutes. Daarbij worden vliegtuigen in dezelfde naderingbuis onderling gescheiden door toepassing van Interval Management. Zoals beschreven in [VKA] worden in 2035 naar verwachting twee verschillende implementaties gebruikt: een grond gebaseerd systeem, dat de luchtverkeersleider gebruikt om snelheidsinstructies aan de vliegers te geven, en een meer geavanceerd systeem aan boord van vliegtuigen, waardoor deze automatisch, dus zonder tussenkomt van de luchtverkeersleiding, zelf de juiste afstand tot hun voorganger regelen. Het grond gebaseerde systeem heeft beperkingen met betrekking tot de frequenties van de snelheidsaanpassingen en kent enige vertragingen in de snelheidsaanpassingen. Daarbij komt dat een combinatie van twee verschillende controlesystemen mogelijk niet optimaal werkt omdat ze verschillende terugkoppelmechanismes hebben. Het gevolg kan zijn dat de onderlinge afstand tussen twee vliegtuigen minder dan de norm dreigt te worden. Dit leidt mogelijk tot minder robuustheid in de afhandeling van het verkeer. De kans op een botsing is echter zeer beperkt omdat de onderlinge snelheidsverschillen klein zijn ten opzichte van de normen voor de onderlinge afstanden, omdat het type conflict overzichtelijk is (mede namens het merge-tool), en omdat de luchtverkeersleider ondersteund wordt door een flight conformance monitoringsysteem.

[56] *Vliegtuig ‘vectoring’ is een navigatiedienst die door de luchtverkeersleiding aan vliegtuigen wordt geleverd. De luchtverkeersleider beslist op basis van een bepaald verkeerspatroon waar een specifiek vliegtuig op een specifieke tijd moet zijn. Dit wordt gedaan met koersinstructies en snelheidsinstructies.*

Buizen

De buizen worden zo ontworpen dat de vliegtuigen elkaar niet in de weg zitten als daarbinnen blijven. Dankzij PBN is de kans dat een vliegtuig door onnauwkeurige navigatie niet binnen de buis blijft vrijwel verwaarloosbaar. Er zijn echter andere redenen waarom een vliegtuig niet in de buis kan blijven vliegen. Realistische voorbeelden zijn afwijkingen als gevolg van een motorstoring of als gevolg van extreme weersomstandigheden zoals zware regen- en/ of onweersbuien[57]. De kans dat vliegtuigen daardoor te dicht bij elkaar komen is in het buizenconcept klein maar wel groter dan in de referentiesituatie. In de referentiesituatie worden vertrekkend en aankomend verkeersstromen van verschillende banen van elkaar gescheiden door ze in aparte delen van het luchtruim te laten vliegen, terwijl in het buizenconcept de verkeersstromen waarschijnlijk dichter bij elkaar vliegen en vaker alleen met hoogteverschillen uit elkaar worden gehaald. In de basis heeft het buizenconcept daarmee dat een negatief effect op de veiligheid. Daar tegenover staat echter dat de verkeersstromen overzichtelijker en minder complex zijn omdat de buizen en dus de vliegpaden vooraf gedefinieerd zijn. Dit maakt het geheel ook voorspelbaarder voor zowel de luchtverkeersleiders als de vliegers. Goede training en goede systeemondersteuning, met name een flight conformance monitoringsysteem, heeft daarnaast de potentie de werkdruk voor luchtverkeersleiders te verlagen, het situationele bewustzijn te vergroten en een eventueel conflict tijdig te detecteren en op te lossen. Daarmee kan het buizensysteem naar verwachting even veilig worden gemaakt als de referentiesituatie.

Free Route Airspace op lagere hoogte

Vertrekkende vliegtuigen in het tussenliggende luchtruim vliegen in een Free Route Airspace (FRA). Ook in de huidige praktijk wordt er vaak vanaf het eindpunt van de SID rechtstreeks richting het buitenland gevlogen. FRA is in andere omgevingen, zoals in het Upper Airspace boven FL245 (circa 7,5km), beproefd en is, uitgaande van goede systeemondersteuning, zoals systemen die potentiele conflicten kunnen detecteren, niet onveiliger dan de conventionele operatie in de referentiesituatie[58]. Daarbij komt dat de vrije routering in moeilijke omstandigheden per individueel geval geweigerd kan worden door de luchtverkeersleiding, zowel in de planningsfase (na het indienen van een flight plan kan de user preferred trajectory door de luchtverkeersleiding worden aangepast) als in de tactische fase (tijdens het vliegen kan de verkeerleider altijd nog ingrijpen met koers- hoogte- en snelheidsinstructies), dus ook in het alternatief Vast. Daarmee is de FRA bij benadering even veilig als de referentiesituatie.

Rol van de luchtverkeersleider

De mens krijgt als gevolg van de ontwikkelingen van de luchtruimherziening een andere rol [Mens in OPS concept]. Deze constatering verdient in de naderingen in dit alternatief bijzondere aandacht, juist vanwege de veiligheid en juist vanwege de aanname dat ongeveer 10% tot 20% van de naderingen gevectord gaat worden. Of de verdere uitwerking in de Planuitwerking voldoende veiligheid oplevert is op voorhand moeilijk in te schatten en zal gaande de ontwikkelingen moeten blijken. Knoppen waaraan gedraaid kan worden zijn onder andere (in volgorde): ontwerp van de operatie met buizen, simulaties, trainingen, terugkoppeling door luchtverkeersleiders en verwerking in het ontwerp, aanpassingen aan de operatie, verdere iteraties. De eerste inschatting is dat dit mogelijk is.

[57] *In de huidige praktijk wijken vliegers ook voorkeur uit voor bijvoorbeeld buien vanwege het passagierscomfort, ook omdat dat door de verkeersleiding relatief gemakkelijk geaccommodeerd kan worden. In het systeem van buizen zal dat waarschijnlijk minder gebeuren.*

[58] *Daarbij wordt opgemerkt dat de verkeerspatronen in het tussenliggend luchtruim complexer zijn, met meer verschillen in hoogte en verticale snelheden, dan in het Upper Airspace. Dat FRA in Upper Airpspace veilig werkt is dus alleen een grond om te verwachten dat dit ook in het tussenliggend luchtruim kan maar zeker geen bewijs.*

12.1.1.2 Alternatief Flexibel

Globale effecten
Het alternatief Flexibel kent ten opzichte van de referentiesituatie enkele nieuwe en enkele vergrote risico's, die naar verwachting in de vervolgstappen voldoende gemitigeerd kunnen worden. Het betreft het naderen via Gates is mogelijk complexer en onoverzichtelijker en daardoor kunnen conflicten ontstaan. Daarnaast is het voor luchtverkeersleiders wellicht moeilijk om in 20% tot 30% van de naderingen een wat meer surveillerende en minder controlerende taak uit te voeren.

Naderingen in tussenliggend luchtruim
In het naderingsproces in het alternatief Flexibel vliegen de vliegers via Gates. Doelstelling van Gates is vergelijkbaar met de nadering via de stelsels van vaste routepunten, namelijk het realiseren van tijdverschillen door het verlengen of verkorten van vliegpaden, opdat ze dan goed getimed op het naderingspunt arriveren. De effecten op de veiligheid zijn daarmee ook vergelijkbaar (zie paragraaf 12.1.1.1): Gates verhoogt de complexiteit voor de luchtverkeersleiders, beperkt het overzicht voor vliegers en vergroot het aantal handelingen van luchtverkeersleiders en vliegers waardoor de kans op fouten ook toeneemt. De benoemde effecten worden in Flexibel enigszins vergroot omdat de aanlevering vanuit het hoger liggende luchtruim minder nauwkeurig is door het ontbreken van TBO en omdat de CTA-functionaliteit ontbreekt. Aan de andere kant wordt er in Gates convergerend richting het naderingspunt gevlogen, en dat beidt meer overzicht en minder laterale snelheidsverschillen, en wordt ook de hoogte gebruikt om vliegtuigen onderling op voldoende afstand te houden. De eventuele risico's kunnen net zoals voor het stelsel van vaste routepunten naar verwachting voldoende worden gemitigeerd.

Vaste Naderings Routes
In het alternatief Flexibel wordt voor de naderingen gebruik gemaakt van Vaste Naderings Routes (VNR). Om ervoor te zorgen dat vliegtuigen op dezelfde vliegroute voldoende afstand houden kan een luchtverkeersleider gebruik maken van snelheids- en hoogte-instructies. Er worden nominaal geen koersinstructies gegeven als in de referentiesituatie. Omdat er nominaal geen koersinstructies worden gegeven, zullen de onderlinge afstanden tussen de vliegtuigen in de VNRs groter moeten zijn dan in de referentiesituatie (of in de buizen van het alternatief Vast, dat gebruik maakt van Interval Management). Dat leidt tot een lagere capaciteit en daar is in het alternatief Flexibel rekening mee gehouden. Het is één van de redenen dat maar 20% tot 30% van de vluchten op Schiphol nadert middels VNRs, en daarmee is er geen veiligheidsissue. Op het moment dat de capaciteit niet gehaald kan worden en de marges kleiner worden, wordt in dit alternatief overgegaan op vectoring.

Rol van de luchtverkeersleider
De rol van de mens in dit alternatief is dus weer anders dan in het alternatief Vast, in het bijzonder met betrekking tot de mate van automatisering van de naderingen. In dit alternatief rijst dan juist de vraag of de naderingsverkeersleider, doorgaans in direct control van het verkeer, goed in staat is om op gezette tijden een meer waakzame, surveillerende taak uit te voeren. Of de uitwerking in de vervolgstappen hiervan voldoende veiligheid oplevert is op voorhand moeilijk in te schatten en zal gaande de ontwikkelingen moeten blijken. De eerste inschatting is dat dit mogelijk is.

12.1.2 Externe veiligheid

Globale effecten
Geen van de alternatieven hebben een significant effect op de externe veiligheid. Beide alternatieven scoren daarom gelijk ten opzichte van de referentiesituatie op het criterium externe veiligheid.

Bepalende factoren
In paragraaf 11.4.2 zijn de factoren genoemd die in modellen worden gebruikt om het plaatsgebonden risico bepalen:

- Het aantal vliegbewegingen;
- De kans op een ongeval per vliegbeweging;
- De omvang van de vliegtuigen waarbij het maximale startgewicht bepalend is;
- Het gebruik en ligging van de start- en landingsbanen en de bijbehorende vliegprocedures.

Twee van deze factoren worden niet beïnvloed door de luchtruimherziening, namelijk: het aantal vliegbewegingen en de omvang van de vliegtuigen. De twee andere factoren worden mogelijk wel beïnvloed door de luchtruimherziening: de kans op een ongeval per vliegbeweging en de vliegprocedures horende bij het gebruik van de start- en landingsbanen.

Kans op een ongeval
Het blijkt dat de kans op een ongeval nauwelijks verandert door de luchtruimherziening, ongeacht de bouwstenen en motorlokken. De reden is dat de relevante aspecten van het luchtruim en de verkeerafhandelingen slechts van invloed zijn op een klein deel van de totale ongevalskans. Het hoofdbestanddeel daarvan betreft de zogeheten ATC-gerelateerde ongevallen in de commerciële luchtvaart is ATC (zie ook paragraaf 11.4.1). Ongeveer 8% van de ongevallen in de commerciële luchtvaart is ATC gerelateerd [Conceptnorm]. Ongeveer 8% van de ATC gerelateerde ongevallen vindt plaats in die delen van het luchtruim waar de bouwstenen en alternatieven een effect op hebben, namelijk tussen grofweg de grond en FL245 (circa 7,5km) [Apportioned ATC safety criteria]. Dat betekent dat aanpassingen aan het Nederlandse luchtruim een effect hebben op een beperkt aandeel, in de orde van grootte van 8% * 8% = 0,6% van alle ongevallen in de civiele luchtvaart. Daarbij wordt opgemerkt dat het effect van de alternatieven Vast en Flexibel op dat beperkte deel van de ongevalskans ook weer beperkt is, zoals hierboven is aangegeven. Er is immers gesteld dat het mogelijk is dat in de verdere uitwerking van deze alternatieven alle elementen voldoende veilig kunnen worden gemaakt. De invloed van de luchtruimherziening op de kans op een ongeval per vliegbeweging is daarmee verwaarloosbaar.

Locaties van ongevallen
De vliegpaden veranderen wel in de alternatieven. In die gevallen wordt het plaatsgebonden risico dan gedeeltelijk verplaatst van het ene gebied naar het andere gebied. Dit geldt niet voor de gebieden gelegen in het verlengde van de start- en landingsbanen op minder dan enkele kilometers van de banen. Om die reden zullen de huidige risicocontouren binnen welke de kans op overlijden groter is dan 10^{-5} of 10^{-6} per jaar niet veranderen. Andere risicocontouren, bijvoorbeeld binnen welke de kans op overlijden groter is dan 10^{-7} per jaar, veranderen mogelijk wel. Omdat het precieze ontwerp van de procedures nu nog niet bekend is, is de geografie van die mogelijke verandering ook nog niet bekend. Wel kan worden gesteld dat de risico's op een wat grotere afstand van de baan, op meer dan 10km, meer geconcentreerd worden door het gebruik van de buizen. Er ontstaan daarmee gebieden met vrijwel geen extern risico en gebieden met een verhoogd risico, namelijk de gebieden onder de buizen. Omdat het daarbij gaat om relatief lage kansen en omdat het niet gaat om een vergroting of verkleining van het risico gesommeerd over alle gebieden, worden de effecten van de luchtruimherziening op het plaatsgebonden risico als neutraal beoordeeld.

Groepsrisico

Voor het groepsrisico is dan het aantal, de soort en de ligging van kwetsbare objecten als woningen, en kantoren binnen de risicocontouren nog relevant. Daar kan echter in deze fase nog niets over gesteld worden omdat het precieze ontwerp van de procedures nu nog niet bekend is. Er zijn echter twee overwegingen die maken dat de invloed van de luchtruimherziening op het groepsrisico naar verwachting ook min of meer neutraal is. Op de eerste plaats betreft de verplaatsing van de contouren niet die van de grootste kansen (als 10^{-5} of 10^{-6} per jaar) maar die van de kleinere kansen (10^{-7}) per jaar. Op de tweede plaats is er geen reden om te verwachten dat de procedures bij de luchtruimherziening zo aangepast gaan worden dat die meer boven stedelijk gebied zullen komen te liggen. Beter nog, de verlaging van het groepsrisico zou als criterium opgenomen kunnen worden in het precieze ontwerp van de routes en buizen in de Planuitwerking. Daarmee is het denkbaar dat het groepsrisico verlaagd kan worden ten opzichte van de referentiesituatie. De vliegpaden in die referentiesituatie vermijden overigens ook bebouwde omgevingen, onder andere vanwege de geluidshinder, maar dat lukt bij de naderingen op Schiphol boven 2.000 voet (circa 600m) minder omdat de vliegtuigen in de operationele praktijk door vectoren over relatief grotere gebieden vliegen.

12.1.3 Conclusies

Het alternatief Vast biedt mogelijkheden om in de planuitwerking om de geconstateerde extra of vergrootte risico's in voldoende mate te mitigeren. Er is daarmee een ontwerp mogelijk dat minimaal even veilig is als de referentiesituatie. Het alternatief scoort daarmee 0 op het criterium ongevalsrisico. De risico's betreffen: het naderen via een stelsel van vaste routepunten is mogelijk complexer, er kunnen conflicten ontstaan binnen een naderingsbuis en als een vliegtuig niet meer in een buis kan blijven vliegen. Daarnaast is het voor luchtverkeersleiders wellicht moeilijk om soms de naderingen middels vectoren goed af te handelen, terwijl de meeste naderingen anders worden afgehandeld.

Het alternatief Flexibel biedt mogelijkheden om in de planuitwerking om de geconstateerde extra of vergrootte risico's in voldoende mate te mitigeren. Er is daarmee een ontwerp mogelijk dat minimaal even veilig is als de referentiesituatie. Het alternatief scoort daarmee 0 op het criterium ongevalsrisico. De risico's betreffen: het naderen via Gates is mogelijk complexer en er kunnen conflicten ontstaan tussen vliegtuigen op dezelfde Vaste Naderingsroutes. Daarnaast is het voor luchtverkeersleiders wellicht moeilijk om soms de naderingen met een wat meer surveillerende en minder controlerende taak te leiden.

Beide alternatieven scoren ook 0 op het criterium externe veiligheid. Dit komt omdat ze geen significante invloed hebben op de bepalende factoren die samen de externe veiligheid maken: het aantal vliegbewegingen, de kans op een ongeval per vliegbeweging en het gewicht van vliegtuigen. De vliegpaden veranderen wel in de alternatieven en daarmee wordt het risico op grotere afstand van de baan meer geconcentreerd maar op dit moment is nog niet bepaald waar. Het groepsrisico zou verlaagd kunnen worden door bij het ontwerp van de buizen en routes rekening te houden met woonkernen. Dat geldt voor beide alternatieven in gelijke mate.

Tabel 12-1 Effect van alternatieven Vast en Flexibel op het thema veiligheid

Criterium	Vast	Flexibel
Ongevalsrisico	0	0
Externe veiligheid	0	0

12.2 Geluid

12.2.1 Geluidsbelasting

In paragraaf 11.5.2 is aangegeven dat drie geluidscontouren bepaald zijn, namelijk die voor een generieke vertrekbaan met 50.000 vertrekken, een generieke landingsbaan met 50.000 naderingen en een generieke start- en landingsbaan met 50.000 vertrekken en 50.000 naderingen.

Een belangrijke maat voor de geluidsbelasting is het oppervlakte binnen de geluidscontouren van de alternatieven in vergelijking met de oppervlaktes binnen de geluidscontouren van de referentiesituatie. Juist omdat een generieke baan maar een model is van de werkelijke situatie wordt bij het beoordelen van de geluidsbelasting ook gekeken naar de onderliggende factoren. De scores van de alternatieven worden toegekend op basis van de gecombineerde geluidscontouren in verhouding tot de gecombineerde geluidscontouren van de referentiesituatie. De geluidscontouren voor de vertrekbaan en de landingsbaan worden wel gegeven en geduid.

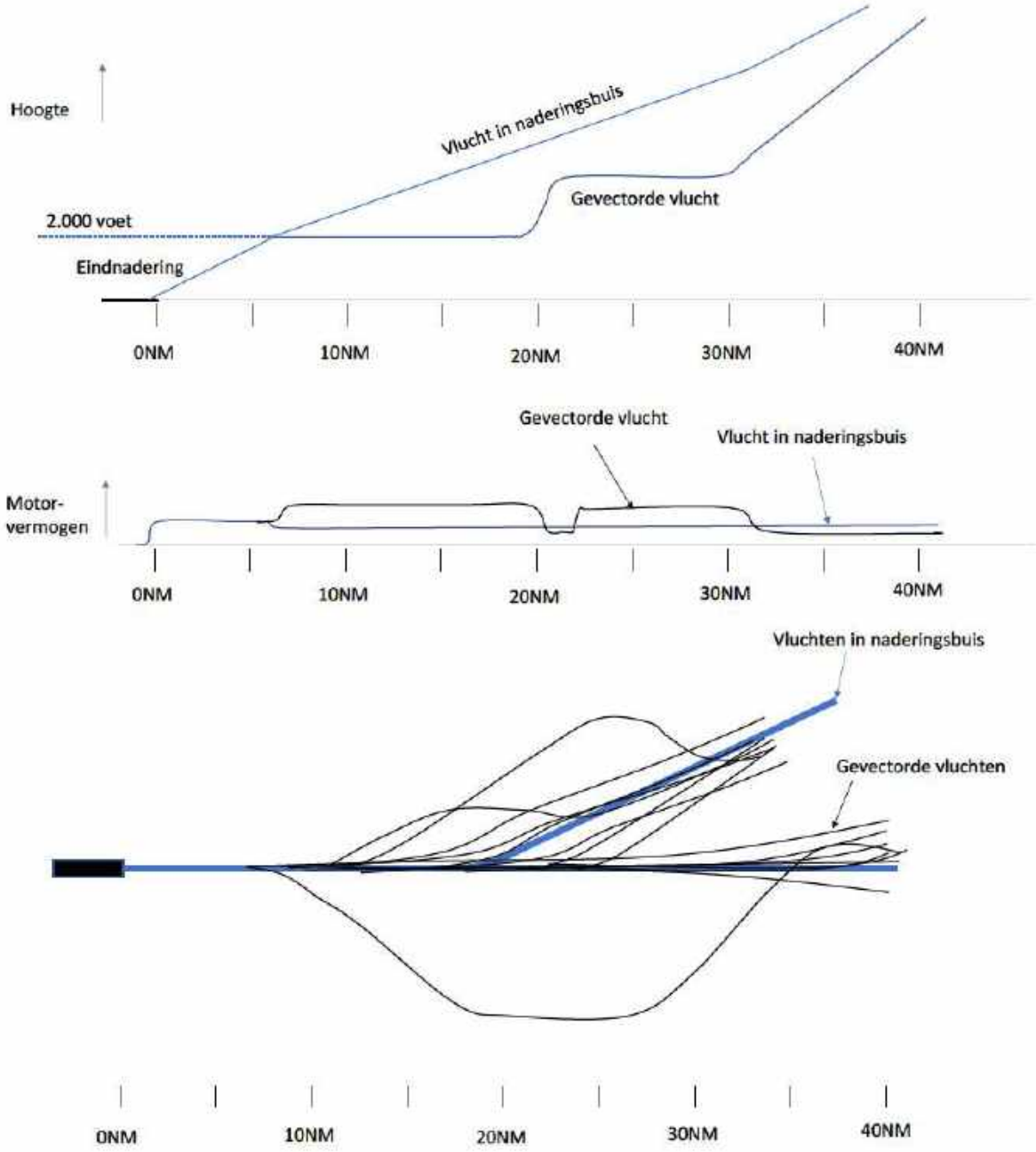
12.2.1.1 Alternatief Vast

Globale effecten
Het alternatief Vast leidt tot een significant lagere geluidsbelasting van de naderingen in vergelijking met de referentiesituatie. De oppervlakte binnen de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren wordt naar verwachting in de orde van 19% tot 22% verkleind. Dat komt vooral door een lagere geluidsbelasting in het naderingsproces van het alternatief Vast. Dit is vooral het gevolg van de grotere hoogte en het beperktere gebruik van de motoren tijdens de naderingen. Het alternatief leidt niet tot een significant andere geluidsbelasting van de vertrekken in vergelijking met de referentiesituatie.

Naderingen
In het alternatief Vast wordt genaderd in buizen met een vaste daalhoek; dat is het zogeheten continu dalen. Dit heeft vier effecten op de geluidsbelasting op de grond ten opzichte van de referentiesituatie:

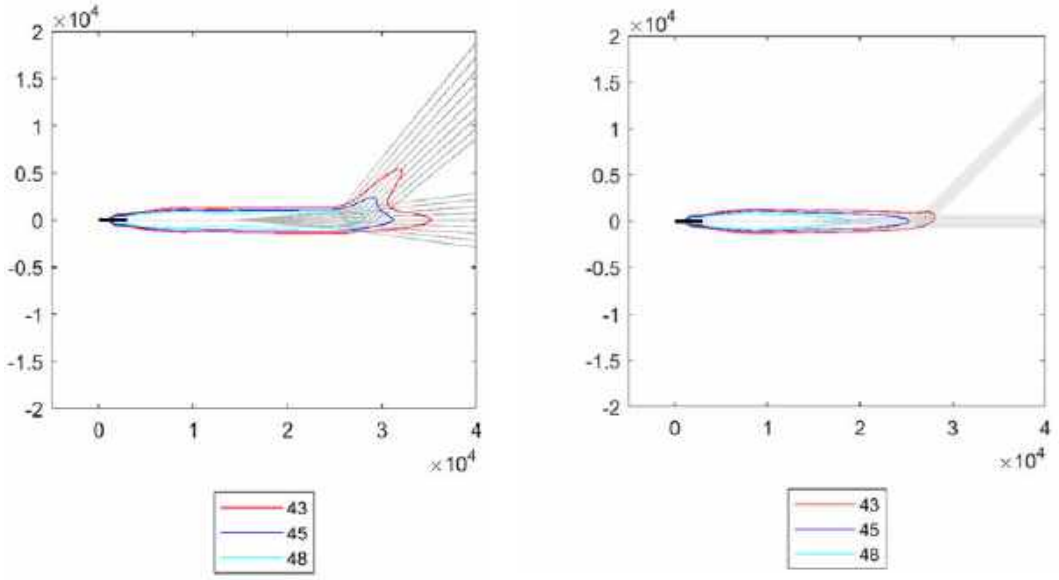
- Vliegtuigen vliegen over het algemeen hoger; daardoor is het geluid op de grond minder;
- Vliegtuigen vliegen over het algemeen met een lagere stand van de gashendel; daardoor wordt minder vermogen en minder geluid geproduceerd door de motoren;
- Vliegtuigen vliegen kortere paden; daardoor wordt over minder tijd geluid geproduceerd;
- Vliegtuigen vliegen over zelfde paden; daardoor wordt het geluid op de grond meer geconcentreerd.

In figuur 12-1 hieronder worden deze effecten geïllustreerd.



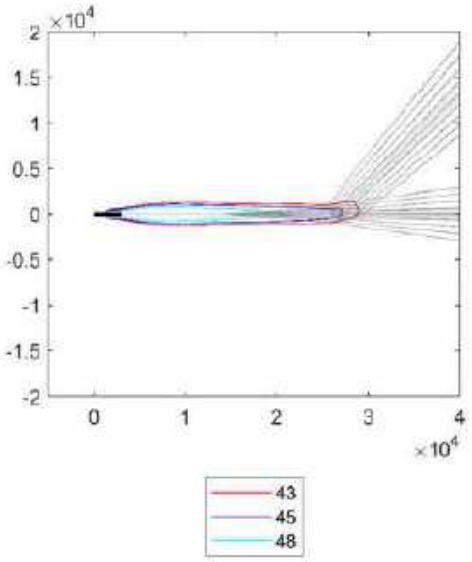
Figuur 12-1 Het bovenste figuur geeft het zijaanzicht van een fictieve vlucht in een naderingsbuis (in het alternatief Vast) en van een fictieve gevectorde vlucht (in de referentiesituatie), uitgaande van een rechte nadering met een eindnadering vanaf 2000 voet. De hoogte en de horizontale afstand zijn niet op dezelfde schaal getekend. Dit figuur illustreert dat een vlucht in een buis continu daalt (dus zonder zogeheten level segmenten in de zogeheten stepped descends van de gevectorde vlucht) en doorgaans hoger vliegt dan een gevectorde vlucht (vanaf een punt ver van de luchthaven tot aan de eindnadering). Het middelste figuur geeft een indicatie van het gebruik van de motoren tijdens deze twee vluchten (uitgaande van hetzelfde type vliegtuig, zonder een precieze schaal van het motorvermogen). Dit figuur illustreert dat de motoren van een vlucht in een buis regelmatiger worden gebruikt dan de motoren van een gevectorde vlucht in een buis. Het onderste figuur toont een bovenaanzicht van meerdere vluchten in een naderingsbuis (met een vertakking), aangegeven in blauw, en van meerdere gevectorde vluchten naar dezelfde baan, aangegeven in zwart. Dit figuur is afgeleid van werkelijke tracks en geeft net als de andere twee figuren alleen een impressie. Het illustreert dat vluchten in een naderingsbuis dezelfde paden vliegen zonder de verscheidenheid in de horizontale paden van gevectorde vluchten. Het figuur illustreert ook dat vluchten in een naderingsbuis doorgaans een kortere afstand vliegen naar de eindnadering dan gevectorde vluchten

Als gevolg van de eerste drie effecten is de geluidsbelasting van naderingsbuizen lager dan in de referentiesituatie. Als gevolg van het vierde effect is de geluidsbelasting meer geconcentreerd. Daardoor wordt de geluidsbelasting verder weg van de naderingsbuizen minder maar mogelijk meer in de gebieden direct onder de buizen, ook afhankelijk van de grootte van de eerste drie effecten. De resultaten van de berekeningen van de geluidsbelasting van de naderingen op de generiek baan laten de optelsom van deze effecten zien. Het figuur 12-2 geeft de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden voor de referentiesituatie en voor het volledig naderen in buizen.



Figuur 12-2 De 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden van 50.000 naderingen in één jaar overdag. Links geeft de resultaten voor naderen in de referentiesituatie en rechts geeft de resultaten voor naderen in buizen, waarbij alle vluchten via de buizen naderen

Het blijkt uit deze resultaten dat de geluidsbelasting van de buizen inderdaad significant minder is dan in de referentiesituatie. Het blijkt ook dat het bovengenoemde effect van de concentratie van het geluid wegvalt doordat de gesommeerde effecten een geluidsreductie tot gevolg hebben (met name: hoger en minder motorvermogen). Verder kan nog worden opgemerkt dat in deze modellering is uitgegaan van een vaste daalhoek van 2^0. Als het blijkt dat Interval Management ook bij een grotere daalhoek van bijvoorbeeld $2{,}5^0$ voldoende capaciteit kan leveren, dan zal dit leiden tot nog minder motorgebruik en nog grotere hoogtes tijdens het dalen, waardoor de geluidsbelasting op de grond nog minder wordt.
In het alternatief Vast zal op Schiphol 10% tot 20% van de naderingen als in de referentiesituatie worden afgehandeld. Hierdoor wordt het positieve effect van de naderingsbuizen gereduceerd. Figuur 12-3 geeft de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden voor het alternatief Vast, aannemende dat 15% van de naderingen gevectord worden.



Figuur 12-3 De 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden van 50.000 naderingen in één jaar overdag. Het figuur geeft de resultaten voor naderen in buizen, waarbij 85% van de vluchten via de buizen anderen en 15% gevectord wordt

Tabel 12-2 geeft de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren voor de aankomstoperatie in km^2.

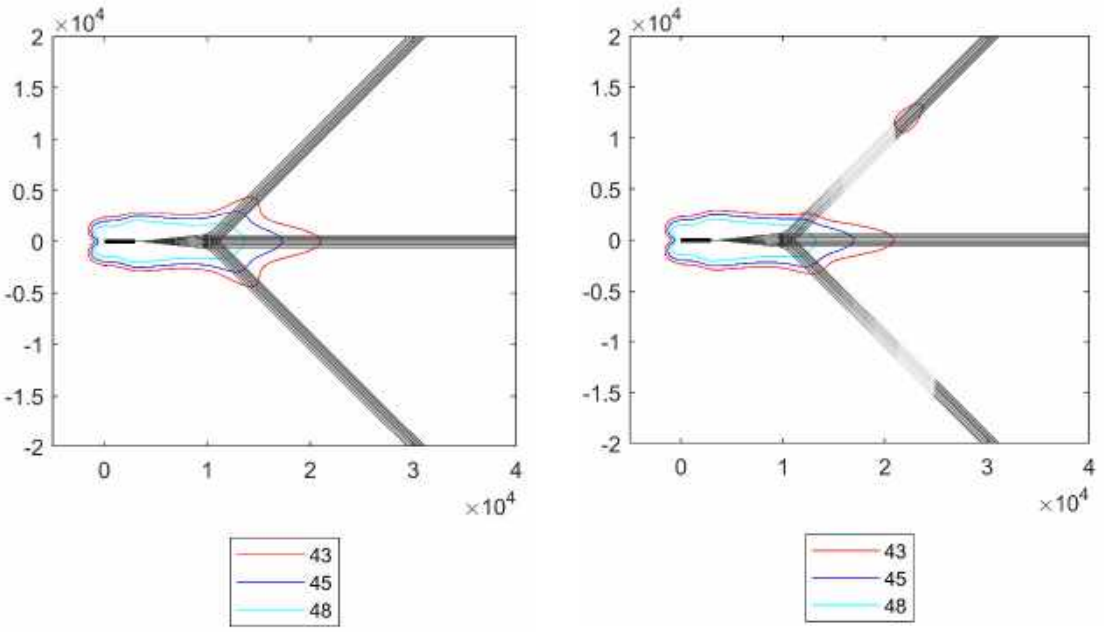
Tabel 12-2 De oppervlaktes in km^2 binnen verschillende geluidscontouren voor de naderingen en het procentueel verschil tussen het alternatief Vast en de referentiesituatie

	43dB(A)	45dB(A)	48dB(A)
Naderingen in referentiesituatie	90	62	37
Naderen in alternatief Vast	60	44	23
Δ Procentueel verschil alternatief Vast in verhouding tot referentiesituatie	-33%	-29%	-38%

Het blijkt hieruit dat de geluidsbelasting door het naderen in het alternatief Vast significant minder is dan voor het naderen in de referentiesituatie, ook als een deel van de vluchten niet in naderingsbuizen wordt afgehandeld. De afname is in de orde van 33% tot 38%.

Vertrekken

In het alternatief Vast wordt ook vertrokken in buizen (zie ook figuur 12-4). De verschillen in operatie en procedures tussen vertrekken in buizen en vertrekken in de referentiesituatie via standaard vertrekroutes (SIDs) zijn klein: in beide gevallen is een vliegpad en minimale klimhoek voorgeschreven en bestaat de mogelijkheid sneller te klimmen, om zo onder andere de geluidsbelasting en ook het brandstofgebruik te reduceren. In zekere zin faciliteert zowel de referentiesituatie als het alternatief Vast continue klimmen (CCO) voor de vertrekken, in de referentiesituatie wordt dat ook in de meeste gevallen toegepast. Daardoor zijn er in eerste instantie geen verschillen in de effecten op de geluidsbelasting. Een verschil tussen de buizen en de referentiesituatie is dat de vertrekbuizen mogelijk hoogtebeperkingen nodig heeft om zo een goed buizensysteem te ontworpen. Het kan dan bijvoorbeeld nodig zijn dat een vertrekbuis onder de naderingsbuis, behorend bij een andere baan (op mogelijk een andere luchthaven), kruist. Dit leidt dan tot een zogeheten “level-segment” waarop de gashendelstand tijdelijk wordt teruggeschroefd. Het blijkt uit berekeningen dat dit effectief tot een iets lagere geluidsbelasting leidt ten opzichte van de referentiesituatie; het minder motorvermogen wint als het ware van de lagere hoogte.[59] Deze level-segmenten zijn echter geen eigenlijk onderdeel van de buizen en daarom wordt dit overwegend positieve effect niet meegewogen in de score (zie appendix A).

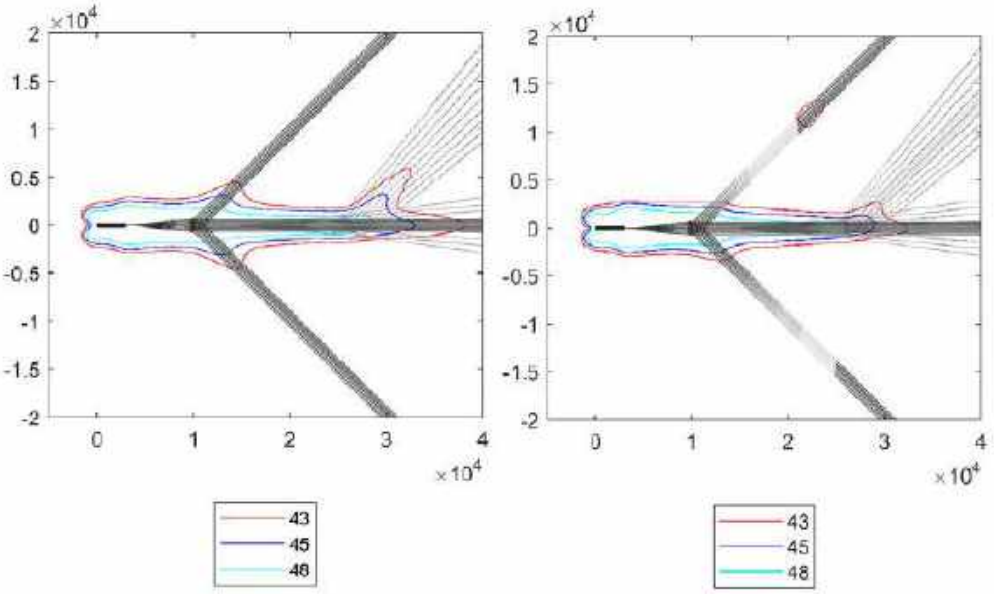


Figuur 12-4 De 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden van 50.000 vertrekken in één jaar overdag. Links geeft de resultaten voor vertrekken in de referentiesituatie en rechts geeft de resultaten voor vertrekken in buizen met enkele zogeheten level segmenten

Vertrekken en naderen gecombineerd

De scores voor de alternatieven worden toegekend door de gecombineerde geluidscontouren van de referentiesituatie te vergelijken met die van de gecombineerde geluidscontouren van het alternatief Vast. Figuur 12-5 geeft de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden voor het alternatief Vast, aannemende dat 15% van de naderingen gevectord worden.

[59] *In de figuren met de vertrekken in buizen is overigens te zien dat op het einde van een dergelijk levelsegment het gebruik van de motoren om te klimmen leidt tot meer geluid op de grond. Het oppervlakte binnen de bijbehorende contouren is meegewogen maar blijkt, misschien contra-intuïtief, toch kleiner dan de vermindering van het oppervlakte binnen de contouren onder het begin van het level-segment.*



Figuur 12-5 De 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden van 50.000 vertrekken en 50.000 naderingen op de generieke start- en landingsbaan in één jaar overdag. Links geeft de resultaten voor de referentiesituatie en rechts geeft de resultaten voor het alternatief Vast

Tabel 12-3 geeft de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren in km^2.

Tabel 12-3 De oppervlaktes in km² binnen verschillende geluidscontouren voor de gecombineerde start- en landingsbaan en het procentueel verschil tussen het alternatief Vast en de referentiesituatie

	43dB(A)	45dB(A)	48dB(A)
Gecombineerde contouren referentiesituatie	187	130	79
Gecombineerde contouren alternatief Vast	146	105	63
Δ Procentueel verschil alternatief Vast in verhouding tot referentiesituatie	-22%	-19%	-19%

Het blijkt dat het alternatief Vast een significante reductie van de geluidsbelasting realiseert in de orde van 19% tot 22%.

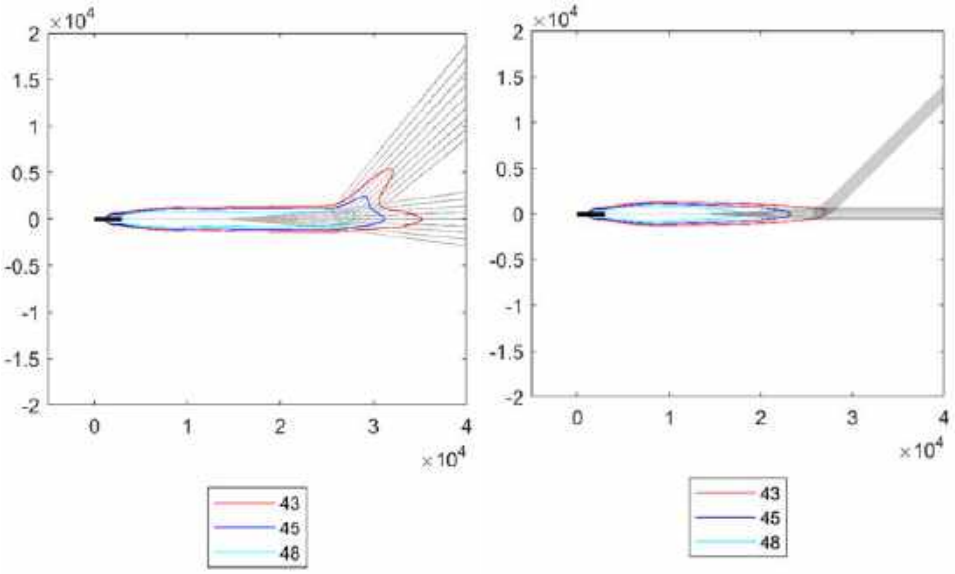
12.2.1.2 Alternatief Flexibel

Globale effecten
Het alternatief Flexibel leidt tot een lagere geluidsbelasting van de naderingen in vergelijking met de referentiesituatie. De oppervlakte binnen de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren wordt naar verwachting in de orde van 4% tot 6% verkleind. Dat komt vooral door een lagere geluidsbelasting in het naderingsproces van alternatief Flexibel. Dat zorgt namelijk voor een reductie van ongeveer 10% ten opzichte van de referentiesituatie. Dit is vooral het gevolg van de grotere hoogte en het beperktere gebruik van de motoren tijdens de naderingen via de Vaste Naderings Routes. Het alternatief leidt niet tot een significant andere geluidsbelasting van de vertrekken in vergelijking met de referentiesituatie.

Naderingen
In het alternatief Flexibel wordt genaderd via Vaste Naderings Routes waarbij het hoogteprofiel niet of in een beperkte mate is voorgeschreven. De vliegtuigen zullen dan het individuele hoogteprofiel zodanig kiezen waarbij het motorvermogen wordt geminimaliseerd. Dit leidt tot daalhoeken van typisch tussen de 2^0 en 3^0, afhankelijk van vooral het type vliegtuig, het gewicht en de wind. Dit heeft, net als in de buizen, vier effecten op de geluidsbelasting op de grond ten opzichte van de referentiesituatie:

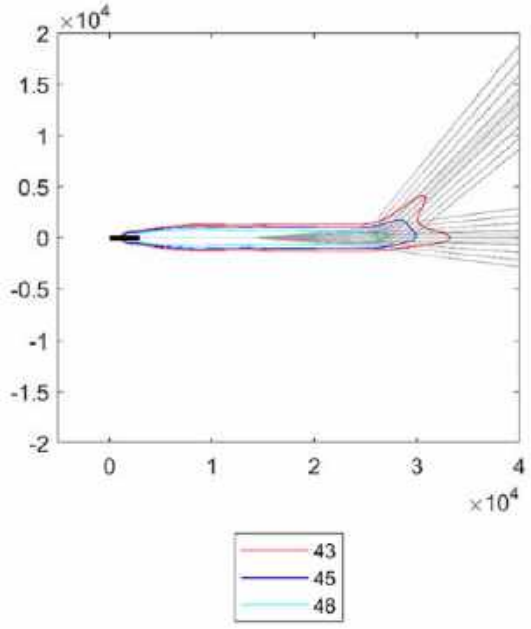
- Vliegtuigen vliegen over het algemeen hoger; daardoor is het geluid op de grond minder;
- Vliegtuigen vliegen over het algemeen met een lagere stand van de gashendel; daardoor wordt minder geluid geproduceerd door de motoren;
- Vliegtuigen vliegen kortere paden; daardoor wordt over minder tijd geluid geproduceerd;
- Vliegtuigen vliegen over zelfde paden; daardoor wordt het geluid op de grond meer geconcentreerd.

Net als bij de buizen, is het gevolg van de eerste drie effecten dat de geluidsbelasting van buizen lager is dan in de referentiesituatie. Het gevolg van de eerste twee effecten is dat de geluidsbelasting van de Vaste Naderings Routes zelfs lager is dan van de buizen. Als gevolg van het vierde effect zal de geluidsbelasting meer geconcentreerd zijn. Daardoor wordt de geluidsbelasting verder weg van de naderingsbuizen minder maar meer in de gebieden onder de buizen, ook afhankelijk van de grootte van de eerste drie effecten.
De resultaten van de berekeningen van de geluidsbelasting van de naderingen op de generiek baan laten de optelsom van deze effecten zien. Figuur 12-6 geeft de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden voor de referentiesituatie en voor het volledig naderen met Vaste naderingsroutes.



Figuur 12-6 De 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden van 50.000 naderingen in één jaar overdag. Links geeft de resultaten voor naderen in de referentiesituatie en rechts geeft de resultaten voor naderen in Vaste Naderings Routes, waarbij alle vluchten (100%) in Vaste Naderings Routes naderen

Het blijkt uit deze resultaten dat de geluidsbelasting van de Vaste naderingsroutes inderdaad significant minder is dan in de referentiesituatie. Het blijkt ook dat het bovengenoemde effect van de concentratie van het geluid wegvalt doordat de gesommeerde effecten een geluidsreductie tot gevolg hebben (met name: hoger en minder motorvermogen). In het alternatief Flexibel zal op Schiphol 70% tot 80% van de naderingen als in de referentiesituatie worden afgehandeld. Hierdoor wordt het positieve effect van de naderingsbuizen gereduceerd. Figuur 12-7 geeft de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden voor het alternatief Vast, aannemende dat 75% van de naderingen gevectord worden.

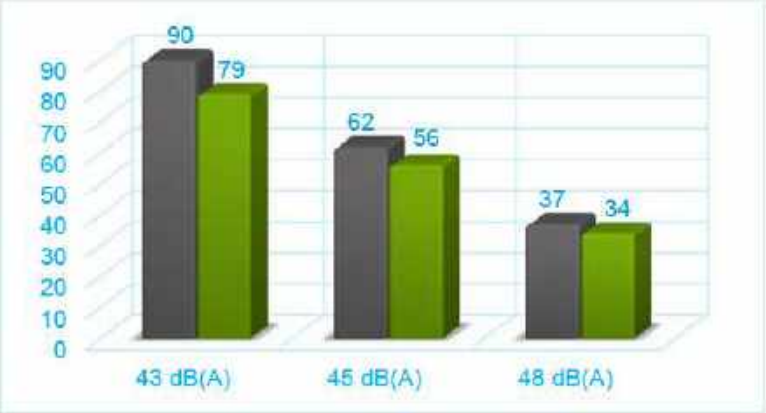


Figuur 12-7 De 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden van 50.000 naderingen in één jaar overdag voor naderen in VNR, waarbij 25% van de vluchten via VNR naderen en 75% gevectord wordt

Tabel 12-4 geeft de oppervlakte binnen de geluidscontouren voor de aankomstoperatie in km^2.

Tabel 12-4 De oppervlaktes in km² binnen verschillende geluidscontouren voor de naderingen en het procentueel verschil tussen het alternatief Flexibel en de referentiesituatie

	43dB(A)	45dB(A)	48dB(A)
Naderingen in referentiesituatie	90	62	37
Naderen in Flexibel	79	56	34
Δ Procentueel verschil alternatief Vast in verhouding tot referentiesituatie	-12%	-9%	-11%



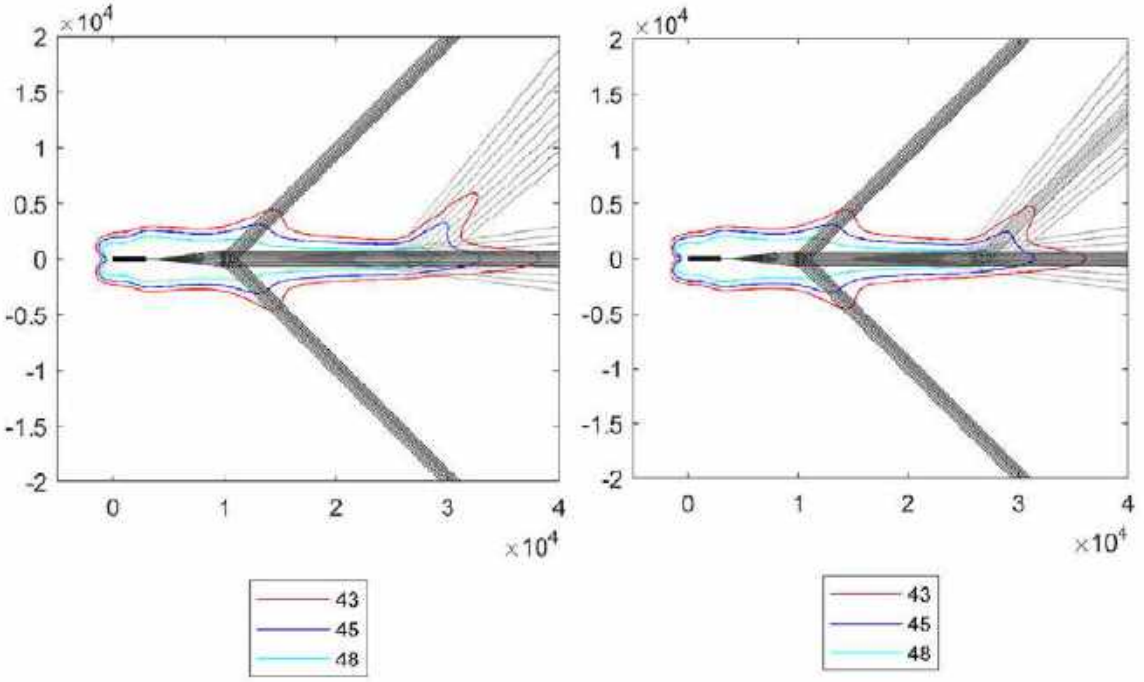
Het blijkt hieruit dat de geluidsbelasting van het naderen in het alternatief Flexibel minder is dan in de referentiesituatie, ook als een deel van de vluchten niet in naderingsbuizen wordt afgehandeld. De reductie van de oppervlakte binnen de contouren is beperkt, in de orde van 9% tot 12%, vooral doordat de Vaste Naderings Routes ook maar beperkt gebruikt worden.

Vertrekken

In het alternatief Flexibel zijn er mogelijk enkele verschillen in de vertrekken ten opzichte van de referentiesituatie als gevolg van PBN en SWIM maar dat zal niet leiden tot significant ander vertrekprocedures, en daarom ook niet tot een andere geluidsbelasting van de vertrekken.

Vertrekken en naderen gecombineerd

De scores voor de alternatieven worden toegekend door de contouren van de referentiesituatie te vergelijken met die van de gecombineerde contouren van het alternatief Vast. Figuur 12-8 geeft de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) gecombineerde contouren en de gevlogen vliegpaden voor het alternatief Flexibel, aannemende dat 75% van de naderingen gevectord worden.



Figuur 12-8 De 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden van 50.000 vertrekken en 50.000 naderingen op de generieke start- en landingsbaan in één jaar overdag. Links geeft de resultaten voor de referentiesituatie en rechts geeft de resultaten voor het alternatief Flexibel

Tabel 12-5 geeft de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren in km².

Tabel 12-5 De oppervlaktes in km² binnen verschillende geluidscontouren voor de gecombineerde start- en landingsbaan en het procentueel verschil tussen het alternatief Vast en de referentiesituatie

	43dB(A)	45dB(A)	48dB(A)
Gecombineerde contouren referentiesituatie	187	130	79
Gecombineerde contouren alternatief Flexibel	176	123	75
Δ Procentueel verschil alternatief Vast in verhouding tot referentiesituatie	-6%	-5%	-4%

Het blijkt dat het alternatief Flexibel een reductie van de geluidsbelasting realiseert in de orde van 4% tot 6%.

12.2.2 Voorspelbaarheid

Bij de beoordeling van de voorspelbaarheid van geluid van de alternatieven wordt vooral gekeken naar de voorspelbaarheid als gevolg van de vliegprocedures en niet naar de voorspelbaarheid van de baanconfiguratie.

12.2.2.1 Alternatief Vast

Het alternatief Vast vergroot de voorspelbaarheid van geluid doordat de vliegpaden van de naderende vliegtuigen vastliggen in vliegroutes. Op Schiphol wordt dit weer enigszins tenietgedaan omdat de buizen niet in alle gevallen gebruikt kunnen worden.

