

# Quickscan luchtruim

# Quickscan luchtruim

## Inleiding

De voorliggende quickscan geeft informatie over onderwerpen die van belang zijn voor de geplande luchtruimherziening in Nederland. Het hoofddoel van de quickscan is om de lezer die op enige afstand staat van dit onderwerp, inzicht te geven in de diverse facetten en onderwerpen in relatie tot luchtruim en luchtruimgebruik. Het pretendeert niet om volledig te zijn. Het is met name bedoeld om karakteristieke elementen te duiden van het Nederlandse luchtruim en landen om ons heen, in relatie tot de verkeersafhandeling van de belangrijkste luchthavens.

Enkele relevante onderwerpen worden nader toegelicht zoals veiligheid, civiel-militair luchtruimgebruik, satellietnavigatie en duurzaamheid. Ook duidt het overeenkomsten en verschillen tussen enkele belangrijke luchthavens zoals bijvoorbeeld Londen Heathrow en Frankfurt enerzijds, en Schiphol anderzijds. De quickscan is daarmee een informatief kennisdocument, geen beleidsdocument.

## Achtergrond

De quickscan is opgesteld door MovingDot in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. De situatie in Nederland is vergeleken met die in België, Duitsland, Denemarken en het Verenigd Koninkrijk. Voor de quickscan is gebruik gemaakt van publiek beschikbare informatie en van interviews met (operationele) experts op gebied van luchtruim en luchtverkeersleiding. Waar nodig is de informatie geabstraheerd en zijn nuances weggelaten om het overzicht te behouden en de leesbaarheid te vergroten.

Versie 1.0  
12 december 2018

Deze quickscan is opgesteld door MovingDot in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

MovingDot is een onafhankelijk adviesbureau gespecialiseerd in luchtverkeersleidingsvraagstukken.

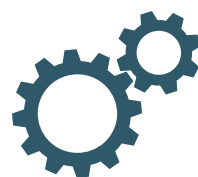
## Inhoudsopgave

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Leeswijzer</b>  | <b>3</b>  |
| <b>Uitleg over luchtruim</b>                                 | <b>4</b>  |
| Ontwikkeling van het Nederlandse luchtruim                   | 5         |
| Luchtruimindeling  | 6         |
| Luchtverkeersleiding in Nederland                            | 7         |
| Indeling van gecontroleerd luchtruim                         | 8         |
| Militaire luchtvaart & general aviation                      | 9         |
| <b>Facts &amp; Figures</b>                                   | <b>10</b> |
| Civiele luchtverkeersdienstverleners                         | 11        |
| Luchthavens  | 12        |
| <b>Geoptimaliseerde netwerkdiensten</b>                      | <b>13</b> |
| Multi-airport operaties                                      | 14        |
| Civiel en militair gecontroleerd luchtruim                   | 15        |
| <b>Concepten luchtverkeersdienstverlening</b>                | <b>16</b> |
| Performance Based Navigation                                 | 17        |
| Huidige naderingsconcepten                                   | 18        |
| Stabiele en voorspelbare verkeersstromen                     | 19        |
| <b>Duurzaamheid</b>  | <b>20</b> |
| Geluid & Emissies  | 21        |
| Continuous Descent Approaches                                | 22        |
| Ontvlechten van verkeersstromen bij continuous climb/descent | 23        |
| Free Route Airspace  | 24        |
| <b>Afkortingen</b>   | <b>25</b> |
| <b>Factsheet Nederlands luchtruim</b>                        | <b>26</b> |

# Leeswijzer

De quickscan is ingedeeld in vijf thema's. Deze thema's geven geen vooruitblik of advies van toepassing op de toekomstige herinrichting van het luchtruim, maar geven inzicht in de huidige situatie in Nederland en onze buurlanden. Het thema veiligheid is integraal meegenomen en is uitgangspunt voor alle onderwerpen, zowel in ontwerp als uitvoering. De thema's **Geoptimaliseerde netwerkdiensten** en **Concepten Luchtverkeersdienstverlening** zijn tevens *key features* in Europees verband, via het Single European Sky ATM Research (SESAR).

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| Uitleg over luchtruim                  |  | Luchtruimindeling en luchtverkeersleiding zijn nauw met elkaar verbonden. Begrip over de huidige situatie ten aanzien van beide aspecten vormt essentiële achtergrondinformatie voor de luchtruimherziening. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontwikkeling van het Nederlandse luchtruim</li> <li>• Luchtruimindeling</li> <li>• Luchtverkeersleiding in Nederland</li> <li>• Indeling van gecontroleerd luchtruim</li> <li>• Militaire luchtvaart &amp; general aviation</li> </ul> |
| Facts & Figures                        |  | Kengetallen zoals aantal dienstverleners, vluchtbewegingen en gemiddelde luchthavenvertraging helpen om een beeld te vormen over de complexiteit van het Nederlandse luchtruim.                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Civiele luchtverkeersdienstverleners</li> <li>• Luchthavens</li> </ul>   |
| Geoptimaliseerde netwerkdiensten       |  | Geoptimaliseerde netwerkdiensten worden ingezet om de schaarse hoeveelheid luchtruim zo effectief mogelijk te verdelen over alle gebruikers.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multi-airport operaties</li> <li>• Civiel en militair gecontroleerd luchtruim</li> </ul>   |
| Concepten Luchtverkeersdienstverlening |  | Geavanceerde luchtverkeersdienstverlening is nodig om optimaal gebruik te kunnen maken van het beschikbare luchtruim.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Performance Based Navigation</li> <li>• Huidige naderingsconcepten</li> <li>• Stabiele &amp; voorspelbare verkeersstromen</li> </ul>   |
| Duurzaamheid                           |  | Voor een duurzaam luchtruim(gebruik) zijn, naast dat er specifieke beleidskeuzes nodig zijn, verschillende luchtverkeersdienstverleningsconcepten voorhanden.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissies &amp; Geluid</li> <li>• Continuous Descent Approaches</li> <li>• Ontvlechten van verkeersstromen bij continuous climb/descent</li> <li>• Free Route Airspace</li> </ul>   |