In het alternatief Vast wordt genaderd via buizen. Dit zorgt ervoor dat vliegtuigen meer voorspelbare vliegpaden volgen dan in de referentiesituatie. In de referentiesituatie bepaalt de luchtverkeersleiding de vliegpaden van de individuele vliegtuigen van de naderingspunten naar de landingsbaan door middel van koersinstructies (vectors). Vliegtuigen vliegen daardoor verschillende routes, vooral ook afhankelijk van de verkeersituatie. In de buizen van het alternatief Vast zijn de routes tussen het naderingspunt en de landingsbaan vooraf gedefinieerd. Dat maakt de geluidsbelasting op een gegeven locatie veel meer voorspelbaar, gegeven het baangebruik.

Daarbij komt dat de naderingen onder een vaste daalhoek worden uitgevoerd. Dit zorgt ervoor dat de hoogte van verschillende vliegtuigen op eenzelfde locatie op de route steeds gelijk is, anders dan in de referentiesituatie waar de hoogte van de vliegtuigen varieert. Bovendien is het motorvermogen stabieler dan in de referentiesituatie, waarin het motorvermogen geregeld moet worden aangepast als gevolg van de hoogte instructies; dat zijn de zogeheten stepped descends. Daar staat dan weer tegenover dat het gebruik van Interval Management wijzigingen in de gashendelstand van een individueel vliegtuig vereist om ervoor te zorgen dat vliegtuigen in de buis voldoende afstand tot elkaar houden. De benodigde wijzigingen in de gashendelstanden zijn vooraf niet te voorspellen, doordat ze afhankelijk zijn van de heersende context op dat moment. Die wijzigingen in gashendelstanden en daarmee het geproduceerde vermogen van de motoren zijn wel een belangrijke factor in het geproduceerde geluid van een vliegtuig. Het gecombineerde effect van bovenstaande positieve en negatieve effecten op de voorspelbaarheid resulteert wel in een positief effect ten opzichte van de referentiesituatie. Daar is veel meer onzekerheid over het vliegpad, de hoogte en de gashendelstanden.

Een negatief effect van het alternatief Vast is dat naar verwachting ongeveer 10% tot 20% van de naderingen op Schiphol niet middels buizen maar middels vectoren naderen. Hierdoor zal er op locaties in de buurt van luchthaven verder weg van de buizen geregeld toch een vliegtuig over vliegen.

12.2.2.2 Alternatief Flexibel

Het alternatief Flexibel vergroot de voorspelbaarheid van geluid doordat de vliegpaden van de naderende vliegtuigen vastliggen in vliegroutes. Op Schiphol wordt dit weer enigszins tenietgedaan omdat de Vaste Naderingsroutes niet in alle gevallen gebruikt kunnen worden.

In het alternatief Flexibel wordt genaderd via Vaste Naderingsroutes. Net als bij de buizen zorgt dit ervoor dat vliegtuigen meer voorspelbare vliegpaden volgen dan in de referentiesituatie. Dat maakt de geluidsbelasting op een gegeven locatie meer voorspelbaar, gegeven het baangebruik.

In de referentiesituatie wordt, vanwege de vele hoogte-instructies, veel gewisseld in motorvermogen (wisselingen in de gashendelstand), wat zorgt voor onvoorspelbaarheid van geproduceerd geluid. In het alternatief Flexibel worden de naderingen, vanwege continu dalen, met minimaal motorvermogen uitgevoerd, wat zorgt voor voorspelbaarder geluid op de grond. De voorspelbaarheid van de hoogte van de vliegtuigen op een zekere locatie is beperkt bij het gebruik van Vaste naderingsroutes doordat de naderende vliegtuigen ieder hun optimale hoogteprofiel kunnen kiezen, dat afhankelijk is van het onder andere het type vliegtuig dat de nadering uitvoert. De voorspelbaarheid van de hoogte, en de daarmee samenhangende voorspelbaarheid van het geluid op de grond, is echter wel weer hoger dan in de referentiesituatie, waarin de luchtverkeersleider hoogte-instructies geeft afhankelijk van de situatie.

Deze voorspelbaarheid van de Vaste Naderingsroutes wordt op Schiphol niet gerealiseerd doordat daar naar verwachting maar 20% tot 30% van de naderingen via Vast Naderingsroutes worden uitgevoerd.

12.2.3 Ontwerpruimte bij het maken van routes

De alternatieven zijn op dit criterium beoordeeld door te beredeneren in welke mate het de beperkingen van de routes in de referentiesituatie kan verminderen zoals genoemd in paragraaf 11.5.4. Het blijkt dat geen van de functionaliteiten binnen de alternatieven Vast en Flexibel een oplossing biedt een genoemde beperkingen te verminderen met één uitzondering. In de referentiesituatie worden de vliegpaden van de naderingen op Schiphol bij het vectoren vooral bepaald door de tactisch-operationele overwegingen van de luchtverkeersleider op dat moment.

Zowel in het alternatief Vast als in het alternatief Flexibel worden de vliegpaden bepaald in het ontwerp van de naderingsbuizen en de Vaste naderingsroutes. Bij dat ontwerp is de minimalisatie van geluidshinder een belangrijk ontwerpfactor. In het ontwerp kunnen woonkeren en natuurgebieden vermeden worden welke in de referentiesituatie overvlogen kunnen worden door de gevectorde naderingen. Beide alternatieven scoren daarom + op dit criterium.

12.2.4 Conclusies

Het alternatief Vast geeft een significant lagere geluidsbelasting vooral doordat de naderingen hoger en met minder gebruik van motorvermogen worden uitgevoerd. De oppervlakte binnen geluidscontouren wordt naar verwachting in de orde van 19% tot 22% verkleind. Dat komt vooral door een lagere geluidsbelasting in het naderingsproces van alternatief Vast. Het alternatief leidt niet tot een significant andere geluidsbelasting van de vertrekken in vergelijking met de referentiesituatie. Het alternatief scoort daarmee ++ op het criterium geluidsbelasting.

Het alternatief Flexibel geeft een lagere geluidsbelasting vooral doordat de naderingen op de Vaste Naderingsroutes hoger en met minimaal gebruik van motorvermogen worden uitgevoerd. Veel naderingen op Schiphol zullen echter niet op de Vaste Naderingsroutes worden uitgevoerd en daardoor blijft de verkleining van de oppervlaktes binnen geluidscontouren beperkt tot ongeveer 4% tot 6%. Het alternatief leidt niet tot een significant andere geluidsbelasting van de vertrekken in vergelijking met de referentiesituatie. Het alternatief scoort daarmee + op het criterium geluidsbelasting.

Het alternatief Vast vergroot de voorspelbaarheid van geluid doordat de vliegroutes en daalhoeken van de naderende vliegtuigen vastliggen en daardoor voor de meeste naderingen hetzelfde zal zijn. Op Schiphol wordt dit weer enigszins tenietgedaan omdat de buizen niet in alle gevallen gebruikt kunnen worden. Het alternatief scoort daarmee + op het criterium voorspelbaarheid. Ook het alternatief Flexibel vergroot de

voorspelbaarheid doordat de vliegroutes van de naderende vliegtuigen vastliggen. Echter doordat verreweg de meeste naderingen op Schiphol worden uitgevoerd en omdat verreweg de meeste naderingen op die luchthaven niet op de Vaste Naderingsroutes worden uitgevoerd, scoort dat alternatief op dit criterium 0.

In beide alternatieven vliegen de naderingen op Schiphol over ontworpen routes. Bij het ontwerp van die routes wordt het overvliegen van geluidskwetsbare gebieden vermeden, terwijl dat bij het vectoren in de referentiesituatie niet altijd het geval hoeft te zijn. Daarom scoren de alternatieven Vast en Flexibel allebei een + op het criterium ontwerpruimte bij het maken van routes.

Tabel 12-6 Effect van alternatieven Vast en Flexibel op het thema geluid

Criterium	Vast	Flexibel
Geluidsbelasting	++	+
Voorspelbaarheid	+	0
Ontwerpruimte bij het maken van routes	+	+

12.3 Emissies

12.3.1 Klimaat

In paragraaf 11.6.1 is aangegeven dat in de referentiesituatie in 2035 naar schatting ongeveer 600 kiloton brandstof wordt gebruikt in het Nederlands luchtruim tussen 2.000 voet (circa 600m) en FL245 (circa 7,5km) door het groothandelsverkeer op de luchthavens van nationale betekenis. De aanpassing van de hoofdstructuur leidt tot een reductie van het brandstofgebruik doordat er luchtruim voor civiel verkeer vrijkomt in het zuidoosten doordat ERHTRA12/A wordt opgeheven. Daar staat tegenover dat door de uitbreiding van ERHTRA10/A er in het noorden minder luchtruim voor civiel gebruik beschikbaar is maar doordat de stromen groothandelsverkeer daar kleiner zijn, leidt dat naar verwachting netto tot een reductie van het brandstofgebruik, zowel in het alternatief Vast als het alternatief Flexibel.

Hieronder wordt voor de alternatieven Vast en Flexibel aangegeven in hoeverre die daarnaast leiden tot meer of minder brandstofgebruik, als percentage van het totale gebruik van die ongeveer 600 kiloton.

12.3.1.1 Alternatief Vast

Globale effecten
Het alternatief Vast leidt in 2035 naar verwachting tot een reductie van het brandstofgebruik van 7% a 8%. De grootste bijdrage van ongeveer 5% komt van de naderings- en vertrekbuizen, waardoor vliegtuigen meer rechtstreeks kunnen vliegen en in de nadering minder motorvermogen gebruiken. Twee andere significante bijdragen van ongeveer 1% zijn het gevolg van de Free Route Airspace en een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol. Het naderen via een stelsel van vaste routepunten draagt niet significant bij.

Buizen
De naderings- en vertrekbuizen leiden in het alternatief Vast tot een reductie van het brandstofgebruik van ongeveer 5% van het totaal. Dit is het gevolg van drie effecten:

- Het eerste effect komt van de continue daling: vliegtuigen die continue dalend naderen gebruiken minder motorvermogen dan vliegtuigen die bij het vectoren gedeeltelijk op een constante hoogte vliegen. De vliegtuigen maken in een continue daling als het ware 'een gecontroleerde valbeweging',

waarbij de zwaartekracht grotendeels de stuwkracht van de motoren vervangt. Dit effect is alleen van toepassing op de naderingen overdag op Schiphol, omdat de naderingen in de nacht en de naderingen op de andere luchthavens ook in de referentiesituatie continue dalend kunnen worden uitgevoerd. In de referentiesituatie vliegen naderingen op Schiphol geregeld en relatief lang horizontaal, op bijvoorbeeld 2.000 voet (circa 600m) of 3.000 voet (circa 900m), zodat ze op de juiste hoogte vliegen als er wordt ingedraaid naar de landingsbaan.
Bij de berekeningen is uitgegaan van een vaste daalhoek van 2^0, zodat vliegtuigen niet alleen kunnen versnellen maar eventueel ook kunnen vertragen, om zo de onderlinge afstand door middel van Interval Management goed te kunnen regelen. Het gevolg daarvan is dat de vliegtuigen dus niet 'idle' vliegen met stationair draaiende motoren, maar met een lage stand van de gashendel. Als wordt gedaald onder een grotere hoek van bijvoorbeeld $2{,}5^0$, dan zou de besparing nog groter worden, maar dan zijn er minder mogelijkheden om de onderlinge afstanden goed te regelen, hetgeen uurcapaciteit kost.

- Het tweede effect komt van de optimalisatie van de naderingsroutes. Aangenomen is dat de naderingsbuizen zo ontworpen zijn dat de afstand tussen het naderingspunt en de eindnadering zo kort mogelijk is. Daarbij is een rechte lijn niet mogelijk omdat er uiteindelijk een bocht in de richting van de baan moet worden gevlogen en omdat de buizen elkaar niet mogen snijden; dat zou immers tot conflicten leiden. Alsnog zullen de laterale vliegpaden van de vliegtuigen korter zijn dan bij vectoren. In een situatie op Schiphol met grotere drukte en tijdelijk overaanbod van verkeer geeft de luchtverkeersleider koersinstructies zodat een rij van vliegtuigen voor de landingsbaan ontstaat en, ter bevordering van de doorstroming, op minimale afstanden van elkaar. Deze koersinstructies leiden tot vliegpaden die langer zijn dan de kortst mogelijke paden, dat gaat dus ook ten koste van het brandstofgebruik.
- Het derde effect komt van de optimalisatie van de vertrekroutes. Zowel in de referentiesituatie als in het alternatief Vast zijn dat voorgeschreven vliegroutes tussen de vertrekbaan en de aansluiting op de routes in het tussenliggend luchtruim. Het luchtruim rondom een luchthaven dat daarbij vrijgehouden moeten worden voor de naderingen is in de referentiesituatie echter een relatief groot gebied terwijl dat in het alternatief Vast enkele naderingsbuizen zijn waar bijvoorbeeld overheen geklommen kan worden: de klimhoek van vliegtuigen is immers groter dan die daalhoek van 2^0. Het gevolg is dat de vertrekbuizen meer rechtstreeks naar het naderingspunt in het tussenliggend luchtruim leiden dan de huidige vertrekroutes.

Onzekerheid en andere effecten

Er wordt opgemerkt dat het eerste effect vrij nauwkeurig geschat kan worden (zie ook [NLR-CR-2019-506] maar dat het tweede en derde effect zich wat moeilijker laten schatten. De reden daarvoor is dat de precieze ligging van de buizen nog niet bekend is. Een ontwerp van een dergelijk volledig buizensysteem is complex, in het bijzonder voor Schiphol, vanwege de meerdere vertrek- en landingsbanen, de meerdere naderingspunten in het tussenliggende luchtruim en de frequente baanwisselingen. Dat maakt de genoemde schatting van 5% reductie van het brandstof gebruik onzeker; het kan ook 3% of 7% zijn. Een mogelijk vierde effect zou de continue klim hebben kunnen zijn. Het blijkt echter dat vliegtuigen in de referentiesituatie al in verreweg de meeste gevallen min of meer vrij kunnen klimmen, dus zonder te moeten 'af levelen' op een hoogte onder FL100 (circa 3km), vanwege ander luchtverkeer. De vertrekbuizen bieden hierdoor geen reductie van het brandstofgebruik ten opzichte van de referentiesituatie.

Optimale naderingspunten

In de luchtruimherziening kunnen de locaties van de beginpunten van de naderingsbuizen geoptimaliseerd worden. Het wordt verwacht dat voor Schiphol vier van dergelijke beginpunten zullen zijn in een gebalanceerd ontwerp, waarbij niet alleen rekening gehouden wordt met de richtingen waar het naderend verkeer vandaan komt maar ook met beperkingen, zoals de ligging van de internationale routes,

de militaire oefengebieden en de andere luchthavens. Dit leidt tot kortere paden van de naderingen ten opzichte van de referentiesituatie, waarin drie van dergelijke naderingspunten zijn (namelijk de Initial Approach Fixes ARTIP, SUGOL en RIVER). Dit leidt naar verwachting tot een reductie van het brandstofgebruik van ongeveer 1%. Ook deze schatting is onzeker zolang het ontwerp van het volledig buizensysteem nog onbekend is.

Free Route Airspace
De Free Route Airspace in het alternatief Vast leidt tot een reductie van het brandstofgebruik van ruim 1% van het totaal. Dit is het gevolg van de mogelijkheid om de route in het tussenliggend luchtruim vrij te kiezen, waarbij wel de stelsels van vaste routepunten voor de naderingen vermeden moeten worden. In naar schatting ongeveer 90% van de vertrekken zal de luchtverkeersleiding het verzoek om een recht pad tussen het einde van de vertrekbuis en het begin van de routes in het hogere luchtruim kunnen inwilligen. De absoluut grootste bijdrage komt daarbij van de vertrekken van Schiphol omdat dit verreweg de meeste zijn.

Stelsel van vaste routepunten
Het naderen via een stelsel van vaste routepunten leidt niet of nauwelijks tot een reductie van het brandstofgebruik doordat een positief effect en een negatief elkaar min of meer opheffen. Het positieve effect is dat bij het naderen via vaste routepunten continu gedaald kan worden in het tussenliggende luchtruim. In de referentiesituatie wordt doorgaans weliswaar ook continu gedaald tussen FL245 (circa 7,5km) tot onder FL100 (circa 3km), maar de daling is niet optimaal. Dit komt omdat vliegtuigen dicht achter elkaar verticaal gesepareerd moeten worden en omdat de luchtverkeersleiding de vliegtuigen bij voorkeur wat eerder naar een lagere hoogte leiden, om zo de doorstroming te vergroten. Het naderen via een stelsel van vaste routepunten is echter middels TBO en E-AMAN van tevoren al goed gepland waardoor dit veel minder nodig zal zijn, het brandstofgebruik wordt daarmee geminimaliseerd.
Het negatieve effect is dat de vliegtuigen door laterale bewegingen tijd moeten verliezen om ze zo met regelmatige en voldoende tussentijden de naderingsbuizen in te leiden. Om de stabiliteit en de veiligheid ook bij een hoog verkeersaanbod te kunnen waarborgen, zullen de vliegtuigen heel nauwkeurig aangeleverd moeten worden aan het begin van de buis: een nauwkeurigheid van 30 seconden in 95% van de gevallen. Daarom zullen zij in het tussenliggend luchtruim geregeld enkele tientallen seconden moeten omvliegen, en dat vergt brandstof. Deze hoeveelheid extra brandstof blijft weer beperkt omdat de TBO-, CTA- en E-AMAN-functionaliteiten ook ingezet worden om met aanpassingen van de snelheid goed getimed op het naderingspunt te arriveren. Uit berekeningen blijkt dat deze hoeveelheid brandstof voor het omvliegen in het tussenliggend luchtruim ongeveer gelijk is aan de hoeveelheid die bespaard wordt door meer continue dalingen.

12.3.1.2 Alternatief Flexibel

Globale effecten
Het alternatief Flexibel leidt in 2035 tot een reductie van het brandstofgebruik van naar verwachting ongeveer 2%. Het naderen middels vaste routes levert daarbij een reductie van ruim 1%, die echter beperkt is doordat slechts 20% tot 30% van de naderingen op Schiphol middels vaste routes worden uitgevoerd. Een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol levert een reductie van ongeveer 1%. Het gebruik van Gates levert een negatieve bijdrage; het brandstofgebruik neemt daardoor juist iets toe.

Vaste Naderings Routes
Het naderen middels vaste routes leidt in het alternatief Flexibel tot een reductie van het brandstofgebruik van ongeveer 1,5% van het totaal. Dit is het gevolg van twee effecten, die vergelijkbaar zijn met twee effecten van de naderingsbuizen:

- De continue daling en de optimalisatie van de naderingsroutes. Continu dalen is in het alternatief Flexibel vanuit het perspectief van brandstofgebruik nog iets beter dan in het alternatief Vast omdat deze niet onder een vaste daalhoek uitgevoerd hoeven te worden, maar voor elk individueel vliegtuig geoptimaliseerd kan worden; het hoogteprofiel is namelijk niet voorgeschreven.
- De optimalisatie van de naderingsroutes in het alternatief Flexibel is vanuit het perspectief van brandstofgebruik minder goed dan die in het alternatief Vast omdat de vertrekken in mindere mate zijn vastgelegd. De vaste naderingsroutes kunnen daardoor ook sub-optimaler ontworpen worden.

Het grootste verschil tussen de vaste naderingsroutes in het alternatief Flexibel en de naderingsbuizen in het alternatief Vast is echter de mate waarin dat wordt toegepast in de operatie. In het alternatief Flexibel maakt slechts 20% tot 30% van de naderingen op Schiphol gebruik van de vaste routes, terwijl in het alternatief Vast 80% tot 90% van de naderingen op Schiphol gebruik maakt van de naderingsbuizen. Dit verklaart grotendeels het verschil tussen de 1,5% besparing in het alternatief Flexibel en de 5% besparing in het alternatief Vast.

Optimale naderingspunten
In de luchtruimherziening kunnen de locaties van de beginpunten van de vaste naderingroutes geoptimaliseerd worden. Zoals beschreven in paragraaf 12.3.1.1 over de beginpunten van de naderingsbuizen in het alternatief Vast, leidt dit naar verwachting tot een reductie van het brandstofgebruik van ongeveer 1%.

Gates
Het gebruik van Gates leidt in het alternatief Flexibel tot een toename van het brandstofgebruik van iets minder dan 1%. Dit is het gevolg van het vliegen van extra afstanden om er zo voor te zorgen dat twee vliegtuigen niet te dicht op elkaar op eenzelfde vaste route naderen. Daarbij wordt opgemerkt dat de aanlevering bij het begin van de vaste naderingsroute minder nauwkeurig hoeft te zijn als bij het begin van de naderingsbuis. In het alternatief Flexibel worden de vaste naderingsroutes immers alleen gebruikt bij een beperkt verkeersaanbod en dan zijn de afstanden tussen de vliegtuigen aan het begin van de Gates vaak al voldoende groot. Bij een hoog verkeersaanbod worden de Gates wel gebruikt maar is het timen minder gevoelig dan bij het aanleveren in naderingsbuizen omdat de luchtverkeersleider door te vectoren nog voldoende mogelijkheden heeft om het verkeer goed te regelen. Aan de andere kant ontbreken in het alternatief Flexibel de functionaliteiten van TBO en CTA, waardoor de aanlevering vanuit het hogere luchtruim ook onnauwkeurig wordt. Daarbij komt dat de Gates daardoor ook niet optimaal continu dalen in het tussenliggend luchtruim ondersteunen. Dit verklaart waardoor de Gates voor brandstofgebruik slechter scoort dan het naderen via een stelsel van vaste routepunten.

12.3.2 Luchtkwaliteit

Alle functionaliteiten van de alternatieven hebben alleen een effect op de vliegpaden en gashendelstanden van vliegtuigen boven een hoogte van 2.000 voet (circa 600m). Omdat emissies uitgestoten boven deze hoogte in het algemeen een zeer beperkt effect lijken te hebben op de lokale luchtkwaliteit zijn de effecten van de alternatieven Vast en Flexibel niet onderscheidend ten opzichte van de referentiesituatie en niet ten opzichte van elkaar.

12.3.3 Conclusies

Het alternatief Vast leidt tot een reductie van het brandstofgebruik van naar verwachting 7% a 8%. De grootste bijdrage komt van de naderings- en vertrekbuizen, waardoor vliegtuigen meer rechtstreeks kunnen vliegen en de nadering met minder motorvermogen uitvoeren. Andere significante bijdrages zijn de Free Route Airspace, de ontsluiting van luchtruim voor civiel gebruik in het zuidoosten en een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol. Het alternatief Vast scoort daarmee ++ op het criterium Klimaat.

Het alternatief Flexibel leidt tot een reductie van het brandstofgebruik van naar verwachting 2%. Het naderen via vaste naderingsroutes levert daarbij een positieve bijdrage, die echter beperkt is doordat slechts 20% tot 30% van de naderingen op Schiphol middels vaste naderingsroutes worden uitgevoerd. Andere significante bijdrages zijn het gevolg van de ontsluiting van luchtruim voor civiel gebruik in het en zuidoosten een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol. Het gebruik van Gates levert een negatieve bijdrage. Het alternatief Flexibel scoort daarmee + op het criterium Emissies klimaat.

Beide alternatieven blijken de luchtkwaliteit niet of nauwelijks te verbeteren doordat de vluchtsegmenten onder 2.000 voet (circa 600m) niet anders zijn dan in de referentiesituatie en omdat emissies uitgestoten boven deze hoogte in het algemeen een zeer beperkt effect lijken te hebben op de lokale luchtkwaliteit. Daarom scoren de alternatieven Vast en Flexibel op dit criterium allebei een 0.

Tabel 12-7 Effect van alternatieven Vast en Flexibel op het thema Emissies

Criterium	Vast	Flexibel
Klimaat	++	+
Luchtkwaliteit	0	0

12.4 Natuur

12.4.1 Stikstofdepositie

In paragraaf 11.7.1 is aangegeven dat de hoeveelheid gebruikte brandstof als bepalende maat voor de stikstofemissie en daarmee de stikstofdepositie wordt gebruikt.

12.4.1.1 Alternatief Vast

Het alternatief Vast leidt in 2035 tot een reductie van het brandstofgebruik van naar verwachting 7% à 8%, zie paragraaf 12.3.1.1. De grootste bijdrage komt van de naderings- en vertrekbuizen, waardoor vliegtuigen meer rechtstreeks kunnen vliegen en in de nadering sneller kunnen dalen. Andere significante bijdrages zijn de Free Route Airspace en een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol. Het naderen via stelsels vaste routepunten draagt niet significant bij.

12.4.1.2 Alternatief Flexibel

Het alternatief Flexibel leidt in 2035 tot een reductie van het brandstofgebruik van naar verwachting 2%, zie paragraaf 12.3.1.2. Het naderen middels vaste nadering routes levert daarbij een positieve bijdrage, die echter beperkt is doordat slechts 20% tot 30% van de naderingen op Schiphol middels vaste naderingsroutes worden uitgevoerd. Een andere significante bijdrage is het gevolg van een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol. Het gebruik van Gates levert een negatieve bijdrage.

12.4.2 Verstoringseffecten

In paragraaf 11.7.2 is aangegeven dat de oppervlaktes binnen de geluidscontour van 43 dB(A) voor de generieke banen als bepalende maat voor de verstoringseffecten wordt gebruikt.

12.4.2.1 Alternatief Vast

De vertrekprocedures in het alternatief Vast leiden niet tot significante afname van de oppervlaktes onder de geluidscontouren ten opzichte van de referentiesituatie. De aankomstprocedures in het alternatief Vast, waar wordt genaderd middels naderingsbuizen, leiden wel tot significante afname van de oppervlaktes onder de geluidscontouren ten opzichte van de referentiesituatie, waar wordt genaderd via vectors van luchtverkeersleiders. Zoals aangegeven in paragraaf 12.2.1.1 heeft dit meerdere effecten op de geluidsbelasting op de grond: vliegtuigen vliegen over het algemeen hoger, met een lager motorvermogen, korter en meer geconcentreerd over hetzelfde vliegpad. Bij het doorrekenen van het oppervlakte onder de geluidscontour van 43 dB(A) van de generieke start- en landingsbaan blijkt dat te leiden tot een reductie van 22%, zie ook tabel 12-3.

12.4.2.2 Alternatief Flexibel

De vertrekprocedures in het alternatief Flexibel zijn gelijk aan de vertrekprocedures in de referentiesituatie en zijn dus niet onderscheidend. De aankomstprocedures in het alternatief Flexibel, waar wordt genaderd middels Vaste Naderingsroutes, leiden wel tot significante afname van de oppervlaktes onder de geluidscontouren ten opzichte van de referentiesituatie, waar wordt genaderd via vectors van luchtverkeersleiders. Zoals aangegeven in paragraaf 12.2.1.2 heeft dit meerdere effecten op de geluidsbelasting op de grond: vliegtuigen vliegen over het algemeen hoger, met een lager motovermogen, korter en meer geconcentreerd over hetzelfde vliegpad. Echter, omdat de meeste naderingen niet worden uitgevoerd middels Vaste Naderingsroutes wordt minder geprofiteerd van die effecten. Bij het doorrekenen van het oppervlakte onder de geluidscontour van 43 dB(A) van de generieke start- en landingsbaan blijkt dat te leiden tot een reductie van 6%, zie ook tabel 12-5.

12.4.3 Conclusies

Het alternatief Vast leidt tot een reductie van het brandstofgebruik van naar verwachting 7% à 8%; een indicatie voor de te verwachten verandering in stikstofdepositie. Het alternatief Vast scoort daarmee ++ op dat criterium. Het alternatief Flexibel leidt tot een reductie van het brandstofgebruik van ongeveer 2% en scoort daarmee + op dat criterium.

Het alternatief Vast leidt tot een reductie van de 43db(A) geluidscontour van de generieke baan van 22% en dat is een goede eerste maat voor de geluidsverstoring. Het alternatief Vast scoort daarmee ++ op het criterium verstoringseffecten. Het alternatief Flexibel leidt tot een reductie van die contour van 6% en scoort daarmee + op dat criterium.

Tabel 12-8 Effect van alternatieven Vast en Flexibel op het thema Natuur

Criterium	Vast	Flexibel
Stikstofdepositie	++	+
Verstoringseffecten	++	+

12.5 Ruimtebeslag

Met onderstaande overwegingen meegenomen kan geconcludeerd worden dat de functionaliteiten van de alternatieven Vast en Flexibel geen onderscheidend effect hebben op het criterium Ruimtebeslag ten opzichte van de referentiesituatie en ten opzichte van elkaar.

In paragraaf 11.8 is kort toegelicht dat de ruimtelijke ordening niet gebaseerd is op de actuele jaar op jaar contouren voor geluid en veiligheid, maar op contouren gebaseerd op historische en het verwachte gebruik van de luchthavens en specificaties van vliegtuigen. Ze zijn voor langere tijd vastgelegd. De analyses voor de effecten op geluid, externe veiligheid en luchtkwaliteit in de vorige hoofdstukken hebben getoond dat geen van de alternatieven leiden tot significante (negatieve) effecten op de externe veiligheid, grotere gebieden binnen relevante geluidscontouren of lagere vlieghoogtes. Deze effecten zullen bepalend zijn in de overwegingen in een besluit over het al dan niet aanpassen of actualiseren van luchthavenbesluiten. De effecten geven daarmee geen aanleiding om te verwachten dat het direct leidt tot aanpassingen in de ruimtelijke ordening.

De alternatieven kunnen daarnaast een effect hebben op aanvragen van ontheffingen in het kader van een afhankelijke beperking. De uitkomst van aanvragen kan verschillen gegeven de situatie in de referentiesituatie of gegeven de situatie in één van de alternatieven. In algemene termen zou gesteld kunnen worden dat het effect van sommige functionaliteiten van de alternatieven hier positief zou kunnen zijn omdat ze leiden tot meer gebundeld verkeer of tot verkeer op hogere vlieghoogtes, bijvoorbeeld in de buizen van het alternatief Vast. Dit effect is echter onzeker en bovendien geldt hier dat dit pas op langere termijn kan worden verwacht, typisch pas als het effect van de functionaliteit zich met zekerheid in de operationele praktijk heeft bewezen worden, en dus niet in 2035.

Indien in de toekomst, als het alternatief geïmplementeerd is en effecten op geluidsbelasting waarneembaar worden, dan kan het motoblok Vast en het alternatief Flexibel een bijdrage leveren aan het verkleinen van de beperkingengebieden en afweginggebieden voor geluid, omdat de geluidsbelasting afneemt. Let op, dan moet wel eerst het besluit genomen worden om een luchthavenbesluit aan te passen én de beperkingengebieden te actualiseren. Dit kan er dan toe leiden dat bijvoorbeeld het LIB 3 gebied verandert wat gevolgen heeft voor het gebruik van grond. Dit is echter zeer onzeker en ook afhankelijk van het daadwerkelijk ontwerp. Omdat voor de Nederlandse luchthavens de beperkingengebieden niet vaak geüpdatet worden, worden ook veel andere effecten meegenomen in een actualisatie van relevante contouren. Het kan daarom zijn dat het effect van de alternatieven wegvalt tegenover die andere effecten.

Daarmee scoren de alternatieven Vast en Flexibel 0 op dit criterium.

12.6 Efficiëntie

12.6.1 Vluchtefficiëntie

In paragraaf 11.9.1 is aangegeven dat er in de referentiesituatie in 2035 naar schatting ongeveer 150.000 uren gevlogen wordt in het Nederlands luchtruim tussen 2.000 voet (circa 600m) en FL245 (circa 7,5km) door het groothandelsverkeer op de luchthavens van nationaal belang. Ook is aangegeven dat daarvan naar schatting 23% het gevolg is van inefficiënties in de afhandeling van het groothandelsverkeer. Hieronder wordt voor de alternatieven Vast en Flexibel aangegeven in hoeverre die leiden tot meer of minder vliegtijd in het Nederlands luchtruim, als percentage van het totale gebruik van die ongeveer 150.000 uren.

12.6.1.1 Alternatief Vast

Het alternatief Vast leidt in 2035 tot een reductie van de totale vliegtijd in het Nederlands luchtruim van naar verwachting 9%. De grootste bijdrage komt van de naderings- en vertrekbuizen, waardoor verreweg de meeste vliegtuigen meer rechtstreeks kunnen vliegen en in de nadering sneller kunnen dalen. Andere significante bijdrages zijn het gevolg van de Free Route Airspace en een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol. Het naderen via een stelsel van vaste routepunten draagt niet significant bij.

De reducties van de totale vliegtijd in het Nederlands luchtruim komen voort uit dezelfde oorzaken als de reducties van het brandstofgebruik, welke zijn beschreven in paragraaf 12.3.1. Er zijn echter verschillen in het brandstofgebruik per minuut, zowel in het type vliegtuig en de hoogte waarop wordt gevlogen als door het verschil tussen dalen en stijgen. Die verschillen maken dat de relatieve reducties in vliegtijd en brandstofgebruik soms enigszins verschillen, al blijven die verschillen beperkt. Bij het doorrekenen daarvan blijkt dan dat het alternatief Vast leidt tot een reductie in vliegtijd van ongeveer 9% van de totale vliegtijd in het Nederlands luchtruim, terwijl de reductie in brandstofgebruik 7% tot 8% is.

12.6.1.2 Alternatief Flexibel

Het alternatief Flexibel leidt in 2035 tot een reductie van de totale vliegtijd in het Nederlands luchtruim van naar verwachting 2%. Het naderen via Vaste Naderingsroutes levert daarbij een positieve bijdrage, die echter beperkt is doordat slechts 20% tot 30% van de naderingen op Schiphol middels Vaste Naderingsroutes worden uitgevoerd. Een andere significante bijdrage is het gevolg van een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol. Het gebruik van Gates levert een negatieve bijdrage.
De reducties van de totale vliegtijd komen voort uit dezelfde oorzaken als de reducties van het brandstofgebruik, welke zijn beschreven in 12.3.1. Er zijn echter, net als bij alternatief Vast, verschillen in het brandstofgebruik per minuut. Die verschillen maken dat de relatieve reducties in vliegtijd en brandstofgebruik soms enigszins verschillen, al blijven die verschillen beperkt. Bij het doorrekenen daarvan blijkt dan dat de reductie in vliegtijd de reductie in brandstofgebruik na afronding beide 2% zijn.

12.6.2 Militaire trainingsefficiëntie

Geen van de functionaliteiten uit de alternatieven hebben een effect op de militaire trainingsefficiëntie.

12.6.3 Conclusies

Het alternatief Vast leidt tot een significante reductie van de totale vliegtijd van naar verwachting 9%. De grootste bijdrage komt van de naderings- en vertrekbuizen, waardoor vliegtuigen meer rechtstreeks kunnen vliegen en in de nadering sneller kunnen dalen. Andere significante bijdrages zijn het gevolg van de Free Route Airspace en een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol. Het alternatief scoort daarmee ++ op Vluchtefficiëntie.

Het alternatief Flexibel leidt tot een reductie van de totale vliegtijd van naar verwachting 2%. Het naderen via Vaste Naderingsroutes levert daarbij een positieve bijdrage, die echter beperkt is doordat slechts 20% tot 30% van de naderingen op Schiphol middels Vaste Naderingsroutes worden uitgevoerd. Een andere significante bijdrage is het gevolg van een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol. Het alternatief scoort daarmee + op Vluchtefficiëntie.

De alternatieven hebben geen effect op de militaire trainingsefficiëntie en scoren daarop een 0.

Tabel 12-9 Effect van alternatieven Vast en Flexibel op het thema efficiëntie

Criterium	Vast	Flexibel
Vluchtefficiëntie	++	+
Militaire trainingsefficiëntie	0	0

12.7 Capaciteit

12.7.1 Uurcapaciteit voor civiel verkeer

In paragraaf 11.10.1 is aangegeven wat de gevraagde capaciteiten zijn van de onderdelen van het netwerk in 2035. Hieronder wordt aangegeven in hoeverre de alternatieven Vast en Flexibel die capaciteiten kunnen leveren.

12.7.1.1 Alternatief Vast

Globale effecten

De capaciteit van het alternatief Vast is gelijk aan de gevraagde uurcapaciteit. De grootste beperking ligt in de afhandeling van de naderingen op Schiphol middels buizen: deze hebben een uurcapaciteit gelijk aan de gevraagde 36 naderingen per baan per uur. Als de omstandigheden daarom vragen kunnen vliegtuigen in het naderingsluchtruim gevectord worden terwijl het stelsel van vaste routepunten en de FRA in het tussenliggend luchtruim blijven functioneren.

Naderingsluchtruim

De gevraagde uurcapaciteit voor het gedeelte in een naderingsbuis na de punten waarop gemerged wordt is 36 vliegtuigen per uur, gelijk aan de uurcapaciteit van een landingsbaan op Schiphol. In eerdere studies [SESAR-project PJ01 Enhanced Arrivals and Departures] is onderzocht of die capaciteit geleverd kan worden. In dat onderzoek is uitgegaan van een vaste daalhoek, ASAS-Interval Management, TBS minima en een Minimum Radar Separation van 3NM. Er blijkt dan een toename van de baancapaciteit tot 37 of 38 landingen per uur per baan mogelijk is, afhankelijk van de mix van vliegtuigen. Voor 2035 is de verwachting dat maar ongeveer 50% vliegtuigen uitgevoerd zal zijn met de apparatuur voor ASAS-Interval Management. Daarom zal ook gebruik gemaakt worden van Ground-based Interval Management. Verwacht wordt dat de combinatie van beide leidt tot een kleine reductie van de capaciteit, in de orde van enkele naderingen per uur ten opzichte van enkel ASAS-Interval Management, doordat Ground-based Interval Management wat minder direct werkt[60]. Daarmee kan naar verwachting een uurcapaciteit van 36 naderingen per uur net gehaald worden. In het alternatief Vast wordt bovendien de mogelijkheid opengehouden dat vliegtuigen gevectord worden als omstandigheden daar om vragen.

De gevraagde uurcapaciteit voor het eerste gedeelte van een vertrekbuis is 38 vliegtuigen per uur, gelijk aan de uurcapaciteit van een vertrekbaan op Schiphol. Omdat er geen groot verschil zit in de afhandeling via vertrekbuizen en vaste vertrekroutes in de referentiesituatie, kan die uurcapaciteit naar verwachting gehaald worden.

Tussenliggend luchtruim

De gevraagde uurcapaciteit voor het stelsel van vaste routepunten voor de naderingen in het tussenliggende luchtruim is gelijk aan het aantal naderingen langs een naderingspunt. In tabel 11-4 is aangegeven dat dit overeen komt met 25 vliegtuigen per uur. Door de TBO- en E-AMAN-functionaliteiten

[60] *De snelheidscorrecties in ASAS Interval Management kunnen met een hoge frequentie, in de orde van seconden, worden doorgevoerd. Bij Ground-based Interval management zal de luchtverkeersleider eerst de snelheidsinstructies over de radio moeten doorgeven, die dan vervolgens door de vliegers worden ingevoerd.*

is de aanlevering aan het begin van het stelsel van vaste routepunten al redelijk nauwkeurig: in de orde van een foutmarge van ongeveer één minuut. Daarmee wordt verwacht dat het stelsel van vaste routepunten nog wel een hogere capaciteit kan leveren dan de geschatte 25 vliegtuigen per uur maar, omdat de naderingsbuizen dat niet aankunnen is dat niet relevant.
De gevraagde uurcapaciteit van de drukste sector van de FRA is 36 vliegtuigen per uur, zie tabel 11-4. Verwacht wordt dat die capaciteit gehaald kan worden door de betere systeemondersteuning, door het gebruik van TBO en door de verbeterde indeling van het luchtruim. Daarbij komt dat niet alle vliegtuigen in een FRA rechtstreeks vliegen; de luchtverkeersleiding houdt de mogelijkheid open een andere vliegpad voor te schrijven als dat nodig blijkt, zowel bij het indienen van het vluchtplan als bij de afhandeling van de vlucht. Daarom is ook bij de berekeningen van het brandstofgebruik ervan uitgegaan dat 10% van de vluchten niet rechtstreeks vliegt.

12.7.1.2 Alternatief Flexibel

Globale effecten
De capaciteit van het alternatief Flexibel is gelijk aan de gevraagde uurcapaciteit, met mogelijk één á twee naderingen per uur extra op Schiphol. De redenering hierachter is grotendeels gebaseerd op de realisatie van de gevraagde uurcapaciteit in de referentiesituatie.

Naderingsluchtruim
De naderingen in het naderingsluchtruim worden bij een beperkt verkeersaanbod afgehandeld middels Vaste Naderingsroutes en bij een hoog verkeersaanbod middels vectoren. Omdat verwacht mag worden dat de Gates ook bij hoog verkeersaanbod wat meer regelmaat bieden in het aanbod van het luchtverkeer aan de naderingspunten van het naderingsluchtruim, zal de uurcapaciteit mogelijk met één of twee naderingen per uur verhoogd kunnen worden. Omdat er geen verschil zit in de afhandeling van de vertrekken met de afhandeling in de referentiesituatie, kan die uurcapaciteit naar verwachting gehaald worden.

Tussenliggend luchtruim
De naderingen in het tussenliggende luchtruim worden afgehandeld middels Gates, ondersteund door een merge-tool. Bij een beperkt verkeersaanbod zullen deze Gates het verkeer nauwkeurig moeten aanleveren aan het begin van de vaste naderingsroutes. Bij een hoog verkeersaanbod van naderingen op Schiphol zullen de Gates ook functioneren. De noodzaak van het nauwkeurig aanleveren aan het naderingsluchtruim is dan echter beperkt omdat de luchtverkeersleiders dan door te vectoren onregelmatig binnenkomend verkeer kunnen reorganiseren. De Gates werken dan wellicht wat minder effectief maar de gevraagde uurcapaciteit kan dan wel ruimschoots gerealiseerd worden, ook omdat de vier naderingspunten zo ontworpen kunnen worden dat de drukste naderingspunt ontlast wordt; zie ook de tekst in de paragraaf hierboven over het tussen liggend luchtruim in het alternatief Vast.
In het alternatief Flexibel worden de vertrekken op min of meer dezelfde wijzen afgehandeld als in de referentiesituatie. Uit een eerdere studie [ATM 2020+] is gebleken dat er geen operationele beperkingen zijn om de uurcapaciteit van de vertrekken vanaf Schiphol te verhogen. Daarom is ook voor de referentiesituatie aangenomen dat de gevraagde uurcapaciteit in 2035 in het tussenliggend luchtruim geleverd kan worden, ook al is die capaciteit hoger dan in de huidige situatie. Door het gebruik van SWIM en een betere systeemondersteuning voor de luchtverkeerleiding kan die capaciteit wellicht in het alternatief Flexibel gerealiseerd worden.

12.7.2 Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer

12.7.2.1 Alternatief Vast

Het alternatief Vast heeft met SWIM, TBO en E-AMAN verschillende functionaliteiten die bijdragen het naderend luchtverkeer op een planmatige manier af te handelen. Dit helpt tijdelijke en ongewenste verhogingen van het verkeersaanbod te voorkomen omdat vooraf de routes en aankomsttijden op verscheidene naderingspunten aangepast worden aan de hand informatie als de weersomstandigheden, de drukte in bepaalde delen van het luchtruim, de eventuele verstoringen op luchthavens en andere omstandigheden die van belang zijn. Dat maakt de verkeersafhandeling robuuster en de kans op verlies van punctualiteit lager.

Grote verstoringen kunnen ook plotseling op te treden, zoals de onverwachte sluiting van een baan en snel opkomend slecht zicht. Deze kunnen dan niet door planmatige oplossingen voorkomen worden. Het verlies van punctualiteit is dan niet toe te schrijven aan de verkeersafhandeling. TBO en E-AMAN, ondersteund door Datalink, kunnen dan naar verwachting wel ingezet worden om de gevolgen daarvan te verlichten door luchtverkeer op een planmatige manier af te handelen.

De robuustheid van het alternatief Vast is beperkt in geval van verstoringen waarin de manoeuvreerbaarheid van een vliegtuig verminderd is of in geval van vliegers noodweer. Als zoiets zich voordoet in een naderingsbuis ontstaan er wellicht meer moeilijkheden dan in de referentiesituatie. De systemen in het alternatief Vast gaan immers juist uit van een gelijkmatige operatie. Bij een dergelijk verstoring kunnen mogelijk ook andere vluchten niet in de buizen blijven vliegen; deze zullen dan naar een andere buis of rechtstreeks naar een landingsbuis gevectord moet worden. Het is dan denkbaar dat het buizenconcept deels losgelaten moet worden om de continuïteit van het proces te waarborgen. Iets dergelijks kan ook gebeuren bij slechte weersomstandigheden als onweer en bij grote turbulentie. In de referentiesituatie kan daar flexibel mee worden omgesprongen maar in een buizensysteem minder. Soortgelijke redeneringen gelden ook voor het stelsel van vaste routepunten in het tussenliggende luchtruim.

Dit aspect is echter al intrinsiek meegenomen in het alternatief Vast door aan te nemen dat 10% tot 20% van de naderingen op Schiphol middels vectoren worden afgehandeld. Dat in overweging nemend is het alternatief Vast even robuust als de referentiesituatie en wat meer punctueel.

12.7.2.2 Alternatief Flexibel

Het alternatief Flexibel is in termen van robuustheid en punctualiteit vergelijkbaar met de referentiesituatie, Dit komt met name doordat op Schiphol de vertrekken en een groot deel van de naderingen, namelijk 80%-90%, op dezelfde wijze worden afgehandeld. Verder spelen overwegingen zoals toegelicht in de paragraaf 12.7.2.1 hierboven.

12.7.3 Beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer, GA en drones

In de referentiesituatie is er voor de F-35 geen geschikt oefengebied beschikbaar. Door de uitbreiding van het noordelijk oefengebied in de aanpassing van de hoofdstructuur wordt de beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer verhoogd, zowel in het alternatief Vast als in het alternatief Flexibel.

De alternatieven Vast en Flexibel maken anderszins niet meer luchtruim beschikbaar voor militair verkeer, General Aviation en drones. In een operationeel concept waarin alleen gevlogen wordt via buizen, of eventueel Vaste Naderingsroutes, bestaat de potentie dat het naderingsgebied van een luchthaven

kleinere dimensies kan hebben dan in de referentiesituatie. Daarmee zou luchtruim beschikbaar komen voor andere stakeholders. Omdat in beide alternatieven vluchten echter ook gevectord moet kunnen worden, is het onwaarschijnlijk dat die potentie ook gerealiseerd kan worden.

12.7.4 Conclusies

De capaciteit van het alternatief Vast is gelijk aan de gevraagde uurcapaciteit. De grootste beperking ligt in de afhandeling van de naderingen op Schiphol middels buizen met een combinatie van ASAS-Interval Managementen en Ground-based Interval Management: deze hebben een uurcapaciteit gelijk aan de gevraagde 36 naderingen per uur per baan. Daarmee scoort het alternatief 0 op het criterium Uurcapaciteit voor civiel handelsverkeer.

De capaciteit van het alternatief Flexibel is gelijk of misschien enkele bewegingen per uur groter dan de gevraagde uurcapaciteit. De verkeersafhandeling van zowel de vertrekken als veel van de naderingen is vergelijkbaar met de referentiesituatie. Daarmee scoort het alternatief 0 op het criterium Uurcapaciteit voor civiel handelsverkeer.

De punctualiteit van het alternatief Vast is hoger dan de referentiesituatie dankzij de meer planmatige voorbereidingen van SWIM, TBO en E-AMAN. De robuustheid is vergelijkbaar, door aan te nemen dat 10% tot 20% van de naderingen op Schiphol middels vectoren worden afgehandeld. Daarmee scoort het alternatief + op het criterium Robuustheid en punctualiteit.

De robuustheid en punctualiteit van het alternatief Flexibel zijn gelijk aan die van de referentiesituatie doordat op Schiphol de vertrekken en een groot deel van de naderingen op dezelfde wijze worden afgehandeld.

Door de uitbreiding van het noordelijk oefengebied in de aanpassing van de hoofdstructuur wordt de beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer verhoogd, zowel in het alternatief Vast als in het alternatief Flexibel. De alternatieven Vast en Flexibel maken verder niet meer luchtruim beschikbaar voor militair verkeer, General Aviation en drones.

Tabel 12-10 Effect van alternatieven Vast en Flexibel op het thema Capaciteit

Criterium	Vast	Flexibel
Uurcapaciteit voor civiel verkeer	0	0
Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer	+	0
Beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer	++	++
Beschikbaarheid van luchtruim voor GA	0	0
Beschikbaarheid van luchtruim voor drones	0	0

12.8 Overzicht van effecten

Thema	Criterium	Vast	Flexibel
Veiligheid	Ongevalsrisico	0	0
	Externe veiligheid	0	0
Geluid	Geluidsbelasting	++	+
	Voorspelbaarheid	+	0
	Ontwerpruimte bij het maken van routes	+	+
Emissies	Klimaat	++	+
	Luchtkwaliteit	0	0
Natuur	Stikstofdepositie	++	+
	Verstoringseffecten	++	+
Ruimtebeslag	Beperkingen van gebruik van grond	0	0
Efficiëntie	Vluchtefficiëntie	++	+
	Militaire trainingsefficiëntie	0	0
Capaciteit	Uurcapaciteit voor civiel verkeer	0	0
	Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer	+	0
	Beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer	++	++
	Beschikbaarheid van luchtruim voor GA	0	0
	Beschikbaarheid van luchtruim voor drones	0	0

13 Effectbeoordeling cyclus 2: Apart of Samen

In de tweede cyclus wordt de mate van samenwerking tussen de luchthavens afgewogen. Deze afweging bouwt voort op de uitkomst van de eerste cyclus; een keuze voor Vast. Wordt in combinatie met Vast tot meer samenwerking overgegaan of wordt de huidige weg voortgezet, waarin luchthavens meer zelfstandig opereren. Hieronder zijn de belangrijkste bouwstenen waaruit de alternatieven bestaan kort beschreven. Zie hoofdstuk 4 voor meer informatie over het afwegingsproces van de alternatieven.

Alternatief Apart
Alternatief Apart kent geen aanvullende bouwstenen.

Alternatief Samen

Bouwsteen	Omschrijving
Multi-airport systeem	Luchthavens die relatief dicht bij elkaar liggen vormen samen een Multi Airport Systeem. Door samen te werken en informatie uit te wisselen, wordt het luchtruim beter benut en verloopt de afhandeling van vluchten efficiënter. Ter illustratie, de luchthavens Rotterdam, Schiphol en Lelystad vormen samen een Multi Airport Systeem. Multi Airport Systemen bestaan met veel verschillende niveaus van integratie. Bij het ontwerp van routes en de luchtruimindeling wordt veel rekening gehouden met de ander luchthavens.
Afstemming baangebruik	In het algemeen wordt op elk vliegveld apart besloten welke start- en landingsbanen worden gebruikt. Dat is in eerste instantie afhankelijk van het weer. Vliegtuigen starten en landen altijd tegen de wind in en ook wordt het vliegen door zware buien zoveel mogelijk vermeden. Op sommige vliegvelden, zoals Schiphol, gelden bovendien baangebruiksregels voor het beperken van geluidhinder. Aan elke baan zitten echter ook routes vast. Bovendien vliegt over die routes ook luchtverkeer van andere vliegvelden. De routes worden daarom zo ontworpen dat het vliegverkeer elkaar zo min mogelijk in de weg zit. Dat is echter niet voor elke combinatie van banen goed mogelijk. Zeker niet als andere luchthavens dichtbij liggen, zoals het geval is bij de luchthavens Rotterdam, Schiphol en Lelystad. Met een 'centrale afstemming van baangebruik' worden baancombinaties voorkomen die ertoe leiden dat vliegtuigen elkaar hinderlijk kruisen.

13.1 Veiligheid

13.1.1 Ongevalsrisico

In paragraaf 11.1 is aangegeven dat de referentiesituatie als uitgangspunt dient. De veiligheid van de alternatieven worden op hoog niveau vergeleken met betrekking tot de ongevalskans. Daarbij wordt in eerste instantie gekeken wat de mogelijke risico's zijn en daarna beschouwd of deze in vervolgstappen kunnen worden gemitigeerd.

13.1.1.1 Alternatief Apart

De veiligheid van het alternatief Apart komt overeen met die van het alternatief Vast, als beschreven in paragraaf 12.1.1.1. Het alternatief Apart kent daarmee enkele nieuwe en enkele vergrote risico's op een ongeval ten opzichte van de referentiesituatie, namelijk: het naderen via een stelsel van vaste routepunten is mogelijk complexer en onoverzichtelijker, er kunnen conflicten ontstaan binnen een naderingsbuis en als een vliegtuig niet meer in een buis kan blijven vliegen leidt dit eerder tot een conflict met ander luchtverkeer. Daarnaast is het voor luchtverkeersleiders wellicht moeilijk om juist de 10% tot 20% van de naderingen in de wat complexere omstandigheden middels vectoren goed af te handelen, in de context dat de meeste naderingen in andere omstandigheden anders worden afgehandeld (via naderingsbuizen).

De verwachting is dat al deze risico's in de stappen voor implementatie voldoende gemitigeerd kunnen worden.

13.1.1.2 Alternatief Samen

De veiligheid van het alternatief Samen komt grotendeels overeen met die van het alternatief Vast, als beschreven in paragraaf 12.1.1.1. Daar komt bij dat de samenwerking van de luchthavens de veiligheid in beperkte mate kan verhogen door een gelijkmatig aanbod van het luchtverkeer in het naderingsluchtruim. De risico's die ontstaan als een vliegtuig niet meer in een buis kan blijven vliegen nemen toe, doordat het buizenontwerp in een gedeeld naderingsluchtruim efficiënter is, wat kan betekenen dat de separatie in de ruimte minder is.

Door de afstemmingen van de vluchten van en naar luchthavens in één cluster zal dat verkeer in het tussenliggende luchtruim gelijkmatiger in de tijd verdeeld worden. Er zijn ook in de referentiesituaties verscheidene mechanismes, als slot allocatie en traffic flow management, die tijdelijke en lokale concentraties van verkeer voorkomen. Een gezamenlijke AMAN en DMAN in het alternatief Samen kan dit nog beter bewerkstelligen. Dit geldt in het bijzonder voor het cluster Schiphol, Rotterdam The Hague Airport en Lelystad Airport, omdat dit cluster de meeste vliegbewegingen kent. Een gelijkmatiger verkeersaanbod in de FRA en in de stelsels van vaste routepunten heeft een positief effect op de veiligheid. Dit effect is beperkt doordat ook zonder samenwerking het verkeersaanbod al behoorlijk gelijkmatig zal zijn, ook doordat een significante hoeveelheid verkeer van en naar Schiphol vliegt.

In het Alternatief Samen zullen buizen van en naar de luchthavens in een cluster relatief dicht bij elkaar liggen: een aantal grenzen tussen naderingsgebieden van verscheidene luchthavens uit de referentiesituatie verdwijnen. Dit geeft mogelijkheden om het ontwerp van de buizen te verbeteren op het gebied van geluidsbelasting en vluchtefficiëntie. De buizen kunnen zo ontworpen worden dat als de vliegtuigen daarbinnen blijven, ze elkaar niet in de weg gaan zitten. Dankzij PBN is de kans dat een vliegtuig door onnauwkeurige navigatie niet binnen de buis blijft vrijwel verwaarloosbaar. Zoals ook uiteengezet in paragraaf 12.1.1.1 zijn er echter andere redenen waarom een vliegtuig niet in de buis kan blijven vliegen, zoals door weersomstandigheden of motorstoringen. De risico's hiervan worden vergroot als buizen dichterbij elkaar liggen, zoals in het alternatief Samen.

13.1.2 Externe veiligheid

De beschouwingen als gegeven in paragraaf 12.1.2 voor Vast en Flexibel gelden even zeer voor de alternatieven Apart en Samen. Geen van de alternatieven Apart en Samen hebben een significant effect op de externe veiligheid. Beide alternatieven scoren daarom gelijk ten opzichte van de referentiesituatie op het criterium externe veiligheid.

13.1.3 Conclusies

Het alternatief Apart kent enkele risico's: het naderen via een stelsel van vaste routepunten is mogelijk complexer, er kunnen conflicten ontstaan binnen een naderingsbuis en doordat een vliegtuig niet meer in een buis kan blijven vliegen. Daarnaast is het voor luchtverkeersleiders wellicht moeilijk om soms de naderingen middels vectoren goed af te handelen, terwijl de meeste naderingen anders worden afgehandeld. Het alternatief biedt de mogelijkheden om in de planuitwerking een ontwerp te maken dat even veilig is als de referentiesituatie. Het alternatief scoort daarmee 0 op het criterium ongevalsrisico.

De samenwerking van de luchthavens in het alternatief Samen zal de veiligheid in beperkte mate verhogen door een gelijkmatiger aanbod van het luchtverkeer in het naderingsluchtruim. De risico's die ontstaan als een vliegtuig niet meer in een buis kan blijven vliegen nemen toe, doordat het buizenontwerp in een gedeeld naderingsluchtruim efficiënter is. Het alternatief biedt de mogelijkheden om in de planuitwerking een ontwerp te maken dat even veilig is als de referentiesituatie. Het alternatief scoort daarmee 0 op het criterium ongevalsrisico.

Beide alternatieven scoren ook 0 op het criterium externe veiligheid. Dit komt omdat ze geen significante invloed hebben op de bepalende factoren van het aantal vliegbewegingen, de kans op een ongeval per vliegbeweging en het gewicht van vliegtuigen.

Tabel 13-1 Effect van alternatieven Apart en Samen op het thema veiligheid

Criterium	Apart	Samen
Ongevalsrisico	0	0
Externe veiligheid	0	0

13.2 Geluid

13.2.1 Geluidsbelasting

13.2.1.1 Alternatief Apart

De geluidsbelasting van het alternatief Apart komt overeen met die van het alternatief Vast, als beschreven in paragraaf 12.2.1.1. Het alternatief Apart leidt daarmee tot een significant lagere geluidsbelasting van de naderingen in vergelijking met de referentiesituatie. Dit is vooral het gevolg van de grotere hoogte en het beperktere gebruik motorvermogen tijdens de naderingen.

13.2.1.2 Alternatief Samen

De geluidsbelasting van het alternatief Samen komt grotendeels overeen met die van het alternatief Vast, als beschreven in paragraaf 12.2.1.1. Daar komt bij dat de samenwerking van de luchthavens meer ruimte geeft voor een ontwerp van het buizenstelsel van de luchthaven in een cluster. Deze ruimte kan gebruikt worden om de geluidsbelasting te minimaliseren. Dit aspect kan leiden tot een vermindering van de geluidsbelasting maar is meegenomen in de beoordeling bij het criterium flexibiliteit in routeontwerp.

13.2.2 Voorspelbaarheid

13.2.2.1 Alternatief Apart

De voorspelbaarheid van geluid in het alternatief Apart komt overeen met die van het alternatief Vast, als beschreven in paragraaf 12.2.2.1. Het alternatief Apart vergroot daarmee de voorspelbaarheid van geluid doordat de vliegpaden van de naderende vliegtuigen vast liggen komen te liggen in vliegroutes. Op Schiphol wordt dit weer enigszins tenietgedaan doordat in een deel van de tijd vliegtuigen niet door de buizen naderen.

13.2.2.2 Alternatief Samen

De voorspelbaarheid van geluid in het alternatief Samen komt grotendeels overeen met die van het alternatief Vast, als beschreven in paragraaf 12.2.2.1. Daar komt bij dat de keuze van het baangebruik in het alternatief Samen in overleg tussen de luchthavens in een cluster wordt gemaakt. Daarmee wordt het optimale baangebruik voor de gecombineerde verkeersstromen gekozen in plaats van het optimale baangebruik voor de individuele luchthavens, zoals toegepast in de referentiesituatie. Het kan verwacht worden dat het baangebruik op de luchthavens daarmee vooral meer gesynchroniseerd wordt. Het is mogelijk dat de centrale afstemming van het baangebruik ook leidt tot minder baanconfiguratiewisselingen en dat zou leiden tot een hogere voorspelbaarheid van het geluid. Aan de andere kant kan het zijn dat de voorspelbaarheid minder wordt doordat het baangebruik van de ene luchthaven wordt gekoppeld aan de omstandigheden van een andere luchthaven. Beide effecten worden echter als minimaal beoordeeld.

13.2.3 Ontwerpruimte bij het maken van routes

13.2.3.1 Alternatief Apart

De flexibiliteit in routeontwerp van het alternatief Apart komt overeen met die van het alternatief Vast, als beschreven in paragraaf 12.2.3. De vliegroutes van de naderingen op Schiphol worden in dat alternatief bepaald in het ontwerp van de naderingsbuizen. Bij dat ontwerp kunnen woonkeren en natuurgebieden vermeden worden waar in de referentiesituatie de gevectorde naderingen soms overvliegen.

13.2.3.2 Alternatief Samen

Het alternatief Samen biedt een oplossing om twee van de beperkingen van de referentiesituatie genoemd in paragraaf 11.5.4. De eerste betreft dezelfde als in de alternatieven Vast en Apart: bij het ontwerp van de vliegpaden van de naderingen op Schiphol kunnen woonkernen en natuurgebieden vermeden worden waar in de referentiesituatie de gevectorde naderingen soms overvliegen. De tweede betreft de beperkingen als gevolg van luchtruimgrenzen. Deze worden in het alternatief Samen gedeeltelijk weggenomen door het gedeeld naderingsluchtruim binnen een cluster. Daarmee biedt het alternatief Samen meer mogelijkheden om het overvliegen van specifieke gebieden te vermijden.

Een voordeel van een gedeeld naderingsluchtruim is dat er minder beperkingen zijn in het ontwerp van zowel de naderings- als de vertrekbuizen doordat enkele luchtruimgrenzen weg vallen. Hierdoor kan het ontwerp geoptimaliseerd worden. Omdat het beperken van geluidsoverlast prioriteit heeft tot een vlieghoogte van 6.000 voet (circa 1,8km), zal die optimalisatie vooral gebruikt worden bij het vermijden van het overvliegen van specifieke gebieden. In de referentiesituatie zijn de beperkingen van de luchtruimgrenzen voor het routeontwerp verreweg het grootst voor de luchthavens Lelystad Airport en Rotterdam The Hague Airport. De huidige naderingsluchtruimen van die luchthavens worden belemmerd door het naderingsluchtruim van het nabijgelegen Schiphol, en mede als gevolg daarvan ook door de erboven gelegen tussenliggend luchtruim (ACC sectoren). In het gedeeld naderingsluchtruim van het cluster kan daarom de geluidshinder van zowel de vertrekken als de naderingen op Lelystad Airport en Rotterdam The Hague Airport gereduceerd worden.

13.2.4 Conclusies

De alternatieven Apart en Samen geven beide een significant lagere geluidsbelasting vooral doordat de naderingen hoger en met minder motorvermogen worden uitgevoerd. De oppervlakte binnen geluidscontouren wordt naar verwachting in de orde van 19% tot 22% verkleind. De alternatieven scoren daarmee ++ op het criterium geluidsbelasting.

De alternatieven Apart en Samen vergroten de voorspelbaarheid van geluid doordat de vliegpaden van de naderende vliegtuigen vastliggen. Op Schiphol wordt dit weer enigszins tenietgedaan doordat in een deel van de tijd de vliegtuigen niet door de buizen naderen. De alternatieven scoren daarmee + op het criterium voorspelbaarheid.

In beide alternatieven vliegen de naderingen op Schiphol over vliegroutes. Bij het ontwerp van die vliegroutes wordt het overvliegen van geluidskwetsbare gebieden vermeden, terwijl dat bij het vectoren in de referentiesituatie niet altijd het geval hoeft te zijn. Daarmee scoort het alternatief Apart + op het criterium Ontwerpruime bij het maken van routes. Het alternatief Samen vergroot de ontwerpruimte bij het maken van routes verder doordat het gedeeld naderingsluchtruim van het cluster Schiphol, Lelystad Airport en Rotterdam The Hague Airport mogelijkheden biedt het overvliegen van specifieke gebieden te vermijden. Daarmee scoort die alternatief ++ op dit criterium.

Tabel 13-2 Effect van alternatieven Apart en Samen op het thema geluid

Criterium	Apart	Samen
Geluidsbelasting	++	++
Voorspelbaarheid	+	+
Ontwerpruimte b j het maken van routes	+	++

13.3 Emissies

13.3.1 Klimaat

13.3.1.1 Alternatief Apart

Het brandstofgebruik in het alternatief Apart komt overeen met die van het alternatief Vast, als beschreven in paragraaf 12.3.1.1. Het alternatief Apart leidt daarmee in 2035 tot een reductie het brandstofgebruik van naar verwachting 7% à 8%. De grootste bijdrage komt van de naderings- en vertrekbuizen, waardoor vliegtuigen meer rechtstreeks kunnen vliegen en in de nadering minder motorvermogen gebruiken. Drie andere significante bijdragen zijn het gevolg van de Free Route Airspace, de ontsluiting van luchtruim voor civiel gebruik in het zuidoosten en een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol. Het naderen via stelsels van vaste routepunten levert geen significante bijdrage aan reductie van het brandstofgebruik.

13.3.1.2 Alternatief Samen

Het brandstofgebruik in het alternatief Samen komt grotendeels overeen met die van het alternatief Vast, als beschreven in paragraaf 12.3.1.1. Daar komt bij dat de samenwerking van de luchthavens meer ruimte geeft voor het ontwerp van de buizenstelsels van de luchthavens in een cluster. Deze ruimte kan gebruikt worden om de vliegroutes te verkorten. Dit leidt tot een reductie van het brandstofgebruik van minder dan een half procent van het totale brandstofgebruik.

Een voordeel van een gedeeld naderingsluchtruim is dat er minder beperkingen zijn in het ontwerp van zowel de naderings- als de vertrekbuizen doordat enkele luchtruimgrenzen weg vallen. Omdat het beperken van geluidsoverlast prioriteit heeft tot een vlieghoogte van 6.000 voet (circa 1,8km), zal die optimalisatie waarschijnlijk vooral gebruikt worden bij het vermijden van het overvliegen van specifieke geluidsgevoelige gebieden. Daarboven, of wanneer er meerdere mogelijkheden zijn om ook het overvliegen van specifieke gebieden te vermijden, kan de ontwerpruimte gebruikt worden om de lengte

van de vliegpaden te verkorten. Dit in vergelijking tot de referentiesituatie waar vooral enkele vertrek- en naderingsroutes voor Lelystad Airport langer zijn als gevolg van beperkingen van de luchtruimgrenzen. Door deze te verkorten wordt het brandstofgebruik gereduceerd. Doordat het aantal vluchten van en naar Lelystad Airport maar een beperkt deel van het totaalaantal vluchten in het Nederlands luchtruim zijn, blijft die reductie beperkt tot minder dan een half procent.

13.3.2 Luchtkwaliteit

Alle functionaliteiten van de alternatieven hebben alleen een effect op de vliegpaden en gashendelstanden van vliegtuigen boven een hoogte van 2.000 voet (circa 600m). Omdat emissies uitgestoten boven deze hoogte in het algemeen een zeer beperkt effect lijken te hebben op de lokale luchtkwaliteit zijn de effecten van de alternatieven Apart en Samen niet onderscheidend ten opzichte van de referentiesituatie en niet ten opzichte van elkaar.

13.3.3 Conclusies

Het alternatief Apart leidt tot een reductie van het brandstofgebruik van naar verwachting 7% a 8% van het totaal. De grootste bijdrage komt van de naderings- en vertrekbuizen, waardoor vliegtuigen meer rechtstreeks kunnen vliegen en in de nadering minder motorvermogen gebruiken. Andere significante bijdrages zijn het gevolg van de Free Route Airspace, de ontsluiting van luchtruim voor civiel gebruik in het zuidoosten en een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol. Het alternatief Vast scoort daarmee ++ op het criterium Klimaat.

Het alternatief Samen leidt tot dezelfde reductie van het brandstofgebruik als het alternatief Apart, met nog een verdere reductie door de gedeelde naderingsluchtruimen van de clusters. Het effect hiervan is echter niet significant.

Beide alternatieven blijken de luchtkwaliteit niet of nauwelijks te verbeteren, en scoren daarom op dit criterium allebei een 0.

Tabel 13-3 Effect van alternatieven Apart en Samen op het thema emissies

Criterium	Apart	Samen
Klimaat	++	++
Luchtkwaliteit	0	0

13.4 Natuur

13.4.1 Stikstofdepositie

In paragraaf 11.7.1 is aangegeven dat de hoeveelheid gebruikte brandstof als maat wordt gebruikt voor de stikstofdepositie.

13.4.1.1 Alternatief Apart

Het brandstofgebruik in het alternatief Apart komt overeen met die van het alternatief Vast, als beschreven in paragraaf 12.3.1.1. Het alternatief Apart leidt daarmee tot een reductie van het brandstofgebruik van naar verwachting 7% à 8%, zie ook paragraaf 12.4.1.1. De grootste bijdrage komt van de naderings- en

vertrekbuizen, waardoor vliegtuigen meer rechtstreeks kunnen vliegen en in de nadering sneller kunnen dalen. Andere significante bijdrages zijn het gevolg van de Free Route Airspace en een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol. Het naderen via stelsels van vaste routepunten levert geen significante bijdrage aan reductie van het brandstofgebruik.

13.4.1.2 Alternatief Samen

Het brandstofgebruik in het alternatief Samen komt grotendeels overeen met die van het alternatief Vast, als beschreven in paragraaf 12.3.1.1. Daar komt bij dat de samenwerking van de luchthavens meer ruimte geeft voor een het ontwerp van de buizenstelsels van de luchthavens in een cluster. Deze ruimte kan gebruikt worden om de geluidsbelasting te minimaliseren maar ook om de vliegroutes te verkorten. Dit leidt echter tot een niet significante reductie van het brandstofgebruik.

13.4.2 Verstoringseffecten

In paragraaf 11.7.2 is aangegeven dat de oppervlaktes binnen de geluidscontour van 43 dB(A) voor de generieke banen als maat worden gebruikt voor de verstoringseffecten.

13.4.2.1 Alternatief Apart

De geluidsbelasting in het alternatief Apart komt overeen met die van het alternatief Vast zie paragraaf 12.2.1.1. Daarmee leiden de vertrekprocedures niet tot significante afname van de oppervlaktes onder de geluidscontouren ten opzichte van de referentiesituatie. De aankomstprocedures in het alternatief Vast, waar wordt genaderd middels naderingsbuizen, leiden wel tot significante afname van de oppervlaktes onder de geluidscontouren ten opzichte van de referentiesituatie, waar wordt genaderd via vectors van luchtverkeersleiders. Zoals aangegeven in paragraaf 12.2.1.1 heeft dit meerdere effecten op de geluidsbelasting op de grond: vliegtuigen vliegen over het algemeen hoger, met een lager motorvermogen, korter en meer geconcentreerd over hetzelfde vliegpad. Bij het doorrekenen van het oppervlakte onder de geluidscontour van 43 dB(A) van de generieke start- en landingsbaan blijkt dat te leiden tot een reductie van 22%, zie ook tabel 12-3.

13.4.2.2 Alternatief Samen

De geluidsbelasting in het alternatief Samen komt ook grotendeels overeen met die van het alternatief Vast. Daar komt nog bij dat de gedeeld naderingsluchtruimen mogelijkheden bieden om het overvliegen van specifieke gebieden te vermijden, zoals ook genoemd in paragraaf 13.2.3.1. In het gedeelde naderingsluchtruim van het cluster met Schiphol zou daarmee geluidsverstoring van zowel de vertrekken als de naderingen op Lelystad Airport en Rotterdam The Hague Airport gereduceerd kunnen worden.

13.4.3 Conclusies

De alternatieven Apart en Samen leiden tot een reductie van het brandstofgebruik van naar verwachting 7% à 8%; een indicatie van de te verwachten verandering in stikstofdepositie. De alternatieven scoren daarmee ++ op dat criterium. Het alternatief Samen scoort daarbij nog een klein beetje positiever dan het alternatief Apart, door de mogelijkheden vliegroutes te verkorten door het delen van het naderingsluchtruim in een cluster.

De alternatieven Apart en Samen leiden leidt tot een reductie van de 43db(A) geluidscontour van de generieke baan van 22% en dat is een goede eerste maat voor de geluidsverstoring. De alternatieven

scoren daarmee ++ op dat criterium. Het alternatief Samen scoort daarbij nog een klein beetje positiever dan het alternatief Apart, door de mogelijkheden om het overvliegen van specifieke gebieden te vermijden door het wegvallen van enkele luchtruimgrenzen.

Tabel 13-4 Effect van alternatieven Apart en Samen op het thema natuur

Criterium	Apart	Samen
Stikstofdepositie	++	++
Verstoringseffecten	++	++

13.5 Ruimtebeslag

Met dezelfde overwegingen zoals gepresenteerd in paragraaf 12.5 kan geconcludeerd worden dat de alternatieven Apart en Samen geen onderscheidend effect hebben op het thema Ruimtebeslag ten opzichte van de referentiesituatie. Daarmee scoren de alternatieven Apart en Samen 0 op het criterium beperkingen van gebruik van grond.

13.6 Efficiëntie

13.6.1 Vluchtefficiëntie

13.6.1.1 Alternatief Apart

De vluchtefficiëntie in het alternatief Apart komt overeen met die van het alternatief Vast, als beschreven in paragraaf 12.6.1.1. Het alternatief Apart leidt daarmee in 2035 tot een reductie van de totale vliegtijd van naar verwachting 9%. De grootste bijdrage komt van de naderings- en vertrekbuizen, waardoor vliegtuigen meer rechtstreeks kunnen vliegen en in de nadering sneller kunnen dalen. Andere significante bijdrages zijn het gevolg van de Free Route Airspace en een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol.

13.6.1.2 Alternatief Samen

De vluchtefficiëntie in het alternatief Samen komt grotendeels overeen met die van het alternatief Vast, als beschreven in paragraaf 12.6.1.1. Daar komt bij dat de samenwerking van de luchthavens meer ruimte geeft voor het ontwerp van de buizenstelsels van de luchthavens in een cluster. Deze ontwerpruimte kan gebruikt worden om de routes te verkorten. Dit leidt tot een reductie van de totale vliegtijd van minder dan een half procent.

Als ook uiteengezet in paragraaf 13.3.1.2 kunnen de lengtes van enkele aan- en uitvliegroutes in het alternatief Samen verkort worden ten opzichte van de referentiesituatie. Dit is met name mogelijk in het gedeelde naderingsluchtruim van het cluster Schiphol, Rotterdam The Hague Airport en Lelystad Airport, en in het bijzonder voor de vluchten van en naar Lelystad Airport. De reductie van de vliegtijd blijft beperkt tot minder dan een half procent van de totale vliegtijd en is daarmee insignificant.

13.6.2 Militaire trainingsefficiëntie

Geen van de functionaliteiten uit de alternatieven Apart en Samen hebben een effect op de militaire trainingsefficiëntie.

13.6.3 Conclusies

De alternatieven Apart en Samen leiden tot een significante reductie van de totale vliegtijd van naar verwachting 9%. De grootste bijdrage komt van de naderings- en vertrekbuizen, waardoor vliegtuigen meer rechtstreeks kunnen vliegen en in de nadering sneller kunnen dalen. In het alternatief Samen kan dat nog meer dan in het alternatief Apart door een efficiënter ontwerp van het gedeelde naderingsluchtruim in het cluster Schiphol, Rotterdam The Hague Airport en Lelystad Airport. Andere significante bijdrages zijn het gevolg van de Free Route Airspace en een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol. De alternatieven scoren daarmee beide ++ op Vluchtefficiëntie.

De alternatieven hebben geen effect op de militaire trainingsefficiëntie en scoren daarop een 0.

Tabel 13-5 Effect van alternatieven Apart en Samen op het thema efficientie

Criterium	Apart	Samen
Vluchtefficientie	++	++
Militaire trainingsefficiëntie	0	0

13.7 Capaciteit

13.7.1 Uurcapaciteit voor civiel verkeer

13.7.1.1 Alternatief Apart

De uurcapaciteit van het alternatief Apart komt overeen met die van het alternatief Vast, als beschreven in paragraaf 12.7.1.1. Het alternatief Apart leidt daarmee tot een capaciteit gelijk aan de benodigde uurcapaciteit (tabel 11-4). De grootste beperking ligt in de afhandeling van de naderingen op Schiphol middels buizen met een combinatie van ASAS-Interval Management en Ground-based Interval Management: deze hebben een uurcapaciteit van 36 naderingen per baan per uur. Als de omstandigheden daarom vragen kunnen vliegtuigen in het naderingsluchtruim gevectord worden terwijl het stelsel van vaste routepunten en de FRA in het tussenliggend luchtruim blijven functioneren.

13.7.1.2 Alternatief Samen

De uurcapaciteit van het alternatief Samen komt grotendeels overeen met die van het alternatief Vast, als beschreven in paragraaf 12.7.1.1. Omdat het naderingsluchtruim in een cluster van luchthavens gedeeld wordt, is het mogelijk dat ook de stelsels van vaste naderingspunten in het tussenliggende luchtruim gedeeld worden. Dit is ook afhankelijk van het precieze ontwerp van die stelsels in relatie met het ontwerp van de buizenstelsels. In het meest veeleisende geval zal een deel van het drukst bezette stelsel van vaste naderingspunten voor Schiphol ook gebruikt gaan worden door naderingen op Lelystad Airport en Rotterdam The Hague Airport. Het aantal naderingen per uur op Schiphol in dat stelsel is 25 per uur, zie ook paragraaf 12.7.1.1. Uitgaande van verwachte verdelingen van het Lelystad Airport en Rotterdam The Hague Airport-verkeer (zie paragraaf 11.1) komen daar dan nog ongeveer 9 naderingen per uur bij. Daarmee is gevraagde uurcapaciteit van dat stelsel van vaste routepunten gelijk aan 34 bewegingen per uur. Dit aantal is vergelijkbaar met het huidige aantal van 30 bewegingen per uur op het drukste naderingspunt (zie ook [Luchtruimvisie Bijlagerapport 3] en kan daarom naar verwachting afgehandeld worden, ook gezien de betere aanlevering vanuit het hogere luchtruim dankzij TBO en E-AMAN. Het alternatief Samen leidt daarmee tot een capaciteit gelijk aan de gevraagde uurcapaciteit.

13.7.2 Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer

13.7.2.1 Alternatief Apart

De robuustheid en punctualiteit van het alternatief Apart komen overeen met die van het alternatief Vast, zoals beschreven in paragraaf 12.7.2.1. Als gevolg van verschillende functionaliteiten die het naderend luchtverkeer op een meer planmatige manier af handelen is de verkeersafhandeling in het alternatief Apart robuuster en de kans op verlies van punctualiteit lager dan in de referentiesituatie.

13.7.2.2 Alternatief Samen

De robuustheid en punctualiteit van het alternatief Apart komen grotendeels overeen met die van het alternatief Vast, als beschreven in paragraaf 12.7.2.1. De samenwerking van de luchthavens kan de robuustheid en punctualiteit iets verder verhogen. In het bijzonder op gebied van planning, baangebruik en vluchtuitvoering kan samenwerking een voordeel bieden bij de afhandeling van vluchten die in de referentiesituatie moeizaam zijn af te handelen. Dit betreft in het bijzonder de vluchten van en naar Rotterdam The Hague Airport en Lelystad Airport die door het naderingsluchtruim van Schiphol vliegen. In de referentiesituatie worden deze vluchten individueel gecoördineerd door de naderingsverkeersleiders van enerzijds Rotterdam The Hague Airport en Lelystad Airport en anderzijds van Schiphol. Met een goede samenwerking, een afgestemde planning en een gedeeld luchtruim, kunnen deze vluchten met een grotere punctualiteit en met minder impact op de gehele luchtverkeersafhandeling uitgevoerd worden. Het effect hiervan is echter beperkt.

13.7.3 Beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer, GA en drones

De mate waarin de alternatieven Samen en Apart luchtruim beschikbaar maken voor militair verkeer, General Aviation en drones komt overeen met de mate waarin het alternatief Vast dat doet: door de uitbreiding van het noordelijk oefengebied komt er luchtruim beschikbaar voor militair verkeer maar anderszins komt er komt geen luchtruim beschikbaar. Het is voorstelbaar dat in het alternatief Samen de routes in het gedeelde naderingsluchtruim van een cluster zo efficiënt ontworpen worden dat dit naderingsgebied dan kleiner gemaakt zou kunnen worden dan de afzonderlijke naderingsgebieden. Daarmee zou luchtruim beschikbaar komen voor andere stakeholders. Omdat ook in het alternatief Samen vluchten gevectord moeten kunnen worden, leidt ook een gedeeld naderingsgebied niet zondermeer tot luchtruim dat beschikbaar komt voor andere stakeholders.

13.7.4 Conclusies

De capaciteiten van de alternatieven Apart en Samen zijn gelijk aan de gevraagde uurcapaciteit. De grootste beperking ligt in de afhandeling van de naderingen op Schiphol middels buizen met een combinatie van ASAS-Interval Management en Ground-based Interval Management. Daarmee scoren beide alternatieven 0 op het criterium Uurcapaciteit civiel handelsverkeer.

De punctualiteit van de alternatieven Apart en Samen is hoger dan de referentiesituatie dankzij de meer planmatige benadering dankzij bouwstenen als SWIM, TBO en E-AMAN. De robuustheid is vergelijkbaar door aan te nemen dat 10% tot 20% van de naderingen op Schiphol middels vectoren worden afgehandeld. Het alternatief Samen verhoogt de punctualiteit en robuustheid van vluchten van en naar Rotterdam The Hague Airport en Lelystad Airport, door een betere planning en een verhoogde samenwerking met de luchthaven Schiphol.

De alternatieven Apart en Samen maken niet meer luchtruim beschikbaar voor militair verkeer, General Aviation en drones.

Tabel 13-6 Effect van alternatieven Apart en Samen op het thema capaciteit

Criterium	Apart	Samen
Uurcapaciteit voor civiel verkeer	0	0
Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer	+	+
Beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer	++	++
Beschikbaarheid van luchtruim voor GA	0	0
Beschikbaarheid van luchtruim voor drones	0	0

13.8 Overzicht van effecten

Thema	Criterium	Apart	Samen
Veiligheid	Ongevalsrisico	0	0
	Externe veiligheid	0	0
Geluid	Geluidsbelasting	++	++
	Voorspelbaarheid	+	+
	Ontwerpruimte bij het maken van routes	+	++
Emissies	Klimaat	++	++
	Luchtkwaliteit	0	0
Natuur	Stikstofdepositie	++	++
	Verstoringseffecten	++	++
Ruimtebeslag	Beperkingen van gebruik van grond	0	0
Efficiëntie	Vluchtefficiëntie	++	++
	Militaire trainingsefficiëntie	0	0
Capaciteit	Uurcapaciteit voor civiel verkeer	0	0
	Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer	+	+
	Beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer	++	++
	Beschikbaarheid van luchtruim voor GA	0	0
	Beschikbaarheid van luchtruim voor drones	0	0

14 Effectbeoordeling cyclus 3: losse bouwstenen

14.1 Geavanceerde DMAN

Departure management (DMAN) is een breed begrip dat het hele proces rondom het vertrek van vluchten beslaat, inclusief planning. De geavanceerde versie van DMAN verbetert startvolgordes, clustert luchtverkeer en optimaliseert het gebruik van startbanen. De bouwsteen levert een positieve bijdrage aan klimaat en omgevingskwaliteit en aan capaciteit. De bouwsteen heeft geen negatieve effecten.

14.1.1 Klimaat

Een verbeterde planning van de vertrekken op de grond (klaar voor vertrek van de gates) leidt tot minder taxi- en wachttijden op de luchthaven. Dit leidt tot minder brandstofgebruik, met name voor de vliegtuigen die vertrekken vanaf Schiphol. De hoeveelheid bespaarde brandstof is klein ten opzichte van de totale hoeveelheid gebruikte brandstof in het Nederlands luchtruim in de referentiesituatie (zie paragraaf 12.3.1).

14.1.2 Luchtkwaliteit

De hierboven genoemde reductie van het brandstofgebruik werkt door in de emissies uitgestoten op lagere hoogtes en daarmee op de luchtkwaliteit op en rondom de luchthaven. De hoeveelheid minder uitgestoten emissies ten opzichte van de referentiesituatie is echter klein, zeker ten opzichte van de vertrekken, de vluchtfase waarin relatief het meeste wordt uitgestoten onder de 2.000 voet (circa 600m).

14.1.3 Uurcapaciteit voor civiel verkeer

Een geavanceerde DMAN optimaliseert ook de volgorde van de vertrekken van één startbaan; bijvoorbeeld door het clusteren van vertrekkende verkeer. Daarbij kan vermeden worden dat een relatief snel vliegtuig vertrekt achter een relatief langzaam vliegtuig. Daarmee kan capaciteit worden gewonnen ten opzichte van het alternatief Samen; daarin moet de onderlinge afstand tussen de twee vliegtuigen bij het vertrek van het twee vliegtuig immers zo groot zijn dat de separatienorm gehandhaafd blijft tot aan het einde van de buis.

14.1.4 Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer

Een geavanceerde DMAN maakt dat minder vliegtuigen het toegewezen slot niet halen. Daardoor wordt de capaciteit van het luchtruim beter benut. Daar komt bij dat een geavanceerde DMAN sommige gebeurtenissen eerder of beter kan voorspellen en de consequenties van onvoorziene situaties kan verminderen. Dit leidt tot een hogere robuustheid en punctualiteit.

14.1.5 Conclusies

Het is de verwachting dat een geavanceerde DMAN, waarin vertrekkend verkeer wordt geclusterd leidt tot minder brandstofgebruik en daardoor tot een betere luchtkwaliteit op en rondom de luchthaven, tot een hogere uurcapaciteit van vertrekken en tot meer robuustheid en punctualiteit.

Tabel 14-1 Effecten van Geavanceerde DMAN

Criterium	Geavanceerde DMAN
Klimaat	↑
Luchtkwaliteit	↑
Uurcapaciteit voor civiel verkeer	↑
Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer	↑

14.2 RECAT-EU en PWS

RECAT-EU betreft een herindeling van de zogturbulentie-categorieën, waarbij de onderlinge tijden tussen vliegtuigen gereduceerd wordt door meer categorieën te onderscheiden en zo een fijnmaziger onderscheid naar vliegtuigtypes te realiseren. Pair-Wise Separation (PWS) betreft een nog verdere verfijning van deze categorieën tot op het niveau van vliegtuigtypes, waardoor de onderlinge tijden tussen vliegtuigen nog verder gereduceerd worden. Het mag verwacht worden dat eerst RECAT-EU en daarna PWS wordt geïntroduceerd. De bouwstenen lijken zo zeer op elkaar dat de effecten ervan hieronder in één paragraaf wordt geanalyseerd.

14.2.1 Ongevalsrisico

In paragraaf 11.1 is aangegeven dat de referentiesituatie als uitgangspunt dient. De veiligheid van de bouwsteen wordt op hoog niveau vergeleken met betrekking tot de ongevalskans. Daarbij wordt in eerste instantie gekeken wat de mogelijke risico's zijn en daarna beschouwd of deze in vervolgstappen kunnen worden gemitigeerd.

De bouwstenen RECAT-EU en PWS maken dat de tijden en afstanden tussen sommige paren vliegtuigen in een naderings- of vertrekbuis gereduceerd worden ten opzichte van de referentiesituatie. Daarmee neemt het risico van een ongeval als gevolg van te grote zogturbulentie in principe toe. De twee bouwstenen kunnen daarom alleen worden ingevoerd als vooraf aangetoond wordt dat de toename van die kans effectief nihil of uiterst klein en acceptabel is. Daar wordt op Europees en internationaal verband aan gewerkt [EUROCONTROL, 2015], [NATS]. De verwachting is dat ook voor de Nederlandse situatie kan worden aangetoond dat een veilige implementatie mogelijk is, eventueel met aanvullende maatregelen als het ondersteunen van luchtverkeersleiders met markers en waarschuwingen op het radarscherm. Om die reden scoren RECAT-EU en PWS beide 0 op het criterium ongevalsrisico.

14.2.2 Uurcapaciteit voor civiel verkeer

Als uiteengezet in paragrafen 12.7.1.1 en 13.7.1.2 ligt de grootste beperking van de uurcapaciteit in het alternatief Samen in de afhandeling van de naderingen op Schiphol middels buizen met een combinatie van ASAS Interval Management en Ground-based Interval management. De capaciteit daarvan is naar verwachting 36 naderingen per uur, gelijk aan die van de referentiesituatie. De bouwstenen RECAT-EU en PWS vergroten deze capaciteit met naar verwachting 1 à 2 landingen per uur per baan, afhankelijk van de verkeersmix. Daar wordt bij aangetekend dat er nog enkele onzekerheden zijn met betrekking tot de indirecte werking van Ground-based Interval Management en met betrekking tot de operaties waarin bijvoorbeeld parallel wordt genaderd of waarin de vertrekken convergeren met de zogeheten missed approach-paden van de naderingen.

Ook de uurcapaciteit van een vertrekbuis kan door de bouwstenen RECAT-EU en PWS toenemen met 1 à 2 vertrekken boven de 38 bewegingen per uur per baan in de referentiesituatie. Daar wordt bij

aangetekend dat er nog enkele onzekerheden zijn met betrekking de scenario's waarin vliegtuigen op elkaar kunnen inlopen bij het uitvliegen door dezelfde vertrekbuis en bij punten waar vertrekbuizen van twee banen mergen.

14.2.3 Conclusies

Het is de verwachting dat RECAT-EU en PWS veilig geïntroduceerd kunnen worden. De uurcapaciteit van de vertrek- en naderingsbuizen van Schiphol kan toenemen met ongeveer 1 à 2 bewegingen per uur per baan met enkele onzekerheden en onder enkele voorwaarden.

Tabel 14-2 Effecten van RECAT-EU en PWS

Criterium	RECAT-EU en PWS
Uurcapaciteit voor civiel verkeer	↑

14.3 Reductie minimale separatie in het naderingsluchtruim

Door de separatie tussen vliegtuigen in het naderingsluchtruim niet langer op afstand maar op tijd te baseren kan de afstand tussen vliegtuigen dynamisch aangepast worden. De heersende wind speelt dan niet langer een rol bij de capaciteit van de route. Om optimaal gebruik te kunnen maken van dit principe moet de Minimale Radar Separatie (MRS) verkleind worden. De bouwsteen kan bijdragen aan een verhoging van de capaciteit in het naderingsluchtruim met 2 tot 4 bewegingen per uur per baan voor zowel vertrekkend als naderend verkeer. De bouwsteen leidt echter ook tot een toename van het ongevalsrisico. Dit is niet acceptabel. De invoering van deze bouwsteen is daarom aan voorwaarde gebonden aan te tonen dat als deze wordt ingevoerd vooraf aangetoond moet worden dat de toename van de ongevalskans effectief nihil of uiterst klein en acceptabel is.

14.3.1 Ongevalsrisico

In paragraaf 11.1 is aangegeven dat de referentiesituatie als uitgangspunt dient. De veiligheid van de bouwsteen wordt op hoog niveau vergeleken met betrekking tot de ongevalskans. Daarbij wordt in eerste instantie gekeken wat de mogelijke risico's zijn en daarna beschouwd of deze in vervolgstappen kunnen worden gemitigeerd.

Het reduceren van de MRS (Minimum Radar Separation) in het naderingsluchtruim, als vervolgstap op de introductie van de bouwsteen TBS, leidt ertoe dat de tijden en afstanden tussen vliegtuigen in het naderingsluchtruim kleiner worden dan in de referentsituatie, voor zover de minimale separatie vanwege zogturbulentie niet bepalend is. Daarmee neemt het risico op een botsing toe: de marges voor afwijkingen en onnauwkeurigheden in de surveillance worden kleiner, en daarmee de tijd die luchtverkeersleiders en vliegers hebben om succesvol in te grijpen in geval van een conflict. Deze bouwsteen kan daarom alleen maar worden ingevoerd als vooraf wordt aangetoond dat de toename van de ongevalskans effectief nihil of uiterst klein en acceptabel is. In andere landen is dat voor de reductie van de MRS gelukt, onder andere na analyse van de prestaties van de radarsurveillance. De verwachting is dat ook voor de Nederlandse situatie kan worden aangetoond dat een veilige implementatie mogelijk is, maar daarbij geldt een voorbehoud. De verkeerssituatie in het naderingsluchtruim van Schiphol in het alternatief Vast-Samen in 2035 is namelijk complex, gezien de hoge verkeersdichtheid, de mogelijk vele baanwisselingen, de twee manieren waarop verkeer wordt afgehandeld (middels buizen of middels vectoren) en de verkeersstromen van en naar Lelystad Airport en Rotterdam The Hague Airport.

14.3.2 Uurcapaciteit voor civiel verkeer

Als uiteengezet in paragrafen 12.6.1.1 en 13.7.1.2 ligt de grootste beperking van de uurcapaciteit in het alternatief Samen in de afhandeling van de naderingen op Schiphol middels buizen in een combinatie met ASAS Interval Management en Ground-based Interval management. De capaciteit daarvan is naar verwachting 36 naderingen per uur, gelijk aan die van de referentiesituatie. De bouwsteen Reductie van de MRS leidt ertoe dat de minimale onderlinge afstand tussen de naderingen, voor zover de separatieminima voor de zogturbulentie niet bepalend is, gereduceerd kan worden van 3NM naar 2,5NM. Dit komt overeen met een reductie van 0,5NM/ 3NM ≈ 17%. Als er geen additionele marges zouden zijn tussen de vliegtuigen en als de separatieminima voor de zogturbulentie niet in sommige gevallen bepalend zou zijn, leidt dat grofweg tot een toename van de capaciteit van eveneens 17%, dus tot 6 naderingen per uur per baan extra. Vanwege de genoemde beperkingen wordt de capaciteit naar verwachting vergroot met 3 à 4 landingen per uur per baan, ook afhankelijk van de verkeersmix. Daar wordt bij aangetekend er nog enkele onzekerheden zijn met betrekking tot de indirecte werking van Ground-based Interval Management en met betrekking tot de operaties waarin bijvoorbeeld parallel wordt genaderd of waarin de vertrekken convergeren met de missed approach-paden van de naderingen.
De uurcapaciteit van het eerste gedeelte van een vertrekbuis kan door de reductie van de MRS naar verwachting ook toenemen met 3 à 4 vertrekken boven de 38 bewegingen per uur per baan, overkomend met de uurcapaciteit in de referentiesituatie. Daar wordt bij aangetekend dat er nog enkele onzekerheden zijn met betrekking de scenario's waarin vliegtuigen van verschillende types op elkaar kunnen inlopen bij het vliegen door dezelfde vertrekbuis en bij punten waar vertrekbuizen van twee banen mergen.

14.3.3 Conclusies

De reductie van de MRS leidt in de basis, dus zonder aanvullende maatregelen of mitigatie in het ontwerp, tot een toename van de ongevalskans: botsing tussen vliegtuigen. Het is nog onzeker of aangetoond kan worden dat die toename acceptabel is of gemaakt kan worden door additionele maatregelen.

De reductie van de MRS leidt tot een verhoging van de capaciteit van de vertrek- en naderingsbuizen van Schiphol met 2 tot 4 bewegingen per uur per baan, met enkele onzekerheden en onder enkele voorwaarden.

Tabel 14-3 Effecten van Reductie MRS

Criterium	Reductie MRS
Ongevalsrisico	↓
Uurcapaciteit voor civiel verkeer	↑

14.4 Reductie minimale separatie in het tussenliggend luchtruim

Op dit moment wordt luchtverkeer in het tussenliggend luchtruim op 5NM gesepareerd. Wanneer de minimale laterale separatie binnen het tussenliggend luchtruim teruggebracht wordt naar 3NM zou dit meer regelruimte opleveren, waardoor luchtverkeer effectiever gebruik kan maken van het luchtruim. Ook zou het ontwerp van de vaste routepunten efficiënter kunnen worden omdat de ruimte tussen de individuele routepunten dan kleiner kan worden. Deze bouwsteen kan bijdragen aan een grotere uurcapaciteit in het tussenliggend luchtruim van 3 tot 4 bewegingen voor naderend verkeer. Er is echter een veiligheidsrisico geïdentificeerd voor wat betreft vertrekkend verkeer. De bouwsteen kan daarom alleen worden ingevoerd voor naderend verkeer.

14.4.1 Ongevalsrisico

In paragraaf 11.1 is aangegeven dat de referentiesituatie als uitgangspunt dient. De veiligheid van de bouwsteen wordt op hoog niveau vergeleken met betrekking tot de ongevalskans. Daarbij wordt in eerste instantie gekeken wat de mogelijke risico's zijn en daarna beschouwd of deze in vervolgstappen kunnen worden gemitigeerd.

Het reduceren van de minimale separatie in het tussenliggend luchtruim leidt ertoe dat de tijden en afstanden tussen vliegtuigen kleiner worden dan in de referentsituatie. Daarmee neemt het risico op een botsing toe: de marges voor afwijkingen en onnauwkeurigheden in de surveillance worden kleiner, en daarmee de tijd die luchtverkeersleiders en vliegers hebben om succesvol in te grijpen in geval van een conflict. Deze bouwstenen kan daarom alleen worden ingevoerd als vooraf aangetoond wordt dat de toename van de ongevalskans effectief nihil of uiterst klein en acceptabel is. De verwachting is dat dit voor het stelsel van vaste routepunten zal lukken omdat het luchtverkeer daar dankzij TBO en E-AMAN goed getimed en dus regelmatiger dan in de referentiesituatie aankomt. Of de veiligheid van de gereduceerde minimale separatie in FRA ook aangetoond kan worden, bijvoorbeeld na introductie van automatische alarmering van mogelijke conflicten op korte termijn, is onzekerder. Mocht dat niet lukken, dan zal de separatie in de FRA niet verkleind worden.[61]

14.4.2 Uurcapaciteit voor civiel verkeer

De uurcapaciteit van de stelsels van vaste routepunten in het tussenliggend luchtruim kan door de reductie van de minimale separatie toenemen met 3 à 4 bewegingen per uur, per stelsel. Of de capaciteit van FRA verhoogd kan worden is afhankelijk van de sectorisatie van de FRA, dat wil zeggen: hoe dat luchtruim verder wordt onderverdeeld in veranwoordelijkheidsgebieden van luchtverkeersleiders, in samenhang met het verkeersaanbod. Door betere systeemondersteuning, door het gebruik van TBO en door de verbeterde indeling van het luchtruim is de verwachting dat dit mogelijk is.

14.4.3 Conclusies

Het is de verwachting dat de reductie van minimale separatie veilig geïntroduceerd kan worden in de stelsels van vaste routepunten in het tussenliggend luchtruim. Een veilige introductie ervan in de FRA is onzekerder.
De reductie van de minimale separatie in het tussenliggend luchtruim kan naar verwachting een toename van de uurcapaciteit faciliteren, doordat de introductie van PWS en de reductie van de MRS in het naderingsluchtruim de verhoging voldoende ondersteunen om die dan ook daadwerkelijk te kunnen benutten.

Tabel 14-4 Effecten van Reductie minimale separatie in tussenliggend luchtruim

Criterium	Reductie minimale separatie tussenliggend luchtruim
Ongevalsrisico	↓
Uurcapaciteit voor civiel verkeer	↑

[61] Juist omdat de stelsels van vaste routepunten in het tussenliggend luchtruim ruimtelijk gescheiden is van de FRA, is het denkbaar dat de reductie van de minimale separatie wel voor de naderingen maar niet voor de vertrekken wordt toegepast. De reductie van de separatienormen in de FRA lijkt niet essentieel voor de vergroting van de capaciteit.

14.5 Integratie AMAN/DMAN proces

Door het vertrek proces (DMAN) en aankomst proces (AMAN) voor luchtverkeer op elkaar af te stemmen kan efficiënter gebruik worden gemaakt van het luchtruim. Afstemmen kan gebeuren door systemen te integreren maar ook door betere informatie-uitwisseling. De bouwsteen levert een positieve bijdrage aan de randvoorwaarde van de veiligheid en aan de capaciteit. De bouwsteen heeft geen negatieve effecten.

14.5.1 Ongevalsrisico

Een risico van de operatie op Schiphol in de referentiesituatie is het gevolg van het gelijktijdig gebruik van convergerende start- en landingsbanen. Daardoor kan een conflict ontstaan tussen een vertrekkend vliegtuig en een vliegtuig dat een doorstart maakt[62] [OVV]. Een mogelijkheid om dit risico te verkleinen is door de vertrekken en de naderingen goed te timen, waardoor een eventueel doorstartend vliegtuig in een gat tussen twee vertrekkende vliegtuigen kruist. In de referentiesituatie wordt al gebruik gemaakt van dit timen. Een geïntegreerd AMAN/DMAN-proces kan dit verder ondersteunen en daarmee het risico van dit type conflict verder verlagen.

14.5.2 Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer

In de referentiesituatie kan het op de luchthavens met één baan gebeuren dat één of enkele vertrekken vertraging oplopen doordat de baan in gebruik is voor één of enkele naderingen. Het geïntegreerde AMAN/DMAN-proces kan die situaties vaak voorkomen en dat leidt tot een hogere robuustheid en punctualiteit.

Op Schiphol, waar doorgaans aparte vertrek- en landingsbanen tegelijkertijd in gebruik zijn, bestaat dit scenario in de referentiesituatie niet. Wel is het zo dat in tijden van veel binnenkomend en uitgaand verkeer drukte ontstaat bij de gates, bij de push-backs en op de taxibanen. Dit leidt soms tot vertraging bijvoorbeeld doordat een vliegtuig moet wachten tot de gate vrij is of een kruispunt van taxiwegen kan oversteken. Het leidt soms ook tot het wegslepen van een vliegtuig dat enige tijd ongebruikt aan een gate staat. Ook is het zo dat de beperkingen van de vierde baanregel ertoe leiden dat vertrekken soms moeten wachten op binnenkomend verkeer (zodat er een vertrekbaan kan worden geopend) en dat naderingen soms moeten wachten op uitgaand verkeer (zodat er een landingsbaan kan worden geopend). Het geïntegreerde AMAN/DMAN-proces kan de kans van optreden van dergelijke situaties verlagen en dat leidt ook op Schiphol tot een hogere robuustheid en punctualiteit.