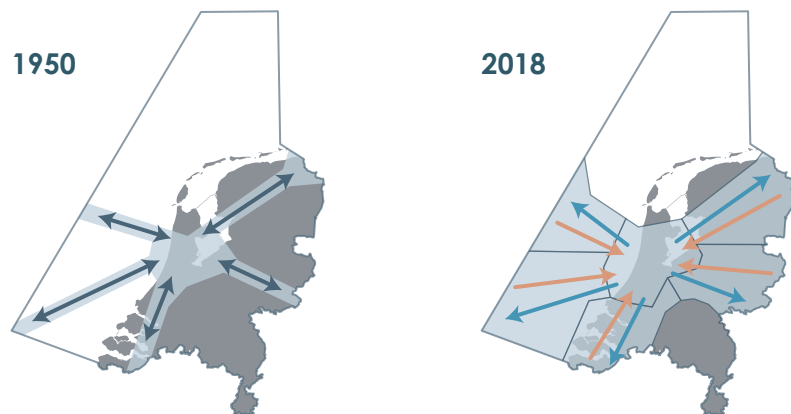
# Uitleg over luchtruim

# Ontwikkeling van het Nederlandse luchtruim

De huidige indeling van het Nederlandse luchtruim is niet altijd geweest zoals nu. De inrichting van het luchtruim heeft zich door de jaren heen ontwikkeld. Deze ontwikkeling werd niet ingegeven door een top down visie, maar bottom up vanuit een groeiende en technisch veranderende operationele behoefte. Zo deden in de zestiger jaren straalvliegtuigen hun intrede en vroeg de militaire dreiging in die tijd veel militaire vliegtuigen en luchtruim. Deze ontwikkeling is niet uniek voor Nederland, maar heeft een vergelijkbaar proces doorlopen in andere landen. De belangrijkste drijfveren voor de ontwikkeling van het luchtruim zijn veiligheid en afhandelingscapaciteit.

In de tweede helft van de vorige eeuw (135.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol in 1970) was het afhandelingsstelsel wezenlijk eenvoudiger dan nu en volgde het luchtverkeer zogenaamde luchtwegen. Deze werden gebruikt door zowel aankomend als vertrekkend verkeer. Om die aankomende en vertrekkende verkeersstromen veilig te laten verlopen vlogen de vliegtuigen oostelijk op even vlieghoogten en westelijk op oneven vlieghoogten.

De capaciteit van dit systeem bleek bij een groeiend verkeersaanbod onvoldoende. Ook het complexe banenstelsel op Schiphol en de verkeersgroei op andere Nederlandse vliegvelden zorgden voor een zwaardere belasting. Er is toen gekozen voor aanpassingen waarbij inbound en outbound verkeersstromen werden gescheiden. Mede hierdoor werd de veiligheid vergroot en de capaciteit van het luchtruim verdubbeld. Deze werkwijze, die nog steeds wordt gebruikt, vroeg echter aanzienlijk meer luchtruim.



## Veiligheid

Het waarborgen van de veiligheid van passagiers en mensen op de grond is het uitgangspunt bij de vluchtuitvoering en verkeersbegeleiding van vliegtuigen. Daarom is veiligheid, zowel in de operationele processen als bij de ontwikkeling van veranderingen, een continu punt van aandacht. Veranderingen in het luchtruim zullen altijd moeten voldoen aan stringente nationaal en internationaal vastgestelde veiligheidseisen en aan het, door de overheid vastgestelde, veiligheidsniveau. Binnen dit vastgestelde veiligheidskader kan vervolgens gewerkt worden aan vergroting van de capaciteit, verbetering van de economische kwaliteiten zoals flight efficiency en kostenreductie, optimalisatie van milieueffecten en reductie van operationele complexiteit.

## Segregatie van luchtruimgebruikers

Om de militaire luchtvaart, naast het groeiende civiele luchtverkeer, veilig te laten opereren was het luchtruim voor militair gebruik en voor de recreatieve luchtvaart fysiek gescheiden van de belangrijkste civiele verkeersstromen. In de Nieuw Milligen TMA's daarentegen wordt een mix van civiel, recreatief, UAV (drones) en militair verkeer toegepast. De segregatie ten opzichte van de genoemde civiele verkeersstromen van groothandelsverkeer van en naar de grote (inter)nationale luchthavens is jarenlang de oplossing geweest om deze veilig naast het overige luchtruimgebruik te laten opereren. Bij meer vliegbewegingen op de luchthavens en veranderende oefeningen voor de militaire luchtvaart (F35, drones etc.) wordt deze segregatie steeds meer als knellend ervaren. Dit concept is onvoldoende flexibel. Verdergaande integratie van luchtruimgebruik, afgestemd op de operationele behoeften van de luchtruimgebruikers, levert extra flexibiliteit op (zie ook pagina 15).

## Vliegprofielen van nieuwe vliegtuigen

Inmiddels is de performance van de nieuwe vliegtuigen, die bijvoorbeeld aanzienlijk sneller kunnen klimmen dan vroeger, dermate verbeterd dat de huidige luchtruimstructuur niet meer aansluit op de optimale vliegprofielen. Dit resulteert in complexere operaties en heeft

# Luchtruimindeling

Vanwege de uiteenlopende behoeftes van de luchtruimgebruikers en met het oog op veiligheid is het luchtruim zowel lateraal als verticaal ingedeeld in stukken met bijbehorende regels en voorwaarden.

## Flight Information Region

Luchtruim is verdeeld in **Flight Information Regions (FIRs)**. Staten zijn verantwoordelijk voor de luchtverkeersdienstverlening in hun **FIR** en daarmee dus ook voor welk niveau van dienstverlening wordt geboden aan vliegers. Een groot land kan haar luchtruim in meerdere FIRs verdeeld hebben. Nederland beschikt alleen over één FIR: de Amsterdam FIR.



## Luchtruimclassificatie

Luchtruimclassificatie wordt bepaald door het aantal bewegingen, de mix van verkeer, de infrastructuur, de beoogde capaciteit en het vereiste veiligheidsniveau. Hoe hoger de classificatie, hoe hoger het vereiste niveau van dienstverlening en de uitrustings-eisen van de vliegtuigen die daar opereren.

Zo is er ongecontroleerd luchtruim klasse 'G' en zijn er diverse vormen van gecontroleerd luchtruim. Hiervan is klasse 'A' de hoogste klasse. Hoe hoger de luchtruimklasse hoe meer eisen aan de gebruiker en hoe hoger de dienstverlening.