14.5.3 Conclusies

Een geïntegreerd AMAN/DMAN-proces kan helpen bij het voorkomen van ongevallen tussen een doorstartend vliegtuig en een vertrekkend vliegtuig op Schiphol, dit verhoogt de veiligheid. Een geïntegreerd AMAN/DMAN-proces kan de vertrekken en naderingen beter op elkaar afstemmen en dit verhoogt de robuustheid en punctualiteit.

Tabel 14-5 Effecten van Integratie AMAN/DMAN proces

Criterium	Integratie AMAN/DMAN proces
Ongevalsrisico	↑
Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer	↑

[62] *Een doorstart heet in het Engels een go around. Deze wordt uitgevoerd als de landing niet kan worden uitgevoerd, bijvoorbeeld omdat de baan niet op tijd is vrij gemaakt of doordat de nadering niet op tijd stabiel is.*

14.6 Dynamisch flowmanagement

Dynamisch flowmanagement is een concept waarbij men aan de luchtruimgebruikers, via een Collaborative Decision Management (CDM) proces, alternatieve routes aanbiedt waardoor men een over- of onderbelasting van een sector kan beheren. Doordat alle acties gebaseerd zijn op het vluchtplan en het CDM-proces is dit concept compatibel met andere bouwstenen zoals 4D Trajectory en Time Based Operations.

14.6.1 Klimaat

Als een deel van het tussenliggende luchtruim lokaal en tijdelijk overbelast dreigt te worden, dan kan dit door dynamisch flowmanagement voorkomen worden door vliegtuigen een andere vliegroute te laten vliegen. Ervan uitgaande dat de oorspronkelijk gepland vliegroute de kortst mogelijke is, zal dit leiden tot het vliegen van extra afstanden. Dit heeft een negatief effect op het brandstofgebruik. Echter, in de referentiesituatie zal een vliegtuig in dezelfde omstandigheden ook extra afstanden moeten vliegen. Het netto-effect op het brandstofgebruik is daarmee naar verwachting te verwaarlozen.

14.6.2 Uurcapaciteit voor civiel verkeer

Door dynamische flowmanagement kan het verkeer in het tussenliggende luchtruim beter verdeeld worden, waarmee wordt vermeden dat een stelsel van vaste routepunten of een deel van de FRA overbezet wordt en de werklast van de luchtverkeersleiders beperkt blijft. Gegeven deze mogelijkheid om verkeer enkele uren voor de uitvoering van de vluchten te her-routeren, kan de capaciteit van het tussenliggend luchtruim effectief wel verhoogd worden; er is een overloopmechanisme dat voorkomt dat de marges in de tactische verkeersafhandeling te krap worden. In de referentiesituatie wordt iets soortgelijks ook toegepast: ook daarin kunnen vluchten anders gerouteerd worden om lokale en tijdelijke verkeersdruk te vermijden. De vorm van flowmanagement in de referentiesituatie is minder gebaseerd op het verzamelen van veel informatie vooraf maar kan wel door luchtverkeersleiders op kortere tijdsschaal worden toegepast, en daardoor is de effectiviteit wellicht vergelijkbaar. Daarmee is het effect van dynamisch flowmanagement op de uurcapaciteit beperkt positief.

14.6.3 Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer

In de referentiesituatie kan een sector tijdelijk overbelast dreigen te raken doordat verstoringen leiden tot een tijdelijke en lokaal hoge verkeersdichtheid. Dit leidt, door de mechanismes van Air Traffic Flow Management tot vertraging. Door dynamische flowmanagement kunnen deze vertragingen geminimaliseerd worden.

14.6.4 Conclusies

Dynamische flowmanagement kan door her routeringen voorkomen dat sectoren in het tussenliggend luchtruim overbelast dreigen te worden. Daardoor worden vertragingen voorkomen en wordt de uurcapaciteit van het tussenliggend luchtruim verhoogd, ten koste van het vliegen van langere routes, en dus ten koste van klimaat-gerelateerd emissies.

Tabel 14-6 Effecten van dynamisch flowmanagement

Criterium	Dynamisch flowmanagement
Uurcapaciteit voor civiel verkeer	↑
Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer	↑

14.7 Het delen van informatie op de luchthavens verbeteren

Het delen van informatie op een luchthaven kan verder uitgebreid worden, dat wordt een Airport Operations Plan (AOP) genoemd. De bouwsteen levert een positieve bijdrage aan de capaciteit en heeft geen negatieve effecten.

14.7.1 Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer

Door de informatie op de luchthavens beter te delen worden verkeersvraag en –aanbod beter op elkaar afgestemd dan in de referentiesituatie. De bouwsteen kan daarmee worden gezien als een verfijning van TBO, AMAN en DMAN. De bouwsteen kan bijvoorbeeld bijdragen aan een vloeiender verloop van baanwisselingen en het vermijden van plotselinge en onverwachte lokale verhogingen van de verkeersdichtheid. Dit verhoogt de robuustheid en de punctualiteit.

14.7.2 Conclusies

Het verbeteren van het delen van informatie op de luchthavens leidt tot een verdere verhoging van de robuustheid en punctualiteit.

Tabel 14-7 Effecten van het delen van informatie op de luchthavens verbeteren

Criterium	Het delen van informatie op de luchthavens verbeteren
Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer	↑

14.8 Best Equipped, Best Served (BEBS) principe

"Best Equipped, Best Served" (BEBS) is een algemeen principe waarbij vliegtuigen of organisaties voordelen kunnen krijgen als ze een bepaalde uitrusting of functionaliteit hebben. De bouwsteen levert een positieve bijdrage aan de randvoorwaarde van de veiligheid en aan vermindering van de geluidsbelasting. De bouwsteen heeft geen negatieve effecten.

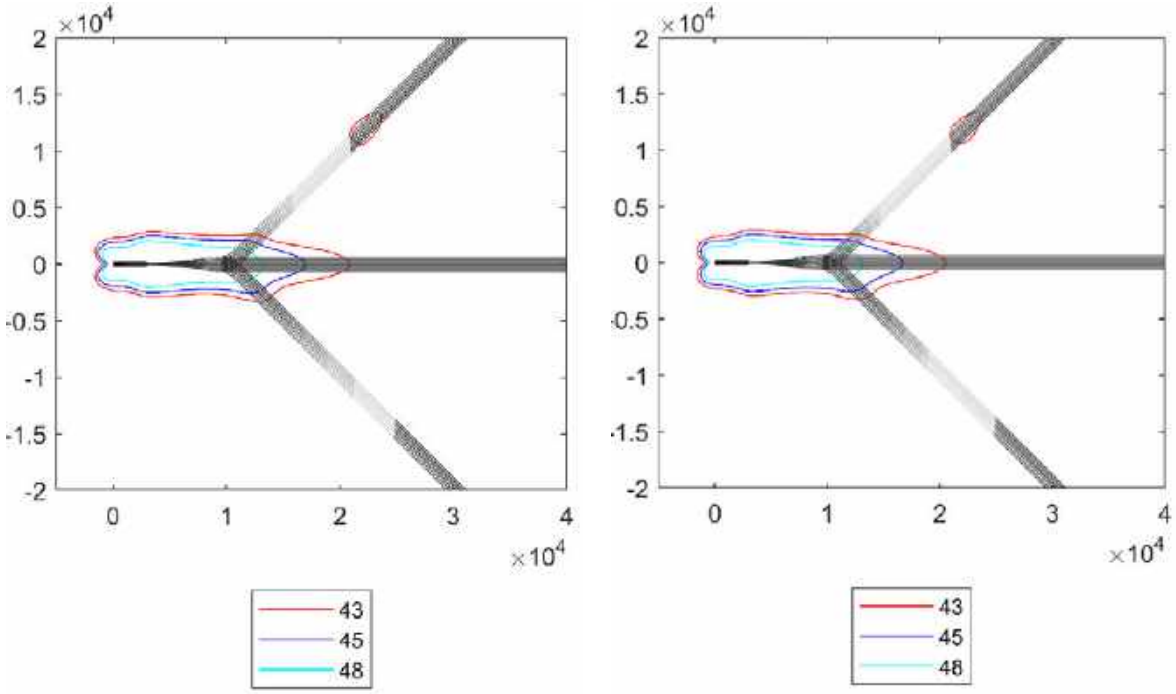
14.8.1 Ongevalsrisico

Best Equipped, Best Served (BEBS) is een algemeen principe waarbij vliegtuigen of organisaties voordelen kunnen krijgen als een bepaalde uitrusting, functionaliteit of prestatieniveau ingebracht wordt. Dit kan ertoe leiden dat luchtvaartmaatschappijen besluiten om de vloot sneller te vernieuwen of de Nederlandse luchthavens aan te doen met vliegtuigen met betere prestaties. De impact zal naar verwachting niet hoog zijn maar, omdat vliegtuigen uit latere generaties doorgaans een lagere ongevalskans hebben[63], zal hierdoor de ongevalskans in het Nederlands luchtruim verlaagd worden.

[63] *Bron: https://accidentstats.airbus.com/statistics/accident-categories-by-generation.*

14.8.2 Geluidsbelasting

Een belangrijk aspect van het BEBS-principe is dat vliegtuigen met mindere klimprestaties een mindere service ontvangen. Een beoogd en ook verwacht gevolg hiervan is dat de vliegtuigen met een beperkte klimgradiënt niet zullen vertrekken zoals in de referentiesituatie.[64] Dit is hier gemodelleerd door de vliegtuigen die een klimgradiënt van 8% niet halen zoveel lichter te maken dat ze dat juist wel halen[65] (zie ook figuur 14-1). Vervolgens zijn de geluidscontouren van de vertrekken met buizen zoals in Vast-Samen inclusief BEBS vergeleken met de vertrekken met buizen zoals in Vast-Samen exclusief BEBS en met de referentiesituatie.



Figuur 14-1 De 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden van 50.000 vertrekken in één jaar overdag. Links geeft de geluidscontouren voor vertrekken in buizen en rechts geeft de geluidscontouren voor vertrekken in buizen met BEBS

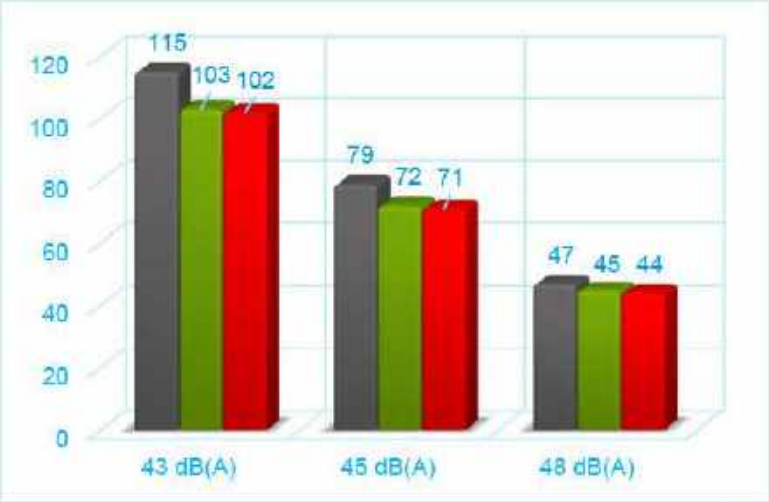
In paragraaf 12.2.1.1 is vastgesteld dat het vertrekken via buizen in het alternatief Vast niet resulteert in een significante reductie van de geluidsbelasting ten opzichte van het vertrekken in de referentiesituatie. Tabel 14-8 geeft de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren in km^2 voor vertrekken in de referentiesituatie, vertrekken in buizen en vertrekken in buizen met BEBS.

[64] *Het principe is nog niet zo ver uitgewerkt dat gesteld is hoe wordt omgegaan met de vliegtuigen met een beperkte klimgradiënt, zoals bijvoorbeeld: geen vertrek (dus niet landen, of vertrekken met minder gewicht), een slot op een minder gewenst moment of een vertrek vanaf de baan die leidt tot de minste geluidshinder.*

[65] *Op basis van performanceberekeningen blijkt dat de B777s in nominale omstandigheden de genoemde 8% niet halen bij de hoogste belasting. In de modellering van vliegtuigen voor de geluidsberekeningen komt dat overeen met de zogeheten afstandsklasse 7, zie ook de appendix A. De B777s in die afstandsklasse, overeenkomend met 2,5% van het verkeer zijn daarom terug gezet naar afstandsklasse 6.*

Tabel 14-8 De oppervlaktes in km² binnen verschillende geluidscontouren voor de vertrekken

	43dB(A)	45dB(A)	48dB(A)
Vertrekken in de referentiesituatie	115	79	47
Vertrekken in buizen	103	72	45
Vertrekken in buizen met BEBS	102	71	44



14.8.3 Conclusies

Het BEBS-principe leidt er wellicht toe dat een deel van de vliegtuigen in het Nederlandse luchtruim van een nieuwere generatie is dan in de referentiesituatie. Dit heeft een positief effect op de ongevalskans.

Alhoewel het BEBS-principe nog niet geheel is uitgewerkt, is het goed voorstelbaar dat dit ertoe leidt dat vertrekken met een relatief lage klimgradiënt minder voorkomen. In deze effectbeoordeling is dat gemodelleerd door de vliegtuigen met een klimgradiënt onder de 8% te vervangen door vliegtuigen met een klimgradiënt boven de 8%. Dit geeft een kleine vermindering van de geluidsbelasting, in de orde van 1% van de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren voor de vertrekprocedures.

Tabel 14-9 Effecten van Best Equipped Best Served

Criterium	Best Equipped Best Served
Ongevalsrisico	↑
Geluidsbelasting	↑

14.9 Noise Abatement Procedure 2 (NADP 2)

De NADP2-startprocedure heeft tot doel het geluid in woonwijken verder van de luchthaven te verminderen. De bouwsteen levert een positieve bijdrage aan de geluidsbelasting, stikstofdepositie en klimaat en capaciteit en heeft geen negatieve effecten.

14.9.1 Geluidsbelasting

In de huidig situatie vertrekken vliegtuigen in Nederland veelal volgens de zogeheten ICAO Noise Abatement Departure Procedures (NADP)[66], overeenkomstig de aanbeveling uit [AIP]. De NADP 2-procedure heeft tot doel het geluid in gebieden verder van de luchthaven te verminderen[67]. Het mag verwacht worden dat in de referentiesituatie het overgrote deel van de vertrekken, in de orde van 90%, wordt uitgevoerd volgens NADP 2. Om die reden is bij de eerder gepresenteerde berekeningen (zie ook paragraaf 12.2.1) aangenomen dat alle vliegtuigen volgens NADP 2 vertrekken, zowel voor de referentiesituatie als voor de alternatieven.

Deze bouwsteen maakt het, in plaats van de huidige aanbeveling, een verplichting om van alle Nederlandse luchthavens te vertrekken volgens NADP 2. Uit eerder onderzoek is gebleken dat deze startprocedure een gunstig effect heeft op de geluidsbelasting[68]. De geluidsbelasting neemt af voor een groot gebied maar dicht bij de luchthaven, direct onder de vertrekroutes, kunnen mensen worden blootgesteld aan een hogere geluidsbelasting. Dit maakt dat de bouwsteen overall een positief effect heeft op de geluidsbelasting, ook al is dat effect beperkt omdat ook in de referentiesituatie al veelal middels NADP 2 wordt vertrokken en ondanks dat onder de vertrekroutes dichtbij de luchthaven de geluidsbelasting juist toeneemt.

14.9.2 Klimaat

Uit eerder onderzoek is ook gebleken dat NADP 2 een gunstig effect heeft op het brandstofgebruik[69]. Dit komt met name doordat de flaps relatief kort na vertrek worden ingetrokken waardoor minder energie aan luchtwrijving verloren gaat. Dit heeft een gunstig effect op de klimaat-gerelateerd emissie, waarbij opnieuw opgemerkt wordt dat de grootte van het effect beperkt is doordat ook in de referentiesituatie al veelal met NADP 2 wordt vertrokken.

14.9.3 Stikstofdepositie

Het positieve effect op het brandstofgebruik leidt ook tot een verlaging van de stikstofdepositie, die relatief klein is ten opzichte van het totaal.

14.9.4 Conclusies

De verplichting voor NADP 2, in plaats van een aanbeveling, zal maken dat een klein deel van de vertrekken die in de referentiesituatie nog anders vertrekken ook deze procedures volgen. Dit leidt tot een beperkte verlaging van de totale geluidsbelasting, het brandstofgebruik en daarmee tot minder klimaat-gerelateerd emissie en stikstofdepositie.

---

[66] *PANS-OPS, (Doc 8168), Procedures for Air Navigation Services - Aircraft Operations*
[67] *ICAO (2007). Review of Noise Abatement Procedure Research and Development and Implementation Results.*
[68] *Verbeek, H.W., Brouwer, M.A. (2012), Noise measurement analysis during a noise abatement departure procedure trial. NLR*
[69] *Verbeek, H.W., Brouwer, M.A. (2012), Noise measurement analysis during a noise abatement departure procedure trial. NLR*

Tabel 14-10 Effecten van NADP 2

Criterium	NADP 2
Geluidsbelasting	↑
Klimaat	↑

14.10 Gekromde naderingen

Gekromde naderingen bieden de mogelijkheid om het laatste deel van de buis zo te ontwerpen dat deze tot kort voor de landingsbaan nog bochten kan bevatten. Dit biedt meer mogelijkheden in het ontwerp van de naderingsroutes en daarbij bijvoorbeeld woonkernen en natuurgebieden zoveel mogelijk te vermijden. Gekromde naderingen bieden de mogelijkheid het overvliegen van kwetsbare gebieden als woonkernen en natuurgebieden te vermijden. Dit wordt positief gescoord op het criterium flexibiliteit van routes. De mogelijkheid kwetsbare gebieden te vermijden heeft ook een positief effect op de criteria externe veiligheid en luchtkwaliteit. In geval van slecht weer kunnen deze routes soms niet gebruikt worden wat een klein effect op voorspelbaarheid van geluid betekent. Samenvattend is deze bouwsteen nuttig om in de "gereedschapskist" te hebben bij het maken van het detailontwerp. Waarbij bij elk route-ontwerp een goede afweging gemaakt moet worden hoe deze bouwsteen in te zetten.

14.10.1 Ongevalsrisico

In paragraaf 11.1 is aangegeven dat de referentiesituatie als uitgangspunt dient. De veiligheid van de bouwsteen wordt op hoog niveau vergeleken met betrekking tot de ongevalskans. Daarbij wordt in eerste instantie gekeken wat de mogelijke risico's zijn en daarna beschouwd of deze in vervolgstappen kunnen worden gemitigeerd.

De bouwsteen Gekromde naderingen heeft meerdere veiligheidseffecten. Het maken van een bocht op lage hoogte gaat gepaard met additionele risico's ten opzichte van een conventionele Instrument Landing System (of: ILS)-nadering als in de referentiesituatie. Het uitvoeren van een bocht verhoogt de werklast van vliegers in een kritieke fase van de vlucht. Daarnaast kan het afbreken van een nadering tijdens een bocht tot complicaties leiden. De missed approach procedure schrijft dan voor naar welke hoogte en in welke richting de vliegers het vliegtuig moeten navigeren. In veel gevallen wordt voorgeschreven dat de vliegers over de denkbeeldige lijn in het verlengende van de landingsbaan moeten vliegen. Dit zou ook onderdeel kunnen zijn van de missed approach procedures van gekromde naderingen. Dit kan leiden tot moeilijkheden voor de vliegers of tot een vliegpad dat afwijkt van het voorgeschreven vliegpad omdat het vliegtuig eerst weer voldoende snelheid en verticale snelheid moet behalen voordat een bocht kan worden ingezet. Het afwijken van het voorgeschreven vliegpad kan weer leiden tot moeilijkheden voor de luchtverkeersleider, in het bijzonder op Schiphol waar banen in verschillende richtingen tegelijkertijd in gebruik kunnen zijn. Het effect van deze bouwsteen op het criterium ongevalsrisico wordt daarom als negatief beoordeeld.

14.10.2 Externe veiligheid

In paragraaf 11.4.2 zijn de factoren benoemd die samen het plaatsgebonden risico bepalen. Gekromde naderingen hebben significante invloed op één van die factoren, namelijk op het gebruik en de ligging van de start- en landingsbanen en de bijbehorende vliegprocedures[70]. Gekromde naderingen verplaatsen het plaatsgebonden risico in essentie van voor de landingsbaan naar onder het gekromde deel van het naderingspad. Het precieze effect wordt bepaald in het ontwerp van de procedures in de Planuitwerking. Verwacht mag worden dat de routes zo onderworpen worden dat daarbij het overvliegen van geluidskwetsbare gebieden vermeden wordt, zoals woonkernen. Daarmee wordt het groepsrisico dan effectief verlaagd.

14.10.3 Geluidsbelasting

De bouwsteen gekromde naderingen heeft geen invloed op de hoogteprofielen, een zeer beperkte invloed op de gashendelstanden, en dus het geleverde motorvermogen, en een grote invloed op de vliegroute. Daarmee wordt de geluidsbelasting van de naderingen verplaatst van het ene gebied naar een ander gebied, op ongeveer 7,5 tot 20km van de baandrempel. Dat geeft op sommige locaties op de grond meer en op andere locaties minder geluidsbelasting.

In de eerdere gepresenteerde bepaling van de geluidsbelasting (zie ook paragraaf 12.2.1) zijn de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren als belangrijke maat genomen. Door de verplaatsing van de routes veranderen de groottes van oppervlaktes niet of nauwelijks. Verwacht mag worden dat de routes zo ontworpen worden dat daarbij het overvliegen van geluidskwetsbare gebieden vermeden wordt. Daarmee wordt de geluidshinder verminderd[71] en dat is gevat in het criterium ontwerpruimte bij het maken van routes.

14.10.4 Voorspelbaarheid

In de voorspelbaarheid van geluid gaat het om de mate waarin personen op een zekere locatie vooraf kunnen weten of op enig moment vliegtuiggeluid gaat zijn of niet. Indien de gekromde naderingen in alle gevallen toegepast wordt, en dus de conventionele instrument-precisienadering (ILS) als in de referentie niet gebruikt wordt, dan verandert de voorspelbaarheid voor personen op de grond niet.

Naar verwachting kunnen gekromde naderingen in 2035 alleen uitgevoerd worden in operaties in omstandigheden waarin het zicht niet slecht is[72], in zogeheten CAT I omstandigheden. In omstandigheden waarin het zicht beperkt is zijn eisen gesteld aan de nadering hoger. Momenteel kan in dergelijke omstandigheden alleen met een ILS genaderd worden en het is twijfelachtig of in 2035 systemen beschikbaar zijn die gekromde naderingen in slecht zicht kunnen en mogen faciliteren (als RNP-naderingen). Dit maakt dan dat in grofweg 0,5% van de tijd -waarin het zicht te beperkt is-, de landingsbaan langs andere routes genaderd zal moet worden. Daarmee wordt de voorspelbaarheid van geluid iets verminderd.

---

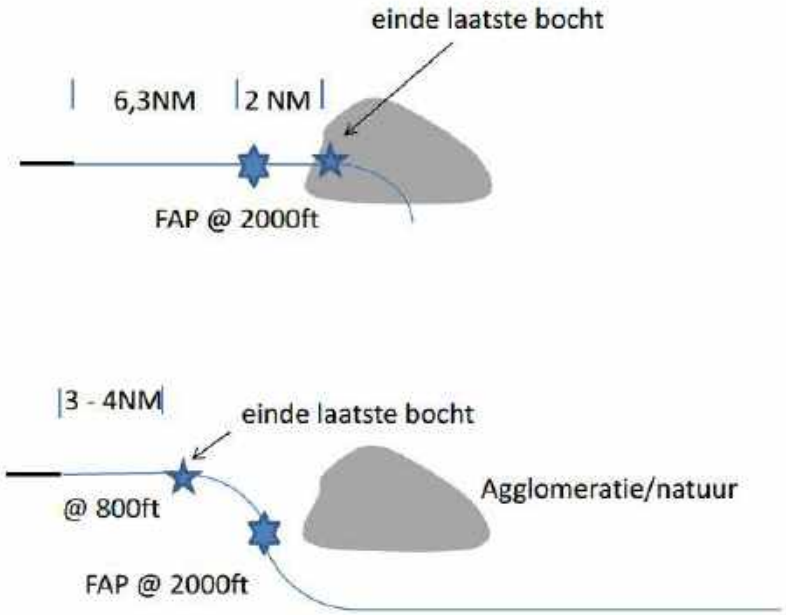
[70] De kans op een ongeval per vliegbeweging is een andere factor die het plaatsgebonden risico bepaalt. In paragraaf 14.10 wordt gesteld dat gekromde naderingen een negatief effect op de ongevalskans hebben. Dit is echter een insignificant effect; de bijdragen van ongevallen als gevolg van bijvoorbeeld motorstoringen en hydraulisch falen op die kans zijn veel groter dan de verhoogde kans op een ongeval als gevolg van de bocht in de nadering.

[71] Daarbij wordt opgemerkt dat in de eerdere bepalingen van de geluidsbelasting is uitgegaan van een generieke baan, waardoor de oppervlaktes binnen de relevante contouren niet omgezet kan worden in bijvoorbeeld een aantal gehinderden, zoals dat wel kan voor een echte landingsbaan.

[72] De formulering met “niet slecht” is wat ongelukkig: er zijn zichtomstandig (als “marginaal”) die niet “goed” zijn maar in welke wel gekromde naderingen uitgevoerd kunnen worden.

14.10.5 Ontwerpruimte bij het maken van routes

In paragraaf 11.8 is beschreven dat het overvliegen van specifieke gebieden in de referentiesituatie wordt vermeden maar dat daarbij beperkingen zijn. Een belangrijke beperking is de rechte lijn in de eindnadering bepaald door de localiser van de ILS in de eindnadering (vanaf ongeveer 6,3NM voor de baandrempel, overeenkomend met een aanvang van de eindnadering op 2.000 voet (circa 600m), plus een additionele 2NM level rechtuit voor een stabiele nadering). Gekromde naderingen nemen die beperking voor een groot deel weg: dankzij nieuwe navigatietechnieken kunnen procedures ontworpen worden waarbij het vliegtuig pas op 3NM (5,6km) tot 4NM (7,4km) recht voor de baan moet vliegen (figuur 14-2).



Figuur 14-2 Illustratie van het gebruik van de bouwsteen Gekromde naderingen (in de onderste figuur) in vergelijk met de referentiesituatie (bovenste figuur)

Hierdoor hebben gekromde naderingen een positief effect op dit criterium. Daarbij wordt de kanttekening gemaakt dat de ruimtelijke ordening rondom luchthavens voor een groot deel is in ingericht op de bestaande vertrek- en naderingsroutes; kwetsbare natuurgebieden en sterk verstedelijkte gebieden liggen doorgaans tussen deze bestaande routes. Dit maakt de benutting van deze flexibiliteit in werkelijkheid wellicht lager is dan in eerste instantie verwacht misschien verwacht wordt.

14.10.6 Luchtkwaliteit

De bouwsteen Gekromde naderingen heeft geen invloed op de hoogteprofielen, een beperkte invloed op de gashendelstanden, en dus het geleverde motorvermogen, en veel invloed op de vliegroute boven 800 voet (ongeveer 250m). De uitstoot van de emissies wordt daarmee dus effectief verplaatst en dat maakt dat de luchtkwaliteit op sommige locaties beter en op andere locaties slechter wordt. Omdat deze bouwsteen juist gebruikt kan worden om het overvliegen van sommige gebieden te vermijden, mag worden aangenomen dat juist waar de luchtkwaliteit van groter belang is (vanwege natuur of omwonenden), deze wordt verbeterd. Gekromde naderingen heeft daarmee een positief effect op dit criterium.

14.10.7 Ruimtebeslag

De bouwsteen Gekromde naderingen vormt geen incentive voor het aanpassen van de sloopzones, beperkingengebieden en afwegingengebieden. Daarvoor zijn de effecten te klein.

Als in de toekomst wordt besloten de ruimtelijke ordening aan te passen door het actualiseren van luchthavenbesluiten, dan kunnen de gekromde naderingen mogelijk een effect hebben op nieuwe contouren. Het geluid wordt namelijk verplaatst, en daarmee de geluidscontouren. Of dit een positief of negatief effect gaat hebben op het ruimtebeslag is ongewis. De potentie voor een positief is in ieder geval aanwezig, maar of die benut wordt is afhankelijk van (politieke) keuzes in het vervolgtraject. De potentie voor het verkleinen van sloopgebied (LIB 1 voor Schiphol) is niet aanwezig omdat die contouren te dichtbij de baan liggen. Het kan zijn dat het effect van de gekromde nadering wegvalt tegenover andere effecten. Omdat ervan uitgegaan wordt dat de bouwsteen gekromde naderingen alleen wordt geïmplementeerd als deze niet tot een hogere ongevalskans leidt, is er geen effect op de externe veiligheidsrisico contouren.

14.10.8 Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer

Slecht of beperkt zicht maakt dat de torenverkeersleiding over gaat naar daarvoor ontworpen procedures die de capaciteit van de afhandeling van het verkeer van, naar en op de luchthaven verkleinen. Gekromde naderingen kunnen dan naar verwachting niet uitgevoerd worden als het zicht slecht is. Dat kan maken dat er van een ander stelsel van naderingsbuizen gebruik gemaakt gaat worden of dat vliegtuigen gevectord moeten worden. Dit is nadelig voor dit criterium.

14.10.9 Conclusies

Gekromde naderingen veranderen de vliegroutes van de naderingen van ongeveer 6km van de baan tot ongeveer 15km van de baan. Hierdoor kan het overvliegen van kwetsbare gebieden als woonkernen en natuurgebieden vermeden worden. Dit wordt positief gescoord op het criterium flexibiliteit van routes, met de kanttekening dat de ruimtelijke ordening rondom luchthavens voor een groot deel is ingericht op de bestaande vertrek- en naderingsroutes. De mogelijkheid kwetsbare gebieden te vermijden heeft ook een positief effect op de criteria externe veiligheid en luchtkwaliteit.
Naar verwachting kunnen gekromde naderingen in het zichtjaar 2035 nog niet in omstandigheden met slecht zicht worden uitgevoerd door technische beperkingen. Daarom scoort deze bouwsteen negatief op voorspelbaarheid van geluid en op robuustheid en punctualiteit. De bouwsteen scoort ook negatief op het criterium ongevalsrisico vanwege het risico verbonden aan het vliegen van bochten op lage hoogte.

Tabel 14-11 Effecten van gekromde naderingen

Criterium	Gekromde naderingen
Ongevalsrisico	↓
Externe veiligheid	↑
Voorspelbaarheid	↓
Ontwerpruimte bij het maken van routes	↑
Luchtkwaliteit	↑
Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer	↓
Beperkingen van gebruik van grond	↑

14.11 Steilere ILS

In het laatste deel van de nadering kan steiler worden gedaald indien gebruik wordt gemaakt van de ILS (radionavigatiesysteem waarmee in de luchtvaart een precisienadering van een landingsbaan kan worden uitgevoerd). De bouwsteen levert een positieve bijdrage aan de geluidsbelasting en heeft geen negatieve effecten. De bouwsteen is daarom toegevoegd aan het ontwerp. Het is echter wel zo dat deze bouwsteen niet langer relevant is zodra de bouwsteen “gekromde naderingen” wordt ingevoerd, omdat er dan immers geen sprake meer is van een ILS-nadering.

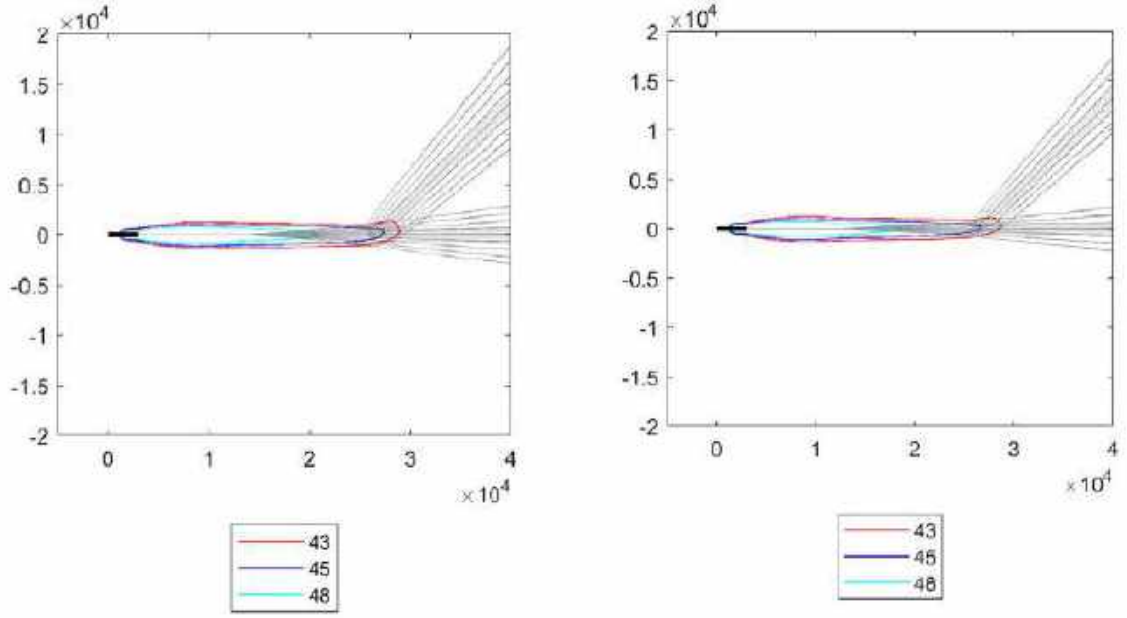
14.11.1 Ongevalsrisico

In paragraaf 11.1 is aangegeven dat de referentiesituatie als uitgangspunt dient. De veiligheid van de bouwsteen wordt op hoog niveau vergeleken met betrekking tot de ongevalskans. Daarbij wordt in eerste instantie gekeken wat de mogelijke risico’s zijn en daarna beschouwd of deze in vervolgstappen kunnen worden gemitigeerd.

De bouwsteen Steilere ILS heeft als mogelijk nadeel dat het afwijkt van de internationaal meest toegepaste ILS-operatie. Een steilere ILS leidt doorgaans tot een hogere daalsnelheid. Vliegers moeten daarop anticiperen met de flare (afvanging) om een harde landing te voorkomen. De kans op afwijkingen daardoor wordt echter niet groot geschat, ook vanwege de ervaringen ermee op andere luchthavens en omdat het risico van een harde landing ook een risico is bij een daalhoek van 3^0. Hierbij is aangenomen dat de toename van de daalhoek van het glijpad beperkt is tot $3{,}5^0$. Binnen deze marge is de toepassing in de wereld niet ongewoon. Hogere daalhoeken, bijvoorbeeld zoals toegepast bij London City Airport (6^0), veranderen het beeld en kunnen wel degelijk leiden tot hogere risico’s zonder aanvullende overwegingen. Uitgaande van een daalhoek die maar beperkt groter is dan die van 3^0 als in de referentiesituatie, dan is er geen negatief effect op de ongevalsrisico.

14.11.2 Geluidsbelasting

De geluidsbelasting van het naderen met een steilere ILS is gemodelleerd door een glijpad van $3{,}5^0$ aan te nemen en verder de modellering van de naderingsbuizen over te nemen, dat betekent onder andere een interceptiehoogte van het glijpad op 2000 voet (circa 600m) en dat 15% van de vluchten gevectord wordt (zie ook figuur 14-3).



Figuur 14-3 De 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden van 50.000 naderingen op een generieke baan. Het figuur links geeft de resultaten voor naderen in buizen met een ILS-glijpad van 3°. Het figuur rechts geeft de resultaten voor naderen in buizen met een ILS-glijpad van 3,5°

In paragraaf 12.2.1.1 is al aangetoond dat het naderen via buizen in het alternatief Vast een significante reductie van de geluidsbelasting oplevert ten opzichte van het naderen in de referentiesituatie. De oppervlakte binnen de geluidscontouren wordt naar verwachting in de orde van 33% tot 38% verkleind. Tabel 14-12 geeft de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren in km^2 voor naderen in de referentiesituatie, in buizen met een glijpad van 3^0 en in buizen met een glijpad van 3,5^0.

Tabel 14-12 De oppervlaktes in km² binnen verschillende geluidscontouren voor de naderingen

	43dB(A)	45dB(A)	48dB(A)
Naderen in referentiesituatie	90	62	37
Naderen in buizen met ILS glijpad van 3°	60	44	23
Naderen in buizen met ILS glijpad van 3,5°	56	40	19
Δ Procentueel verschil 3,5° ten opzichte van 3°	-7%	-9%	-17%

De resultaten van de berekeningen laten zien de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren afnemen door de steilere ILS, afhankelijk van de geluidscontourwaarde. Vliegtuigen vliegen vanwege dat steilere glijpad op elke punt van de eindnadering iets hoger waardoor de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren kleiner worden. De geluidscontouren worden ook iets breder doordat het geluid van hoger vliegende vliegtuigen over een groter grondoppervlakte verspreid wordt. Het netto-effect ten van de steilere glijpad binnen het buizenconcept is een reductie van de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren.

14.11.3 Luchtkwaliteit

De bouwsteen Steilere ILS heeft een beperkt effect op de luchtkwaliteit. Door de steilere daalhoek zal met een lagere gashendelstand en dus een lager motorvermogen de eindnadering worden uitgevoerd dan in de referentiesituatie. Een lager motorvermogen betekent dat er minder NO_x wordt uitgestoten maar meer koolwaterstoffen. Het effect op de uitstoot van fijnstof en ultrafijnstof is afhankelijk van het specifieke motortype waarmee het vliegtuig is uitgerust. Omdat de effecten zowel positief als negatief en relatief beperkt zijn (vanwege het beperkte verschil tussen een daalhoek van $3{,}5^0$ en 3^0) wordt het effect als neutraal beoordeeld.

14.11.4 Conclusie

Een steilere ILS leidt tot een verlaging van de geluidsbelasting doordat vliegtuigen op de eindnadering hoger vliegen dan in de referentie en doordat dit doorwerkt op het gedeelte van de vlucht voor de eindnadering. Als de toename van de hoek van het glijpad beperkt blijft tot $3{,}5^0$ zijn er geen negatieve veiligheidseffecten; bij grotere hoeken zijn die er mogelijk wel als gevolg van de vergrote kans op een harde landing. Er zijn ook beperkte effecten op de luchtkwaliteit, zowel positief als negatief. Daarom wordt deze bouwsteen op dat criterium als neutraal beoordeeld.

Tabel 14-13 Effecten van Steilere ILS

Criterium	Steilere ILS
Geluidsbelasting	↑

14.12 Eén SID per baan

De route vanaf de startbaan naar de doorgaande vliegroutes op grote hoogte, heet een "Standard Instrument Departure" (SID). Eén enkele SID per baan beperkt het gebied waar vertrekkende vliegtuigen overheen vliegen in het eerste deel van de vlucht. Deze SID wordt zo ontworpen dat geluidshinder zoveel mogelijk beperkt wordt. Vertrekkend luchtverkeer volgt de SID tot de hoogte waarbij geluid leidend is en boven die hoogte volgt het de instructies van de luchtverkeersleider om de vlucht zo snel mogelijk in de goede richting te sturen.

14.12.1 Ongevalsrisico

In paragraaf 11.1 is aangegeven dat de referentiesituatie als uitgangspunt dient. De veiligheid van de bouwsteen wordt op hoog niveau vergeleken met betrekking tot de ongevalskans. Daarbij wordt in eerste instantie gekeken wat de mogelijke risico's zijn en daarna beschouwd of deze in vervolgstappen kunnen worden gemitigeerd.

De onderlinge snelheidsverschillen bij het uitklimmen na een start maken dat de onderlinge afstanden tussen twee vliegtuigen op dezelfde SID kleiner kunnen worden. Dit kan leiden tot zogeheten longitudinale conflicten; dat zijn conflicten tussen vliegtuigen die achter elkaar hetzelfde vliegpad volgen. In de referentiesituatie zijn er daarom meerdere SIDs vanaf één baan, zodat vliegtuigen met verschillende bestemmingen afgewisseld kunnen worden om op die manier conflicten te voorkomen. De bouwsteen één SID per baan leidt ertoe dat vertrekkende vliegtuigen tot op minstens 6.000 voet achter elkaar blijven vliegen en dat verhoogt in principe de kans op een longitudinaal conflict. Daarom zullen de tijden tussen de sommige vertrekken vergroot moeten worden om zo de teruglopende afstanden tussen een langzaam en een snel vertrekkend vliegtuig voldoende groot te houden. Bovendien is dit type conflict redelijk

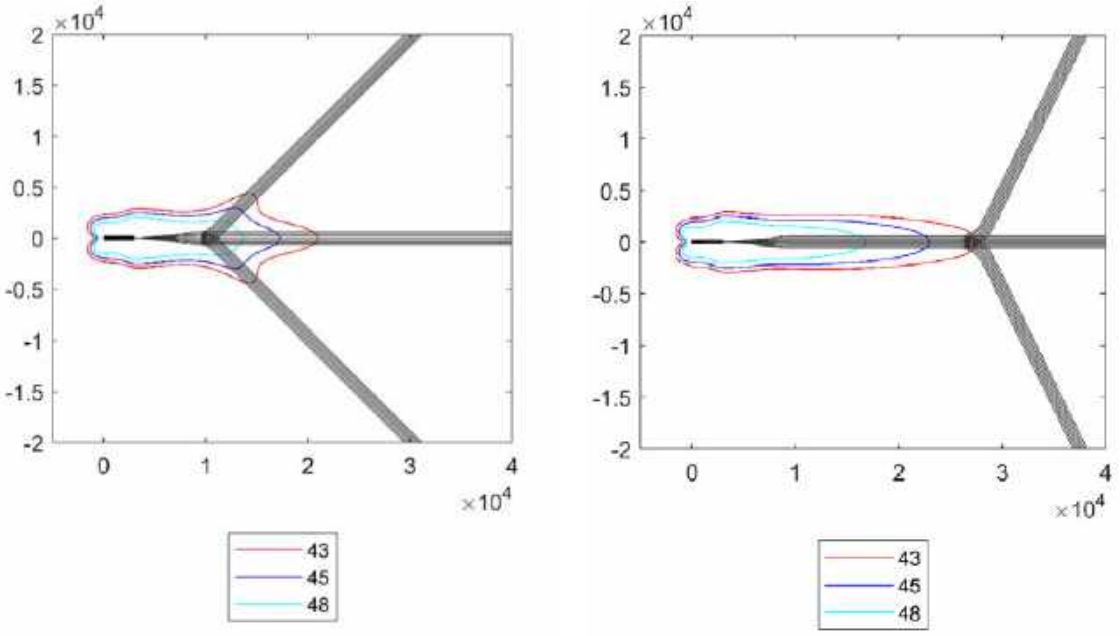
voorspelbaar en het verloop is doorgaans zo traag dat er voldoende mogelijkheden bestaan voor de luchtverkeersleider om effectief in te grijpen. Daarom is de verwachting dat dit risico niet leidt tot een verhoging van het ongevalsrisico maar wel tot mogelijk meer verstoringen in de operatie.

14.12.2 Externe veiligheid

In paragraaf 11.4.2 zijn de factoren benoemd die samen het plaatsgebonden risico bepalen. De bouwsteen één SID per baan heeft een significante invloed op één van die factoren, namelijk op het gebruik van de start- en landingsbanen en de bijbehorende vliegprocedures. De bouwsteen verplaatst een deel van het plaatsgebonden risico. Het precieze effect wordt bepaald in het ontwerp van de procedures in de Planuitwerking. Verwacht mag worden dat de SIDs zo ontworpen worden dat daarbij het overvliegen van geluidsgevoelige gebieden vermeden wordt, zoals woonkernen. Daarmee wordt het groepsrisico dan effectief verlaagd.

14.12.3 Geluidsbelasting

De geluidsbelasting van één SID per baan is gemodelleerd door de afsplitsing in de vertrekpaden naar links en naar rechts (zie paragraaf 11.5.2 en deel C, appendix A) uit te stellen tot het punt waarop vliegtuigen een hoogte van 6.000 voet (circa 1,8km) hebben bereikt (zie ook figuur 14-4).



Figuur 14-4 De 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden van 50.000 starts op een generieke baan. Het figuur links geeft de geluidscontouren voor vertrekken van een generieke baan in de referentiesituatie. Het figuur rechts geeft de geluidscontouren voor vertrekken als in de referentiesituatie maar dan met één SID

Tabel 14-14 geeft de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren in km^2 voor naderen in de referentiesituatie en in de situatie met één SID per baan.

Tabel 14-14 De oppervlaktes binnen de geluidscontouren voor de vertrekken in de referentiesituatie en met één SID per baan

	43dB(A)	45dB(A)	48dB(A)
Vertrekken in de referentiesituatie	115	79	47
Vertrekken met één SID per baan	136	94	53
Δ Procentueel verschil één SID per baan ten opzichte van de referentiesituatie	18%	20%	12%

De resultaten van de berekeningen laten zien de oppervlaktes binnen de relevante contouren toenemen, in de orde van 12% tot 20%. Het geluid wordt als het ware gebundeld wordt en daarmee wordt de geluidsbelasting significant verhoogd.

14.12.4 Voorspelbaarheid

In één SID per baan worden de vertrekpaden meer gebundeld dan in de referentiesituatie. Als gevolg hiervan zijn de vliegpaden van de vertrekkende vliegtuigen tot op grotere hoogte alleen afhankelijk van de vertrekbanen in gebruik. Dit maakt de geluidsbelasting voorspelbaarder.

14.12.5 Ontwerpruimte bij het maken van routes

In paragraaf 11.8 staan beperkingen van de referentiesituatie opgesomd die belemmeren dat het overvliegen van bepaalde geluidsgevoelige gebieden vermeden kan worden. Eén SID per baan biedt een oplossing voor een beperking, namelijk: voor het gebruik van vliegroutes die in het verleden ontworpen zijn. Hoewel het vertrekken met één SID per baan een negatief effect heeft op de geluidsbelasting in termen van oppervlaktes binnen contouren (zie paragraaf 14.12.3), geeft het wel de mogelijkheid om bij het ontwerp gebieden te ontzien die gevoelig zijn voor geluid, zoals woonkernen en natuurgebieden. De ene SID per baan kan zo worden ontworpen dat deze het minste tot geluidshinder leidt. Dat is makkelijker dan wanneer meerdere SIDs ontworpen moeten worden. De bouwsteen heeft daarmee dus wel een positief effect op de ontwerpruimte bij het maken van routes.

14.12.6 Klimaat

In de referentiesituatie zijn meerdere SIDs per baan gedefinieerd en deze worden toegewezen aan vertrekkende vluchten op basis van de bestemming. In een situatie met maar één SID per baan vliegen veel vliegtuigen om; de toegewezen route is niet altijd in de richting van de bestemming. Een eerste ruwe schatting is dat dit leidt tot wel 1% tot 2% meer brandstofgebruik van het totaal, en dat is significant.

14.12.7 Stikstofdepositie

In een situatie met maar één SID per baan vliegen veel vliegtuigen om. Dit leidt tot een hoger brandstofgebruik en daarmee ook tot een hogere stikstofdepositie.

14.12.8 Vluchtefficiëntie

In een situatie met maar één SID per baan vliegen veel vertrekkende vliegtuigen om. Een eerste ruwe schatting is dat dit leidt tot wel 2% tot 3% meer vliegtijd van het totaal, en dat is significant.

14.12.9 Uurcapaciteit civiel verkeer

De bouwsteen één SID per baan leidt tot een verlaging van de capaciteit van een vertrekbaan. In de huidige operatie en in de referentiesituatie worden vertrekkende vluchten met SIDs in verschillende richtingen soms afgewisseld om de kans op een longitudinaal conflict in de initiële klim te verlagen en deze mogelijkheid bestaat niet met deze bouwsteen. Dit leidt ertoe dat de tijden tussen sommige vertrekken vergroot moet worden om zo de teruglopende afstanden tussen een langzame en een snelle vlucht voldoende groot te houden. Het vergroten van de tijden tussen vertrekken betekent een reductie van de uurcapaciteit.

14.12.10 Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer

Ook als de tijden tussen sommige vertrekken vergroot moet worden om zo te compenseren dat de verschillende snelheden leiden tot longitudinale conflicten bij één SID per baan, kan verwacht worden dat er vaker van dergelijke conflicten ontstaan dan in de referentiesituatie. Een luchtverkeersleider zal bij dergelijke conflicten proberen het conflict te vermijden door middel van hoogte- en snelheidsinstructies[73]. In sommige gevallen zullen koersinstructies gegeven moeten worden, waardoor een vliegtuig uit de buis gaat. Dit verlaagt de robuustheid van de operatie.

14.12.11 Conclusie

De bouwsteen één SID per baan leidt tot langere vertrekroutes voor veel vliegtuigen en dat leidt tot een significant verminderde vluchtefficiëntie, een significant hoger brandstofgebruik en daarmee tot meer klimaat-gerelateerde emissie en stikstofdepositie. Ondanks dat de kans op longitudinale conflicten hoger is dan in de referentiesituatie neemt waarschijnlijk de kans op een ongeval niet zozeer toe, maar zal de capaciteit van de vertrekken verminderd worden en zullen vaker verstoringen van de operatie zijn. Het blijkt verder dat de geluidsbelasting, in termen van de oppervlaktes binnen de geluidscontouren, toeneemt. De bouwsteen biedt daarentegen wel weer de mogelijkheid de ene SID per baan zo te ontwerpen dat deze tot de minste geluidshinder leidt. Dat geeft een positief effect op het criterium ontwerpruimte bij het maken van routes. Als daarbij woonkeren vermeden worden leidt dat ertoe dat het groepsrisico verlaagd wordt, en dat geeft een positief effect op het criterium externe veiligheid.

Tabel 14-15 Effecten van één SID per baan.

Criterium	Eén SID per baan
Externe veiligheid	↑
Geluidsbelasting	↓
Voorspelbaarheid	↑
Ontwerpruimte bij het maken van routes	↑
Klimaat	↓
Stikstofdepositie	↓
Vluchtefficiëntie	↓
Uurcapaciteit voor civiel verkeer	↓
Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer	↓

[73] *Het geven van snelheidsinstructies aan klimmende vliegtuigen door de verkeersleiding is niet gangbaar omdat dit minder nauwkeurig werkt, de vliegoperatie kan verstoren en een conflict met weer een ander vliegtuig kan veroorzaken.*

14.13 SIDs: boven zee wanneer mogelijk

In deze bouwsteen wordt zo veel als mogelijk initieel naar zee gevlogen om geluid op de grond te verminderen. Uitgaande van een klimgradiënt van 8% is dat alleen zinvol als de afstand van de baaneinde tot de kust minder is dan 25km omdat een vliegtuig dan een hoogte heeft bereikt van 6.000 voet (circa 1,8km), waarboven het verminderen van geluidsoverlast geen (ontwerp)prioriteit heeft. Uit figuur 12-4 blijkt dat bij het vertrekken met buizen vanaf een generieke baan met 50.000 vertrekken in drie richtingen de 43 dB(A)-contour zich uitstrekt tot minder dan 20km van de baaneinde. Als er minder vertrekken van een baan zijn, is die afstand nog korter. Bovendien is het vliegpad vanaf de baaneinde naar de kust niet rechtstreeks: eerst zal naar de zee gedraaid moeten worden. Bovendien kunnen geluidsgevoelige gebieden onder het kortste pad liggen, waar dan vanwege het doel om geluidsoverlast te vermijden omheen gevlogen moet worden. Hoewel dit niet in detail is uitgezocht, lijkt het er dan op dat deze bouwsteen alleen effectief kan worden ingezet voor de Polderbaan op Schiphol[74].

Uit deze karakteristieke afstanden blijkt dat er doorgaans geen ruimte is om meerdere SIDs vanaf een vertrekbaan naar de zee te ontwerpen. Deze bouwsteen is daarmee een verbijzondering van de bouwsteen één SID per baan. De effecten zoals beschreven in paragraaf 14.12 zijn daarom ook geldig voor deze bouwsteen. Daarnaast worden hieronder de specifieke effecten van het uitklimmen boven zee beschreven.

14.13.1 Geluidsbelasting

De resultaten van de modellering van de geluidsbelasting van één SID is gepresenteerd in paragraaf 14.12.3. Daaruit blijkt dat de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren toenemen in de orde van 12% tot 20%, in het bijzonder door de bundeling van het verkeer over de vliegpaden. Als significante gedeeltes van die oppervlaktes effectief niet meetellen omdat die boven zee liggen, kan dit in sommige gevallen leiden tot een effectieve reductie van de geluidshinder.

14.13.2 Ontwerpruimte bij het maken van routes

Zoals hierboven geschetst is het aannemelijk dat het zo veel mogelijk naar zee vliegen om zo geluid op de grond te verminderen leidt tot weinig of geen ontwerpruimte bij het maken van routes.

14.13.3 Conclusie

Uitgaande van karakteristieke afstanden en klimgradiënten blijkt dat deze bouwsteen leidt tot één SID per baan over waarschijnlijk maar één route. De effecten van deze bouwsteen zijn dan vergelijkbaar met die gegeven in paragraaf 14.12, met het verschil dat het effect op de geluidsbelasting effectief positief is maar het effect op de ontwerpruimte bij het maken van routes effectief negatief is.

[74] *Daarbij wordt opgemerkt dat het zoveel mogelijk vermijden van het overvliegen van Haarlem en mogelijk IJmuiden en Beverwijk dan nog moeilijkheden oplevert bij het ontwerp van een optimale route.*

Tabel 14-16 Effecten van SIDs boven zee wanneer mogelijk

Criterium	SIDs boven zee
Externe veiligheid	↑
Geluidsbelasting	↑
Voorspelbaarheid van geluid	↑
Ontwerpruimte bij het maken van routes	↓
Klimaat	↓
Stikstofdepositie	↓
Vluchtefficiëntie	↓
Capaciteit	↓
Robuustheid en punctualiteit	↓

14.14 Niet afwijken van de SID tot 6.000 voet

Deze bouwsteen is bedoeld om mede invulling te geven aan de doelstelling uit de luchtvaartnota om bij de herziening van het luchtruim het beperken van geluidsoverlast prioriteit toe te kennen in het luchtruim tot een vlieghoogte van 6.000 voet (ongeveer 1.800 meter).

14.14.1 Ongevalsrisico

In paragraaf 11.1 is aangegeven dat de referentiesituatie als uitgangspunt dient. De veiligheid van de bouwsteen wordt op hoog niveau vergeleken met betrekking tot de ongevalskans. Daarbij wordt in eerste instantie gekeken wat de mogelijke risico's zijn en daarna beschouwd of deze in vervolgstappen kunnen worden gemitigeerd.

De onderlinge snelheidsverschillen bij het uitklimmen na een start maken dat de onderlinge afstanden tussen twee vliegtuigen op dezelfde SID kleiner kunnen worden. Dit kan leiden tot zogeheten longitudinale conflicten; dat zijn conflicten tussen vliegtuigen die achter elkaar hetzelfde vliegpad volgen. In de referentiesituatie kan de luchtverkeersleider bij een dergelijk conflict besluiten een in een dreigend conflict betrokken vliegtuig te laten afwijken middels vectors. Deze bouwsteen maakt dat die mogelijke oplossing er niet is. Daarom zal daar in de Geavanceerde DMAN rekening mee gehouden moeten worden, zodat een longitudinaal conflict op een SID onder de 6.000 voet (circa 1,8km) nauwelijks voorkomt. Mocht een dergelijk conflict toch nog ontstaan, dan verloopt het type conflict zo traag dat er voldoende mogelijkheden zijn voor de luchtverkeersleider om effectief in te grijpen, bijvoorbeeld middels vroegtijdige snelheidsinstructies. Het effect op de veiligheid is daarmee neutraal.

14.14.2 Geluidsbelasting

Bij het ontwerp van de SIDs onder de 6.000 voet heeft het beperken van geluidshinder door vliegtuigen prioriteit. Als regelmatig van de SID wordt afgeweken leidt dat dus een hogere geluidshinder. Deze bouwsteen, die dat voorkomt, gaat dat weer tegen en heeft dus effectief een positief effect op de geluidsbelasting, afhankelijk van hoe vaak en op welke hoogte er in de referentiesituatie wordt afgeweken. In termen van de oppervlakte binnen de geluidscontouren is het effect naar verwachting beperkt.[75]

[75] *In de eerdere modellering van de geluidsbelasting zoals gepresenteerd in eerdere hoofdstukken is aangenomen dat alle vliegtuigen de SID volgen.*

14.14.3 Voorspelbaarheid van geluid

Afwijkingen van de SID in de referentiesituatie leiden vaak tot onvoorspelbaarheid van geluid op grond. Met deze bouwsteen wordt tot 6.000 voet niet afgeweken van de SID en dus over een bekende, voorgeschreven vliegroute gevlogen. Dit maakt dat de vertrekken een stuk voorspelbaarder zijn dan in de referentiesituatie.

14.14.4 Klimaat

Een reden om van de SID af te wijken is dat dit in sommige gevallen de mogelijkheid biedt om het vliegpad te verkorten: er wordt dan rechtstreeks naar het volgende punt op de route gevlogen. Deze bouwsteen, die dat voorkomt, gaat dat weer tegen en heeft dus een negatief effect op het brandstofgebruik. Hoe groot dat effect is hangt af van:

- hoe vaak en op welke hoogte in de referentiesituatie wordt afgeweken van de SID;
- hoe vaak en op welke hoogte wordt afgeweken van de SID tot 6.000 voet, ondanks deze bouwsteen. Dit kan bijvoorbeeld het gevolg zijn van veiligheidsredenen;
- hoe vaak en op welke hoogte wordt afgeweken van de SID boven 6.000 voet.

Als deel van het totale brandstofgebruik is het effect naar verwachting beperkt.

14.14.5 Stikstofdepositie

Zoals in paragraaf 14.14.4 benoemd, wordt in de referentiesituatie soms afgeweken van een SID onder de 6.000 voet om meer rechtstreeks naar het volgende punt op de route te vliegen. Deze bouwsteen, die dat voorkomt, gaat dat weer tegen en heeft dus een negatief effect op het brandstofgebruik en daarmee op de stikstofdepositie.

14.14.6 Vluchtefficiëntie

Als in paragraaf 14.14.4 al benoemd, wordt in de referentiesituatie soms afgeweken van een SID onder de 6.000 voet om meer rechtstreeks naar het naar het volgende punt op de route te vliegen. Deze bouwsteen, die dat voorkomt, gaat dat weer tegen en heeft dus een negatief effect op de vluchtefficiëntie.

14.14.7 Capaciteit

Als in paragraaf 14.14.1 benoemd, kan een luchtverkeersleider een mogelijk conflict van twee vliegtuigen achter elkaar op één SID voorkomen door een vliegtuig een vector te geven. Als dat niet is toegestaan, zullen dergelijke conflicten bij voorkeur van tevoren worden voorkomen door een sneller vliegtuig achter een langzamer vliegtuig te laten vertrekken. Dat verlaagt in eerste instantie het aantal vertrekken per uur, en dus de uurcapaciteit. Een Geavanceerde DMAN kan dat capaciteitsverlies geheel of gedeeltelijk goedmaken door de vertrekkende vliegtuigen in een slimme volgorde te plannen, rekening houdend met de snelheidsverschillen en de bestemmingen.

14.14.8 Conclusie

Door niet af te wijken van de SID tot 6.000 voet (circa 1,8km) wordt de geluidsbelasting verlaagd doordat bij het ontwerp van die route minimalisatie van geluidsbelasting prioriteit heeft. Daardoor wordt ook de voorspelbaarheid van geluid op de grond verhoogd; er zijn immers geen afwijkingen van het vertrekpad tot 6.000 voet. Een nadeel is dat zo ook het verkorten van de route niet mogelijk is, en dat geeft negatieve effecten op de klimaat-gerelateerde emissie, de stikstofdepositie en de vluchtefficiëntie. Een ander nadeel is dat in sommige gevallen bij vertrek de tijd tussen twee vliegtuigen groter moet zijn om een conflict verderop te vermijden, en dat geeft een negatief effect op de capaciteit.

Tabel 14-17 Effecten van Niet afwijken van de SID tot 6.000 voet

Criterium	Eén SID per baan
Geluidsbelasting	↑
Voorspelbaarheid van geluid	↑
Klimaat-gerelateerde emissie	↓
Stikstofdepositie	↓
Vluchtefficiëntie	↓
Capaciteit	↓

14.15 Flexibele vertrekprocedures

Door de vertrekprocedures flexibel te maken kunnen deze aangepast worden aan de specifieke eigenschappen van de verschillende vliegtuigtypen.

14.15.1 Ongevalsrisico

In paragraaf 11.1 is aangegeven dat de referentiesituatie als uitgangspunt dient. De veiligheid van de bouwsteen wordt op hoog niveau vergeleken met betrekking tot de ongevalskans. Daarbij wordt in eerste instantie gekeken wat de mogelijke risico's zijn en daarna beschouwd of deze in vervolgstappen kunnen worden gemitigeerd.

De vertrekprocedures of SIDs in de referentiesituatie schrijven minstens het laterale pad en een minimale klimgradiënt voor. Voor veel SIDs, met name die vanaf Schiphol, worden doorgaans geen verdere hoogtebeperkingen tot 6.000 voet (circa 1,8km) opgelegd omdat de vertrekpaden vrij blijven van ander verkeer. In deze zin zijn de vertrekprocedures dus flexibel: de vliegers kiezen het hoogteprofiel binnen een bepaald kader. Dat kader is afhankelijk van het type vliegtuig, het gewicht, de wind, de kostenindex, de minimale klimgradiënt en de aanbeveling om de NADP 2-procedures te volgen. In de vertrekbuizen hebben de vliegers in veel gevallen ook de vrijheid om binnen een kader het hoogteprofiel te kiezen[76]. Het ontwerp van het buizensysteem maakt echter dat er in sommige gevallen hoogterestricties nodig zijn om conflicten tussen verschillende verkeersstromen te vermijden. In het buizensysteem van Vast worden deze hoogterestricties procedureel voorgeschreven. Deze bouwsteen laat deze hoogterestricties weer

[76] *De bouwsteen kan ruim worden gedefinieerd als de mogelijkheid om vertrekprocedures aan te passen aan de specifieke eigenschappen van de verschillende vliegtuigtypes. In zijn algemeenheid kan daarmee ook het vliegpad aangepast worden. In deze cyclus 3 wordt echter voortgebouwd op de keuze voor het alternatief Vast uit cyclus 1. Dat betekent dat er hier uitgegaan wordt van vertrekbuizen en de horizontale component daarvan kan niet aangepast worden. De bouwsteen is daarom hier wat nauwer gedefinieerd als de mogelijkheid om het hoogteprofiel van de vertrekprocedures aan te passen aan de specifieke eigenschappen van de verschillende vliegtuigtypes.*

los[77]. Daarmee ontstaan conflicten van vertrekkend verkeer met andere verkeersstromen die individueel moeten worden opgelost door luchtverkeersleiders. De luchtverkeersleiders krijgen daardoor een additionele, belastende taak, die zich bovendien niet goed verhoudt met hun andere, meer surveillerende taken. Daarmee neemt de kans op botsingen in de lucht toe.

14.15.2 Geluidsbelasting

In paragraaf 12.2.1.1 is ingegaan op het effect van vertrekbuizen met hoogtebeperkingen op de geluidsbelasting. De hoogtebeperkingen resulteren in zogeheten level-segmenten waarop de gashendelstand tijdelijk wordt teruggeschroefd en daarmee het motorvermogen. Het blijkt uit berekeningen dat dit effectief tot een iets lagere totale geluidsbelasting leidt ten opzichte van de referentiesituatie; het minder motorvermogen wint als het ware van de lagere hoogte. Daarbij is gesteld dat deze level-segmenten echter geen eigenlijk onderdeel van de buizen zijn en daarom is dit effect niet meegewogen in de verdere scores. Figuur 12-4 geeft de geluidscontouren van de vertrekbuizen. Daarop is te zien dat als gevolg van het opschroeven van de gashendelstand om te klimmen, het geluid op de grond aan het einde van een dergelijk levelsegment toeneemt. De oppervlakte binnen de bijbehorende geluidscontouren blijkt, misschien contra-intuïtief, toch kleiner dan de vermindering van het oppervlak binnen de geluidscontouren onder het begin van het level-segment[78]. Dit maakt dat het effect van deze bouwsteen op de geluidsbelasting negatief is.

14.15.3 Klimaat

De bouwsteen geeft de vliegers meer vrijheid om het hoogteprofiel bij een vertrek te kiezen. Daarbij zal doorgaans gekozen worden voor een profiel waarbij het brandstofgebruik of de duur van de gehele vlucht geminimaliseerd wordt. Dit leidt dus tot een positief effect op het brandstofgebruik.

14.15.4 Stikstofdepositie

Als aangegeven in paragraaf 14.15.3 heeft deze bouwsteen een positief effect op het brandstofgebruik en daarmee ook op de stikstofdepositie.

14.15.5 Vluchtefficiëntie

De bouwsteen geeft de vliegers meer vrijheid om het hoogteprofiel bij een vertrek te kiezen. Daarbij zal doorgaans gekozen worden voor een profiel waarbij het brandstofgebruik of de duur van de gehele vlucht geminimaliseerd wordt. Dit leidt dus tot een positief effect op de vluchtefficiëntie.

14.15.6 Conclusie

Het ontwerp van het buizensysteem maakt dat in sommige gevallen hoogterestricties nodig zijn om conflicten tussen verschillende stromen te vermijden. In het buizensysteem van Vast worden deze hoogterestricties procedureel voorgeschreven en deze bouwsteen laat deze hoogterestricties weer los. Dat geeft meer conflicten waardoor de ongevalskans toeneemt. Het wegnemen van de levelsegmenten blijkt, misschien contra-intuïtief, de oppervlakte binnen de relevante geluidscontouren te vergroten. De

[77] *In zekere zin tegen de grondgedachte van het alternatief Vast in.*
[78] *Dit effect is waarschijnlijk zeer gevoelig voor de aantallen vluchten en de hoogte van het segment, zoals ook blijkt uit een vergelijk van de linker en de rechter tak in Figuur 12-4.*

flexibele vertrekprocedures geven de vliegers meer vrijheid om het hoogteprofiel bij een vertrek te kiezen. Daarbij zal doorgaans gekozen worden voor een profiel waarbij het brandstofgebruik of de duur van de gehele vlucht geminimaliseerd wordt.

Tabel 14-18 Effecten van flexibele vertrekprocedures

Criterium	Flexibele vertrekprocedures
Ongevalsrisico	↓
Geluidsbelasting	↓
Klimaat-gerelateerde emissie	↑
Stikstofdepositie	↑
Vluchtefficiëntie	↑

14.16 Elke sector maar één baan

Als twee landingsbanen op Schiphol in gebruik zijn, dan vindt de toewijzing naar één van deze banen in de referentiesituatie doorgaans plaats op basis van de sector waar de vlucht door heen vliegt. Als deze standaardtoewijzing ertoe leidt dat één baan overbezet en één baan onderbezet is, wordt in sommige situaties afgeweken van deze standaardtoewijzing. Dit betreft echter maar een klein gedeelte van de totale hoeveelheid naderingen. Daardoor zijn de effecten op bijvoorbeeld de geluidscontouren of de totale brandstofgebruik verwaarloosbaar. De bouwsteen Elke sector maar één baan sluit afwijkingen van de standaardtoewijzing uit en heeft slechts verwaarloosbare effecten omdat de hoofdstromen in essentie hetzelfde blijven als in de referentiesituatie. Het heeft een verwaarloosbaar effect op de complexiteit en werkdruk van luchtverkeersleiders en de ATC-gerelateerde ongevalsrisico's. Het kan wel bijdragen aan het voorspelbaarder maken van geluid op een iets grotere hoogte, omdat in de referentiesituatie de verkeersstromen van verschillende sectoren op een gegeven moment worden gemerged maar een onderscheidend verschil op lagere hoogte wat betreft de voorspelbaarheid van geluid is er niet. Deze bouwsteen zou nog kunnen leiden tot een verlaging van de capaciteit in het naderingsluchtruim maar ook dat effect is waarschijnlijk verwaarloosbaar door het gebruik van TBO, E-AMAN en het stelsel van vaste routepunten.[79]

14.16.1 Conclusies

De bouwsteen 'Elke sector maar één baan' heeft een zeer klein effect op de verkeersstromen. Het doel: het in sommige gevallen toewijzen van vliegtuigen in één sector aan verschillende banen, in balans met de bezettingsgraad van verschillende banen, kan ook goed bereikt worden middels TBO, E-AMAN en het stelsel van vaste routepunten.

14.17 Flexibele fixes

Met een fix wordt hier het naderingspunt bedoeld waar luchtverkeer langs vliegt voor het begint met de eindnadering en is daarmee de 'ingang' van het naderingsluchtruim van een luchthaven. In de alternatieven Vast en Samen betekent het passeren van het naderingspunt het einde van het naderen via een stelsel van vaste routepunten en het begin van de naderingsbuizen.

[79] *Voor wat betreft de naderingen sluiten deze bouwsteen en de bouwsteen Dynamisch flowmanagement elkaar uit.*

Elk naderingsluchtruim heeft één of meerdere fixes (naderingspunten). Schiphol heeft in de huidige situatie, en in de referentiesituatie drie naderingspunten en Rotterdam The Hague Airport één naderingspunt. De locaties van deze naderingspunten, gespecificeerd in het [AIP], liggen vast. Door middel van coördinaten worden deze fixes ingevoerd in de navigatiesystemen van vliegtuigen.

In het alternatief Samen wordt in het naderingsluchtruim genaderd via buizen. Het flexibel maken van de naderingspunten betekent dat de locatie waarop een naderingsluchtruim wordt binnengevlogen kan variëren en daarmee ook de vliegroute (de buis) naar de luchthaven. Een eerste constatering is dat bij een flexibel naderingspunt, de aangesloten buizen ook in zekere mate flexibel moeten zijn. De buizen gaan uit van een vaste daalhoek, ten behoeve van continu dalen en ter ondersteuning van Interval Management. Als een naderingspunt lateraal wordt verplaatst, verandert ook de hoogte van dat punt, als de daalhoek richting de luchthaven constant gehouden dient te worden. Als de hoogte van het naderingspunt gelijk wordt gehouden dan verandert de daalhoek van de buizen, hetgeen ongewenst is, en daarom zou de hoogte van het naderingspunt moeten veranderen. Dit maakt het afhandelen van naderingen in het stelsel van vaste routepunten en E-AMAN ingewikkelder. Belangrijker nog is dat het buizenconcept dynamisch en zeer complex wordt, zeker in een gedeeld luchtruim en zeker in het geval van wisselingen van banen. Dit brengt significante negatieve effecten met zich mee voor:

- het ongevalsrisico;
- de voorspelbaarheid van geluid;
- de ontwerpruimte bij het maken van routes[80] en
- de robuustheid en punctualiteit.

De bouwsteen heeft de potentie het brandstofgebruik en de duur van een individuele vlucht te verminderen, zeker als de locatie van de fix geoptimaliseerd kan worden naar de omstandigheden van dat moment, zoals de wind en de verkeersdichtheid. Dit is erg afhankelijk van het ontwerp[81] maar het effect hiervan zal waarschijnlijk beperkt zijn, ook omdat het ontwerp van een buizensysteem met vaste fixes onder andere geoptimaliseerd wordt naar vluchtefficiëntie.

14.17.1 Conclusies

Flexibele fixes maken het afhandelen van naderingen in het stelsel van vaste routepunten en E-AMAN ingewikkelder. Belangrijker nog is dat het buizenconcept dynamisch en zeer complex wordt, zeker in een gedeeld luchtruim en zeker in het geval van wisselingen van banen. Dit brengt significante negatieve effecten met zich mee voor het ongevalsrisico, de voorspelbaarheid van geluid, de ontwerpruimte bij het maken van routes en de robuustheid en punctualiteit. Mogelijk zijn er beperkte positieve effecten op het brandstofgebruik, en daardoor ook op stikstofdepositie, en de vluchtefficiëntie.

[80] *De buizen zelf worden flexibel maar daarmee wordt het ontwerp van een stelstel, van meerdere flexibele naderingsbuizen naar meerder landingsbanen op meerdere vliegvelden en meerder vertrekbuizen van meerdere vertrekbanen vanaf meerdere vliegvelden juist complex.*

[81] *In essentie zijn er twee mogelijkheden: er worden additionele marges ingevoerd voor de minimale afstanden van de buizen, of andere buizen veranderen mee als één ervan verandert als gevolg van een aanpassing van een fix.*

Tabel 14-19 Effecten van Flexibele fixes

Criterium	Flexibele fixes
Ongevalsrisico	↓
Voorspelbaarheid van geluid	↓
Ontwerpruimte bij het maken van routes	↓
Klimaat-gerelateerde emissie	↑
Stikstofdepositie	↑
Vluchtefficiëntie	↑
Robuustheid en punctualiteit	↓

14.18 Groot aantal fixes

Met een fix wordt hier het naderingspunt bedoeld waar luchtverkeer langs vliegt voor het begint met de eindnadering en is daarmee de 'ingang' van het naderingsluchtruim van een luchthaven. In de alternatieven Vast en Samen betekent het passeren van het naderingspunt het einde van het naderen via een stelsel van vaste routepunten en het begin van de naderingsbuizen. Schiphol heeft er in de huidige situatie en de referentiesituatie drie en Rotterdam The Hague Airport één.

Een groot aantal fixes vraagt om een groot aantal stelsels van vaste routes, een groter aantal naderingsbuizen en vooral om veelvuldig mergen in de buizen. Het plannen van verkeer op een individuele fix wordt dan eenvoudiger, omdat er per fix minder naderingen per uur worden afgehandeld. Het mergen in de naderingsbuizen wordt veel complexer: uiteindelijk zullen de vluchten goed getimed in het laatste deel van de buis voor de baan moeten vliegen. Het ontwerp van deze naderingsbuizen wordt ingewikkeld omdat het mergen vergt dat twee vliegtuigen op gelijke hoogte moeten vliegen. Dit brengt significante negatieve effecten met zich mee voor:

- het ongevalsrisico;
- de ontwerpruimte bij het maken van routes;
- de uurcapaciteit; en
- de robuustheid en punctualiteit.

De bouwsteen heeft de potentie het brandstofgebruik en de duur van een individuele vlucht te verminderen, doordat een vliegtuig meer rechtstreeks over de meest geschikte fix naar de baan kan vliegen.

14.18.1 Conclusies

Een groot aantal fixes maken het mergen in de naderingsbuizen frequenter en complexer, waardoor mogelijk meer conflicten ontstaan, de uurcapaciteit kleiner wordt en de robuustheid van de operatie vermindert. De bouwsteen heeft de potentie het brandstofgebruik, en daarmee de stikstofdepositie, en de duur van een individuele vlucht te verminderen, doordat een vliegtuig meer rechtstreeks over de meest geschikte fix naar de baan kan vliegen.

Tabel 14-20 Effecten van Groot aantal fixes

Criterium	Groot aantal fixes
Ongevalsrisico	↓
Ontwerpruimte bij het maken van routes	↓
Klimaat-gerelateerde emissie	↑
Stikstofdepositie	↑
Vluchtefficientie	↑
Robuustheid en punctualiteit	↓

14.19 Niet holden

Een holding is een race-circuit-vormig wachtpatroon voor vliegtuigen. Vaak wordt een holding gedefinieerd bij een naderingspunt (IAF of fix), die dan ook wel een holding fix wordt genoemd. Het primaire gebruik van een holding is het vertragen van vliegtuigen die in eindfase van de vlucht zijn maar nog niet kunnen landen. In de referentiesituatie kan een holding gebruikt worden voor een individueel vliegtuig. Dit kan zijn op verzoek van de vliegers om tijd te krijgen voor het voltooien van procedures en controlelijsten. Dit kan ook zijn op instructie van de luchtverkeersleiding om een vliegtuig even uit een te drukke stroom te halen om die vervolgens later weer in de verkeerstroom te voegen. Een holding kan ook gebruikt worden voor meerdere vliegtuigen, bijvoorbeeld als een baan voor enige tijd buiten gebruik is. Dan wordt de holding gebruikt als een *stack* (stapel). Verder speelt de holding een rol in geval van een communicatiestoring bij een nadering. Op de Nederlandse luchthavens is holden geen onderdeel van de alledaagse werkwijze, zoals bijvoorbeeld op Heathrow, maar het kan om bovenstaande redenen worden ingezet.

In het alternatief Samen is de kans dat een holding voor een tijdelijke vertraging van één of enkele vliegtuigen gebruikt wordt kleiner dan in de referentiesituatie doordat het alternatief meerdere bouwstenen bevat die voorzien in een betere planning. De kans op bunches, een korte periode van overaanbod van luchtverkeer aan de grens van het Nederlands luchtruim, is daardoor kleiner. Toch kunnen er bijzondere omstandigheden zijn waardoor meerdere vluchten in korte tijd vertraagd moeten worden niet worden uitgesloten, bijvoorbeeld als een landingsbaan of een hele luchthaven onverwacht niet gebruikt kan worden. Als holden met deze bouwsteen dan niet meer mogelijk is, moet een alternatief komen dat hetzelfde mogelijk maakt. Dat alternatief moet de complexiteit van het systeem niet vergroten ten opzichte van de referentiesituatie. Als er geen alternatief is, of als het alternatief complexer is dan wordt het geheel significant onveiliger.

14.19.1 Conclusies

Een holding heeft een functie in meerdere omstandigheden. In het alternatief Samen wordt de noodzaak voor holden in één omstandigheid waarschijnlijk weggenomen: de noodzaak om een vliegtuig even uit een te drukke stroom te halen om die vervolgens later weer in de verkeerstroom te voegen. Er zijn echter andere belangrijke omstandigheden die holden zeer gewenst maken: op verzoek van vliegers die nog niet klaar zijn voor de nadering, een tijdelijke sluiting van een baan, een onverwachte sluiting van een vliegveld en een procedurele wijze om in het geval van een communicatiestoring verkeer voorspelbaar af te handelen. Als daar geen goede alternatieven voor in de plaats komen, wordt het significant onveiliger.

Tabel 14-21 Effecten van Niet holden

Criterium	Niet holden
Ongevalsrisico	↓

14.20 Meerdere entry-punten voor militair oefengebied

Militaire luchtruimgebruikers hebben behoefte aan meerdere toegangspunten voor de militaire oefengebieden waaronder in het bijzonder het noordelijk oefengebied. De bouwsteen levert een positieve bijdrage aan de doelstelling efficiëntie en heeft geen negatieve effecten.

14.20.1 Militaire trainingsefficiëntie

De bouwsteen Meerdere entry-punten voor militair oefengebied geeft de mogelijkheid vanaf een militaire luchthaven naar verscheidene entrypoints van het Noordelijke oefengebied te vliegen. Hierbij wordt het gebruik van de bouwsteen Routepunten voor de militaire transits aangenomen[82]. Dit biedt het voordeel dat de aanvangspositie bij de oefeningen langs een kortere route bereikt kan worden. Een jachtvliegtuig heeft zonder bijtanken in de lucht een maximale vliegtijd van ongeveer 1,5 uur. Dit betekent dat tijd kritisch is en dat de transittijden, de tijd voor het vliegen tussen de luchthaven en het oefengebied, tot een minimum moet worden beperkt. Vandaar dat aan het einde van de transit de jachtvliegtuigen het oefengebied efficiënt moeten binnenvliegen op de plek waar men aan de oefening kan beginnen en op het einde van de oefening het oefengebied weer efficiënt moet uitvliegen. Deze bouwsteen faciliteert dat en daarmee wordt de vliegtijd van dat deel van de vlucht in sommige gevallen korter en wordt effectief de tijd om te trainen binnen het oefengebied verlengd.[83]

14.20.2 Conclusies

Meerdere entry-punten voor militair oefengebied beperkt de vliegtijd tussen de militaire luchthavens en een oefengebied, en verhoogt daarmee de militaire trainingsefficiëntie.

Tabel 14-22 Effecten van Meerdere entry-punten voor militair oefengebied

Criterium	Meerdere entry-punten voor militair oefengebied
Militaire trainingsefficiëntie	↑

14.21 Advanced FUA

De bouwsteen A-FUA is een concept waarin het luchtruim niet wordt aangemerkt als militair of civiel, maar flexibel wordt gebruikt. De toepassing zorgt ervoor dat door de dagelijkse toewijzing van flexibele luchtruimstructuren elke noodzakelijke scheiding van het luchtruim gebaseerd is op werkelijk gebruik binnen een specifieke tijdsperiode en op een gedefinieerd luchtruimvolume. A-FUA is gericht op het beheren van optimaal gebruik en het planmatig toewijzen van de diverse configuraties van het

[82] De Meerdere entry-punten en de Routepunten zijn in de beschrijving van het [VKA] twee verschillende bouwstenen die het gebruik van een enkele window in de referentiesituatie vervangen. In deze effectbepaling zijn deze twee bouwstenen samengenomen.
[83] Dit kan indirect leiden tot minder oefeningen, en daarmee tot het vaker of eerder kunnen vrijgeven van luchtruim voor civiel verkeer, dit effect is echter onzeker en beperkt en daarom niet meegenomen in de effectbepaling.

luchtruimontwerp en gaat daarin verder dan het huidige FUA. Hierbij wordt het gebruik van LARA+ aangenomen voor de goede werking van A-FUA.[84]

14.21.1 Ongevalsrisico

In paragraaf 11.1 is aangegeven dat de referentiesituatie als uitgangspunt dient. De veiligheid van de bouwsteen wordt op hoog niveau vergeleken met betrekking tot de ongevalskans. Daarbij wordt in eerste instantie gekeken wat de mogelijke risico's zijn en daarna beschouwd of deze in vervolgstappen kunnen worden gemitigeerd.

A- FUA heeft een directe impact op het werk van de luchtverkeersleider en de stakeholder: het luchtruim wordt net als in de referentiesituatie aangemerkt als of militair of civiel maar kan afwisselend worden gebruikt. Dit betekent dat de status en de toegangsregels van specifieke luchtruimgebieden kunnen veranderen in de tijd. In de referentiesituatie is dat het geval op gezette tijden, zoals gepubliceerd in het Nederlandse AIP[85], of na coördinatie tussen de verkeersleidingsorganisaties op basis van vaste afspraken.

Hierdoor moeten luchtverkeersleiders en luchtruimgebruikers zich dus vooraf informeren over de status van een specifiek deel luchtruim. Wanneer dit niet goed of niet tijdig gebeurt kan dit leiden tot luchtruimschendingen[86]. Een luchtruimschending betekent dat een luchtvaarttuig een gebied invliegt waarvoor zij niet geautoriseerd is[87]. Dit brengt veiligheidsrisico's met zich mee. Door de status van luchtruim dynamisch te maken, wordt dit risico vergroot ten opzichte van de referentiesituatie. Dit legt in de beoordeling van de veiligheidsexperts beperkingen op in het gebruik van deze bouwsteen. Naar verwachting kan in sommige gevallen een afwisseling van de toegangsregels voor een luchtruim niet worden doorgevoerd vanwege de kans op een luchtruimschending en de daarmee verbonden ongevalsrisico's. Ervan uitgaande dat die beperkingen inderdaad worden opgelegd, is het uiteindelijke effect op de veiligheid neutraal.

14.21.2 Beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer, GA en drones

FUA is al een bestaand fenomeen binnen luchtruimbeheer welke in Nederland, ondersteund door een geavanceerd luchtruimplanning en -management tool (LARA), maar ook in Europa wordt toegepast voor een verbeterd luchtruimbeheer. Vooral op het vlak van het flexibel inpassen van luchtruimconfiguraties speelt A-FUA een voorname rol in het beheer en planmatig gebruik van het luchtruim. De bouwsteen zal in 2035 veel vaker en in veel meer delen van het Nederlands luchtruim worden ingezet bij het verder verfijnen van het plannings- en toewijzingsproces van luchtruim. Hierdoor kunnen delen van het luchtruim efficiënter benut worden en dat maakt dat delen van het luchtruim vaker dan in de referentiesituatie beschikbaar komen voor militair verkeer, General Aviation en drones.

De mate waarin dat kan hangt nauw samen met de ingebouwde flexibiliteit, de systeemondersteuning en, zoals in de paragraaf hierboven aangegeven, het risico op luchtruimschendingen. Daarmee kan in de deze fase van de luchtruimherziening nog niet aangegeven worden hoezeer de beschikbaarheid wordt

[84] *LARA+ is een plannings-, coördinatie- en visualisatietool dat A-FUA ondersteunt, voortbouwend op het huidige LARA-tool van EUROCONTROL die alle ECAC-landen kunnen gebruiken voor Airspace Management (ASM) proces. A-FUA en LARA+ zijn in de beschrijving van het [VKA] twee verschillende bouwstenen die het gebruik van FUA en LARA vervangen. In deze effectbepaling zijn deze twee bouwstenen samengenomen.*
[85] *Aeronautical Information Products, via https://www.lvnl.nl/eaip/2020-09-24-AIRAC/html/index-en-GB.html*
[86] *https://www.lvnl.nl/informatie-voor-luchtvarenden/informatie-voor-luchtvarenden/luchtruimschendingen*
[87] *https://www.lvnl.nl/informatie-voor-luchtvarenden/informatie-voor-luchtvarenden/luchtruimschendingen*

vergroot. Er is daarmee een onbekend maar zeker positief effect op de beschikbaarheid van het luchtruim voor militair verkeer, General Aviation en drones.

14.21.3 Conclusies

A-FUA maakt afwisselend gebruik van luchtruim veel meer mogelijk dan in de referentiesituatie. Er is daarmee een positief effect op de beschikbaarheid van het luchtruim voor militair verkeer, General Aviation en drones. De grootte van dat effect is in deze fase nog niet goed te bepalen. Deze hangt ook samen met de beperkingen in het gebruik vanwege het risico op luchtruimschendingen.

Tabel 14-23 Effecten van A-FUA

Criterium	A-FUA
Beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer	↑
Beschikbaarheid van luchtruim voor GA	↑
Beschikbaarheid van luchtruim voor drones	↑

14.22 Conditionele routes door actief militair gebied

Conditional Routes (CDR) zijn civiele routes die door een militair oefengebied lopen. Deze kunnen in de regel alleen gebruikt worden als er geen militaire oefeningen plaatsvinden in het betreffende gebied. Deze bouwsteen pleit ervoor om deze routes ook te gebruiken op momenten dat er militaire oefeningen plaatsvinden.

14.22.1 Ongevalsrisico

Deze bouwsteen staat het gebruik van conditionele routes ook toe als een militair gebied actief is, als zowel de civiele als de militaire luchtruimgebruikers daarover goed en tijdig geïnformeerd zijn[88]. Wanneer dat niet gebeurt kan dit leiden tot luchtruimschendingen (zie ook paragraaf 14.21.1). Dit legt in de beoordeling van de veiligheidsexperts beperkingen op aan het gebruik van deze bouwsteen. Naar verwachting kan in sommige gevallen, vooral ook afhankelijk van het soort militaire oefening, een CDR in een actief militair gebied niet worden gebruikt. Omdat ervan uit mag worden gegaan dat die beperkingen worden opgelegd als niet aangetoond kan worden het gebruik van de CDRs in actief militair gebied niet veilig, is het uiteindelijke effect op de veiligheid neutraal.

14.22.2 Klimaat

Het gebruik van CDRs in actief militair gebied biedt de mogelijkheid voor civiel luchtverkeer het vliegpad te verkorten. Dit heeft een positief effect op het brandstofgebruik, afhankelijk van hoe vaak, hoe lang, op welke locaties en op welke hoogtes de CDRs door actief militair gebied gebruikt kunnen worden. Het effect is naar verwachting beperkt.

[88] *Het gebruik van dergelijke routes in actief militair gebied kan dus alleen als vooraf zeker is gesteld dat de militaire vluchten daar ruim vandaan blijven, dus tijdens oefeningen waarbij maar een deel van het gebied nodig is. Deze bouwsteen is daarmee een soort van concurrent of bijzondere vorm van A-FUA voor het gebied dat niet door voor de oefeningen nodig is.*

14.22.3 Stikstofdepositie

Het beperkt positieve effect van de bouwsteen op het brandstofgebruik brengt ook een beperkt positief effect op de stikstofdepositie.

14.22.4 Vluchtefficiëntie

Het gebruik van CDRs in actief militair gebied biedt de mogelijkheid voor civiel luchtverkeer het vliegpad te verkorten. Dit heeft een positief effect op de vluchtefficiëntie. Het effect is naar verwachting beperkt.

14.22.5 Conclusies

Tabel 14-24 Effecten van Conditionele routes door actief militair gebied

Criterium	CDRs door actief militair gebied
Klimaat	↑
Stikstofdepositie	↑
Vluchtefficiëntie	↑

14.23 Beschouwing beoordeling bouwstenen

In bovenstaande paragrafen is beoordeeld in hoeverre bouwstenen een bijdrage kunnen leveren aan het optimaliseren van het VKA op doelbereik en effecten. Onderstaande tabel heeft een totaaloverzicht van de resultaten.

Tabel 14-25 Overzicht bijdragen bouwstenen

	Ongevalsrisico	Externe veiligheid	Geluidsbelasting	Voorspelbaarheid	Ontwerpruimte	Klimaat	Luchtkwaliteit	Stikstofdepositie	Verstoring	Beperkingen van gebruik van grond	Vluchtefficiëntie	Efficiëntie van de militaire transit	Uurcapaciteit voor civiel verkeer	Robuustheid en punctualiteit	Beschikbaarheid luchtruim militair verkeer	Beschikbaarheid GA	Beschikbaarheid voor drones	Onderdeel VKA
	Veiligheid		Geluid			Emissies		Natuur		Ruimte beslag	Efficiëntie		Capaciteit					
Geavanceerde DMAN						↑	↑						↑	↑				Ja
RECAT-EU en PWS													↑					Ja
Reductie min. separatie naderlingsluchtruim	↓												↑					Ja
Reductie min. separatie tussenliggend luchtruim	↓												↑					Ja

	Ongevalsrisico	Externe veiligheid	Geluidsbelasting	Voorspelbaarheid	Ontwerpruimte	Klimaat	Luchtkwaliteit	Stikstofdepositie	Verstoring	Beperkingen van gebruik van grond	Vluchtefficiëntie	Efficiëntie van de militaire transit	Uurcapaciteit voor civiel verkeer	Robuustheid en punctualiteit	Beschikbaarheid luchtruim militair verkeer	Beschikbaarheid GA	Beschikbaarheid voor drones	Onderdeel VKA
Integratie AMAN/DMAN proces	↑													↑				Ja
Dynamisch flowmanagement													↑	↑				Nee
Delen info op luchthavens														↑				Ja
Best Equipped, Best Served principe	↑		↑															Ja
NADP 2			↑			↑												Ja
Gekromde naderingen	↓	↑		↓	↑		↑			↑				↓				Ja
Steilere ILS			↑															Ja[89]
Eén SID/ baan		↑	↓	↑	↑	↓		↓			↓		↓	↓				Nee
SIDS boven zee		↑	↑	↑	↓	↓		↓			↓		↓	↓				Nee
Niet afwijken van SID tot 6.000 voet			↑	↑		↓		↓			↓		↓					Ja
Flexibele vertrekprocedures	↓		↓			↑		↑			↑							Nee
E ke sector één baan																		Nee
Flexibele fixes	↓			↓	↓	↑		↑			↑			↓				Nee
Groot aantal fixes	↓				↓	↑		↑			↑			↓				Nee
Niet holden	↓																	Nee
Meerdere entry-punten militaire oefeningen												↑						Ja
Advanced FUA															↑	↑	↑	Ja
Conditionele routes door actief mil. gebied						↑		↑			↑							Nee

[89] *Alleen als gekromde naderingen niet wordt ingevoerd.*

15 Effectbeoordeling cyclus 4: Voorkeursalternatief

15.1 Veiligheid

15.1.1 Ongevalsrisico

In paragraaf 11.1 is aangegeven dat de referentiesituatie als uitgangspunt dient. De veiligheid van de voorkeursalternatief wordt op hoog niveau vergeleken met betrekking tot de ongevalskans. Daarbij wordt in eerste instantie gekeken wat de mogelijke risico's zijn en daarna beschouwd of deze in vervolgstappen kunnen worden gemitigeerd.

Naderingsluchtruim
Het buizenconcept kan naar verwachting minimaal even veilig worden ontworpen als de referentiesituatie. Deze conclusie is gebaseerd op positieve en negatieve veiligheidseffecten en de verplichting om in het ontwerp aanvullende mitigerende maatregelen te nemen. Een positief effect is dat de verkeersstromen in het naderingsluchtruim overzichtelijker en minder complex zijn, wat het geheel overzichtelijker maakt voor zowel vliegers als luchtverkeersleiders. Daarnaast hebben goede training en slimme systeemondersteuning de potentie de werkdruk voor verkeersvliegers te verlagen, het situationele bewustzijn te vergroten en een eventueel conflict tijdig te detecteren en op te lossen. Een negatief effect is dat in het buizenconcept de ruimtelijke marges tussen vliegtuigen waarschijnlijk kleiner worden dan in de referentiesituatie als gevolg van de ontwerpeisen zoals het vermijden van kwetsbare gebieden en vluchtefficiëntie. Als een vliegtuig om wat voor reden dan ook niet in de toegewezen buis kan blijven vliegen ontstaat dan eerder een conflict met een vliegtuig uit een andere verkeersstroom.

RECAT-EU, PWS en de reductie van de MRS van 3NM naar 2,5NM maken dat de tijden en afstanden tussen vliegtuigen in een naderings- of vertrekbuis korter zijn dan in de referentiesituatie. Het is de verwachting dat RECAT-EU en PWS veilig geïntroduceerd kunnen worden. Het reduceren van de MRS verhoogt het risico op een botsing: de marges voor afwijkingen en onnauwkeurigheden in de surveillance worden kleiner, en daarmee de tijd die luchtverkeersleiders en vliegers hebben om succesvol in te grijpen in geval van een conflict. Er is daarom enig voorbehoud bij de stelling dat vooraf aangetoond kan worden dat de toename van de ongevalskans effectief nihil of uiterst klein en acceptabel is als gevolg van deze reductie van de MRS.

Gekromde naderingen, welke kunnen worden toegepast in de laatste fase van de naderingen, kennen meerdere veiligheidseffecten:

- Het maken van een bocht op lage hoogte gaat gepaard met additionele risico's ten opzichte van een conventionele Instrument Landing System (of: ILS)-nadering als in de referentie;
- Het verhoogt de werklast van vliegers in een kritieke fase van de vlucht; en
- Het vraagt om nadere aandacht en wellicht een aangepast ontwerp van de missed approach procedures.

Tussenliggend luchtruim
In het VKA vliegen de vliegers een bepaalde vliegroute door het stelsel van vaste routepunten, afhankelijk van hoeveel tijd het vliegtuig moet verliezen om op het juiste moment bij het begin van de naderingsbuizen aan te komen. Het naderen in dit deel van het luchtruim wordt daardoor complexer en onoverzichtelijker dan in de referentiesituatie, vanwege de vele routepunten die nodig zijn om nauwkeurig op een specifiek moment op het naderingspunt aan te komen. Dit effect wordt deels weggenomen door het gebruik van CTA (waarbij de avionica in de vliegtuigen de snelheid controleren om op het juiste moment op het naderingspunt te arriveren) en door ondersteuning van de luchtverkeersleider (waarbij

goede visualisatie inzicht geeft in de afwikkeling van het verkeer). Daarbij geldt bovendien dat als de werklast door een verhoogde complexiteit van de verkeerssituatie kritisch wordt, dit van mogelijk van invloed zal zijn op de capaciteit maar niet op de veiligheid doordat luchtverkeersleider erop getraind zijn veiligheid prioriteit te geven. Daarmee kunnen de eventuele risico's naar verwachting voldoende worden gemitigeerd.

Het reduceren van de minimale separatie in het tussenliggend luchtruim leidt ertoe dat de tijden en afstanden tussen vliegtuigen kleiner worden dan in de referentsituatie. Daarmee neemt het risico op een botsing toe: de marges voor afwijkingen en onnauwkeurigheden in de surveillance worden kleiner, en daarmee de tijd die luchtverkeersleiders en vliegers hebben om succesvol in te grijpen in geval van een conflict. Door het systeem dat de veiligheid in de luchtvaart borgt, zoals beschreven in 11.4, is het de verwachting dat de reductie van minimale separatie veilig geïntroduceerd kan worden in de stelsels van vaste routepunten in het tussenliggend luchtruim.

Vertrekkende vliegtuigen in het tussenliggende luchtruim vliegen in een FRA. Dit is in andere omgevingen, zoals in het Upper Airspace boven FL245, beproefd en is, uitgaande van goede systeemondersteuning, zoals systemen die potentiele conflicten kunnen detecteren, niet onveiliger dan de conventionele operatie in de referentiesituatie. Of de veiligheid van de gereduceerde minimale separatie in FRA ook aangetoond kan worden, bijvoorbeeld na introductie van automatische alarmering van mogelijke conflicten op korte termijn, is onzekerder. Mocht dat niet lukken, dan zal de separatie in de FRA niet verkleind worden[90].

Algemene effecten
Er zijn twee belangrijke aspecten die nadrukkelijke aandacht verdienen in de verdere analyse van de veiligheid van het VKA. Het eerste aspect is dat het VKA meer de dan referentie leunt op automatische systemen, zowel voor de planning en de informatievoorziening van de luchtverkeersleider (in bouwstenen als TBO, AMAN en DMAN, Advanced FUA, dynamische flowmanagement, et cetera) als voor alarmering en advisering van de luchtverkeersleiders (in bouwstenen als de conformance monitoring voor de buizen, de visualisatie voor de stelsels van vaste routepunten, het Interval Management, de ondersteuning bij PWS, et cetera). Ook wordt er meer geleund op de verdere automatisering in de vliegtuigen (gerelateerd aan bouwstenen als CTA en ASAS Interval management en het gebruik van CPLDL). Dit maakt de verkeersafhandeling kwetsbaar voor fouten en uitval van dergelijke systemen. Het tweede aspect is de veranderende rol van de mens, in het bijzonder de ontwikkelingen in de taken en verantwoordelijkheden van de luchtverkeersleider [Mens in OPS concept]. De taken van de luchtverkeersleiders verschuiven van actief en controlerend naar monitorend en waakzaam. Mogelijk zijn mensen daar minder geschikt voor. Daarbij komt nog dat de taakuitvoering van het VKA in 2035 hybride is: 80% tot 90% van de naderingen wordt middels buizen afgehandeld (welke vragen om monitoring) en 10% tot 20% wordt gevectord (welke vragen om sturing). Dit maakt de taakuitvoering wellicht nog moeilijker.

Tot slot wordt opgemerkt dat Best Equipped, Best Served (BEBS), in de context van de buizen, ertoe kan leiden dat luchtvaartmaatschappijen besluiten om de vloot sneller te vernieuwen of de Nederlandse luchthavens aan te doen met vliegtuigen met betere prestaties. De impact zal naar verwachting niet hoog zijn maar omdat vliegtuigen uit latere generaties doorgaans een lagere ongevalskans hebben [], zal hierdoor de ongevalskans in het Nederlands luchtruim verlaagd worden.

[90] *Juist omdat de stelsels van vaste routepunten in het tussenliggend luchtruim ruimtelijk gescheiden is van de FRA, is het denkbaar dat de reductie van de minimale separatie wel voor de naderingen maar niet voor de vertrekken wordt toegepast. De reductie van de separatienormen in de FRA lijkt niet essentieel voor de vergroting van de capaciteit.*

15.1.2 Externe veiligheid

Het VKA heeft geen significant ander effect op de externe veiligheid als de referentiesituatie. Dit komt doordat de factoren die van invloed zijn op het plaatsgebonden risico, zoals beschreven in paragraaf 11.4.2 niet beïnvloed worden door functionaliteiten en bouwstenen van het VKA. De vliegpaden veranderen wel maar op dit moment is nog niet bepaald hoe. Het groepsrisico zou verlaagd kunnen worden door bij het ontwerp van de buizen en routes rekening te houden met stedelijke gebieden. De functionaliteiten en bouwstenen die mogelijk in het ontwerp een effect gaan hebben op de externe veiligheid zijn buizen en gekromde naderingen.

15.1.3 Conclusies

Zoals in paragraaf 11.4.1 uiteen is gezet is de beoordeling van het criterium ongevalsrisico voor een heel luchtruim in de toekomst moeilijk als de precieze operationele beschrijving van de functionaliteiten, de procedures, de infrastructuur, de taken en de verantwoordelijkheden nog niet in detail bekend zijn. In deze effectbeoordeling is daarom oog voor de veiligheidsbeheerssystemen van de luchtvaart. Eén belangrijk mechanisme daarbij is dat veranderingen aan het luchtvaartsysteem alleen geïntroduceerd mogen worden als vooraf aangetoond is dat de risico's ervan acceptabel zijn. Bij het verder uitwerken van de luchtruimherziening in de Planuitwerking en de implementatie zullen daarom nog vele analyses worden uitgevoerd. Dit leidt wellicht tot aanvullende risico-mitigerende maatregelen, die onlosmakelijk verbonden zullen zijn aan de te introduceren bouwstenen.

Na een globale analyse van de risico's van het VKA is het aannemelijk dat verreweg de meeste bouwstenen in het VKA voldoende veilig kunnen worden gemaakt. Daarbij wordt een voorbehoud gemaakt voor de volgende drie bouwstenen:

1. Het reduceren van de MRS in het naderingsluchtruim;
2. Het reduceren van de minimale radar separatie in de FRA;
3. Gekromde naderingen.