## Militair beheerd luchtruim

Militair beheerd luchtruim is luchtruim dat door Commando Luchtstrijdkrachten (CLSK) wordt beheerd en bediend. Grote delen van het militair gebruikte luchtruim zijn open voor civiel verkeer. Veel civiel verkeer in Nederland vliegt in militair beheerd luchtruim en wordt dus af-

gehandeld door militaire luchtverkeersleiders. Op tijden dat defensie geen gebruik maakt van het gesegregeerde luchtruim, kunnen deze volumes aan de civiele luchtverkeersdienstverlener beschikbaar worden gesteld.

## VFR & IFR

Visual Flight Rules (VFR) zijn vliegvoorschriften voor het navigeren op zicht. Hiervoor gelden wettelijk bepaalde weersomstandigheden. Buiten deze wettelijke bepaalde slechtere weersomstandigheden mag alleen met behulp van instrumenten genavigeerd worden. Dit valt onder Instrument Flight Rules (IFR).

Recreatieve luchtvaart vliegt vaak VFR en maakt regelmatig gebruik van ongecontroleerd luchtruim. Groot handelsverkeer en business aviation vliegen vrijwel altijd IFR en meestal in gecontroleerd luchtruim.

# Luchtverkeersleiding in Nederland



**Tower control (TWR)**  
Lokale verkeersleiding



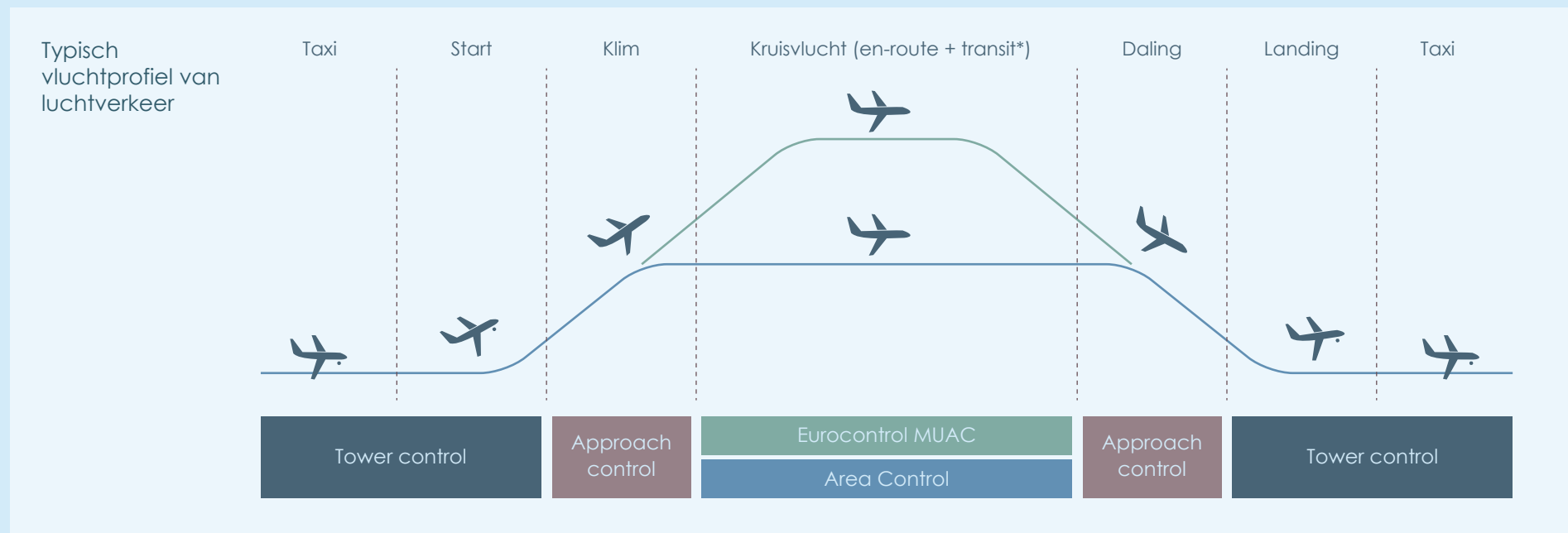
**Approach control (APP)**  
Vertrekkend en naderend verkeer



**Area Control (ACC)**  
Kruisvluchten tot 7,5 km hoogte



**Eurocontrol MUAC**  
Kruisvluchten vanaf 7,5 km hoogte voor de Benelux en delen van Duitsland



\*Naar bestemming of militair oefengebied

# Indeling van gecontroleerd luchtruim

Verticale indeling van gecontroleerd luchtruim in Nederland

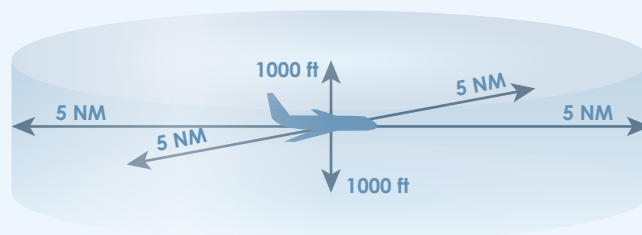


## Separatie

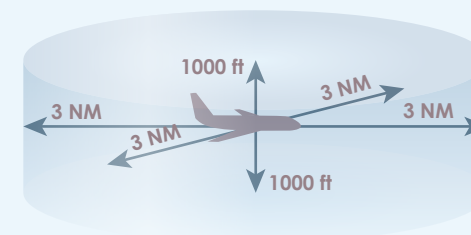
In gecontroleerd luchtruim moet voor de veiligheid zowel horizontaal als verticaal ruimte tussen vliegtuigen gehandhaafd worden om botsingen te voorkomen. Deze tussenruimte noemt men **separatie**.

De separatiestandaard verschilt per situatie en is onder andere afhankelijk van de nauwkeurigheid van gebruikte luchtverkeersleidingsapparatuur en vliegtuigtypen. Hiernaast zijn voorbeelden van radarseparatiestandaarden te zien. Bij een veilige operatie wordt gewaarborgd dat deze ruimten vrij blijven van ander verkeer.