Ook voor deze bouwstenen geldt dat deze alleen zullen worden ingevoerd als dat aantoonbaar veilig kan. In deze fase van de luchtruimherziening bestaan daar bij de experts nog twijfels over. Omdat het VKA daarmee niet onveiliger wordt dan de referentiesituatie, scoort deze 0 op het criterium Ongevalsrisico.

Het VKA heeft geen significant ander effect op de externe veiligheid dan de referentiesituatie. Het groepsrisico zou verlaagd kunnen worden door bij het ontwerp van de buizen en gekromde naderingen rekening te houden met stedelijke gebieden. Het VKA scoort 0 op het criterium externe veiligheid.

Tabel 15-1 Effect van het VKA op het thema veiligheid

Criterium	Voorkeursalternatief
Ongevalsrisico	0
Externe veiligheid	0

15.2 Geluid

15.2.1 Geluidsbelasting

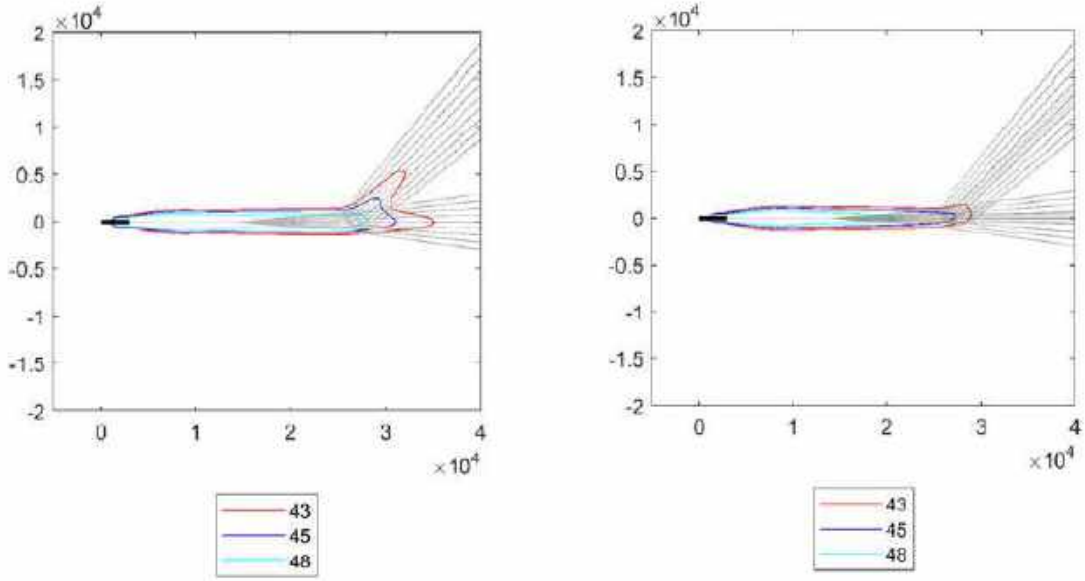
Globale effecten
Het VKA leidt tot een significant lagere geluidsbelasting van de naderingen in vergelijking met de referentiesituatie. De oppervlakte binnen de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren wordt naar verwachting in de orde van 19% tot 23% verkleind. Dat komt vooral door een lagere geluidsbelasting in het naderingsproces als gevolg van de grotere hoogte en het beperktere gebruik van motorvermogen tijdens de naderingen. Het VKA leidt niet tot een significant andere geluidsbelasting van de vertrekken in vergelijking met de referentiesituatie.

Naderingen
In het VKA wordt genaderd in buizen met een vaste daalhoek; dat zijn zogeheten Continue dalingen. Dit heeft vier effecten op de geluidsbelasting op de grond ten opzichte van de referentiesituatie:

- Vliegtuigen vliegen over het algemeen hoger; daardoor is het geluid op de grond minder;
- Vliegtuigen vliegen over het algemeen met een lagere stand van de gashendel; daardoor wordt minder geluid geproduceerd door de motoren;
- Vliegtuigen vliegen kortere paden; daardoor wordt over minder tijd geluid geproduceerd;
- Vliegtuigen vliegen meer over dezelfde paden; daardoor wordt het geluid op de grond meer geconcentreerd.

Als gevolg van de eerste drie effecten zal de geluidsbelasting van buizen lager zijn dan in de referentiesituatie. Als gevolg van het vierde effect zal de geluidsbelasting meer geconcentreerd zijn. Daardoor wordt de geluidsbelasting verder weg van de naderingsbuizen minder maar mogelijk meer in de gebieden onder de buizen, ook afhankelijk van de grootte van de eerste drie effecten. In de modellering is uitgegaan van een vaste daalhoek van 2^0. Als het blijkt dat Interval Management ook bij een grotere daalhoek van bijvoorbeeld $2{,}5^0$ voldoende capaciteit kan leveren, zal dit leiden tot nog minder motorgebruik en nog grotere hoogtes tijdens het dalen, waardoor de geluidsbelasting op de grond nog minder wordt.

In het VKA zal op Schiphol naar verwachting 10% tot 20% van de naderingen als in de referentiesituatie worden afgehandeld. Hierdoor wordt het positieve effect van de naderingsbuizen gereduceerd. De resultaten van de berekeningen van de geluidsbelasting van de naderingen op de generiek baan laten de optelsom van bovenstaande effecten zien. Figuur 15-1 geeft de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden voor het alternatief Vast, aannemende dat 15% van de naderingen gevectord worden.

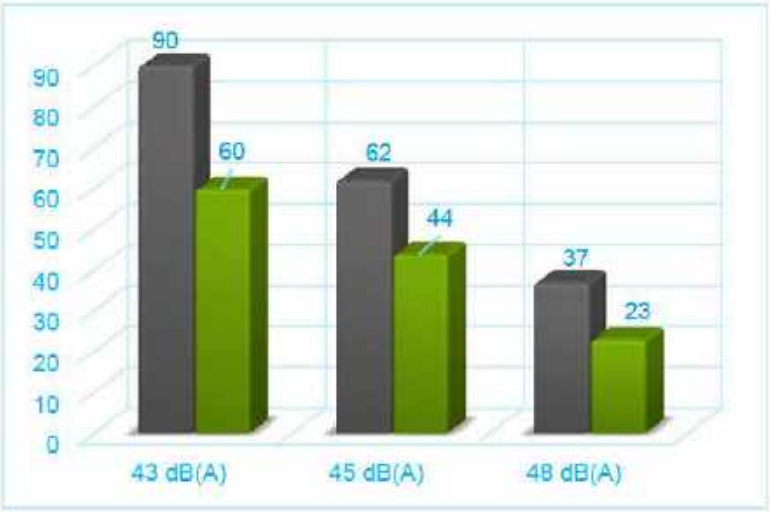


Figuur 15-1 De 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden van 50.000 naderingen in één jaar overdag. Links geeft de resultaten voor de referentiesituatie en rechts geeft de resultaten voor naderen in buizen, waarbij 85% van de vluchten via de buizen anderen en 15% gevectord wordt

Tabel 15-2 geeft de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren voor het naderingsproces in km^2.

Tabel 15-2 De oppervlaktes in km^2 binnen verschillende geluidscontouren voor de naderingen en het procentueel verschil tussen het VKA en de referentiesituatie

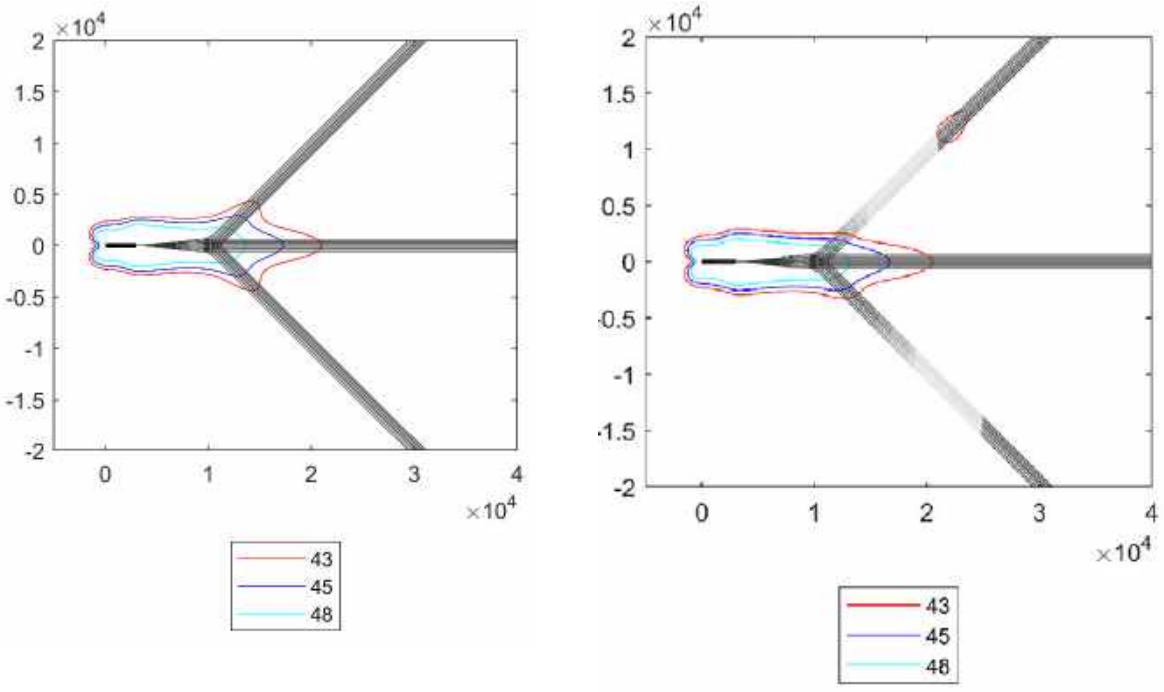
	43dB(A)	45dB(A)	48dB(A)
Naderingen in referentiesituatie	90	62	37
Naderen in het VKA	60	44	23
Δ Procentueel verschil VKA in verhouding tot referentiesituatie	-33%	-29%	-38%



Het blijkt hieruit dat de geluidsbelasting door het naderen significant minder is dan voor het naderen in de referentiesituatie, ook als een deel van de vluchten niet in naderingsbuizen wordt afgehandeld. De afname is in de orde van 33% tot 38%.

Vertrekken

In het VKA wordt ook vertrokken in buizen, met als aanvulling de bouwsteen BEBS. De verschillen in operatie en procedures tussen vertrekken in buizen en vertrekken in de referentiesituatie via zogeheten Standard Instrument Departures (SIDs) zijn klein: in beide gevallen is een vliegpad en een minimale klimhoek voorgeschreven, en bestaat de mogelijkheid sneller te klimmen, om zo onder andere de geluidsbelasting en ook het brandstofgebruik te reduceren. In zekere zin faciliteert zowel de referentiesituatie als het VKA continue klimmen (CCO) voor de vertrekken, in de referentiesituatie wordt dat ook in de meeste gevallen. Daardoor zijn er in eerste instantie geen verschillen in de effecten op de geluidsbelasting. Een verschil tussen de buizen en de referentiesituatie is dat de vertrekbuizen mogelijk hoogtebeperkingen kennen om zo een goed ontwerp van het buizensysteem mogelijk te maken. Dit leidt dan tot een zogeheten “level-segment” waarop de gashendelstand tijdelijk wordt teruggeschroefd en daarmee het motovermogen. Het blijkt uit berekeningen dat dit effectief tot een iets lagere geluidsbelasting leidt ten opzichte van de referentiesituatie; het minder motorvermogen wint als het ware van de lagere hoogte. Een belangrijk aspect van het BEBS-principe is dat vliegtuigen met een beperkte klimgradiënt niet zullen vertrekken zoals in de referentiesituatie.[91] Dit is hier gemodelleerd door de vliegtuigen die een klimgradiënt van 8% niet halen zoveel lichter te maken dat ze dat juist wel halen.



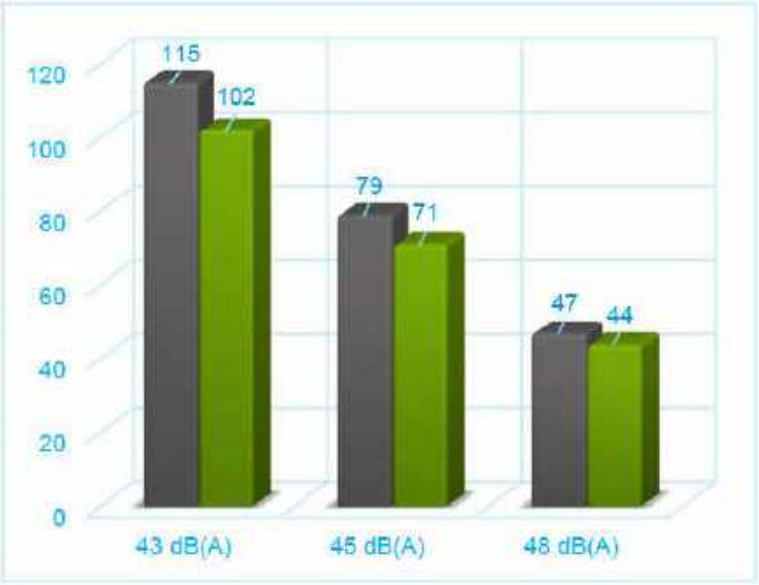
Figuur 15-2 De 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden van 50.000 vertrekken in één jaar overdag. Links geeft de resultaten voor de referentiesituatie en rechts geeft de resultaten voor vertrekken in buizen met BEBS en met enkele zogeheten level segmenten

Tabel 15-3 geeft de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren in km^2 voor vertrekken in de referentiesituatie en in het VKA (vertrekken in buizen met BEBS).

[91] *Het principe is nog niet zo ver uitgewerkt dat gesteld is hoe wordt omgegaan met de vliegtuigen met een beperkte klimgradiënt, zoals bijvoorbeeld: geen vertrek (dus niet landen, of vertrekken met minder gewicht), een slot op een minder gewenst moment of een vertrek vanaf de baan die leidt tot de minste geluidshinder.*

Tabel 15-3 De oppervlaktes in km² binnen verschillende geluidscontouren voor de vertrekken en het procentueel verschil tussen het VKA en de referentiesituatie

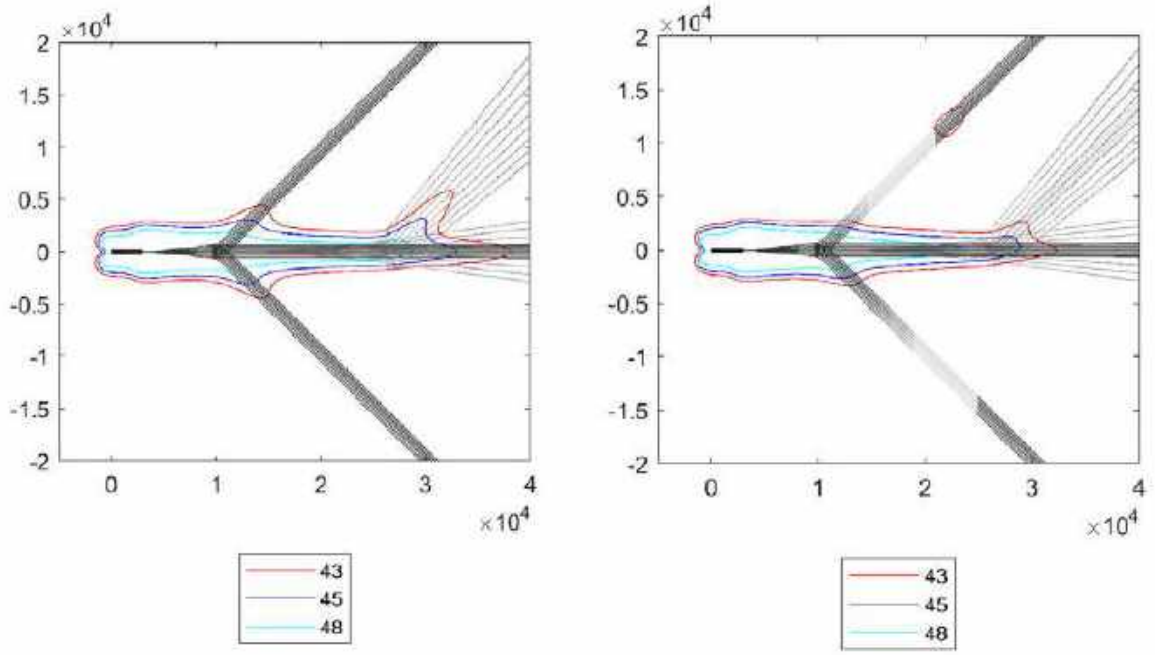
	43dB(A)	45dB(A)	48dB(A)
Vertrekken in de referentiesituatie	115	79	47
Vertrekken in het VKA	102	71	44
Δ Procentueel verschil VKA in verhouding tot referentiesituatie	-11%	-10%	-6%



Het blijkt hieruit dat de geluidsbelasting door het vertrekken in het VKA minder is dan voor het vertrekken in de referentiesituatie. De afname is in de orde van 6% tot 11%. Dit komt echter grotendeels door de "level-segmenten" die zijn meegenomen in de modellering maar geen eigenlijk onderdeel vormen van de buizen. Het BEBS-principe leidt tot een kleine additionele vermindering van de geluidsbelasting, in de orde van 1%.

Vertrekken en naderen gecombineerd

De scores van het VKA worden toegekend door de contouren van de referentiesituatie te vergelijken met die van de gecombineerde contouren van het VKA. Figuur 15-3 geeft de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) gecombineerde contouren en de gevlogen vliegpaden voor de referentiesituatie en het VKA, aannemende dat 15% van de naderingen gevectord worden.

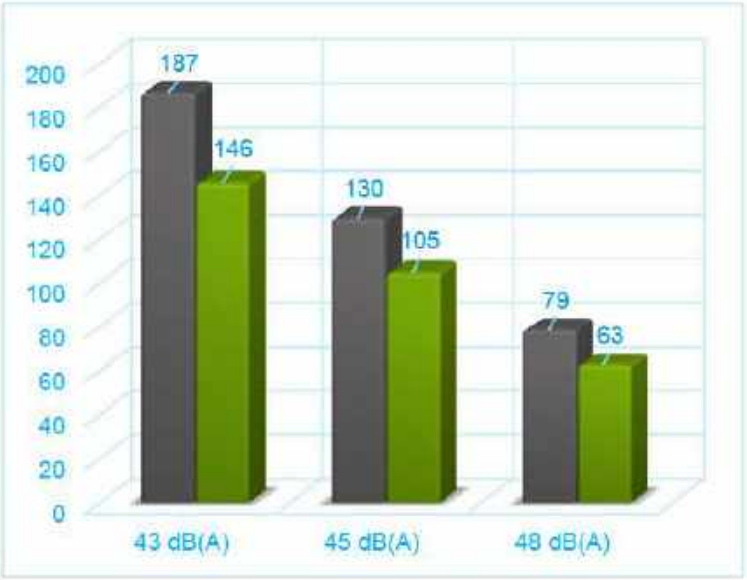


Figuur 15-3 De 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden van 50.000 vertrekken en 50.000 naderingen op de generieke start- en landingsbaan in één jaar overdag. Links geeft de resultaten voor de referentiesituatie en rechts geeft de resultaten voor het VKA

Tabel 15-4 geeft de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren in km^2.

Tabel 15-4 De oppervlaktes in km^2 binnen verschillende geluidscontouren voor de gecombineerde start- en landingsbaan

	43dB(A)	45dB(A)	48dB(A)
Gecombineerde contouren referentiesituatie	187	130	79
Gecombineerde contouren Voorkeursalternatief	146	105	63
Δ Procentueel verschil VKA in verhouding tot referentiesituatie	-23%	-19%	-20%



Het blijkt dat het VKA een significante reductie van geluidsbelasting realiseert ten opzichte van de referentiesituatie in de orde van 19% tot 23%.

15.2.2 Voorspelbaarheid

In het VKA wordt genaderd middels buizen. Dit zorgt ervoor dat vliegtuigen meer voorspelbare vliegpaden volgen dan in de referentiesituatie. In de referentiesituatie bepaalt de luchtverkeersleiding de vliegpaden van de individuele vliegtuigen van de naderingspunten naar de landingsbaan door middel van koersinstructies (vectors). Vliegtuigen vliegen daardoor verschillende vliegpaden, vooral ook afhankelijk van de verkeersituatie. In de buizen zijn de vliegpaden tussen het naderingspunt en de landingsbaan vooraf gedefinieerd. De voorspelbaarheid van het geluid van de vertrekken wordt verhoogd doordat er niet van de SIDs wordt afgeweken onder de 6.000 voet. Daarnaast kan verwacht worden dat het baangebruik op de luchthavens meer gesynchroniseerd wordt dankzij de centrale afstemming van het baangebruik. Dat leidt mogelijk tot minder baanconfiguratiewisselingen.

Bovenstaande maakt dat de geluidsbelasting op een gegeven locatie veel voorspelbaarder is, gegeven het baangebruik. Op Schiphol wordt dit weer enigszins tenietgedaan doordat een deel (10% tot 20%) van de vliegtuigen niet door de buizen nadert, maar door de luchtverkeersleiding wordt gevectord. De naderingen in de buizen worden daarnaast uitgevoerd onder een vaste daalhoek. Dat betekent de hoogte van verschillende vliegtuigen op dezelfde locatie steeds gelijk is. Naderen door buizen heeft daarnaast invloed op de gashendelstanden en dus het geleverde motorvermogen en dus het geproduceerde geluid. Het gecombineerde effect is positief ten opzichte van de referentiesituatie. Daar is veel meer onzekerheid over de vliegroute, de hoogte en de gashendelstanden.

Implementatie van de bouwsteen Gekromde naderingen kan ertoe leiden dat de voorspelbaarheid van geluid, in de laatste fase van de nadering iets minder wordt ten opzichte van de referentiesituatie. Dit komt doordat het de verwachting is dat in bepaalde slecht zicht omstandigheden (grofweg 0,5% van de tijd) de gekromde naderingen niet kunnen worden uitgevoerd. In die gevallen zal de ‘gewone’ ILS-nadering moeten worden uitgevoerd. In de referentiesituatie worden alle vluchten met een ‘gewone’ ILS-nadering uitgevoerd.

15.2.3 Ontwerpruimte bij het maken van routes

Het VKA is op dit criterium beoordeeld door te beredeneren in welke mate de beperkingen van de flexibiliteit van het routeontwerp in de referentie kan verminderen, zoals genoemd in paragraaf 11.5.4. De volgende drie beperkingen worden verminderd:

- de rechte lijn in de eindnadering bepaald door de localiser van het instrument landing system in de eindnadering (vanaf ongeveer 6,3NM voor de baandrempel, overeenkomend met een aanvang van de eindnadering op 2.000 voet (circa 600m) , plus een additionele 2NM level rechtuit voor een stabiele nadering);
- de horizontale en verticale grenzen van de naderingspunten en de omringende luchtruimen;
- het vectoren in het naderingsluchtruim waarbij de vliegpaden vooral bepaald worden door de tactisch-operationele overwegingen van de luchtverkeersleider op dat moment en minder door over welke gebieden gevlogen wordt.

Gekromde naderingen nemen de eerste beperking voor een groot deel weg: dankzij nieuwe navigatietechnieken kunnen procedures ontworpen worden waarbij het vliegtuig pas op 3NM (5,6km) tot 4NM (7,4km) recht voor de baan moet vliegen. Dat verschil kan flexibel worden toegepast. Hierdoor

hebben gekromde naderingen een positief effect op dit criterium. Daarbij wordt de kanttekening gemaakt dat de ruimtelijke ordening rondom luchthavens voor een groot deel is in ingericht op de bestaande vertrek- en naderingsroutes; kwetsbare natuurgebieden en sterk verstedelijkte gebieden liggen doorgaans tussen deze bestaande routes. Dit maakt de benutting van deze flexibiliteit in werkelijkheid wellicht lager is dan in eerste instantie misschien verwacht wordt.

Het gedeelde luchtruim van de clusters, met name die van Schiphol, Rotterdam The Hague Airport en Lelystad Airport, nemen de tweede beperking gedeeltelijk weg. Een voordeel van een gedeeld naderingsluchtruim is dat er minder beperkingen zijn in het ontwerp van zowel de naderings- als de vertrekbuizen doordat enkele luchtruimgrenzen weg vallen. Hierdoor kan het ontwerp verder geoptimaliseerd worden. Omdat het beperken van geluidsoverlast prioriteit heeft tot een vlieghoogte van 6.000 voet (circa 1,8km), zal die optimalisatie vooral gebruikt worden voor het vermijden van het overvliegen van geluidsgevoelige gebieden.

De naderingsbuizen nemen de derde beperking grotendeels weg. In de referentiesituatie worden de vliegpaden van de naderingen op Schiphol bij het vectoren immers vooral bepaald door de tactisch-operationele overwegingen van de luchtverkeersleider op dat moment. In het VKA worden deze vliegpaden bepaald in het ontwerp van de naderingsbuizen. In dat ontwerp is de minimalisatie van geluidshinder leidend. Daarmee kan dus het overvliegen van woonkeren en natuurgebieden worden vermeden.

15.2.4 Conclusies

Het Voorkeursalternatief realiseert een significant lagere geluidsbelasting vooral doordat de naderingen hoger en met minder motorvermogen worden uitgevoerd. De oppervlakte binnen geluidscontouren wordt naar verwachting in de orde van 19% tot 23% verkleind. Het alternatief scoort daarmee ++ op het criterium geluidsbelasting.

Het VKA vergroot de voorspelbaarheid van geluid doordat het vliegpad en daalhoek van de naderende vliegtuigen vastliggen en daardoor voor de meeste gevallen hetzelfde is. Op Schiphol wordt dit weer enigszins tenietgedaan omdat de buizen niet in alle gevallen gebruikt kunnen worden. Het VKA scoort daarmee + op het criterium voorspelbaarheid.

Gekromde naderingen kunnen de vliegpaden van de naderingen van ongeveer 6km van de baan tot ongeveer 15km van de baan optimaliseren. Hierdoor kan het overvliegen van geluidsgevoelige gebieden als woonkernen en natuurgebieden vermeden worden. Dit wordt positief gescoord op het criterium ontwerpruimte bij het maken van routes, met de kanttekening dat de ruimtelijke ordening rondom luchthavens voor een groot deel is ingericht op de bestaande vertrek- en naderingsroutes. Bij het ontwerp van naderingsbuizen is de minimalisatie van geluidshinder leidend. Daarmee kan het overvliegen van woonkeren en natuurgebieden worden vermeden. Het gedeelde luchtruim van de clusters, met name die van Schiphol, Rotterdam The Hague Airport en Lelystad Airport, nemen enkele luchtruimgrenzen weg. Daardoor zijn er minder beperkingen in het ontwerp van zowel de naderings- als de vertrekbuizen, vooral van die voor Rotterdam The Hague Airport en Lelystad Airport. Hierdoor kan het overvliegen van sommige gebieden vermeden worden. Het VKA scoort daarmee + op het criterium flexibiliteit in routeontwerp.

Tabel 15-5 Effect van het VKA op het thema geluid

Criterium	Voorkeursalternatief
Geluidsbelasting	++
Voorspelbaarheid	+
Ontwerpruimte bij het maken van routes	++

15.3 Emissies

15.3.1 Klimaat

In paragraaf 11.6.1 is aangegeven dat in de referentiesituatie in 2035 naar schatting ongeveer 600 kiloton brandstof gebruikt wordt in het Nederlands luchtruim tussen 2.000 voet (circa 600m) en FL245 (circa 7,5km) door het groothandelsverkeer op de luchthavens van nationale betekenis. Het VKA leidt in 2035 tot een reductie van dit brandstofgebruik van naar verwachting ruim 8%. Deze reductie is het resultaat van het volgende:

- De naderende vliegtuigen in de buizen dalen continu en gebruiken minder motorvermogen dan vliegtuigen in de referentiesituatie, die gedeeltelijk op een constante hoogte vliegen. De vliegtuigen dalen in het VKA gelijkmatig, waarbij de zwaartekracht grotendeels de stuwkracht van de motoren vervangt. Met name het brandstofgebruik van de naderingen op Schiphol wordt gereduceerd, omdat in de referentiesituatie bij het vectoren door de luchtverkeersleider de naderende vliegtuigen vroeg naar een lage hoogte worden geleid ter bevordering van de doorstroming.
- De vliegpaden door de naderings- en vertrekbuizen zullen korter zijn dan de vliegpaden in de referentiesituatie. Met name het brandstofgebruik van de vluchten van en naar Schiphol en Lelystad Airport wordt gereduceerd. Op Schiphol komt dat omdat bij grotere drukte in de referentiesituatie de luchtverkeersleider vectors geeft zodanig dat een rij van vliegtuigen (een sequence) voor de landingsbaan ontstaat, ter bevordering van de doorstroming. Deze koersinstructies leiden, ook omdat vliegtuigen vanwege de veiligheid op relatief grote afstanden van elkaar worden gehouden, tot vliegpaden die langer zijn dan de optimaal ontworpen buizen van het VKA. Bovendien wordt daarvoor een relatief groot gebied vrijgehouden waar de vertrekken in de referentiesituatie doorgaans omheen vliegen. In het VKA kunnen de vertrekkende vliegtuigen over de naderingsbuizen heen klimmen. Op Lelystad Airport komt dat omdat in de referentiesituatie de naderingen en vertrekken door een relatief klein naderingsluchtruim worden geleid, terwijl in het VKA de buizen door een gedeeld, minder begrensd luchtruim lopen.
- In de luchtruimherziening worden de locaties van de naderingspunten, het begin van de naderingsbuizen, geoptimaliseerd. Voor Schiphol komen er vier van dergelijke naderingspunten in een gebalanceerd ontwerp. Dit leidt tot kortere vliegpaden van de naderingen ten opzichte van de referentiesituatie, waarin drie van dergelijke naderingspunten zijn.
- In de referentiesituatie moeten, als gevolg van het militaire oefengebied EHRTRA12/A, vliegtuigen van en naar zuidelijke bestemmingen een groot deel van de tijd omvliegen en kunnen ze bovendien veelal niet het gewenste verticale profiel vliegen. Het opheffen van EHRTRA12/A vermindert daarmee het brandstofgebruik en daarmee de uitstoot van klimaat-gerelateerde emissies door civiel verkeer. Als gevolg van de uitbreiding van EHRTRA10/A ontstaat een tegengesteld effect. Civiele verkeersstromen worden gehinderd door het noordelijk oefengebied en moeten verplaatst worden in een zuidelijke richting. Dit effect is naar verwachting kleiner omdat minder verkeer naar het noorden vliegt dan naar het zuiden. Het cumulatieve effect is waarschijnlijk positief.
- De Free Route Airspace in het VKA biedt de mogelijkheid voor vertrekkende vliegtuigen om de routes in het tussenliggend luchtruim vrij te kiezen. In het overgrote deel van de vertrekken zal de luchtverkeersleiding het verzoek om een recht pad tussen het einde van de vertrekbuis en het

naderingspunt in het hogere luchtruim kunnen goedkeuren. Dat leidt tot kortere vliegpaden en dus tot minder brandstofgebruik.

- Bij het naderen in het tussenliggende luchtruim via stelsels van vaste routepunten wordt continue gedaald. In de referentiesituatie wordt weliswaar ook continue gedaald tussen FL245 (7,5km) tot onder FL100 (circa 3km), maar de daling is niet voor alle vluchten optimaal. Dit komt omdat vliegtuigen dicht achter elkaar verticaal gesepareerd moeten worden en omdat de luchtverkeersleiding de vliegtuigen bij voorkeur wat eerder naar beneden leiden, om zo de doorstroming te vergroten. Het naderen via stelsels van vaste routepunten in het VKA is echter middels TBO en E-AMAN van tevoren al goed gepland waardoor de dalingen met minder brandstofgebruik worden uitgevoerd.
- Een verbeterde planning van de vertrekken vanaf de gates met Advanced DMAN leidt tot minder taxi- en wachttijden op de luchthaven. Dit leidt tot minder brandstofgebruik, met name voor de vliegtuigen die vertrekken vanaf Schiphol. De hoeveelheid bespaarde brandstof als gevolg hiervan is beperkt.

De hierboven genoemde effecten besparen nog wat meer dan de genoemde 8% van het totaal. Er is in de schatting van die brandstofbesparing echter al rekening gehouden met enkele elementen in het VKA die brandstof kosten:

- Om de stabiliteit en de veiligheid ook bij een hoog verkeersaanbod te kunnen waarborgen, zullen de vliegtuigen heel nauwkeurig aangeleverd moeten worden aan het begin van de naderingsbuizen, dat wil zeggen: met regelmatige en voldoende tussentijden. Hierdoor zullen met name sommige naderingen op Schiphol tijd moeten verliezen door in het tussenliggend luchtruim via het stelsel van vaste routepunten wat om te vliegen, en dat vergt brandstof. Deze hoeveelheid extra brandstof blijft beperkt omdat de TBO-, CTA- en E-AMAN-functionaliteiten ook ingezet worden om goed getimed op het naderingspunt te arriveren.
- Bij het ontwerp van de routes krijgt de vermindering van geluidslast de prioriteit boven de het besparen van brandstof en dat leidt in sommige gevallen tot een hoger brandstofgebruik.
- Als een deel van het tussenliggende luchtruim lokaal en tijdelijk overbelast dreigt te raken, kan dit in het VKA voorkomen worden door dynamische flow management. Vliegtuigen worden dan na overleg van een lokaal en tijdelijk druk vliegpad geleid. Omdat ervan uitgegaan mag worden dat de oorspronkelijk geplande route de kortst mogelijk is, zal dit leiden tot het vliegen van extra afstanden.

Er wordt ten slotte opgemerkt dat schatting van de genoemde brandstofbesparing van 8% van het totaal niet nauwkeurig is. De reden daarvoor is dat de precieze ligging van de buizen en de naderingspunten nog niet bekend is. Een ontwerp van een dergelijk volledig buizensysteem is complex, met name in het geval van Schiphol, vanwege: de meerdere vertrek- en landingsbanen, de meerdere naderingspunten in het tussenliggende luchtruim en de frequente baanwisselingen. Als in de Planuitwerking blijkt dat het buizenstelsel en de daarmee samenhangende naderingspunten niet zo efficiënt kunnen worden ontworpen als hier aangenomen, dan is de brandstofbesparing 1 à 2 procentpunten minder.

15.3.2 Luchtkwaliteit

Emissies uitgestoten op hoogtes boven de 2000 voet (circa 600m) lijken in het algemeen een zeer beperkt effect op de lokale luchtkwaliteit te hebben. Verreweg de meeste aanpassingen van de afhandeling van het luchtverkeer in het VKA hebben betrekking op de vliegpaden en gashendelstanden van vliegtuigen boven die hoogte en zijn daarom niet onderscheidend ten opzichte van de referentiesituatie.

De uitzondering betreft de gekromde naderingen. In paragraaf 11.8 is beschreven dat het overvliegen van specifieke gebieden in de referentiesituatie wordt vermeden maar dat daarbij beperkingen zijn. Een belangrijke beperking is de rechte lijn in de eindnadering bepaald door de localiser van de ILS. Gekromde naderingen nemen die beperking voor een groot deel weg: dankzij nieuwe navigatietechnieken kunnen procedures ontworpen worden waarbij het vliegtuig pas op 3NM (5,6km) tot 4NM (7,4km) recht voor de

baan moet vliegen. Dit kan gebruikt worden om het overvliegen van sommige gebieden te vermijden, voornamelijk vanwege de geluidshinder. Die gebieden zijn typisch woonkernen en natuurgebieden, waar ook de luchtkwaliteit van belang is. Daarmee biedt het VKA de mogelijkheid om de luchtkwaliteit op enkele plaatsen te verbeteren.

De grootte van het effect is een resultaat van het ontwerp van de procedures, die in de Planuitwerking ontwikkelt gaan worden. Daarbij wordt de kanttekening gemaakt dat de ruimtelijke ordening rondom luchthavens voor een groot deel is ingericht op de bestaande vertrek- en naderingsroutes; kwetsbare natuurgebieden en sterk verstedelijkte gebieden liggen doorgaans tussen deze bestaande vliegroutes. Dit maakt dat de benutting van de mogelijkheden om de luchtkwaliteit te verbeteren wellicht lager blijkt te zijn dan in eerste instantie misschien verwacht zou kunnen worden.

15.3.3 Conclusies

Het VKA leidt tot een reductie van het brandstofgebruik van naar verwachting 8%. De grootste bijdrage komt van de naderings- en vertrekbuizen, waardoor vliegtuigen meer rechtstreeks kunnen vliegen en in de nadering minder motorvermogen gebruiken. Andere significante bijdragen zijn het gevolg van de Free Route Airspace, de ontsluiting van luchtruim voor civiel gebruik in het zuidoosten een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol. De schatting is niet nauwkeurig doordat het ontwerp van de buizenstelsels en andere routes nog niet bekend is, maar een redelijke ondergrens is een besparing van ongeveer 6%. Het VKA scoort daarmee ++ op het criterium Emissies klimaat.

Het VKA biedt dankzij de gekromde naderingen mogelijkheden om het overvliegen van woonkernen en natuur onder de 2000 voet (circa 600m) te vermijden. Dit kan een positief effect hebben op de lokale luchtkwaliteit. De grootte van het effect is een resultaat van het ontwerp van de procedures, die in de Planuitwerking ontwikkelt gaan worden. Omdat de ruimtelijke ordening rondom luchthavens voor een groot deel is ingericht op de bestaande vertrek- en naderingsroutes zijn de mogelijkheden om de luchtkwaliteit te verbeteren wellicht beperkt. Het VKA scoort daarmee 0 op het criterium Luchtkwaliteit.

Tabel 15-6 Effect van het VKA op het thema Emissies

Criterium	Voorkeursalternatief
Klimaat	++
Luchtkwaliteit	0

15.4 Natuur

15.4.1 Stikstofdepositie

In paragraaf 11.7.1 is aangegeven dat de hoeveelheid gebruikte brandstof gebruikt wordt als een maat voor de stikstofemissie en daarmee de stikstofdepositie. In paragraaf 15.3.1 is aangegeven dat het VKA leidt tot een reductie van het brandstofgebruik van naar verwachting 8%, met enige onzekerheid omdat het ontwerp van het buizenstelsel, de vliegprocedures en de naderingspunten nog niet bekend is in deze fase van de luchtruimherziening.

15.4.2 Verstoringseffecten

In paragraaf 11.7.2 is aangegeven dat de oppervlakte binnen de 43 dB(A)- geluidscontour voor de generieke baan als bepalende maat wordt gebruikt. In paragraaf 15.2.1 is aangegeven dat het VKA naar verwachting leidt tot een reductie van die oppervlakte van ongeveer 20%.

15.4.3 Conclusies

Het VKA leidt tot een reductie van het brandstofgebruik van naar verwachting 8%; een indicatie voor de te verwachten verandering in stikstofdepositie. Het VKA scoort daarmee ++ op dat criterium.

Het VKA leidt naar verwachting tot een reductie van de 43db(A) geluidscontour van de generieke baan van ongeveer 20% en dat is een goede eerste maat voor de geluidsverstoring. Het VKA scoort daarmee ++ op dat criterium.

Tabel 15-7 Effect van het VKA op het thema natuur

Criterium	Voorkeursalternatief
Stikstofdepositie	++
Verstoringseffecten	++

15.5 Ruimtebeslag

In paragraaf 2.5 is kort toegelicht dat de ruimtelijke ordening niet gebaseerd is op de actuele jaar-op-jaar contouren voor geluid en veiligheid, maar op contouren gebaseerd op historische en het verwachte gebruik van de luchthavens en specificaties van vliegtuigen, die voor langere tijd zijn vastgelegd. De analyses voor de effecten op geluid, externe veiligheid en luchtkwaliteit in de vorige hoofdstukken hebben getoond dat geen van de elementen van het VKA tot significante negatieve effecten leiden op de externe veiligheid, gebieden binnen relevante geluidscontouren of lagere vlieghoogtes. Deze effecten zullen bepalend zijn in de overwegingen in een besluit over het al dan niet aanpassen en actualiseren van luchthavenbesluiten. De effecten geven geen aanleiding om te verwachten dat het leidt tot aanpassingen in de ruimtelijke ordening.

Het VKA kan wel een effect hebben op aanvragen van ontheffingen in het kader van een afhankelijke beperking. In algemene termen zou gesteld kunnen worden dat het effect van het VKA hier positief zou kunnen zijn omdat verkeersstromen in de buurt van de luchthavens geconcentreerder worden en gemiddeld hoger gelegen zijn dan in de referentiesituatie. Dit effect is echter onzeker en bovendien geldt hier dat dit pas op langere termijn kan worden verwacht, typisch pas als het effect van de functionaliteit zich met zekerheid in de operationele praktijk heeft bewezen, en dus niet in 2035.

Indien in de toekomst, als het VKA geïmplementeerd is en de effecten op de geluidsbelasting vastgesteld zijn, dan kan omdat de geluidsbelasting afneemt de Voorkeusalternatief een bijdrage leveren aan het verkleinen van de beperkingengebieden en afwegingsgebieden voor geluid indien wordt besloten de contouren in een luchthavenbesluit te actualiseren. Gekromde naderingen kunnen in dat geval en in potentie ook een bijdrage leveren omdat het geluid verplaatst en daarmee de geluidscontouren. Bovenstaande is echter zeer onzeker en ook afhankelijk van het daadwerkelijk ontwerp. Omdat voor de Nederlandse luchthavens de beperkingengebieden niet vaak opnieuw bepaald worden, betekent dat ook dat als de contouren geactualiseerd worden dat in de onderliggende berekeningen ook veel andere

effecten meegenomen worden. Het kan daarom zijn dat de effecten van het VKA wegvallen tegenover die andere effecten.

Met bovenstaande in overweging scoort het VKA "0" voor het criterium ruimtebeslag.

Tabel 15-8 Effect van het VKA op het thema geluid

Criterium	Voorkeursalternatief
Beperkingen van gebruik van grond	0

15.6 Efficiëntie

15.6.1 Vluchtefficiëntie

In paragraaf 11.9.1 is aangegeven dat in de referentiesituatie in 2035 naar schatting ongeveer 150.000 uren gevlogen wordt in het Nederlands luchtruim tussen 2.000 voet (circa 600m) en FL245 (circa 7,5km) door het groothandelsverkeer op de luchthavens van nationaal belang. Het VKA leidt in 2035 tot een reductie van deze totale vliegtijd van naar verwachting ruim 9%. Deze reductie is het resultaat van het volgende[92]:

- De naderende vliegtuigen in de buizen vliegen in het VKA gemiddeld hoger dan in de referentiesituatie, dankzij de goede planning vooraf met TBO en E-AMAN. Omdat op grotere hoogte minder luchtweerstand is wordt daar sneller gevlogen. Met name de naderingen op Schiphol en Lelystad Airport besparen zo vliegtijd.
- De vliegpaden door de naderings- en vertrekbuizen zijn korter dan de vliegpaden in de referentiesituatie. Daardoor kunnen met name de vluchten van en naar Schiphol en Lelystad Airport efficiënter worden uitgevoerd. De meeste vliegtijd wordt bespaard door de vluchten naar Schiphol.
- In de luchtruimherziening worden de locaties van de beginpunten, de naderingspunten, van de naderingsbuizen geoptimaliseerd. Voor Schiphol komen vier van dergelijke naderingspunten in een gebalanceerd ontwerp in plaats van drie in de referentiesituatie. Dit leidt tot kortere vliegpaden en dus tot minder vliegtijd.
- De Free Route Airspace in het VKA biedt de mogelijkheid om rechtstreeks door het tussenliggend luchtruim te vliegen. Dat leidt tot kortere vliegpaden en dus tot minder vliegtijd.
- In het VKA wordt bij het naderen in het tussenliggende luchtruim via stelsels van vaste routepunten hoger gevolgen dan in de referentiesituatie doordat de naderingsbuizen steiler naar beneden lopen dan de vliegpaden bij het vectoren in de referentiesituatie en omdat het dalen daar verder geoptimaliseerd kan worden dankzij betere planning middels TBO, CTA en E-AMAN. Omdat vliegtuigen op grotere hoogte sneller vliegen wordt zo vliegtijd bespaard.
- In de referentiesituatie moeten, als gevolg van het militaire oefengebied EHRTRA12/A, vliegtuigen van en naar zuidelijke bestemmingen een groot deel van de tijd omvliegen. Het opheffen van EHRTRA12/A leidt tot kortere vliegpaden. Als gevolg van de uitbreiding van EHRTRA10/A ontstaat een tegengesteld effect. Dit effect is naar verwachting kleiner omdat minder verkeer naar het noorden vliegt dan naar het zuiden. Het cumulatieve effect is waarschijnlijk positief.
- Een verbeterde planning van de vertrekken van de vliegtuigen vanaf de gates met Advanced DMAN leidt tot minder taxi- en wachttijden op de luchthaven.

[92] *De genoemde punten komen overeen met de punten in paragraaf 16.3.1 maar worden uiteengezet in termen van vluchtefficientie in plaats van in termen van brandstofgebruik.*

De hierboven genoemde effecten besparen nog wat meer dan de genoemde 9% van het totaal. In de schatting van die brandstofbesparing is echter al rekening gehouden met enkele elementen in het VKA niet gunstig zijn voor de vliegtijd[30]:

- Om de vliegtuigen in het VKA heel nauwkeurig aan te leveren aan het begin van de naderingsbuizen, zullen sommige vluchten tijd moeten verliezen in het stelsel van vaste routepunten in het tussenliggend luchtruim. Deze hoeveelheid extra tijd is waarschijnlijk beperkt omdat de TBO-, CTA- en E-AMAN-functionaliteiten ook ingezet worden.
- Als een deel van het tussenliggende luchtruim lokaal en tijdelijk overbelast dreigt te worden, kan dit in het VKA voorkomen worden door dynamisch flowmanagement. Vliegtuigen worden dan na overleg van lokale en tijdelijke drukte weggeleid, ten koste van additionele vliegtijd.

Net als in paragraaf 15.3.1 over klimaat-gerelateerd emissies wordt opgemerkt dat de schatting van de genoemde besparing niet nauwkeurig is. De reden daarvoor is dat de precieze ligging van de buizen, de vliegprocedures en de naderingspunten nog niet bekend is. Als in de Planuitwerking blijkt dat het buizenstelsel en de daarmee samenhangende naderingspunten niet zo efficiënt kunnen worden ontworpen als hier aangenomen, dan is de brandstofbesparing 1 à 2 procentpunten minder.

15.6.2 Militaire trainingsefficiëntie

De meerdere entry-punten voor militair oefengebied in het VKA geven de mogelijkheid vanaf een militaire luchthaven naar verscheidene entrypoints in het Noordelijke oefengebied te vliegen. Daardoor kan een jachtvliegtuig bij binnenkomst in het oefengebied beter uitkomen bij de plek waar aan de oefening wordt begonnen, en op het einde van de oefening weer beter uitkomen bij de plek waar het oefengebied weer wordt verlaten. Omdat de vliegtijd van een jachtvliegtuig zonder bijtanken in lucht beperkt is, blijft er zo meer tijd over voor de oefening zelf: de militaire trainingsefficiëntie wordt aldus verhoogd.

De mate waarin de militaire trainingsefficiëntie wordt verhoogd hangt af van het aantal en de locaties van de entry-punten. Omdat deze nog niet bekend zijn in deze fase van de luchtruimherziening kan die mate niet nauwkeurig geschat worden.

15.6.3 Conclusies

Het VKA leidt tot een reductie van de totale vliegtijd van naar verwachting 9%. De grootste bijdrage komt van de naderings- en vertrekbuizen, waardoor vliegtuigen meer rechtstreeks kunnen vliegen en, in de nadering, hoger en dus sneller vliegen dan in de referentiesituatie. Andere significante bijdrages zijn het gevolg van de Free Route Airspace en een vierde naderingspunt voor de naderingen op Schiphol, waardoor de vliegpaden korter worden. De schatting is niet nauwkeurig doordat het ontwerp van de buizenstelsels nog niet bekend is, maar een redelijke ondergrens is een besparing van ongeveer 7%. Het VKA scoort daarmee ++ op het criterium vluchtefficiëntie.

De meerdere entry-punten voor militair oefengebied geeft de mogelijkheid om de vliegtijden van en naar de oefengebieden te verkorten, waardoor er meer tijd over blijft voor de oefeningen zelf. De mate waarin de militaire trainingsefficiëntie zo wordt verhoogd hangt af van het precieze ontwerp als uitkomst van de Planuitwerking. Het VKA scoort daarmee + op het criterium militaire trainingsefficiëntie.

Tabel 15-9 Effecten van het VKA op het thema efficiëntie

Criterium	Voorkeursalternatief
Vluchtefficiëntie	+
Militaire trainingsefficiëntie	+

15.7 Capaciteit

15.7.1 Uurcapaciteit voor civiel verkeer

In paragraaf 11.10 is aangegeven wat de gevraagde capaciteiten zijn van de onderdelen van het netwerk in 2035. Hieronder wordt met enige onzekerheden aangetoond dat de gevraagde uurcapaciteit van Schiphol in het VKA in 2035 kan toenemen met ongeveer 8 tot 10 bewegingen per uur, zowel tijdens de inbound- als tijdens de outboundpieken. Dat komt overeen met de uurcapaciteiten zoals gegeven in tabel 15-10.

Tabel 15-10 De uurcapaciteiten van het VKA. Daarbij is uitgegaan van tabel 11-4, met vier naderingspunten voor Schiphol en een scheiding van vertrekkend en naderend verkeer in het tussenliggend luchtruim. Daarnaast zijn het gedeeld luchtruim in het cluster Schiphol, Rotterdam The Hague Airport en Lelystad Airport en een verhoging van de capaciteit van Schiphol met vier naderingen en vier vertrekken per uur verdisconteerd

Onderdeel	Gevraagde capaciteit in bewegingen per uur
Naderingen op één baan	± 40
Vertrekken vanaf één baan	± 42
Bewegingen in Schiphol naderingsluchtruim (TMA)	±130
Naderingen langs één naderingspunt (IAF)	± 35
Vertrekken door één sector	± 38

De meest relevante beperking van de uurcapaciteit in het VKA ligt in de afhandeling van de naderingen middels buizen. In eerdere studies [SESAR-project PJ01 Enhanced Arrivals and Departures] is geconcludeerd dat de uurcapaciteit van een buis 37 à 38 naderingen per uur is, ook afhankelijk van de mix van vliegtuigen. Daarbij is uitgegaan van een vaste daalhoek en TBS, als in het VKA. Er is daarbij ook uitgegaan van de ICAO-separatienormen voor zogturbulentie, van een Minimum Radar Separation (MRS) van 3NM en van volledig ASAS Interval Management, anders dan in het VKA. Door RECAT-EU en PWS en door de reductie van de MRS naar 2,5NM in het naderingsluchtruim kunnen vliegtuigen dichter bij elkaar vliegen en dat leidt tot een toename van de capaciteit tot ongeveer 41 à 42 vliegtuigen per uur per baan[93]. Het gebruik van ook Ground-based Interval Management, naast ASAS Interval Management, leidt tot een afname van deze capaciteit door de minder directe werking[94]. De grootte van de afname is niet bekend en wordt wellicht wat optimistisch geschat op slechts 1 à 2 vliegtuigen per uur per baan. Dit geeft al met al een onzekere schatting van maximaal 40 bewegingen per uur per baan in de naderingsbuizen

[93] *Heel grof gesteld is de reductie van de minimale onderlinge afstand gelijk aan die van de reductie van de MRS. Deze reductie is gelijk aan 0,5NM/ 3NM ~ 17%. Als er geen additionele marges zouden zijn tussen de vliegtuigen leidt dat grofweg tot een toename van de capaciteit van eveneens 17%, dus tot ongeveer zes naderingen per uur, per baan extra. In werkelijkheid is de toename van de capaciteit door verlaging van de separatieminima minder doordat de additionele marges niet evenredig gereduceerd worden.*
[94] *De snelheidscorrecties in ASAS Interval Management kunnen met een hoge frequentie, in de orde van seconden, worden doorgevoerd. Bij Ground-based Interval management zal de luchtverkeersleider eerst de snelheidsinstructies over de radio moeten doorgeven, die dan vervolgens door de vliegers moeten worden ingevoerd in de FMS.*

van het VKA. Als er gevectord wordt in het VKA, leidt eenzelfde soort redenering ook tot 40 bewegingen per uur per baan[95].

De uurcapaciteit van de vertrekken in de buizen van het VKA is eveneens hoger dan in de referentiesituatie. Door RECAT-EU en PWS en door de reductie van de MRS naar 2,5NM in het naderingsluchtruim kunnen vliegtuigen dichter elkaar vliegen en dat leidt in eerste instantie tot een toename van de capaciteit tot ongeveer 41 à 42 vliegtuigen per uur per baan[31]. Omdat in het VKA niet wordt afweken van de SID tot 6.000 voet (circa 1,8km), kan het zijn dat vliegtuigen bij een dergelijk hoge capaciteit verderop in de buis elkaar te dicht naderen. Dit zou tot een verlies van capaciteit leiden die dan weer vermeden wordt door de geavanceerde DMAN. Daarmee kan de volgorde van de vertrekken van één startbaan geoptimaliseerd worden door te voorkomen dat een relatief snel vliegtuig vertrekt achter een relatief langzaam vliegtuig. Dit geeft al met al een onzekere schatting van maximaal 42 bewegingen per uur per baan in de naderingsbuizen van het VKA. Als er gevectord wordt in het VKA, leidt eenzelfde soort redenering ook tot 42 bewegingen per uur per baan.

Op grond van deze overwegingen wordt geconcludeerd dat de capaciteit van zowel een naderingsbuis als een vertrekbuis ongeveer 4 bewegingen per uur hoger is dan in de referentiesituatie. Bij het gebruik van overwegend twee landingsbanen en één vertrekbaan of twee vertrekbanen en één landingsbaan op Schiphol, komt dat overeen met een toename van ongeveer 12 bewegingen per uur als alle operaties onafhankelijk zijn. Daarbij wordt aangetekend dat er nog bottlenecks kunnen zijn met betrekking tot de operaties waarin bijvoorbeeld parallel wordt genaderd of waarin de vertrekken convergeren met de zogeheten missed approach-paden van de naderingen. Ook is het nog verre van zeker of de werklast van de luchtverkeersleiders in het naderingsluchtruim voldoende beperkt kan blijven. Deze onzekerheden betreffen onder andere: het precieze routeontwerp en de mogelijk daaruit voortvloeiende knelpunten, de taaklast bij het afhandelen van verkeer met ASAS en Ground Based Interval Management en de verdeling van de taken en verantwoordelijkheden over a) de stromen inkomend en uitgaand verkeer, b) over de stromen van en naar Schiphol, Lelystad en Rotterdam en c) de verkeerleidersposities. Dit alles maakt dat de toename van ongeveer 12 bewegingen per uur in de operationele praktijk naar verwachting lager zal zijn, en dichter zal liggen bij een toename van 8 tot 10 bewegingen per uur.

Deze toename van de capaciteit in het naderingsluchtruim kan alleen geëffectueerd worden als ook de andere delen in het netwerk dit kunnen ondersteunen. Voor de luchthaven Schiphol wordt aangenomen dat dit kan, zie ook [ATM 2020+]. Daarbij kunnen de geavanceerd DMAN, de integratie van AMAN en DMAN en de verbeteringen in het delen van informatie op de luchthaven een bijdrage leveren. Daarnaast zijn er wellicht nog andere maatregelen nodig, bijvoorbeeld infrastructureel, die buiten de reikwijdte van het programma Luchtruimherziening vallen.

De stelsels van vaste routepunten in het naderingsluchtruim vormen bij een toename van de capaciteit met 8 tot 10 bewegingen per uur op Schiphol naar verwachting geen belemmering. In een eerste schatting is aangenomen dat een gevraagde uurcapaciteit van ongeveer 35 bewegingen per uur voor het drukste van de vier stelsels op het drukste moment van de dag voldoende is, zie ook tabel 6.9. Mocht het verkeersaanbod op enig moment hoger liggen, dan kan dynamisch flowmanagement het verkeer tijdelijk beter verdelen over de stelsels. De gevraagde uurcapaciteit van 35 bewegingen per uur is slechts enkele vliegtuigen per uur meer dan in de huidige operatie ARTIP, een zogeheten Initial Approach Fix (naderingspunt), per uur passeert. Een stelsel van vaste routepunten kan een dergelijke capaciteit naar verwachting leveren, ook doordat de aanlevering van vliegtuigen aan het begin van het stelsel al redelijk nauwkeurig is dankzij de TBO- en E-AMAN-functionaliteiten is.

[95] *Het beginpunt is dan de 36 naderingen per uur, als in de referentiesituatie. Door RECAT-EU, PWS en de reductie van de MRS komen daar dan in het VKA naar verwachting mogelijk vier naderingen per uur bij.*

De gevraagde uurcapaciteit van de gehele FRA is in de orde van 110 vliegtuigen per uur, gelijk aan 78 vertrekken per uur vanaf Schiphol in de outboundpiek plus ongeveer 32 vertrekken per uur vanaf de andere luchthavens. Of deze capaciteit geleverd kan worden is ook afhankelijk van de sectorisatie van de FRA, dat wil zeggen: hoe dat luchtruim verder wordt onderverdeeld in verantwoordelijkheidsgebieden van luchtverkeersleiders, in samenhang met het verkeersaanbod. In een eerste benadering zou dat luchtruim kunnen worden opgedeeld in vijf sectoren zoals nu, waarbij die in het zuiden wat drukker belast zijn dan de andere sectoren. Het aanbod van verkeer in de drukste sector zal dan maximaal ongeveer 38 vetrekken per uur zijn. Mocht het verkeersaanbod op enig moment toch hoger liggen, dan kan dynamische flowmanagement het verkeer tijdelijk beter verdelen over de sectoren. Verwacht wordt dat die capaciteit gehaald kan worden door het gebruik van TBO en de geavanceerd DMAN. Daarbij komt dat de luchtverkeersleiding de mogelijkheid openhoudt om een andere route in de FRA voor te schrijven, als dat nodig blijkt, bij zowel het indienen van het vluchtplan als bij de afhandeling van de vlucht.

15.7.2 Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer

Het VKA heeft verschillende functionaliteiten die bijdragen aan het nauwkeurig en regelmatig aanbieden van het civiele luchtverkeer in het Nederlands luchtruim tot FL245 (circa 7,5km): SWIM, TBO, E-AMAN, geavanceerd DMAN, integratie van AMAN en DMAN, dynamisch flowmanagement, het beter delen van informatie op de luchthaven en centrale afstemming baangebruik. Hierdoor worden tijdelijke verhogingen van het verkeersaanbod voorkomen door vooraf de vliegroutes en aankomsttijden op verscheidene naderingspunten aan te passen aan de hand van: weersomstandigheden, drukte in bepaalde delen van het luchtruim, verstoringen op luchthavens en andere omstandigheden die van belang zijn. Dit kan in vele gevallen voorkomen dat het lokaal tijdelijk te druk wordt in bepaalde delen van het luchtruim. Dat maakt de verkeersafhandeling robuuster en de kans op verlies van punctualiteit lager.

Grote verstoringen kunnen altijd plotseling voorkomen, zoals de onverwachte sluiting van een baan of snel opkomend slecht zicht. Deze kunnen dan niet door planmatige oplossingen voorkomen worden. Het verlies van punctualiteit is dan niet toe te schrijven aan de verkeersafhandeling. TBO en E-AMAN, ondersteund door Datalink, kunnen dan naar verwachting wel ingezet worden om de gevolgen daarvan te verlichten door luchtverkeer op een planmatige manier af te handelen.

De robuustheid van het VKA is vooral beperkt in geval van verstoringen waarin de manoeuvreerbaarheid van een individueel vliegtuig verminderd is, bijvoorbeeld door hydraulisch falen, motorpech of afwijkend gedrag van vliegers. Als zoiets zich voordoet in een naderingsbuis ontstaan wellicht meer moeilijkheden dan in de referentiesituatie. De systemen gaan immers juist uit van een gelijkmatige operatie[96]. Bij een dergelijk verstoring kunnen mogelijk ook andere vluchten niet in de buizen blijven vliegen; deze zullen dan naar een andere buis of rechtstreeks naar een landingsbaan gevectord moet worden. Het is dan denkbaar dat het buizenconcept deels losgelaten moet worden om de continuïteit van het proces te waarborgen. Iets dergelijks kan ook gebeuren bij bijzonder slechte weersomstandigheden, als onweer. In de referentiesituatie kan daar flexibel mee worden omgesprongen maar in een buizensysteem niet. Dit aspect is echter al intrinsiek meegenomen in het alternatief Vast door aan te nemen dat 10% tot 20% van de naderingen op Schiphol middels vectoren worden afgehandeld. Dat in overweging nemend is het VKA even robuust als de referentiesituatie en wat meer punctueel.

[96] *De conceptuele beschrijving van het VKA gaat niet in op de afhandeling van afgebroken naderingen, waarbij het vliegtuig in een buis naar de baan vliegt maar de landing niet uitvoert (bijvoorbeeld omdat de baan nog bezet is door een ander vliegtuig). In dat geval gaat het vliegtuig rond (“go around”) en zal het opnieuw in een naderingbuis ingevoegd moeten worden. Dit kan de operatie verstoren. Dergelijke afgebroken naderingen komen niet heel vaak voor, in de orde van één keer per dag op Schiphol, en de verstoring zou beperkt kunnen worden door geschikte procedures en systeemondersteuning voor het herinvoegen van de vlucht in de naderingsbuis.*

15.7.3 Beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer, GA en drones

In het VKA wordt door de uitbreiding het militair oefengebied in het noorden geschikt om te oefenen met de F-35, terwijl er in de referentiesituatie geen geschikt oefengebied is voor de F-35.

In het VKA kan dankzij A-FUA het luchtruim afwisselend worden gebruikt. Dit betekent dat de status van specifieke luchtruimgebieden kan veranderen in de tijd. In de referentiesituatie is dat alleen het geval op gezette tijden, zoals gepubliceerd in het Nederlandse AIP[97]. Hierdoor kunnen delen van het luchtruim efficiënter benut worden en dat maakt dat delen van het luchtruim vaker dan in de referentiesituatie beschikbaar komen voor militair verkeer, General Aviation en drones.

De mate waarin dat kan hangt nauw samen met de ingebouwde flexibiliteit, de systeemondersteuning en het risico op luchtruimschendingen. Daarom kan in de deze fase van de luchtruimherziening nog niet aangegeven worden hoezeer de beschikbaarheid wordt vergroot. Er is daarmee een onbekend maar zeker positief effect op de beschikbaarheid van het luchtruim voor militair verkeer, General Aviation en drones.

15.7.4 Conclusies

De capaciteit van het VKA is hoger dan die van de referentiesituatie doordat zowel in het naderingsgebied als in het tussenliggend luchtruim meer bewegingen per uur kunnen worden afgehandeld. Belangrijke bijdragen worden daarbij geleverd door de reducties van separatieminima en een meer gelijkmatig en geoptimaliseerd aanbod van het verkeer door onder andere TBO, E-AMAN, geavanceerd DMAN, de integratie van AMAN en DMAN en dynamisch flowmanagement. Als gevolg hiervan kan de capaciteit van Schiphol met vier naderingen en vier vertrekken per uur toenemen ten opzichte van de referentiesituatie. Er zijn daarbij wel enige onzekerheden vanwege de afhandeling van de naderingen met een combinatie van ASAS Interval Management en Ground-based Interval Management en bij parallel en convergerend baangebruik. Daarmee scoort het VKA + op het criterium Uurcapaciteit voor civiel handelsverkeer.

De punctualiteit van het VKA is hoger dan de referentiesituatie dankzij de verschillende functionaliteiten die bijdragen aan het nauwkeurig en regelmatig aanbieden van het civiele verkeer in het Nederlands luchtruim tot FL245 (circa 7,5km): SWIM, TBO, E-AMAN, geavanceerd DMAN, integratie van AMAN en DMAN, dynamisch flowmanagement, het beter delen van informatie op de luchthaven en centrale afstemming baangebruik. De robuustheid is vergelijkbaar, door aan te nemen dat 10% tot 20% van de naderingen op Schiphol middels vectoren worden afgehandeld. Daarmee scoort het VKA + op het criterium Robuustheid en punctualiteit.

In het VKA wordt door de uitbreiding het militair oefengebied in het noorden geschikt om te oefenen met de F-35, terwijl er in de referentiesituatie geen geschikt oefengebied is voor de F-35. Hiermee scoort het VKA ++ op de beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer. Dankzij A-FUA kunnen delen van het luchtruim vaker afwisselend worden gebruikt dan in de referentiesituatie. De mate waarin dat leidt tot een grotere beschikbaarheid voor militair verkeer, General Aviation en drones hangt samen met de ingebouwde flexibiliteit, de systeemondersteuning en het risico op luchtruimschendingen. Ondanks dat deze factoren nog onzeker zijn, scoort het VKA + op de criteria voor de beschikbaarheid van luchtruim voor General Aviation en voor de beschikbaarheid van luchtruim voor drones.

[97] *Aeronautical Information Products, via https://www.lvnl.nl/eaip/2020-09-24-AIRAC/html/index-en-GB.html*

Tabel 15-11 Effect van het VKA op het thema capaciteit

Criterium	Voorkeursalternatief
Uurcapaciteit civiel verkeer	+
Robuustheid en punctualiteit	+
Beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer	++
Beschikbaarheid van luchtruim voor GA	+
Beschikbaarheid van luchtruim voor drones	+

15.8 Overzicht van effecten

Thema	Criterium	Voorkeursalternatief
Veiligheid	Ongevalsrisico	0
	Externe veiligheid	0
Geluid	Geluidsbelasting	++
	Voorspelbaarheid	+
	Ontwerpruimte bij het maken van routes	++
Emissies	Klimaat	++
	Luchtkwaliteit	0
Natuur	Stikstofdepositie	++
	Verstoringseffecten	++
Ruimtebeslag	Beperkingen van gebruik van grond	0
Efficientie	Vluchtefficientie	++
	Efficiëntie militaire transits	+
Capaciteit	Uurcapaciteit voor civiel verkeer	+
	Robuustheid en punctualiteit civiel verkeer	+
	Beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer	++
	Beschikbaarheid van luchtruim voor GA	+
	Beschikbaarheid van luchtruim voor drones	+

16 Gevoeligheidsanalyse

In het vorige hoofdstuk zijn de effecten gepresenteerd van het VKA in vergelijking met de referentiesituatie. Bij het bepalen van die effecten is steeds uitgegaan van een gegeven situatie in het zichtjaar 2035. Die toekomstige situatie kent echter een aantal onzekerheden. Een belangrijke en grote onzekerheid betreft de verkeersprognoses: wellicht zijn de verkeersvolumes in 2035 anders dan aangenomen in het scenario Midden zoals gegeven in tabel 16-1. Om die reden is een gevoeligheidsanalyse van de effectbepaling van het VKA uitgevoerd waarin wordt gekeken naar de scenario's Laag en Hoog.

Tabel 16-1 Verwacht aantal vliegbewegingen handelsverkeer per luchthaven van nationaal belang (x1.000)

	Huidige situatie	Zichtjaar 2025	Zichtjaar 2035		
		(geen groei, wel Lelystad)	(geen groei)	(middelmatige groei 0,75% na 2025)	(max. 1,5% LVN na 2025)
Luchthaven\Scenario			Laag	Midden	Hoog
Schiphol	499	499	499	538	579
Eindhoven[98]	37	37	37	40	44
Lelystad[99]	0	10	10	25	25
Rotterdam	18	18	18	19	22
Maastricht	6	6	6	6	7
Groningen	4	4	4	4	5
Totaal	565	575	575	635	682

Opgemerkt wordt dat er in de Luchtruimherziening geen besluitvorming plaats vindt over verkeersvolumes. In deze gevoeligheidsanalyse wordt alleen gekeken naar wat de effecten zijn van het VKA in vergelijking met de referentiesituatie bij andere verkeersvolumes.

Modelmatige aanpak voor scenario Hoog

Het afhandelen van de 579.000 bewegingen op Schiphol uit het scenario Hoog is in de referentiesituatie niet mogelijk zonder de piekuurcapaciteit te verhogen of het baangebruik aan te passen [ATM2020+]. Voor een realistisch scenario Hoog zouden er daarom nog andere autonome ontwikkelingen aangenomen moeten worden dan genoemd in hoofdstuk 11. Hoewel dit niet in detail onderzocht is, geldt dat waarschijnlijk ook voor het VKA.

Om die reden wordt er in deze gevoeligheidsanalyse waar nodig modelmatig geredeneerd. Dit kan het beste geïllustreerd worden aan de hand van het totale brandstofgebruik in het scenario Hoog. Dat is voor zowel de referentiesituatie als het VKA bepaald door het brandstofgebruik per gemiddelde vlucht in een piekuur te berekenen en dat te vermenigvuldigen met het aangenomen aantal vluchten per jaar zonder dat precies is aangegeven hoe dat aantal vluchten in een jaar gerealiseerd wordt.

[98] *Betreft het civiele medegebruik van militaire vliegbasis Eindhoven.*
[99] *Lelystad Airport ondernemingsplan verwacht dat 25.000 vliegbewegingen rond 2033 bereikt zullen zijn en verwacht 45.000 vliegbewegingen in 2043.*

Enkele criteria buiten beschouwing
De modelmatige aanpak voor het scenario Hoog is mogelijk voor die criteria die niet of weinig afhangen van hoe de afhandeling van de hoge jaarvolumes precies gerealiseerd wordt. De modelmatige aanpak is daardoor niet mogelijk voor de criteria Voorspelbaarheid van geluid, Uurcapaciteit civiel handelsverkeer en Robuustheid en punctualiteit. Deze criteria hangen zeer nauw samen met een ander baangebruik en een ander verkeersaanbod op Schiphol om het scenario Hoog te realiseren. De effecten van het VKA en de referentiesituatie op bijvoorbeeld Voorspelbaarheid van geluid zijn mogelijk veel kleiner dan van bijvoorbeeld ander baangebruik en de effecten van het VKA en de referentiesituatie op bijvoorbeeld Robuustheid en punctualiteit zijn zeer afhankelijk van bijvoorbeeld het verkeeraanbod tijdens de pieken. Om die reden zijn deze criteria buiten de gevoeligheidsanalyse gehouden.

Aanpak voor criterium geluidsbelasting
In de eerdere hoofstukken is bij de bepaling van de geluidsbelasting steeds gekeken naar een generieke baan met 50.000 landingen en 50.000 vertrekken. In deze gevoeligheidsanalyse wordt er gekeken naar een generieke baan met 10.000 landingen en 10.000 vertrekken, met 25.000 landingen en 25.000 vertrekken en met 100.000 landingen en 100.000 vertrekken. De bandbreedte van deze aantallen komt overeen met een factor 10, veel hoger dan de bandbreedte tussen de scenario's Laag en Hoog.

De reden dat er voor deze grotere bandbreedte is gekozen voor het criterium geluidsbelasting is dat er een grote bandbreedte bestaat in de aantallen bewegingen op de verscheidene banen op de luchthavens van nationale betekenis, zowel op Schiphol als op de regionale velden. De gevoeligheidsanalyse dient hier dus een tweede doel: het geeft antwoord op de vraag hoezeer het effect van het VKA op de geluidsbelasting gevoelig is voor het aantal bewegingen op een baan, los van de scenario's Laag, Midden en Hoog.

16.1 Veiligheid

16.1.1 Ongevalsrisico

De kans op een ongeval in een jaar is gelijk aan het aantal vluchten per jaar vermenigvuldigd met de kans op een ongeval per vlucht[100]. Als het aantal vluchten per jaar toe of afneemt, neemt in eerste instantie die kans op een ongeval in een jaar dus in dezelfde mate toe of af. Dit geldt voor zowel het VKA als de referentiesituatie, en is geen effect van keuzes binnen de luchtruimherziening. Hieronder wordt beschouwd in hoeverre de kans op een ongeval per vlucht afhangt van de verkeersvolumes.

Deze afhankelijkheid -tussen ongevalskans per vlucht en de hoeveelheid verkeer- betreft niet direct het jaarvolume maar de lokale verkeersdichtheid tijdens de vlucht. Er is echter een onlosmakelijk verband tussen het jaarvolume en de lokale, tijdelijke verkeersdichtheden: als meer vluchten in een jaar worden uitgevoerd, zullen op enig moment meer vluchten worden uitgevoerd. Het precieze verband hang echter weer samen met hoe de vluchten verdeeld zijn over de dag, de week en het jaar: als meer vluchten worden uitgevoerd in de rustige momenten heeft dat een ander effect dan als meer vluchten worden uitgevoerd in de drukke momenten. Daarom wordt hieronder ingegaan op de algemene verbanden tussen de lokale verkeersdichtheid op een moment en de ongevalskans.

Voor een aantal categorieën ongevallen (zie ook [IVA]) geldt dat de ongevalskans per vlucht afhankelijk is van de hoeveelheid verkeer. Binnen het kader van de luchtruimherziening zijn daarbij de volgende

[100] *Dit is bij benadering juist als de kans op een ongeval per vlucht veel kleiner is dan de inverse van het aantal vluchten in een jaar, zoals inderdaad het geval is. Het zou beter zijn hier het ongevalsrisico uit te drukken in de verwachtingswaarde van het absolute aantal ongevallen in een jaar, maar dat geeft moeilijker leesbare teksten.*

categorieën het meest relevant: botsingen tussen vliegtuigen in de lucht en ongevallen als gevolg van zogturbulentie. Hieronder wordt eerst ingegaan op de botsingen tussen vliegtuigen in de lucht en daarna op de ongevallen als gevolg van zogturbulentie. Daarbij wordt opgemerkt dat de ongevalskansen in deze categorieën maar een klein deel uitmaken van de totale ongevalskans [Apportioned ATC safety criteria].

Als het verkeersaanbod in de pieken hoger ligt, dan neemt de lokale verkeersdichtheid toe. Als het luchtverkeer ongeordend zou zijn, zou dit leiden tot een toename van de kans op een botsing in de lucht per vlucht: er zijn meer andere vliegtuigen nabij waarmee een conflict kan ontstaan. Door luchtverkeersleiding is het civiele luchtverkeer echter verre van ongeordend en is het verband tussen de botsingskans en de verkeersdichtheid ingewikkeld. Daarbij is het van belang om onderscheid te maken tussen drie soorten conflicten:

- Verticale conflicten. Dit zijn conflicten tussen twee vliegtuigen waarbij de beoogde hoogteseparatie verloren gaat.
- Laterale conflicten. Dit zijn conflicten tussen twee vliegtuigen op verschillende vliegpaden waarbij de beoogde horizontale separatie verloren gaat.
- Longitudinale conflicten. Dit zijn conflicten tussen twee vliegtuigen achter elkaar op dezelfde route waarbij de beoogde horizontale separatie verloren gaat.

Longitudinale conflicten zijn in het algemeen minder gevoelig voor hoge verkeersdichtheden dan de andere twee typen conflicten omdat de relatieve snelheidsverschillen beperkt zijn, waardoor deze zich minder snel ontwikkelen. Bovendien kan een verkeerstroom van vliegtuigen achter elkaar doorgaans relatief eenvoudig gemonitord worden, zowel door de luchtverkeersleiding, door conformance monitoringsystemen als door Interval Management systemen.

Daarmee is de botsingskans per vlucht in het VKA naar verwachting minder gevoelig voor een hogere verkeersdichtheid dan de referentiesituatie. In het VKA is het verkeer namelijk niet alleen van tevoren nauwkeuriger gepland maar ook, zowel in de buizen als in de stelsels van vaste routepunten voor de naderingen, meer geordend langs dezelfde vliegroutes waardoor laterale en verticale conflicten minder vaak voor zullen komen dan in de referentiesituatie, waarin veel verkeer wordt gevectord. Daarbij moet worden benadrukt dat dit een zeer globale redenering is en dat de nog onbekende details van de operationele praktijk de verwachting anders kunnen maken. Verder wordt hierbij opgemerkt dat de redenering niet opgaat voor de volgende twee bouwstenen van het VKA:

- Free Route Airspace (FRA). De vertrekkende vluchten in de FRA vliegen meer rechtstreeks dan in de referentiesituatie. Hierdoor zijn de kansen op laterale en verticale conflicten mogelijk hoger dan in de referentiesituatie, ook afhankelijk van de werking van de afhandeling van dat verkeer middels geavanceerde DMAN, TBO en de procedures voor FRA.
- A-FUA. Als eerder opgemerkt in paragraaf 14.21 worden de mogelijkheden van A-FUA mogelijk beperkt door het risico van luchtruimschendingen. Deze wordt mogelijk verhoogd doordat luchtruimgebruikers onvoldoende of ontijdig op de hoogte zijn van de wisseling van het luchtruimgebruik. Naarmate het verkeersaanbod stijgt neem het risico daarop verder toe, omdat er dan meer luchtruimgebruikers zijn.

Als het verkeersaanbod in de pieken hoger ligt, zullen vliegtuigen vaker relatief dicht achter elkaar vliegen. Dit kan leiden tot een grotere kans op een ongeval als gevolg van zogturbulentie. De kans op een dergelijk ongeval is het grootste in de eindnadering, wanneer vliegtuigen op lage hoogte vliegen, onder de 1000 voet (circa 300m). De operatie in het VKA en de referentiesituatie zijn daarbij niet verschillend in die vluchtfase, ook omdat er bij de gekromde naderingen in het VKA vanaf 4NM voor de baan rechtdoor wordt gevlogen. Dit maakt dat de gevoeligheid voor de kans op een ongeval als gevolg van zogturbulentie in het VKA en de referentiesituatie vergelijkbaar zijn, aannemende dat aangetoond is dat RECAT-EU en PWS veilig geïntroduceerd kunnen worden.

16.1.2 Externe Veiligheid

Zoals opgemerkt in paragraaf 11.1 is het aantal vliegbewegingen een bepalende factor in de externe veiligheid. Als het jaarvolume toeneemt, nemen het individuele en het groepsrisico daardoor ook toe en als het jaarvolume afneemt nemen deze risico's ook af. Dit geldt op gelijke wijze voor het VKA als de referentiesituatie. In de vorige paragraaf is beredeneerd dat bij toename van het aantal vluchten de ongevalskans per vlucht in het VKA naar verwachting minder toeneemt dan de ongevalskans in de referentiesituatie. Gezien het beperkte aandeel van de aan de luchtruimherziening gerelateerde ongevalskansen, heeft dat echter een verwaarloosbaar effect op de externe veiligheid.

16.1.3 Conclusies

De VKA en de referentie situatie scoren op veiligheid hetzelfde op het midden scenario en dit blijft zo bij en laag of hoog scenario. Wel is het zo dat de botsingskans per vlucht in het VKA naar verwachting minder gevoelig is voor een hogere verkeersdichtheid dan in de referentiesituatie.

Als de jaarlijkse verkeersvolumes groter zijn dan eerder aangenomen, dan heeft dat een negatief effect op de kans op een ongeval in een jaar. Als de jaarlijkse verkeersvolumes kleiner zijn dan eerder aangenomen, dan heeft dat een positief effect op de verwachtingswaarde van de ongevallen in een jaar. Dit geldt zowel in het VKA als in de referentiesituatie.

De ongevalskans per vlucht neemt zonder verdere beheersmaatregelen toe met de verkeersdichtheid, en daarmee met hogere jaarvolumes verkeer. Het wordt verwacht dat deze toename in het VKA minder is dan in de referentiesituatie, vooral omdat het verkeer meer wordt gepland en in meer geordende verkeerstromen wordt afgehandeld.

De externe veiligheid neemt zonder verdere beheersmaatregelen af met hogere jaarvolumes verkeer. Er zijn daarbij geen significante verschillen tussen het VKA en de referentiesituatie.

16.2 Geluid

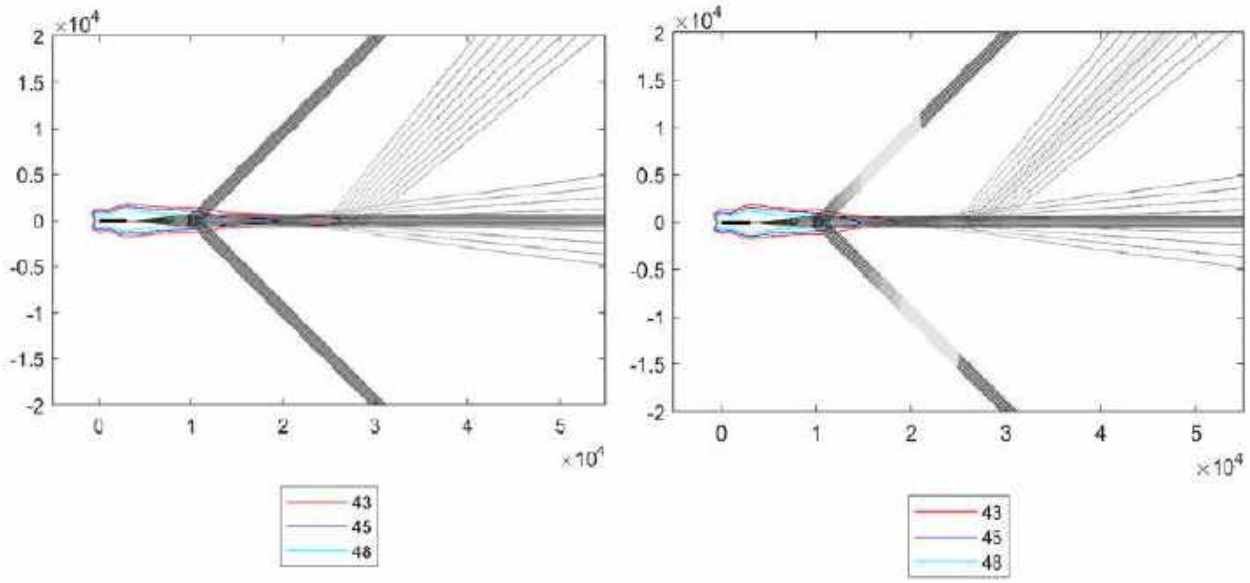
16.2.1 Geluidsbelasting

Voor de gevoeligheidsanalyse zijn de geluidscontouren en oppervlaktes binnen die contouren van zowel de referentiesituatie als het VKA bepaald voor verschillende jaarvolumes vliegbewegingen. Om dit in kaart te brengen, wordt gekeken naar scenario's met verschillende jaarvolumes per baan. De rationele hierachter is de grote variëteit aan vliegbewegingen (vertrekken en landingen) op de verschillende start- en landingsbanen in Nederland. Om na te gaan wat de effecten van het VKA zijn bij andere verkeersvolumes dan de 50.000 vertrekken en 50.000 naderen zoals aangenomen in paragraaf 15.2.1, zijn de volgende alternatieve jaarvolumes doorgerekend:

1. 10.000 vertrekken en 10.000 landingen op de generieke baan
2. 25.000 vetrekken en 25.000 landingen op de generieke baan
3. 100.000 vertrekken en 100.000 landingen op de generieke baan

10.000 vertrekken en 10.000 landingen op de generieke baan

Figuur 14-1 geeft de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) gecombineerde contouren en de gevlogen vliegpaden bij 10.000 vertrekken en 10.000 landingen op de generieke baan voor de referentiesituatie en het VKA.

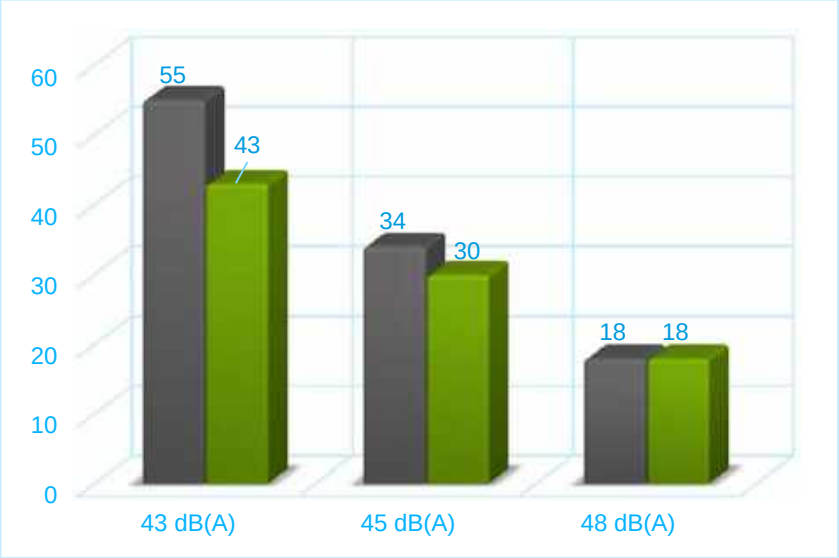


Figuur 16-1 De 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden van 10.000 vertrekken en 10.000 naderingen op de generieke start- en landingsbaan in één jaar overdag. Links geeft de resultaten voor de referentiesituatie en rechts geeft de resultaten voor het VKA

Tabel 16-2 geeft de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren in km^2.

Tabel 16-2 De oppervlaktes in km^2 binnen verschillende geluidscontouren voor de gecombineerde start- en landingsbaan

	43dB(A)	45dB(A)	48dB(A)
Referentie | 10.000 vertrekken & 10.000 landingen	55	34	18
VKA | 10.000 vertrekken & 10.000 landingen	43	30	18



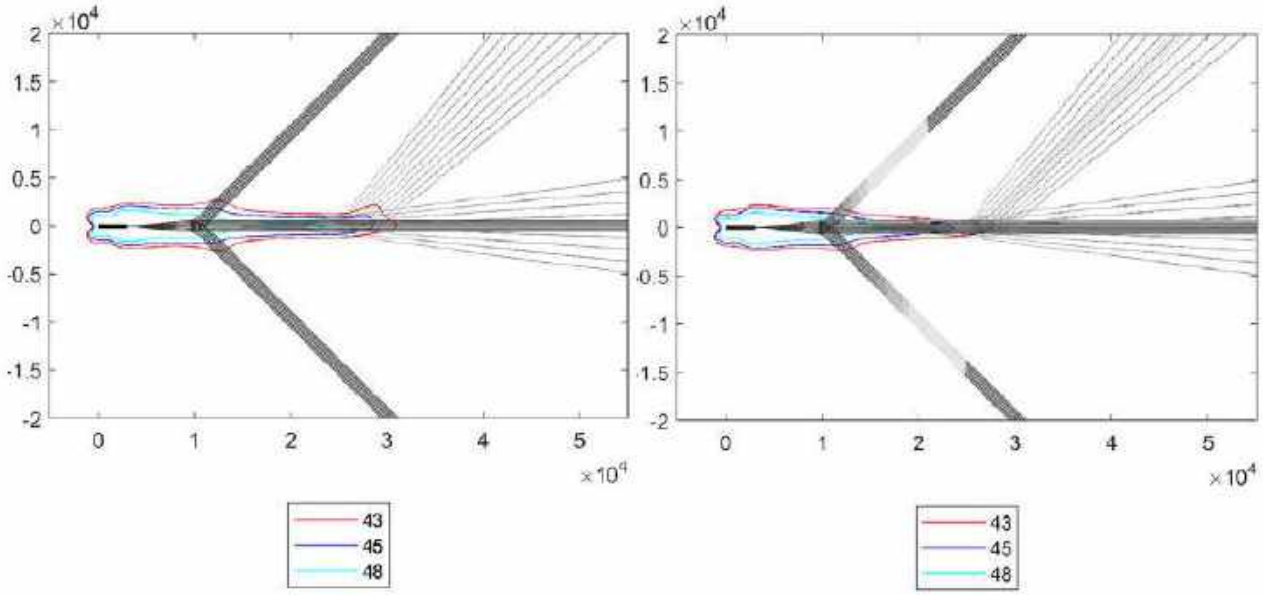
Ten opzichte van de referentiesituatie met hetzelfde aantal vliegbewegingen wordt het oppervlakte binnen de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren van het VKA naar verwachting in de orde van 2% tot 21% verkleind. Het blijkt dat het verschil tussen de referentiesituatie en het VKA vrijwel verdwenen is binnen de 48 dB(A) contour. Dit kan als volgt begrepen worden. In 15.2.1. is al getoond dat er vrijwel geen verschil is voor de geluidsbelasting tussen de referentiesituatie en het VKA voor de vertrekken. Het hoogteprofiel van de eindnaderingen, typisch vanaf ongeveer 11,5km voor de baan, is in het VKA hetzelfde als in de referentiesituatie (namelijk onder een hoek van 3^0). Dit maakt dat geluidscontouren van het VKA en de referentiesituatie tot op een afstand van ongeveer 11,5km van de baan weinig van elkaar verschillen[101]. Geluidscontouren liggen dichter bij de baan bij lagere aantallen bewegingen (als 10.000 landingen en vertrekken) en bij hogere waardes (als 48db(A)).

De verwachting is dan ook dat als het aantal vluchten op de generieke baan nog lager is dan 10.000 landingen en vertrekken, de verschillen van de 43 dB(A) en 45 dB(A) geluidscontouren tussen de referentiesituatie en het VKA ook afnemen.

Deze uitkomst legt de nadruk dat die delen van de vlucht, de initiële start en de ILS-eindnadering, die dichtbij de baan voor het meeste geluid zorgen, nauwelijks beïnvloed worden door het VKA. Een klein effect zit nog wel in de bouwsteen BEBS voor vertrekken.

25.000 vertrekken en 25.000 landingen op de generieke baan
Figuur 16-2 geeft de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) gecombineerde contouren en de gevlogen vliegpaden bij 25.000 vertrekken en 25.000 landingen op de generieke baan voor de referentiesituatie en het VKA.

[101] *Hierbij wordt alleen gekeken naar de hoogteprofielen en de bundeling van het verkeer. Door het gebruik van gekromde naderingen in het VKA ontstaat de mogelijkheid om ook het horizontale pad aan te passen binnen die genoemde afstand van ongeveer 11,5km, waardoor de geluidscontouren kunnen worden verplaatst, zoals aangegeven in paragraaf 15.2.3. Daardoor worden de oppervlaktes binnen de contouren echter niet groter of kleiner en kan die mogelijkheid hier buiten beschouwing blijven.*

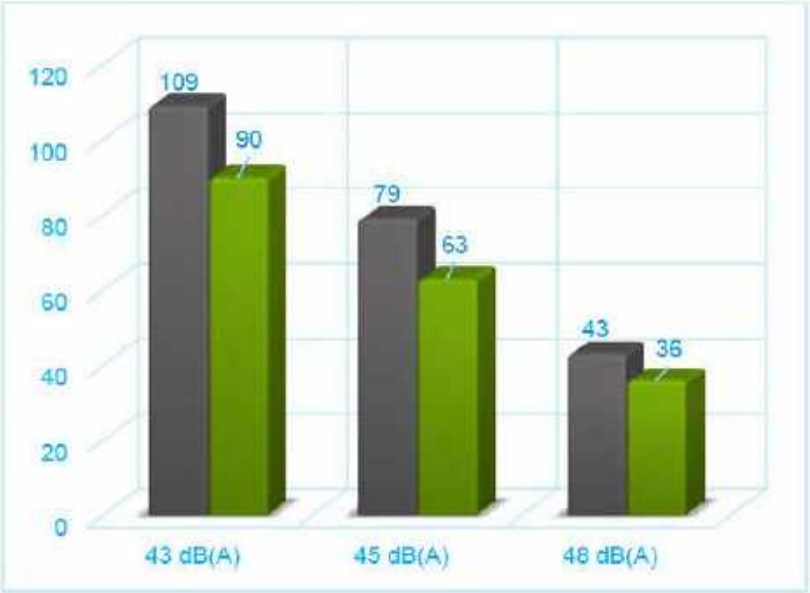


Figuur 16-2 De 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden van 25.000 vertrekken en 25.000 naderingen op de generieke start- en landingsbaan in één jaar overdag. Links geeft de resultaten voor de referentiesituatie en rechts geeft de resultaten voor het VKA

Tabel 16-3 geeft de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren in km².

Tabel 16-3 De oppervlaktes in km² binnen verschillende geluidscontouren voor de gecombineerde start- en landingsbaan

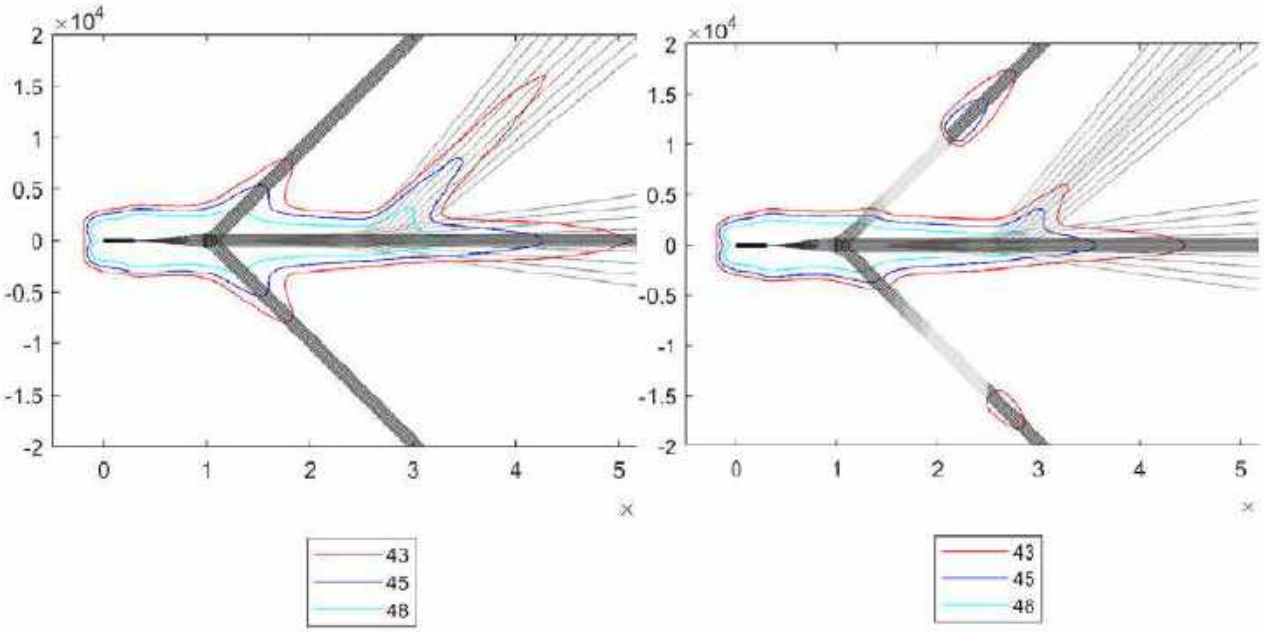
	43dB(A)	45dB(A)	48dB(A)
Referentie	25.000 vertrekken & 25.000 landingen	109	79	43
VKA	25.000 vertrekken & 25.000 landingen	90	63	36



Ten opzichte van de referentiesituatie met hetzelfde aantal vliegbewegingen wordt de oppervlakte binnen de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren van het VKA naar verwachting in de orde van 17% tot 20% verkleind. De effecten van het voorkeursalternatief op de oppervlakte binnen de relevante geluidscontouren blijken bij 25.000 vertrekken en 25.000 landingen vergelijkbaar met 50.000 vertrekken 50.000 landingen op de generieke baan, steeds in vergelijking met de referentiesituatie.

100.000 vertrekken en 100.000 landingen op de generieke baan

Figuur 16-3 geeft de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) gecombineerde contouren en de gevlogen vliegpaden bij 100.000 vertrekken en 100.000 landingen op de generieke baan voor de referentiesituatie en het VKA[102].



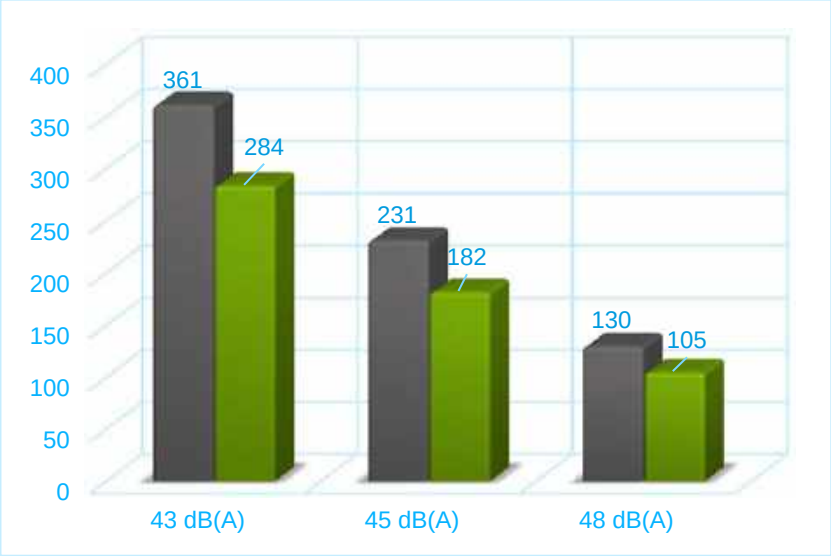
Figuur 16-3 De 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) contouren en de gevlogen vliegpaden van 100.000 vertrekken en 100.000 naderingen op de generieke start- en landingsbaan in één jaar overdag. Links geeft de resultaten voor de referentiesituatie en rechts geeft de resultaten voor het VKA. De twee losse contouren in beide afsplitsingen in het voorkeursalternatief is het resultaat van de gemodelleerde 'level-segmenten'. Zie paragraaf Alternatief Vast12.2.1.1

Tabel 16-4 geeft de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren in km^2.

Tabel 16-4 De oppervlaktes in km^2 binnen verschillende geluidscontouren voor de gecombineerde start- en landingsbaan

	43dB(A)	45dB(A)	48dB(A)
Referentie | 100.000 vertrekken & 100.000 landingen	361	231	130
VKA | 100.000 vertrekken & 100.000 landingen	284	182	105

[102] *Op grotere afstand van de luchthaven nemen de beperkingen aan de toegepaste geluidsmodellering toe. Deze beperkingen leiden waarschijnlijk tot een onderschatting van de oppervlakte van het 43 dB(A) contour voor de referentiesituatie bij 100.000 vertrekken en 100.000 landingen op de generieke baan. Deze onderschatting leidt niet tot andere conclusies.*



Ten opzichte van de referentiesituatie met hetzelfde aantal vliegbewegingen wordt de oppervlakte binnen de 43 dB(A), 45 dB(A) en 48 dB(A) geluidscontouren van het VKA naar verwachting in de orde van 20% verkleind. De effecten van het VKA op de oppervlakte binnen de relevante geluidscontouren blijven bij 100.000 vertrekken en 100.000 landingen vergelijkbaar als met 50.000 vertrekken 50.000 landingen op de generieke baan in vergelijking met de referentiesituatie.

16.2.2 Ontwerpruimte bij het maken van routes

Andere jaarvolumes zullen niet leiden tot meer of minder flexibiliteit in het routeontwerp van het VKA. Wel is er mogelijk een indirect verband met het baangebruik en het verkeersaanbod in de piekuren maar dat is niet verder onderzocht.

16.2.3 Conclusies

De mechanismen die leiden tot de positieve geluidseffecten van het VKA worden niet beïnvloed door een hoger of lager jaarvolume. Het VKA presteert daarmee onafhankelijk van het aantal bewegingen beter binnen het thema geluid dan de referentiesituatie.

In het VKA zijn de oppervlaktes binnen alle relevante geluidscontouren kleiner dan in de referentiesituatie, ongeacht de jaarvolumes. De reductie van de oppervlaktes binnen de relevante geluidscontouren van het VKA ten opzichte van de referentiesituatie is bij hogere jaarvolumes, boven 25.000 bewegingen per jaar, niet erg afhankelijk van dat jaarvolume. Bij lagere jaarvolumes worden de positieve effecten van het VKA op de geluidsbelasting ten opzichte van de referentie minder. De relevante contouren komen dan zo dicht bij de baan te liggen dat de eindnaderingen en het eerste deel van de vertrekken bepalend zijn, en er zijn geen significante verschillen tussen het VKA en de referentiesituatie daarin.

De voorspelbaarheid van geluid hangt te zeer samen met het baangebruik en het verkeersaanbod tijdens de pieken op Schiphol om relevante uitspraken te kunnen doen in een gevoeligheidsanalyse met betrekking tot verkeersvolumes.

Andere jaarvolumes zullen niet leiden tot meer of minder flexibiliteit in het routeontwerp van het VKA. Wel is er mogelijk een indirect verband met het baangebruik en het verkeersaanbod in de piekuren.

16.3 Emissies

16.3.1 Klimaat

Het totale brandstofgebruik per jaar door vluchten van en naar de luchthavens van nationale betekenis in het Nederlands luchtruim tussen 2.000 voet en FL245 is gelijk aan het aantal vluchten per jaar vermenigvuldigd met het brandstofgebruik per vlucht. Als het aantal vluchten per jaar toe of afneemt, neemt in eerste instantie dat totale brandstofgebruik dus in dezelfde mate toe of af. Dit geldt voor zowel het VKA als de referentiesituatie, en is geen effect van keuzes binnen de luchtruimherziening. Daarnaast is er een invloed van de verkeersvolumes op het brandstofgebruik per vlucht welke weer afhankelijk is van hoe de vluchten over de verschillende luchthavens worden verdeeld en hoe de vluchten worden verdeeld in de tijd. Deze afhankelijkheden zijn in het VKA anders dan in de referentiesituatie. Op beide afhankelijkheden wordt hieronder ingegaan.