1 NM is 1,852 km



Area control



Approach control



# Militaire luchtvaart & general aviation

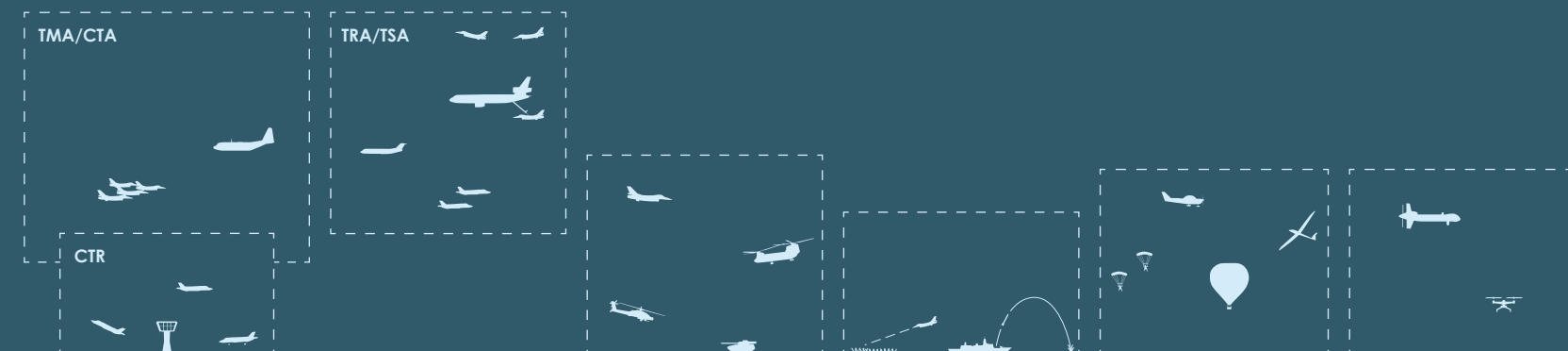
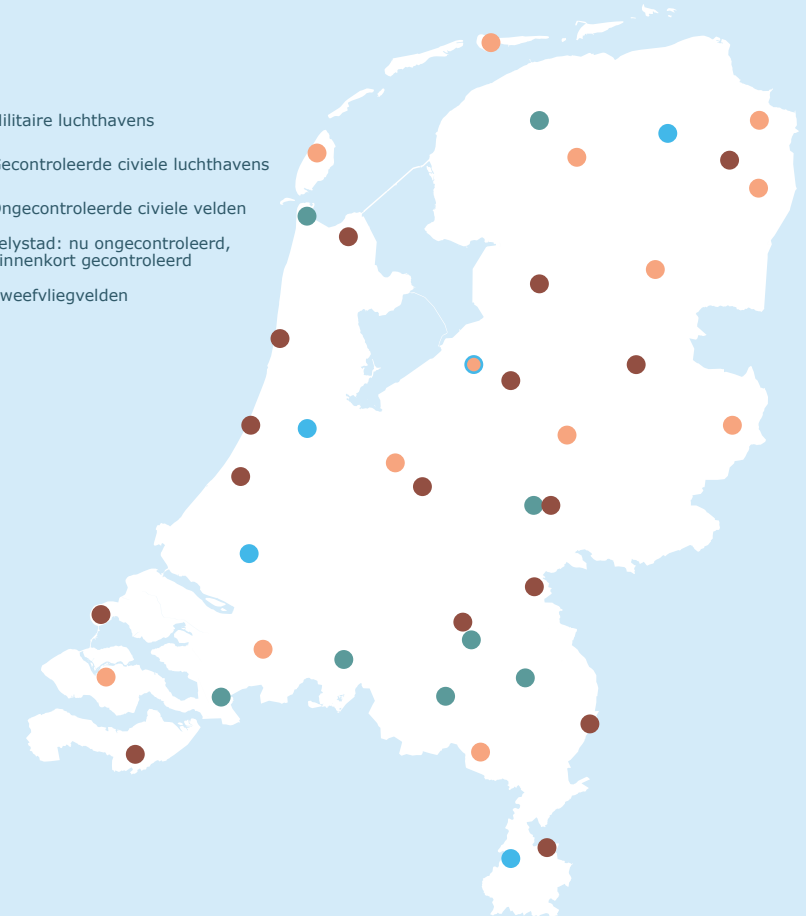
Het Nederlandse luchtruim kent een grote diversiteit aan gebruikers. Twee grote gebruikers zijn de civiele commerciële luchtvaart en het ministerie van Defensie dat naast luchtvaart ook andere activiteiten ontplooid die een beslag op het luchtruim leggen zoals schietgebieden voor de Koninklijke Landmacht en de Koninklijke Marine. Bij zowel de commerciële luchtvaart als bij de militaire luchtvaart maakt het luchtruimgebruik deel uit van het planningsproces.

Luchtvaartmaatschappijen maken bijvoorbeeld gebruik van een zomer- en een winterschema waarin de vluchten ruim van tevoren worden ingepland. Defensie kent een jaarlijks oefenprogramma waarin op hoofdlijnen de grote beslaglegging van luchtruim is opgenomen. Daarbij is het voor defensie van belang dat er de nodige flexibiliteit bestaat om ad hoc opdrachten en de voorbereiding daarvoor, beschikbaarheid van middelen en weersinvloeden op te vangen. Gebaseerd op een noodzakelijk

veiligheidsniveau bestaat de noodzaak om bepaalde activiteiten te segregeren van de overige activiteiten. Dat gebeurt bijvoorbeeld door de luchtruimclassificatie van specifiek deel van het luchtruim (classificatie A sluit bijvoorbeeld VFR luchtverkeer uit) als door het instellen van gesegregeerde gebieden (o.a. Temporary Segregated Area's) dan wel tijdelijke gebieden met beperkingen voor zowel civiele als militaire activiteiten waarbij een luchtruimdeel tijdelijk en onder voorwaarden wordt toegewezen aan een groep exclusieve gebruikers

De nuance in behoeften tussen gebruikers maakt de inrichting van het luchtruim soms tot een uitdaging. Ook heeft het Nederlandse luchtruim een enorme variatie aan andere, kleinere gebruikers. Dit maakt de uitdaging nog groter. De zogeheten General Aviation bestaat onder meer uit sportvliegers, zoals klein motorisch verkeer, zweefvliegers, ballonvaart, parachutespringers en ultra-lights. Daarnaast zijn er politie en ambulancevluchten, modelvliegen en drones.