Een vlucht naar bijvoorbeeld Schiphol gebruikt meer brandstof in het relevante deel van het luchtruim dan een vlucht naar bijvoorbeeld Maastricht Aachen Airport. Dit komt doordat vluchten naar Schiphol over het algemeen een groter gedeelte door het Nederlands luchtruim vliegen en omdat dergelijke vluchten over het algemeen worden uitgevoerd door grotere vliegtuigen, met een hoger brandstofgebruik. Daardoor blijkt de geschatte hoeveelheid brandstof in de referentiesituatie in de prognoses Laag, Midden en Hoog niet geheel lineair te schalen met het totaalaantal vluchten. Het verschil van het totaalaantal vluchten in het scenario Laag is 9% minder dan in het scenario Midden, terwijl het brandstofgebruik in een eerste schatting 10% minder is (van ongeveer 600 kiloton in Midden naar ongeveer 540 kiloton in Laag). Het verschil in het totaalaantal vluchten in het scenario Hoog is 8% meer, terwijl het brandstofgebruik in een eerste schatting 9% meer is (van ongeveer 600 kiloton in Midden naar ongeveer 650 kiloton in Laag). De afwijking van een lineair verband tussen het aantal vluchten en het brandstofgebruik is wat de verdeling over de luchthavens in de referentiesituatie betreft dus maar beperkt.

Een vlucht naar Schiphol tijdens een inboundpiek gebruikt in de referentiesituatie meer brandstof in dan een vlucht buiten een piek. Dit komt doordat een nadering buiten een piek vaak min of meer rechtstreeks naar de landingsbaan kan worden geleid, met een hoogteprofiel overeenkomstig de voorkeur van de vliegers, terwijl een nadering in een piek vaak koers- en hoogte-instructies krijgt van de luchtverkeersleider die daarmee de verkeerstroom efficiënt afhandelt. Bij een grote drukte kan daar nog bij komen dat het vliegtuig enige tijd moet holden en nog enige tijd moet wachten op de luchthaven voordat het bij de gate staat.

In het Midden scenario leidt het VKA tot een reductie van ongeveer 8% van het totale brandstofgebruik ten opzichte van de referentie. Het blijkt dat het positieve effect van het VKA vergeleken met de referentiesituatie groter wordt bij meer jaarlijkse vluchten en minder wordt bij minder jaarlijkse vluchten. Voor het scenario Laag bedraagt de reductie iets meer dan 7% en voor het scenario Hoog iets minder dan 9% in vergelijking met de referentiesituatie. Hieronder worden de belangrijkste effecten genoemd, uitgaande van een hoger jaarvolume dan in het scenario Midden:

- Als er in de referentiesituatie meer vluchten op Schiphol uitgevoerd worden zal er vaker drukte ontstaan bij de naderingen, waardoor er soms langer gevlogen wordt en waardoor vliegtuigen soms eerder naar lagere hoogtes worden geleid. Dit maakt dat de inefficiency van het brandstofgebruik toeneemt bij hogere jaarvolumes Schipholverkeer. In het VKA bestaat dit niet-lineaire effect veel minder omdat daarin maar 10% tot 20% van het verkeer wordt gevectord. Als het buizensysteem wordt gebruikt zal er bij drukte a) langer gevlogen worden in de stelsels van vaste routepunten in het tussenliggende luchtruim en b) vaker snelheidscorrecties uitgevoerd moeten worden om middels

Interval Management voldoende onderlinge afstanden te bewaren. De hiermee gepaarde inefficiency is minder dan bij het vectoren in het naderingsluchtruim. Daardoor wordt de reductie van het brandstofgebruik in het VKA ten opzichte van de referentiesituatie groter bij hogere verkeersvolumes.

- Het VKA geeft een reductie van het brandstofgebruik door de introductie van het vierde naderingspunt en de optimalisatie van de naderingspunten. Deze reductie is met name relevant voor de vluchten op Schiphol. Daardoor wordt de reductie van het brandstofgebruik in het VKA ten opzichte van de referentiesituatie groter bij hogere volumes Schipholverkeer.
- Het VKA geeft een reductie van het brandstofgebruik door de ontsluiting van luchtruim voor civiel gebruik in het zuidoosten. Deze reductie is met name relevant voor de vluchten van en naar het zuidoosten. Daardoor wordt de reductie van het brandstofgebruik in het VKA ten opzichte van de referentiesituatie groter bij hogere volumes verkeer van en naar het zuidoosten.
- Het VKA geeft een reductie van het brandstofgebruik doordat het buizensysteem in een gedeeld luchtruim binnen een cluster verder geoptimaliseerd kan worden. Daardoor wordt de reductie van het brandstofgebruik in het VKA ten opzichte van de referentiesituatie groter bij hogere verkeersvolumes.
- Het VKA geeft een reductie van het brandstofgebruik door de kortere taxi- en wachttijden op de luchthavens als gevolg van Advanced DMAN en de integratie van AMAN en DMAN. Deze reductie is met name relevant voor de vertrekkende vluchten vanaf de luchthavens Schiphol en Eindhoven Airport. Daardoor wordt de reductie van het brandstofgebruik in het VKA ten opzichte van de referentiesituatie groter bij hogere volumes Schiphol- en Eindhovenverkeer.

16.3.2 Luchtkwaliteit

Als er meer vluchten in een jaar worden uitgevoerd, neemt de lokale luchtkwaliteit af; dit geldt zowel voor het VKA als voor de referentiesituatie. Belangrijk in deze context is dat er daarbij in essentie geen verschil is tussen het VKA en de referentiesituatie. Wel is het zo dat de gekromde naderingen in het VKA de mogelijkheid bieden om de luchtkwaliteit op enkele plaatsen te verbeteren, en dat die verbetering sterker is als het gaat om meer vluchten per jaar.

16.3.3 Conclusies

Als er meer vluchten in een jaar worden uitgevoerd, neemt het brandstofgebruik toe, bij minder vluchten neemt dit af; dit geldt zowel voor het VKA als voor de referentiesituatie. In hoofdstuk 5 is aangegeven dat het VKA leidt tot een verwachte reductie van het totale brandstofgebruik in het Nederlands luchtruim van ongeveer 8% ten opzichte van de referentiesituatie. Het blijkt dat deze procentuele reductie groter wordt bij meer jaarlijkse vluchten en minder wordt bij minder jaarlijkse vluchten. Voor zowel het scenario Laag als het scenario Hoog zijn de genoemde emissiereducties van het VKA in vergelijking met de referentie minder dan 1 procentpunt anders dan de eerdergenoemde 8%.

Een belangrijk aspect daarbij is de verkeersdrukte voor de landingsbanen op Schiphol. Dit aspect speelt een rol in de verdeling van de jaarvolumes over de tijd. In de referentiesituatie en in het VKA geldt dat een hogere verkeersdrukte voor de landingsbanen op Schiphol tot meer brandstofgebruik per vliegtuig leidt dan bij lagere verkeersdrukte. In de referentiesituatie komt dit doordat een nadering in een piek vaker koers- en hoogte-instructies krijgt van de luchtverkeersleider. In het VKA komt dit doordat een naderende vlucht a) gemiddeld langer vliegt in de stelsels van vaste routepunten in het tussenliggende luchtruim en b) vaker snelheidscorrecties uitvoert om met Interval Management voldoende onderlinge afstanden te bewaren. Bij een vergelijk is de verwachting dat het brandstofgebruik per vliegtuig in de referentiesituatie meer toeneemt bij hogere verkeersdrukte dan in het VKA.

Daarnaast leveren de volgende bouwstenen in het VKA nog additionele reductie van het brandstofgebruik ten opzichte van de referentiesituatie in geval van andere omstandigheden:

- De reductie van het brandstofgebruik door de introductie van de vierde naderingspunt en de optimalisatie van de naderingspunten wordt groter bij hogere volumes Schipholverkeer.
- De reductie van het brandstofgebruik door verdere optimalisatie van het buizensysteem in een gedeeld luchtruim binnen een cluster wordt groter bij hogere verkeersvolumes.
- De reductie van het brandstofgebruik door kortere taxi- en wachttijden op de luchthavens als gevolg van Advanced DMAN en de integratie van AMAN en DMAN wordt groter bij hogere volumes Schiphol- en Eindhovenverkeer.

16.4 Natuur

16.4.1 Stikstofdepositie

In paragraaf 11.7.1 is aangegeven dat de hoeveelheid gebruikte brandstof gebruikt wordt als een maat voor de stikstofemissie en daarmee de stikstofdepositie. In paragraaf 16.3.1 is aangegeven hoe het brandstofgebruik in het VKA samenhangt met de jaarvolumes.

16.4.2 Verstoringseffecten

In paragraaf 11.7.2 is aangegeven dat de oppervlakte binnen de geluidscontour van 43 dB(A) voor de generieke banen als bepalende maat wordt gebruikt. In de paragrafen 15.2 en 16.2 zijn die oppervlaktes bepaald voor een generieke baan met verschillende jaarvolumes voor zowel de referentiesituatie als het VKA. De resultaten staan in tabel 16-5.

Tabel 16-5 De oppervlaktes in km² binnen de 43 dB(A) contour voor een generiek baan met verschillende jaarvolumes voor zowel de referentie als het VKA

	Referentie	VKA
10.000 vertrekken & 10.000 landingen	55	43
25.000 vertrekken & 25.000 landingen	109	90
50.000 vertrekken & 50.000 landingen	187	145
100.000 vertrekken & 100.000 landingen	361	284

Het blijkt hieruit dat zowel in de referentiesituatie als in het VKA de oppervlaktes binnen de contour relevant voor de geluidsverstoring groter wordt als het jaarvolume toeneemt maar dat die toename minder wordt. Al in paragraaf 15.2 is opgemerkt dat het VKA bij jaarvolumes van 50.000 vertrekken en landingen significant beter scoort dan de referentie. Dit blijft zo bij hogere volumes en bij lagere volumes. Bij volumes onder de 10.000 vertrekken en landingen zal echter een effect optreden zoals geconstateerd in paragraaf 16.2: de relevante contouren komen dan zo dicht bij de baan te liggen dat de eindnadering en het eerste deel van de vertrekken bepalend zijn, en er zijn dan geen significante verschillen tussen het VKA en de referentiesituatie daarin.

16.4.3 Conclusies

Als er meer vluchten in een jaar worden uitgevoerd, neemt de stikstofdepositie toe, bij minder vluchten neemt deze af; dit geldt zowel voor het VKA als voor de referentiesituatie. In hoofdstuk 5 is aangegeven dat het VKA leidt tot een significante reductie van het de stikstofdepositie ten opzichte van de referentiesituatie. Het blijkt dat deze relatieve reductie groter wordt bij meer jaarlijkse vluchten en minder wordt bij minder jaarlijkse vluchten.

Eerder is al gesteld dat het VKA bij jaarvolumes van 50.000 vertrekken en landingen significant beter scoort dan de referentie op verstoringseffecten. Dit blijft zo bij hogere volumes en bij lagere volumes. Bij volumes onder de 10.000 vertrekken en landingen zal echter een effect optreden zoals geconstateerd in paragraaf 16.2: de relevante contouren komen dan zo dicht bij de baan te liggen dat de eindnadering en het eerste deel van de vertrekken bepalend zijn, en er zijn dan geen significante verschillen tussen het VKA en de referentiesituatie daarin.

16.5 Ruimtebeslag

Mogelijke toekomstige besluiten over andere jaarvolumes hebben mogelijk een dermate groot effect op geluid, externe veiligheid en luchtkwaliteit dat dit kan doorwerken bij de actualisatie van luchthaven(indelings)besluiten. Daarbij wordt opgemerkt dat het besluit tot het toelaten van meer jaarvolumes op de Nederlandse luchthavens moet passen binnen de ruimte gegeven in het Luchthavenindelingsbesluit, het Besluit Burgerluchthavens en in het besluit Militaire luchthavens. Hierbij komt dat hogere jaarvolumes ook een mogelijk effect hebben op ander baangebruik op Schiphol en dat dit ook kan doorwerken bij dergelijke actualisaties. De aanpassingen van de geluidsbelasting- en risicowaardes leiden dan wellicht tot een ander ruimtebeslag. Dit geldt voor zowel de referentiesituatie als het Voorkeursalternatief. De verschillen tussen de referentiesituatie en het Voorkeursalternatief zijn daarbij relatief klein. Dat komt doordat, zoals betoogd in paragraaf 16.1 en paragraaf 16.2, andere jaarvolumes niet leiden tot significante andere effecten van het VKA in vergelijking met de referentiesituatie.

16.5.1 Conclusies

Mogelijke toekomstige besluiten over andere jaarvolumes leiden wellicht tot een ander ruimtebeslag. De verschillen tussen het VKA en de referentiesituatie op het ruimtebeslag in geval van dergelijke besluiten zijn echter relatief zeer beperkt.

16.6 Efficiëntie

16.6.1 Vluchtefficiëntie

De totale vliegduur van vluchten van en naar de luchthavens van nationaal belang in het Nederlands luchtruim is gelijk aan het aantal vluchten per jaar vermenigvuldigd met de gemiddelde vluchtduur. Als het aantal vluchten per jaar toe of afneemt, neemt in eerste instantie de totale vliegduur dus in dezelfde mate toe of af. Dit geldt voor zowel het VKA als de referentiesituatie, en is geen effect van keuzes binnen de luchtruimherziening. Daarnaast is er een invloed van de verkeersvolumes op de gemiddelde vluchtduur, welke weer afhankelijk is van hoe de vluchten over de verschillende luchthavens worden verdeeld en hoe de vluchten worden verdeeld in de tijd. Deze afhankelijkheden zijn in het VKA anders dan in de referentiesituatie. Op beide afhankelijkheden wordt hieronder ingegaan. Op beide afhankelijkheden is in

paragraaf 16.3.1 ingegaan vanuit het perspectief van brandstofgebruik. Wat daar is opgemerkt geldt ook vanuit het perspectief van de vluchtefficiëntie.

Belangrijk in deze context is hoe zeer de eerdergenoemde reductie van ongeveer 9% van de totale vluchtduur in het VKA ten opzichte van de referentie beïnvloed wordt door de jaarlijkse verkeersvolumes. Het blijkt dat deze procentuele reductie groter wordt bij meer jaarlijkse vluchten en minder wordt bij minder jaarlijkse vluchten zoals in het scenario Hoog en minder wordt bij minder jaarlijkse vluchten. Voor zowel het scenario Laag als het scenario Hoog zijn de genoemde reducties minder dan 1 procentpunt anders dan de eerdergenoemde 9%. Hieronder worden de belangrijkste effecten genoemd, uitgaande van een hoger jaarvolume dan in het scenario Midden[103]:

- Als er in de referentiesituatie meer vluchten op Schiphol uitgevoerd worden zal er vaker drukte ontstaan bij de naderingen, waardoor er soms langer gevlogen wordt. Dit maakt dat in de referentiesituatie de ineffiency van het brandstofgebruik toeneemt bij hogere jaarvolumes Schipholverkeer. In het VKA bestaat dit niet-lineaire effect veel minder omdat daarin maar 10% tot 20% van het verkeer wordt gevectord.
- Het VKA geeft een reductie van de vliegtijd door de introductie van de vierde IAF en de optimalisatie van de IAFs. Deze reductie is met name relevant voor de vluchten naar Schiphol. Daardoor wordt de reductie van de vliegtijd in het VKA ten opzichte van de referentiesituatie groter bij hogere volumes Schipholverkeer.
- Het VKA geeft een reductie van de vliegtijd doordat het buizensysteem in een gedeeld luchtruim binnen een cluster verder geoptimaliseerd kan worden. Deze reductie is met name relevant voor de vluchten van en naar Lelystad Airport en Rotterdam The Hague Airport.
- Het VKA geeft een reductie van de vluchtduur door de kortere taxi- en wachttijden op de luchthavens als gevolg van Advanced DMAN en de integratie van AMAN en DMAN.

16.6.2 Efficiëntie militaire transits

Het jaarvolume vliegbewegingen van luchthavens van nationaal belang heeft geen invloed op de militaire trainingsefficiëntie.

16.6.3 Conclusies

In hoofdstuk 5 is aangegeven dat het VKA leidt tot een verwachte reductie van de totale vliegtijd in het Nederlands luchtruim van ongeveer 8%. Het blijkt dat deze reductie groter wordt bij meer jaarlijkse vluchten en minder wordt bij minder jaarlijkse vluchten. Voor zowel het scenario Laag als het scenario Hoog zijn de genoemde reducties minder dan 1 procentpunt anders dan de eerdergenoemde 8%.

Een belangrijk aspect daarbij is de verkeersdrukte voor de landingsbanen op Schiphol. Dit aspect speelt een rol in de verdeling van de jaarvolumes over de tijd. In de referentiesituatie en in het VKA geldt dat een hogere verkeersdrukte voor de landingsbanen op Schiphol tot een langere vluchtduur per vliegtuig leidt dan bij lagere verkeersdrukte. Dit komt in de referentiesituatie doordat een nadering in een piek vaak koers- en hoogte-instructies krijgt, waardoor dat deel van de vlucht langer duurt. In het VKA zal een nadering vaker tijd moeten verliezen in het stelsel van vaste naderingspunten doordat er nauwkeuriger op het naderingspunt getimed wordt. Bij een vergelijk is de verwachting dat de vluchtduur in de referentiesituatie meer toeneemt bij hogere verkeersdrukte dan in het VKA.

[103] *De genoemde punten komen overeen met de punten in paragraaf 16.3.1 maar worden uiteengezet in termen van vluchtefficiëntie in plaats van in termen van brandstofgebruik.*

Daarnaast leveren de volgende bouwstenen in het VKA nog additionele reductie van het brandstofgebruik ten opzichte van de referentiesituatie in geval van andere omstandigheden:

- De reductie van de totale vliegtijd door de introductie van de vierde IAF en de optimalisatie van de IAFs wordt groter bij hogere volumes Schipholverkeer.
- De reductie van de totale vliegtijd door verdere optimalisatie van het buizensysteem in een gedeeld luchtruim binnen een cluster wordt groter bij hogere verkeersvolumes.
- De reductie van de totale vliegtijd door kortere taxi- en wachttijden op de luchthavens als gevolg van Advanced DMAN en de integratie van AMAN en DMAN wordt groter bij hogere volumes Schiphol- en Eindhovenverkeer.

Het jaarvolume vliegbewegingen van luchthavens van nationaal belang, het baangebruik op Schiphol en verkeersaanbod op Schiphol in de pieken hebben geen invloed op de militaire trainingsefficiency.

16.7 Capaciteit

16.7.1 Beschikbaarheid van luchtruim voor militair verkeer, GA en drones

Het jaarvolume civiele vliegbewegingen van luchthavens van nationaal belang heeft geen of maar een beperkte invloed op de beschikbaarheid van luchtruim voor andere luchtruimgebruikers. Daarbij wordt het volgende opgemerkt:

- De verschillen in jaarvolumes en piekuurcapaciteiten in deze gevoeligheidsanalyse zijn in de orde van ongeveer 10%. Dat maakt dat de lokale en tijdelijke verkeerdichtheden van civiel verkeer onder beschouwing weliswaar significant van elkaar verschillen maar niet dat er voor langere tijd op een locatie in het ene geval helemaal geen verkeer is en in het andere geval wel. De dynamiek van het wisselende luchtruimgebruik binnen A-FUA verandert daarmee dus in essentie niet.
- In deze gevoeligheidsanalyse is tot nu alleen gekeken naar ander civiel verkeer. Als ook de vraag van andere luchtruimgebruikers verandert, heeft dit in zijn algemeenheid invloed op de beschikbaarheid van luchtruim: het Nederlands luchtruim heeft vaste dimensies en een grotere vraag leidt eenvoudig tot meer schaarste.

16.7.2 Conclusies

De uurcapaciteit civiel handelsverkeer hangt te zeer samen met het baangebruik en het verkeersaanbod tijdens de pieken op Schiphol om relevante uitspraken te kunnen doen in een gevoeligheidsanalyse met betrekking tot verkeersvolumes. Dit geldt ook voor robuustheid en punctualiteit.

Het jaarvolume civiele vliegbewegingen van luchthavens van nationaal belang heeft geen of maar een beperkte invloed op de beschikbaarheid van luchtruim voor andere luchtruimgebruikers.

17 Referenties deel B

[Advies Commissie milieueffectrapportage] *Luchtruimherziening Advies over reikwijdte en detailniveau van het milieueffectrapport,* werkgroep Commissie milieueffectrapportage projectnummer: 342, okt 2019

[Adviescollege Stikstofproblematiek, 2020] *Advies Luchtvaartsector*, Advies van het Adviescollege Stikstofproblematiek, 15 januari 2020.

[AIP] https://www.lvnl.nl/eaip/2020-02-13-AIRAC/html/index-en-GB.html

[Airbus] A Statistical Analysis of Commercial Aviation Accidents 1958-2016, Airbus, https://accidentstats.airbus.com/statistics/accident-categories-by-generation

[Airspace planning] *EUROCONTROL manual for airspace planning* edition 2, ASM.ET1.ST03.4000.EAPM.02.02, Oct 2003

[APOC] *Concept for establishment of an Airport Operations Plan (AOP).* Eurocontrol, 2018

[Apportioned ATC safety criteria] *Apportioned ATC Safety Criteria Based on Accident Rates*, J.C. van den Bos et al, ATC Quarterly, July 2009

[ATM 2020+] *Enabling growth Capacity development mainport Schiphol* Version 1.0, ATC The Netherlands S&P/215/2018, Feb 2018

[BADA] *Aircraft Performance Summary Tables for the base of aircraft data (BADA) – Revision 3.9, EUROCONTROL EEC Technical/Scientific Report No. 11/03/08-10, April 2011*

[Baren van e.a.] *The current practice of separation delivery at major European airports*, Gerben van Baren, Catherine Chalon-Morgan, Vincent Treve, Eleventh USA/Europe Air Traffic Management Research and Development Seminar (ATM2015), Lisbon, Portugal, June 2015

[Beschrijving alternatieven en bouwstenen] *Varianten en bouwstenen luchtruimherziening*, Projectteam spoor 3 Luchtruimherziening, versie 0.91, najaar 2019

[Conceptnorm] *Verkenning van implicaties van een conceptnorm voor de ATC-operatie Schiphol,* NLR-CR-2013-502 (bedrijfsvertrouwelijk), G.G. van Baren et al, maart 2014

[Clean Sky] *CleanSky (2017). Clean Sky 2 Joint Undertaking. Development plan. Via https://www.cleansky.eu/sites/default/files/inline-files/51.%20CS2DP%20December%202017.pdf*

[Detailuitwerking bouwstenen] Detailuitwerking bouwstenen luchtruimherziening, Projectteam Luchtruimherziening, 2019

[EASA emission] https://www.easa.europa.eu/easa-and-you/environment/icao-aircraft-engine-emissions-databank

[EASA milieurapport] https://www.easa.europa.eu/eaer/system/files/usr_uploaded/P219473_EASA%20EAER%202019-NL.pdf

[EU 139/2014] EU 139/2014, EU regulation for procedures related to aerodromes, Feb 2014

[EU-373-2017] EU 373/2017, EU regulation for providers of air traffic management/air navigation services and other air traffic management network functions and their oversight, March 2017

[EU SERA] EU 923/2012, *EU regulation laying down the common rules of the air and operational provisions regarding services and procedures in air navigation*, Sep 2012

[EU update analysis] *Updated analysis of the non-CO2 climate impacts of aviation and potential policy measures pursuant to EU Emissions Trading System Directive Article 30(4),* Report from the Commission to the European Parliament and the Counsel, November 2020

[EUROCONTROL, 2015] *Wake Turbulence Re-Categorisation and Pair-Wise Separation Minima on Approach and Departure Safety Case*, EUROCONTROL, edition 1.1., October 2015

[Factsheet vogelaanvaringen] *Factsheet vogelaanvaringen.* Platform Nederlandse Luchtvaart, 2013

[Gebruiksprognose Schiphol 2020] Via https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2019/11/18/bijlage-4-schiphol-gebruiksprognose-2020

[ICAO 2013] ICAO, 2013. Aviation occurrence categories, definitions and usage notes, version 4.7, December 2017

[ICAO Annex 19] ICAO Annex 19, Safety management, 1st edition, July 2013

[ICAO Cir 317] *Effects of PAN-OPS Noise Abatement Departure Procedures on Noise and Gaseous Emissions*, ICAO Circular 317, 2008

[ICAO Doc 9889] Ref. Airport Air Quality Manual, Doc 9889, ICAO, 2011, CAEP10 Steering Group 2015 Approved Revision

[ICAO Doc 9859, Safety management Manual] ICAO Doc 9859, Safety Management Manual, 4th edtion, 2018, https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/5863.pdf

[ICAO Guidance on Environmental Assessment] *Guidance on Environmental Assessment of Proposed Air Traffic Management Operational Changes, ICAO doc 10031, 1st edition, 2014*

[IVA] *Integrale Veiligheidsanalyse Schiphol, NLR-CR-2017-313, J.G. Verstraeten et al, februari 2018*

[Kamerbrief luchtvaart] *Kamerbrief Diverse onderwerpen luchtvaart IENW/BSK-2019/191470.* Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2019

[Kleijn, 2008] *Effecten van geluid op wilde soorten – implicaties voor soorten betrokken bij de aanwijzing van Natura 2000 – gebieden, Kleijn, D., Wageningen, Alterra rapport 1705, 2008*

[Kritische depositiewaarden] *Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en Natura 2000-gebieden.* H. van Dobben, & A. van Hinsberg, Alterrra-rapport 1654, 2008

[Lensink e.a., 2011] *Verstorende effecten van groot vliegverkeer op broedvogels. Onderzoek op basis van bestaande gegevens verzameld rond Schiphol en militaire vliegvelden* Lensink, R., K.L. Krijgsveld, P.W. van Horssen, 2011, BuWa Rapport nr.: 11-101.

[Luchtruimvisie Bijlage rapport 3] Luchtruimvisie, Bijlage rapport 3: *Opgave en knelpunt Nederlands luchtruim*, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, maart 2012

[Luchtvaartnota] *Verantwoord vliegen naar 2050, Luchtvaartnota 2020-2050.* Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, november 2020

[LVN] Verantwoord vliegen naar 2050, Luchtvaartnota 2020-2050, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat *https://www.luchtvaartindetoekomst.nl/home/default.aspx*

[Mahashabde et al., 2011] Mahashabde, A. et al (2010). Assessing the Environmental Impacts of Aircraft Noise and Emissions. Progress in Aerospace Sciences 47 (2011) 15–52

[Mens in OPS concept] Workshop Mens in nieuw OPS concept, Workshop 19 mei 2020, Moving Dot et al, Verslag & presentatie

[MLS] *Evaluation of the flyability of MLS curved approaches for wide-body aircraft,* L. J .J. Erkelens and J.H. van Dronkelaar, AIAA Guidance, Navigation and Control Conference , New Orleans, August 12-14, 1991

[NATS] *http://www.nats.aero/tbs/*

[NLR-CR-2004-083] *Voorschrift en procedure voor de berekening van Externe Veiligheid rond luchthavens,* NLR-CR-2004-083, Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium NLR, februari 2004

[NLR-CR-2001-147] *An enhanced method for the calculation of third party risk around large airports, NLR-CR-2000-147*

[NLR-CR-2019-506] *NLR-CR-2019-506, ASAS Interval Management Implementation Business Case, P.J. van der Geest et al, July 2020*

[NRD] https://www.planmerluchtruimherziening.nl/notitie-reikwijdte-en-detailniveau/welkom

[NSP 2020-2029] *Network Strategy Plan 2020-2029*. Network Management Board, 2019

[NvA NRD] Nota van Antwoord Notitie Reikwijdte en Detailniveau Luchtruimherziening, Versie 1.0, december 2019

[OVV] Veiligheid Vliegverkeer Schiphol, Onderzoeksraad voor Veiligheid, april 2017, *https://www.onderzoeksraad.nl/nl/page/4247/veiligheid-vliegverkeer-luchthaven-schiphol*

[PANS-ATM] *ICAO Procedures for Air Navigation Services* – Air Traffic Management (PANS-ATM), Doc 4444, 16th edition, 2016

[PBN Roadmap] *PBN Roadmap for The Netherlands 2020-2030.* MovingDot, Adecs en ADSE, 2020

[PBN Transitieplan] *PBN Transition Plan The Netherlands.* LVNL and I&W, 2020

[SESAR-project PJ01 Enhanced Arrivals and Departures] *SESAR Solution PJ.01-05 VALR for V2, D4.1.050, Edition 00.02.00,* SESAR2020 PJ01 EAD October 2019

[Startbeslissing Programma Luchtruimherziening] *https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2019/04/18/startbeslissing-programma-luchtruimherziening*

[TO70] *Effectiviteit Externe veiligheidsbeleid Schiphol.* TO70, 2018

[Uitvoerings-verordening 2150/2005] *Uitvoeringsverordening 2150/2005 - Common Rules for the Flexible Use of Airspace (FUA).* Europese Uni, 2005

[Uitvoerings-verordening 2019/123] *Uitvoeringsverordening 2019/123 tot vaststelling van nadere regels voor de uitvoering van de netwerkfuncties voor luchtverkeersbeheer.* Europese Unie, 2019

[UK aviation and air quality] *UK Aviation and Air Quality Report, see* www.sustainableaviation.co.uk

[VKA]] Voorkeursalternatief 2020-2035, Programma Luchtruimherziening, versie 0.9, oktober 2020

[Wet Luchtvaart] https://wetten.overheid.nl/BWBR0005555/2020-07-01

[Wet Milieubeheer] https://wetten.overheid.nl/BWBR0003245/2020-07-01

[Zurich Airport Local Air Quality] Zurich Airport Regional Air Quality Study, C. Ruf, Zurich Airport, 2013

DEEL C: Bijlagen

Appendix A Technische informatie

Appendix A1 Bepaling geluidsbelasting

Om de geluidsbelasting en geluidscontouren te bepalen van deze generieke baan wordt gebruik gemaakt van NLR's TUNA Software. Deze software is in lijn met ECAC Doc 29, 4e editie[104].

Operationalisering van alternatieven
Voorafgaand aan het bepalen van de invoerwaarden voor de modellering met behulp van de TUNA Software zijn de functionaliteiten van de alternatieven geoperationaliseerd. Daarbij is beredeneerd welke invloed de functionaliteiten uit de alternatieven hebben op de laterale paden en hoogteprofielen van vliegroute en de gashendelstanden van de vliegtuigen tijdens de vlucht en/ of op de gashendelstanden van vliegtuigen tijdens de vlucht. Vervolgens zijn alleen die functionaliteiten van de alternatieven meegenomen in de modellering die een invloed hebben op één van die factoren onder FL100 (ongeveer 3000 meter). Er kan namelijk met zekerheid gesteld worden dat wijzigingen boven die hoogte niet te herleiden zijn in de geluidscontouren die berekend worden voor dit plan-MER.

Proces contourbepaling
Kort samengevat, wordt de berekening van de geluidsbelasting vervolgens als volgt uitgevoerd: er wordt een set invoergegevens bepaald, tezamen een scenario, die wordt verwerkt in het rekenmodel met als resultaat de geluidsbelastingwaarde op verschillende punten rondom de baan. Er zijn aparte scenario's opgesteld voor vertrekprocedures en aankomstprocedures voor elk van de alternatieven en de referentiesituatie. De prestatie- en geluidgegevens van de vliegtuigen die in de berekening worden gebruikt, zijn onderdeel van het rekenmodel. De geluidsbelasting kan daarbij worden berekend in elk willekeurig punt rondom de luchthaven, vervolgens kunnen lijnen getrokken worden van gelijke waardes, waarna geluidscontouren ontstaan. Op basis van de karakteristieken van de bouwstenen en alternatieven zijn de invoergegevens gespecificeerd in scenario's. De scenario's zijn doorgerekend en vertaalt naar een geluidsbelastingwaarde en geluidscontouren. Vervolgens wordt voor elke alternatief bepaald of de oppervlaktes binnen zekere contouren kleiner of groter zijn ten opzichte van de referentiesituatie (dat ook in een scenario is gegoten). De vertaling van de geluidscontouren, oppervlakten en geluidsbelastingswaarden naar een score voor de effectbeoordeling is gedaan door experts, die naast de oppervlaktes van de geluidsbelastingwaardes belangrijke overwegingen en beperkingen hebben meegenomen.

De invoergegevens zijn te onderscheiden in drie onderwerpen:
1. Route, een set aan gegevens ingedeeld in verschillende scenario's.
2. Prestatieprofiel van de vlucht, bestaande uit afstand, hoogteverloop, snelheid en stuwkracht, op basis van NLR's Doc 29 profielgenerator.
3. Operatieschema: bestaat uit de specificatie van de aantallen vluchten per vliegtuigtype.

[104] *NLR (2016), Tuna Noise Model Verification, ECAC Doc.29 compliance test, NLR-TR-2016-456*

Uitgangspunten modellering

Voor de modellering van de scenario's over de motoblokken wordt uitgegaan van de volgende generieke situatie:

- Het aantal jaarlijkse vliegbewegingen is 50.000 starts vanaf een vertrekbaan en 50.000 landingen op een landingsbaan.
- Alle vliegbewegingen worden overdag uitgevoerd en er wordt geen weging toegepast op eventuele avond- en nachtvluchten zoals wel het geval is bij een Lden berekening (waar *den* staat voor day-evening-night).
- De vloot bestaat voor 46% uit A320s, 46% uit B737s en 8% uit B777s, dus uit 92% medium en de rest uit heavies. De reden om de vlootsamenstelling te vereenvoudigen ten opzichte van de werkelijk samenstellingen in 2035 is dat dit makkelijker te analyseren geluidseffecten geeft en omdat de werkelijke samenstelling op een specifieke baan in 2035 toch ook weer sterk afhankelijk is van onder andere die baan en dus tot op zekere hoogte ook arbitrair is.
- De navigatienauwkeurigheid van alle vliegtuigen is RNP 0.3 (d.w.z.: als er een route wordt gevlogen; hetgeen altijd het geval is behalve bij naderen in de referentiesituatie).
- Alle startende vliegtuigen volgen de 1500 voet NADP 2 procedure.
- Alle startend vliegtuigen volgen RNAV-SIDS. Deze hebben drie takken:
    - 50% van het verkeer maakt gebruik van een SID die rechtdoor gaat;
    - 25% van het verkeer maakt gebruik van een SID die linksaf slaat;
    - 25% van het verkeer maakt gebruik van een SID die rechtsaf slaat.
- Naderingen komen vanaf twee richtingen (naderingspunten)[105]:
    - 50% van het verkeer komt uit de richting in het verlengde van de baan;
    - 50% van het verkeer komt uit de richting onder een hoek van 45^0.
- De eindnadering van alle naderende vliegtuigen is middels een ILS (LOC + GP), met een interceptie op 2000 voet (dus op 6,3NM van de baan met een daalhoek van 3 graden (=5,2%),.

[105] *In het geval van de Vaste Naderingroutes met de RNAV-trombone is voor twee andere richtingen gekozen juist om een goede vergelijking te maken.*

Appendix A2 Bepaling brandstofgebruik

Sample huidig verkeer Nederlands luchtruim

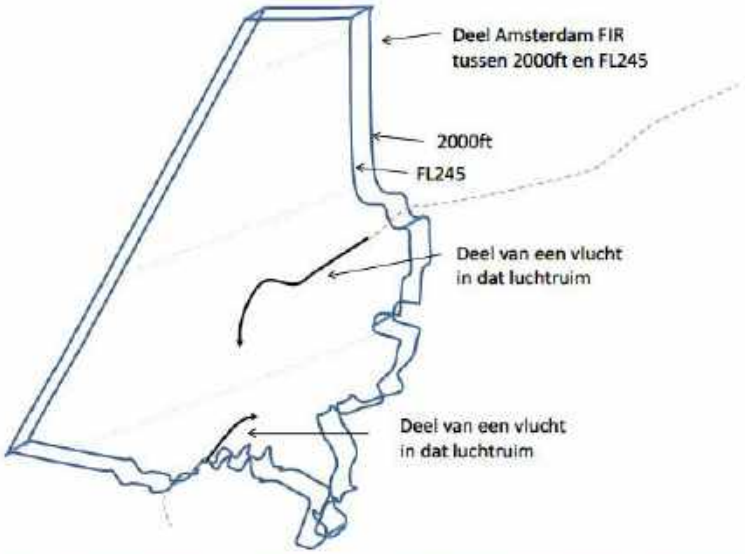
Voor het bepalen van de huidige operaties is gebruik gemaakt van trackdata van 1 juli tot en met 10 juli 2018, tussen 08:00 en 20:00 uur. Na opschoning van de data bleek het totaal aantal vliegbewegingen in deze sample een kleine 11.000. Voor elke van deze vluchten zijn een aantal karakteristieken verzameld:

- de lengte van het vliegpad binnen het Nederlands luchtruim (Amsterdam FIR) tussen 2000 voet en FL245 (24500 voet, ongeveer 7500 meter), opgedeeld in de lengte van dat vliegpad tussen 2000 voet en FL100 en de lengte van dat vliegpad tussen FL100 en FL245;
- de tijdsduur van de vlucht binnen het Nederlands luchtruim tussen 2000 voet en FL245, opgedeeld in de tijdsduur tussen 2000 voet en FL100 en de tijdsduur tussen FL100 en FL245;
- de hoogte van het punt waarin het Nederlands luchtruim tot FL245 wordt binnen- of uitgevlogen (dat is dus vaak FL245, maar soms ook lager).

Daarnaast is voor elke vlucht bijgehouden met welk vliegtuigtype het is uitgevoerd en welke Nederlandse luchthaven de bestemming of het vertrekpunt was.

Tabel A.1 De meest voorkomende vliegtuigtypes in het verkeerssample

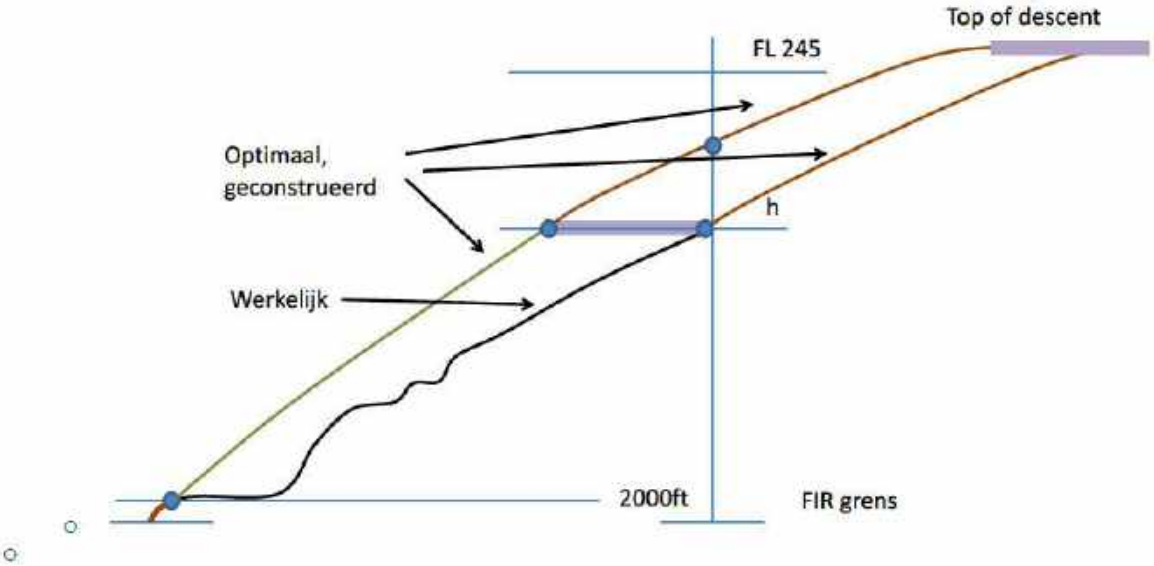
Boeing 737-800	22%	De Havilland Dash 8Q	2%
Embraer 190	13%	Boeing 787-9	2%
Airbus A320	10%	Boeing 777-300ER	2%
Boeing 737-700	7%	Boeing 737-900	2%
Airbus A319	7%	Boeing 777-200/ ER	2%
Embraer 175 (long wing)	7%	Boeing 747-400	2%
Airbus A330-300	3%	Airbus A320neo	2%
Airbus A321	3%	Airbus A330-200	2%



Figuur A.2 Indicatie van welke delen van een vlucht zijn meegenomen in het berekenen van het brandstofgebruik

Doorrekenen huidig verkeer

Voor elke vlucht zijn naast de werkelijke lengte van het gevlogen pad binnen het Nederlands luchtruim ook de lengte van het kortste pad en de lengte van het optimale pad bepaald. Het kortste pad is eenvoudig de rechte lijn (of eigenlijk: de cirkelboog) tussen het begin- en eindpunt. Het optimale pad is het kortste pad met een optimaal verticaal profiel, zoals bepaald uit BADA-gegevens [BADA]. Daarbij zijn eerst de begin- en eindhoogtes bepaald en is vervolgens voor die hoogtes en dat vliegtuigtype het pad geconstrueerd met een continu daal- of klimprofiel. Daarbij wordt aangenomen dat het gewicht van het vliegtuig nominaal is, dat er geen wind is en dat de omstandigheden overeenkomen met de standaardatmosfeer. Deze aannames komen niet overeen met de precieze situatie waarin de vlucht is uitgevoerd en dat maakt dat de schattingen grof zijn.



Figuur A.3 Beschouwd wordt een vlucht die over het kortste horizontale pad vliegt. Het hoogteprofiel van het relevante deel van de vlucht (tussen 2000 voet en FL245 en binnen het Nederlands luchtruim) is in zwart aangegeven ("werkelijk"). Onder enkele aannames (nominaal gewicht, geen wind en dergelijk) kan een optimaal hoogteprofiel geconstrueerd worden ("optimaal, geconstrueerd"). Het verschil van deze profielen kan als een horizontale afstand uitgedrukt worden (in paars aangegeven), die in het optimale geval op grote hoogte ("Top of descent") uitgevoerd had kunnen worden, maar in werkelijkheid op lagere hoogtes is uitgevoerd. Dit geeft een ruwe schatting van het optimale en het werkelijke brandstofgebruik en van de optimale en werkelijke duur van deze vluchtfase.

De vliegpaden zijn geanalyseerd aan de hand van drie hoogtebanden:

1. tussen 2000 voet en FI245;
2. tussen 2000 voet en FL100;
3. tussen FL100 en FL245.

Voor de werkelijk gevlogen vliegpaden zijn per hoogteband bepaald:

- de lengte van de vlucht binnen het Nederlands luchtruim;
- de tijdsduur dat het vliegtuig in Nederlands luchtruim heeft gevlogen;
- de lengte van het kortste pad (vanaf of tot het punt waar het Nederlands luchtruim tot FL245 wordt binnen- of uitgevlogen).

Vervolgens is het optimale verticale profiel geconstrueerd, gegeven het kortste pad, middels BADA, een nominaal gewicht aannemende. Voor deze geconstrueerde vliegpaden zijn per hoogteband bepaald:

- de lengte van de vlucht binnen het Nederlands luchtruim;
- het brandstof;
- de tijdsduur ervan.

Vervolgens is aan de hand van de gegevens over brandstofgebruik van vliegtuigtypes in [BADA] voor de verschillende hoogtebanden berekend:

1. de extra lengte van het echte pad ten opzichte van het kortste pad;
2. de extra gebruikte brandstof van het echte pad ten opzichte van het kortste pad;
3. de extra tijd van het echte pad ten opzichte van het kortste pad;
4. de extra lengte van het optimale pad ten opzichte van het kortste pad;
5. de extra brandstof van het optimale pad ten opzichte van het kortste pad;
6. de extra tijd van het echte pad ten opzichte van het kortste pad.

Op deze wijze kan worden geschat welke deel van het brandstofgebruik is toe te schrijven aan laterale en aan verticale inefficiënties met onderscheid tussen de hoogtebanden tussen 2000 voet en FL100 en tussen FL100 en FL245.

Verificatie

Deze berekeningen zijn geverifieerd door de berekende duur van de vluchten te vergelijken met de werkelijke duur van de vluchten. Daarbij bleek een grote consistentie, behalve voor de naderingen op Schiphol onder FL100. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat vliegtuigen daar relatief vaak snelheidsinstructies krijgen en doordat vliegtuigen daar relatief vaak met flap settings op 2000 voet vliegen en dat is in de geconstrueerde vliegpaden niet goed meegenomen. Om die reden zijn schattingen van het brandstofgebruik van naderingen op Schiphol vanaf FL100 door verticale inefficiënties inclusief snelheidsinefficiënties overgenomen van meer nauwkeurige berekeningen, voortkomend uit Fast Time en Real Time simulaties [SESAR-project PJ01 Enhanced Arrivals and Departures].

Extrapolatie naar de referentiesituatie in 2035

De berekening van het brandstofgebruik in de referentiesituatie in 2035 heeft een aantal tussenstappen. Eerst zijn schattingen gemaakt van het brandstofgebruik van de vluchten van en naar Lelystad Airport, aannemende dat deze vliegen volgens de procedures zoals gepubliceerd in het huidige AIP. Daarbij is aangenomen dat 58% van de vluchten van en naar sector 3 en 34% van de vluchten van en naar sector 2 vliegen, en dat deze vluchten representatief zijn voor alle vluchten op Lelystad Airport. Verder is aangenomen dat in 60% van de vluchten baan 23 wordt gebruikt en in 40% van de vluchten baan 05. Verder is aangenomen dat in de referentiesituatie in 2035 het naderende verkeer op Schiphol tussen 2000 voet en FL100 met 18% minder efficiënt wordt afgehandeld dan in de huidige situatie[106]. Tot slot zijn de geschatte hoeveelheden brandstof per vlucht vermenigvuldigd met het aantal vluchten in 2035 overdag.

Op basis van deze berekeningen zijn de volgende tussenresultaten afgeleid voor de referentiesituatie in 2035:

- Ongeveer 15% tot 25% van het totale brandstofgebruik is het gevolg van inefficiënties in de afhandeling van het commerciële luchtverkeer.
- Van deze brandstof-inefficiency is ongeveer 60% tot 70% het gevolg van laterale inefficiënties en ongeveer 30% tot 40% het gevolg van verticale inefficiënties.

[106] *Er is een verband tussen de vluchtefficientië en de verkeersdichtheid op het moment van de vluchtuitvoering. Het kwantitatieve verband is niet goed bekend. Er daarom, als eerste benadering, grof aangenomen dat het verband recht evenredig is Dat wil zeggen: omdat het verkeersaanbod in de inboundpiek in 2035 naar verwachting 18% hoger ligt dan in de huidige situatie, wordt verwacht dat de het genoemde verkeer dan ook 18% minder efficiënt vliegt.*

- Van de brandstof-inefficiency is ongeveer 20% tot 30% het gevolg van vertrekkende vluchten en ongeveer 70% tot 80% het gevolg van binnenkomende vluchten (waarbij wordt opgemerkt dat de verdeling van de totale hoeveelheden brandstof ligt in de orde van 65% tot 75% voor de vertrekkende vluchten en 25% tot 35% voor de binnenkomende vluchten).
- Van de totale brandstof-inefficiency is ongeveer 70% tot 80% het gevolg van de delen van de vluchten tussen 2000ft en FL100 en 20% tot 30% het gevolg van de delen van de vluchten vanaf FL100 tot FL245.
- Van de totale brandstof-inefficiency is voor ongeveer 80% tot 90% het gevolg van vluchten van en naar Schiphol ongeveer 10% tot 20% het gevolg van de vluchten van en naar Eindhoven Airport, Rotterdam The Hague Airport, Lelystad Airport, Groningen Airport Eelde en Maastricht Aachen Airport.

Bepaling van het effect van de alternatieven op het brandstofgebruik

Vervolgens is voor de verschillende alternatieven geschat tot welke toe- of afname van het brandstofgebruik die leiden in het jaar 2035 als percentage van het totale brandstofgebruik. Daarbij is uitgegaan van het volgende:

- Er is steeds uitgegaan van het continue inzetten van de functionaliteiten van het alternatief overdag. De nachtvluchten zijn daarbij steeds buiten beschouwing gelaten omdat aangenomen wordt dat deze in de referentiesituatie op min of meer dezelfde wijze worden afgehandeld als in de alternatieven.
- Er is steeds uitgegaan van de nominale situatie, dus zonder grote verstoringen als het sluiten van een luchthaven, systeemuitval of overbelasting.
- Er is bij de naderingbuizen en de vaste naderingsroutes uitgegaan van laterale paden die behoorlijk dicht tegen het optimum aanliggen.
- Bij *Naderen via een stelsel van vaste Routepunten*, *Gates* en *CTA* is uitgegaan van drukke periodes, waarbij in de orde van 30 tot 35 vluchten per uur per naderingspunt worden afgehandeld (zie ook paragraaf 11.10 over Capaciteit, waar de gevraagde capaciteit bij de naderingspunten op 34 naderingen per uur wordt gesteld).
- Er is bij *Free route Airspace (FRA)* vanuit gegaan dat de extra track miles die in de referentiesituaties als gevolg van horizontale pad-inefficiënties tussen FL100 en FL245 gevlogen worden in de orde van 90% gereduceerd worden. Een reductie van 100% is niet haalbaar doordat de paden voldoende gesepareerd moeten blijven van de gebieden met de stelsels van vaste routepunten, de transitvluchten en de andere FRA-vluchten.
- Er is bij *Meer SIDs per baan* van uitgegaan dat gemiddeld over alle relevante vertrekken 2NM langer wordt gevlogen dan in de referentiesituatie omdat een tweede vertrekroute onvermijdelijk tot enig omvliegen leidt.

Beoordelingsschaal

Bij de beoordeling van de effecten op de klimaat gerelateerde emissies is zijn de volgende indicaties gebruikt:

++: een afname van het totale brandstofgebruik van 3% tot 8%;
+ : een afname van het totale brandstofgebruik van 1% tot 3%;
0: een verschil in brandstofgebruik tussen -1% en 1% van het totaal;
- : een toename van het totale brandstofgebruik van 1% tot 3%;
- -: een toename van het totale brandstofgebruik van 3% tot 8%.

Appendix A3 Bepaling luchtkwaliteit

De benodigde brongegevens voor beschouwing van luchtvaartemissies en het effect daarvan op de lokale luchtkwaliteit zijn voor wat betreft stikstofdioxide, fijnstof en koolwaterstoffen afkomstig uit de ICAO emission databank [EASA emission]. Deze database bevat onder andere informatie over de brandstofstroom en emissies van stikstofoxiden, koolwaterstoffen, koolmonoxide en zogeheten “smoke numbers” bij verscheidene motorvermogens. Deze emissies zijn gemeten tijdens de motorcertificatie; een proces dat voor elke grotere motor (met een zogeheten rated output boven 26,7 kN) in gebruik in de burgerluchtvaart verplicht wordt doorlopen. Daarbij wordt opgemerkt dat het meten en rekenen aan fijnstof (PM2,5 en PM10) nog beperkingen heeft en dat de certificatie van fijnstof-waarden pas vanaf 1 januari 2020, en voor de nieuwere motoren, direct worden opgenomen in de motoremissiedatabase. Voor die datum werd het zogenaamde Smoke Number bepaald waarna met een aantal empirisch afgeleide regels (een indicatie van) de fijnstofemissies kon worden bepaald. Ultrafijnstof wordt niet gemeten tijdens het ICAO-motorcertificatieproces, hetgeen betekent dat de (directe) uitstoot van ultrafijnstof van vliegtuigen in de praktijk niet of nauwelijks kan worden bepaald.