- Militaire luchthavens
- Gecontroleerde civiele luchthavens
- Ongecontroleerde civiele velden
- Lelystad: nu ongecontroleerd, binnenkort gecontroleerd
- Zweefvliegvelden



Militaire luchtvaart en-route & transit

Militaire oefeningen air-to-air

Militaire oefeningen air-to-ground

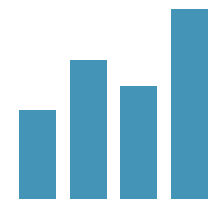
Militaire oefeningen schietgebieden

General aviation

Drones & Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)

## Drones

Het gebruik van drones is een ontwikkeling die steeds meer aandacht vraagt. Het betreft zowel militaire toepassingen als civiel en recreatief gebruik. Op dit moment wordt gewerkt aan Europese richtlijnen voor een verdergaande integratie van drones in het luchtruim in combinatie met het overige luchtruimgebruik.



# Facts & Figures

# Civiele luchtverkeers- dienstverleners

Flight Information Regions van de omliggende landen

## London

 **2.000.000**

 Upper: **NATS**  
Lower: **NATS**

 Upper: **0,16**  
Lower: **0,16**

NATS is volledig geprivatiseerd en is ook in het buitenland actief op het gebied van verkeersleiding en consultancy

Naast NATS zijn er 50+ kleine luchtverkeersdienstverleners actief, voornamelijk op de kleinere luchthavens


## Koebenhavn

 **570.000**

 Upper: **Naviair**  
Lower: **Naviair**

 Upper: **0**  
Lower: **0**

## Bremen & Langen

 **2.622.000**

 Upper: **MUAC** (Hannover sector)  
Lower: **DFS**


 Upper: **0,39**  
Lower: **0,76**

DFS is volledig geprivatiseerd en is ook in het buitenland actief op het gebied van verkeersleiding en consultancy

Naast DFS zijn er andere luchtverkeersdienstverleners actief, voornamelijk op de kleinere luchthavens

## Amsterdam


 **1.296.000**

 Upper: **MUAC** (DECO sector)  
Lower: **LVNL**




 Upper: **0,43**  
Lower: **0,30**

## Brussel

 **1.499.000**

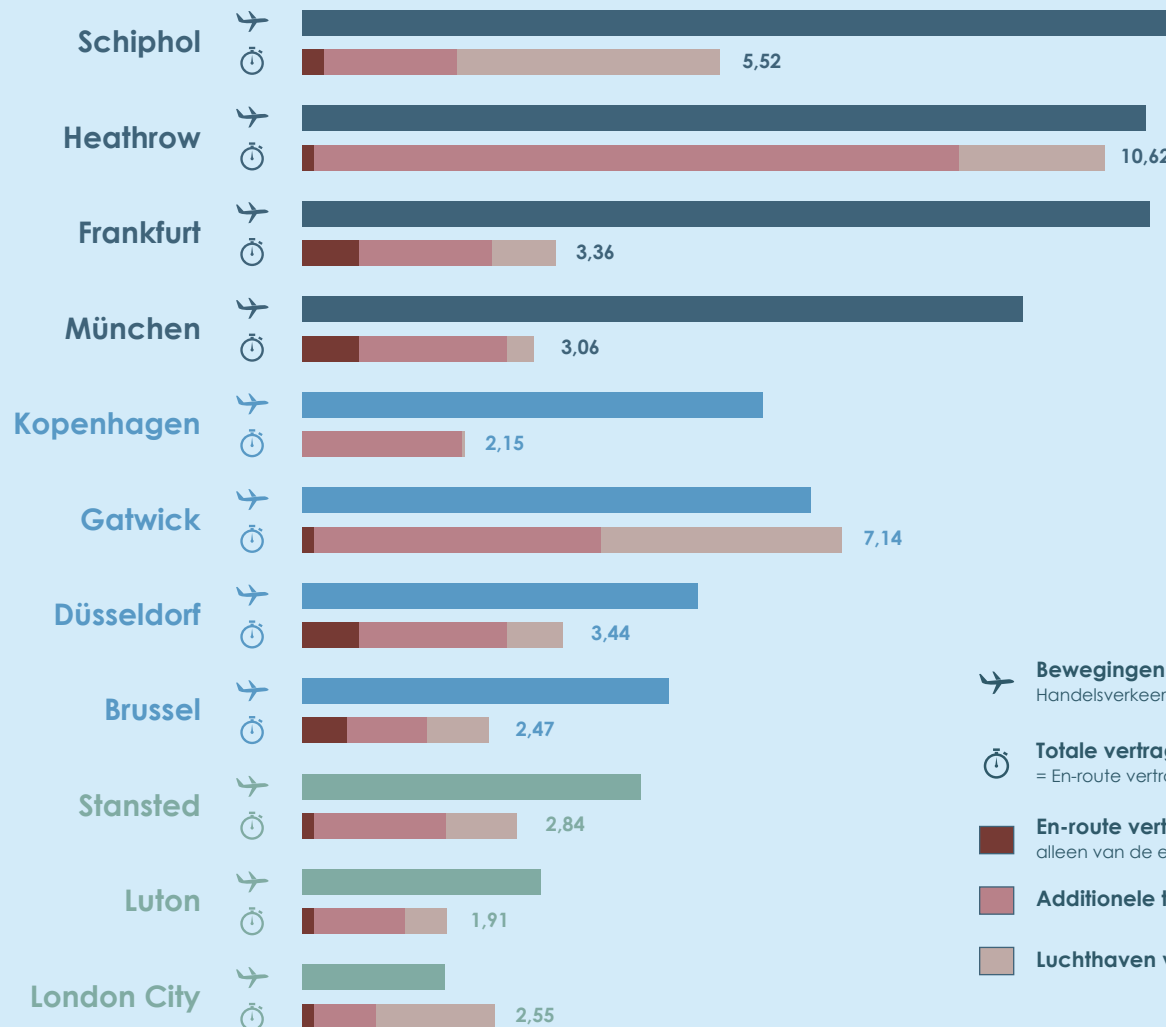
 Upper: **MUAC** (Brussels sector)  
Lower: **Skeyes** (Belgocontrol)

 Upper: **1,03**  
Lower: **0,59**

-  **Bewegingen per jaar in het luchtruim**
-  **Luchtverkeersdienstverlener**
-  **Gemiddelde en-route ATFM vertraging per vlucht [minuten]**

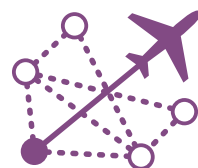
Bron: EUROCONTROL - Performance Review Unit (PRU), 30 May 2018 v.1.0

# Luchthavens



- Bewegingen per jaar**  
Handelsverkeer + General Aviation (GA)
- Totale vertraging [minuten]**  
= En-route vertraging + Additionele tijd in TMA + Luchthaven vertraging
- En-route vertraging**  
alleen van de eerst aansluitende adjacent centre
- Additionele tijd in TMA**
- Luchthaven vertraging**

Bron: EUROCONTROL - Performance Review Unit (PRU), 30 May 2018 V.1.0



# Geoptimaliseerde netwerkdiensten

# Routeontwerp voor multi-airport operaties

Als luchthavens relatief dichtbij elkaar liggen kan dat leiden tot afhankelijkheden. In Nederland is dat onder andere het geval voor de luchthavens Schiphol, Rotterdam, Eindhoven en Lelystad. Zo is het baangebruik van Rotterdam mede afhankelijk van dat op Schiphol. Via een integraal ontwerp kunnen de afhankelijkheden tussen verkeersstromen zoveel mogelijk worden beperkt.

Zowel in Nederland als in het buitenland worden de onderstaande oplossingsrichtingen gebruikt. Voorbeelden in het buitenland zijn Frankfurt, Londen en Parijs.

## Leg routes **naast elkaar**

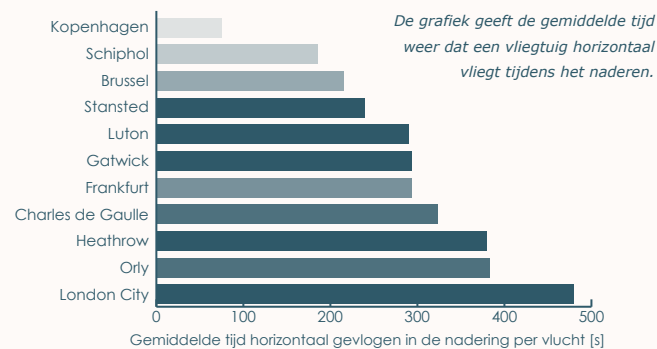
- laterale oplossing

- Flexibiliteit dalprofielen wordt behouden
- Vluchtafstand wordt langer
- Niet altijd mogelijk wegens ruimtegebrek
- Voorkeur boven verticaal scheiden

## Leg routes **boven elkaar**

- verticale oplossing

- Wanneer lateraal scheiden niet (volledig) mogelijk is
- Vaak lange horizontale vluchtsegmenten (zie grafiek)
- Nadelig voor brandstofverbruik
- Negatief voor CO<sub>2</sub>-uitstoot
- Geluidsoverlast bij lage segmenten



Bron: EUROCONTROL - Performance Review Unit (PRU), 30 May 2018 V.1.0

## Benut ruimte effectiever met geavanceerde concepten

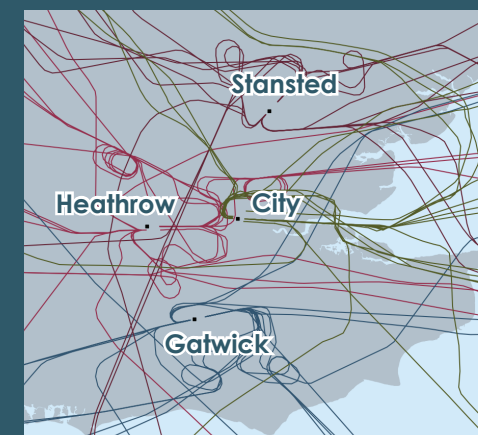
- Meer nauwkeurige **Performance Based Navigation (PBN)**  
- routes kunnen hierdoor veilig dicht bij elkaar worden ontworpen
- Doorontwikkeling van de **Arrival Manager (AMAN)** en **4D navigatie**  
- verkeer wordt evenwichter en beter gepland over luchtruim verdeeld

## Routeontwerp in de London TMA

De huidige operationele situatie in Londen vertoont enige gelijkenis met de situatie rondom Schiphol, zij het met zes luchthavens in een enkele Terminal Control Area (TMA). Het naderingsgebied van Londen (London TMA) is ongeveer even groot als het Nederlandse luchtruim. Daarom is de luchtruimproblematiek enigszins vergelijkbaar met die in Nederland.

Als voorbeeld enkele keuzes die voor de London TMA zijn gemaakt:

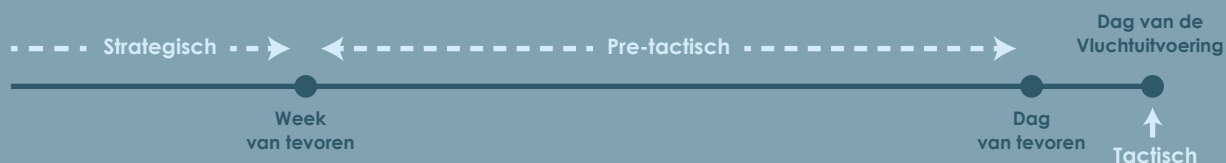
- Routes van en naar Gatwick ten zuiden van Heathrow
- Routes van en naar Stansted ten noorden van Heathrow
- Gatwick verkeer onder Heathrow verkeer door (waar een horizontale oplossing niet mogelijk was)
- Stansted verkeer over Heathrow verkeer heen (waar een horizontale oplossing niet mogelijk was)
- London City verkeer vliegt in vrijwel elke richting relatief lang laag



# Civiel en militair gecontroleerd luchtruim



## Planningsfasen voor Flexible Use of Airspace



## Flexible Use of Airspace

Het concept om luchtruim naar de behoefte van het verkeer in te stellen heet Flexible Use of Airspace, ook wel FUA. Militaire en civiele organisaties hebben de behoefte om het luchtruim tijdelijk anders te gebruiken/in te delen.

## Cross-border Training Area's

Een van de manieren om grotere militaire oefengebieden te creëren is het instellen van oefengebieden samen met de buurlanden: cross-border training area's (CBAs). Dit vergt een gezamenlijke ontwikkeling van Flexible Use of Airspace (FUA) op alle niveaus door de betreffende (buur)landen.

## Gevechtsleiding

Voor de dienstverlening aan militaire luchtvaart wordt onderscheid gemaakt in luchtverkeersleiding en luchtgevechtsleiding. Luchtverkeersleiding voor militaire luchtvaart is grotendeels gelijk aan de dienstverlening voor civiele luchtvaart. Daarom wordt in verschillende landen op dit gebied samengewerkt tussen de militaire en civiele dienstverleners. De samenwerking varieert van werkafspraken tot volledige integratie inclusief

luchtgevechtsleiding. Luchtgevechtsleiding wordt in alle landen uitsluitend door militaire entiteiten verzorgd, vanaf de grond, vanuit de lucht en vanaf schepen. Dit betreft het ondersteunen van vliegtuigen in militaire oefengebieden, maar ook het begeleiden van militaire vluchten in bijzondere situaties zoals de interceptie van een niet-geïdentificeerde vlucht.



# Concepten Luchtverkeersdienstverlening



# Performance based navigation

Performance Based Navigation (PBN) is een concept dat gebruik maakt van satellietssystemen om routes te vliegen. In dit concept zijn vliegtuigen niet gebonden aan conventionele navigatiebakens en in staat nauwkeuriger te navigeren. PBN kan gebruikt worden om meer directe routes te definiëren. Met de juiste apparatuur aan boord kunnen de vliegtuigen deze routes

nauwkeuriger volgen. Toepassing van PBN is een randvoorwaarde om rotestructuren efficiënter te kunnen plaatsen waardoor op het luchtruim een beperkter beslag wordt gelegd. Ook kunnen duurzamere routes ontworpen worden, zonder dat de veiligheid in het geding is. PBN is onderdeel van de key features van Single European Sky ATM Research (SESAR).



## PBN niveaus

Er zijn verschillende niveaus van PBN. Hoe hoger het niveau, hoe nauwkeuriger de routes gevlogen worden en hoe meer mogelijkheden er zijn om routesegmenten te definiëren. Routes met een vaste bochtstraal kunnen bijvoorbeeld niet met het laagste PBN niveau worden gerealiseerd, en ook niet door alle vliegtuigen met een midden PBN niveau. Een hoger PBN-niveau stelt hogere eisen aan zowel de vliegtuigapparatuur als de training van de vliegers.

Indicatieve beschrijving van PBN niveaus

**Laag PBN niveau**

bijvoorbeeld een nauwkeurigheid van **5 NM**

**Midden PBN niveau**

bijvoorbeeld een nauwkeurigheid van **1 NM**

**Hoog PBN niveau**

bijvoorbeeld een nauwkeurigheid van **0.1 NM**

1 NM is 1,852 km



Uitrustingspercentages commerciële vluchten



**Laag PBN niveau**



**Midden PBN niveau**



**Hoog PBN niveau**

Bron: EUROCONTROL quarterly report - 2018 Q2: "GNSS and PBN aircraft equipment and capabilities in Europe" Publicatiedatum: augustus 2018

# Huidige naderingsconcepten

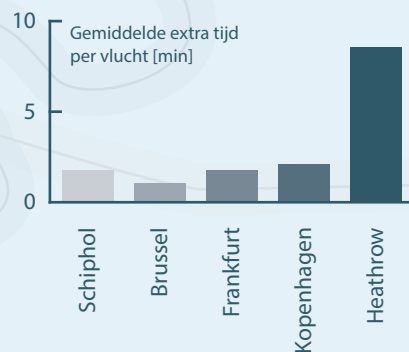
Omdat Schiphol een hub-luchthaven is en het verkeersaanbod wordt gekenmerkt door afwisselende pieken met aankomend en vertrekkend verkeer, is de luchtverkeersdienstverlening gericht op het leveren van een zo hoog mogelijke piek uurcapaciteit. Om dit mogelijk te maken worden flexibele vectorpatronen gebruikt. De ontwikkeling van Speed And Route Advisories (SARA) gaat hierbij ondersteunen. Op dit moment worden speed advisories al toegepast.

Heathrow heeft de hele dag door een constant hoog verkeersaanbod. Hiervoor is een stabiele operatie gewenst. NATS heeft hierbij gekozen voor een afhandeling via de holdings.

London Heathrow

## Extra tijd in de Terminal Control Area (TMA)

Gemiddelde extra tijd per vlucht [min]



De grafiek laat zien dat vanwege het veelvoudig inzetten van holdings, verkeer naar Heathrow significant langer in de TMA vliegt in vergelijking met luchthavens waar meer met vectoren wordt gestuurd.

Bron: EUROCONTROL - Performance Review Unit (PRU), 30 May 2018 V.1.0

## Flexibele vectorpatronen

- Minder geluidsoverlast
- Minder CO2-uitstoot
- Lager brandstofverbruik
- Minder vertraging
- Route onvoorspelbaar
- Vraagt veel luchtruim

De verkeersleider geeft route- en snelheidsinstructies om vliegtuigen vanuit verschillende richtingen samen te vlechten tot een efficiënte verkeersstroom naar de baan. De instructies zijn afhankelijk van de geldende verkeerssituatie en daardoor variabel.



## Holdingspatronen

- Geluidsoverlast onder wachtgebied
- Meer CO2-uitstoot
- Hoger brandstofverbruik
- Meer vertraging
- Route voorspelbaar
- Vraagt weinig luchtruim

Verkeer wordt naar een wachtgebied gestuurd waar het een standaard holdingspatroon volgt. Het verkeer wordt zo in een klein gebied boven elkaar gestapeld en in de wacht gehouden. Eén voor één worden vliegtuigen uit het wachtgebied gehaald om een efficiënte verkeersstroom naar de baan te vormen.

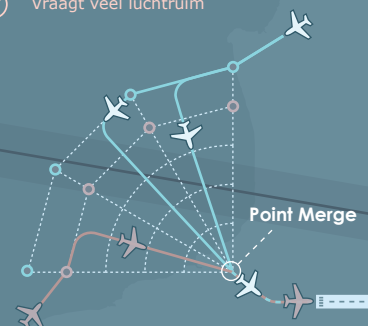


## Point Merge

- Geluid wordt meer verspreid
- Minder CO2-uitstoot
- Lager brandstofverbruik
- Minder vertraging
- Route voorspelbaar
- Vraagt veel luchtruim

Verkeer wordt naar een samenvoeggebied geleid, waar vliegtuigen routes volgen op een vaste afstand van een samenvoegpunt (**point merge**). De verkeersleider vlecht het verkeer samen door de vliegtuigen op een geschikt moment van de routes af te halen en naar het samenvoegpunt te sturen.

Waar: Parijs, London City, en Dublin

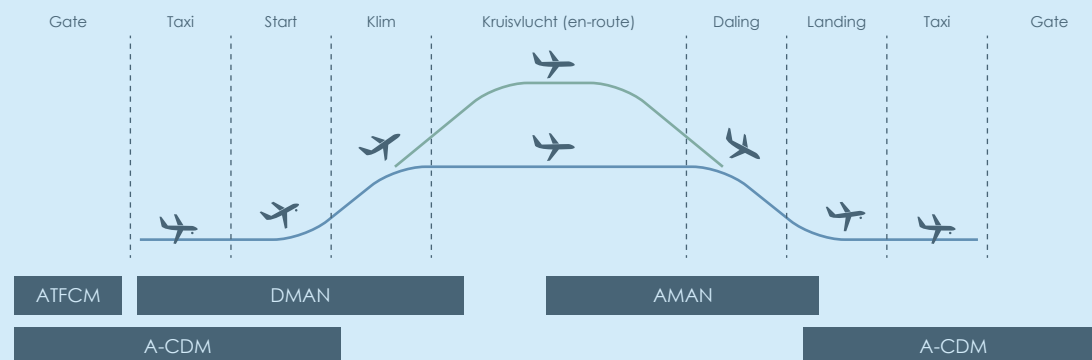


# Stabiele en voorspelbare verkeersstromen

Hoe grilliger het verkeersaanbod en verkeerspatroon, hoe lastiger het is voor de verkeersafhandeling en hoe meer luchtruim nodig is. Daarnaast hebben de luchthaveninfrastructuur en het baangebruik, waaronder (ad hoc) baanwisselingen, grote invloed op de stabiliteit van de verkeersstromen en op de behoefte aan flexibiliteit in de operationele afhandeling. Er zijn verschillende concepten en technische systemen die bijdragen aan stabielere, meer voorspelbare verkeersstromen. Voorbeelden hiervan zijn:

- Airport Collaborative Decision Making – A-CDM
- Air Traffic Flow & Capacity Management – ATFCM
- Departure Manager – DMAN
- Arrival Manager – AMAN (onderdeel van de *key features* van Single European Sky ATM Research [SESAR])

Wanneer de concepten in combinatie met elkaar gebruikt worden kunnen de positieve effecten worden versterkt. Toepassing van nieuwe technische ontwikkelingen, zoals bijvoorbeeld zogenaamde Trajectory Based Operations (TBO), zullen de effectiviteit nog verder vergroten.



## A-CDM

### Airport Collaborative Decision Making

Met A-CDM wordt informatie gedeeld tussen de verschillende stakeholders van een luchthaven en kunnen er betere beslissingen genomen worden in een eerder stadium, bijvoorbeeld ten aanzien van het instellen van regulerende maatregelen.

## ATFCM

### Air Traffic Flow & Capacity Management

ATFCM is een Europees concept dat tot doel heeft om te voorkomen dat luchtruim- of luchthaven-capaciteit wordt overschreden. Vliegplannen van Europese landen worden centraal verzameld door de networkmanager van Eurocontrol. Een ANSP kan de toevoer van verkeer reguleren door, via Eurocontrol, verkeer een vertrekslot te geven. Daarnaast wordt in Nederland gezocht naar meer coöperatieve manieren tussen ANSP's en airline operators om vraag en aanbod op elkaar af te stemmen.

## DMAN

### Departure Manager

Het doel van DMAN is om vertrekkend verkeer vanaf de gate optimaal te doseren. Op deze manier worden taxitijden zo kort mogelijk gehouden en opstoppingen voorkomen.

## AMAN

### Arrival Manager

Arrival management heeft tot doel om een zo optimaal mogelijk tijdsinterval tussen aankomende vluchten te bereiken. AMAN systemen helpen verkeersleiders door ze te adviseren over de optimale overvliegtijden, vliegsnelheden, of routes. De effectiviteit van AMAN wordt vergroot door de planningshorizon van AMAN te vergroten tot buiten de lands- grenzen. Voor Schiphol wordt daar op tactisch niveau al mee gewerkt. Geautomatiseerde crossborder AMAN is nog in ontwikkeling.



# Duurzaamheid

# Geluid & Emissies

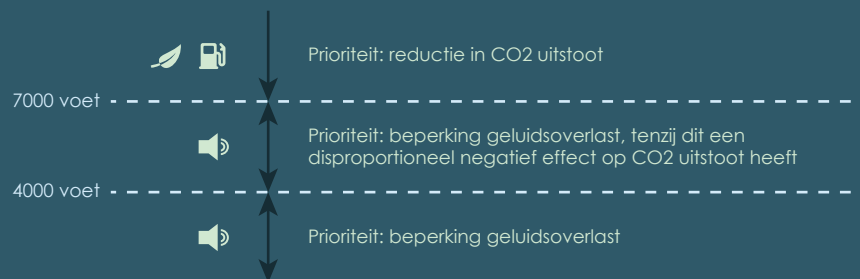
Wanneer men het heeft over milieu en duurzaamheid worden er op twee vlakken doelen gesteld: het beperken van geluidsoverlast en het reduceren van emissies. Maatregelen om deze doelstellingen te behalen zijn echter niet altijd met elkaar in lijn te brengen. Emissies worden onder andere vermindert door routes te verkorten.

Geluidsoverlast wordt echter bestreden door bewoonde gebieden zoveel mogelijk te vermijden, ook al resulteert dit in omvliegen. In dat geval kunnen de oplossingen tegenstrijdig zijn. Zeker rondom luchthavens waar vliegtuigen op een lagere hoogte vliegen zal een afweging gemaakt moeten worden.

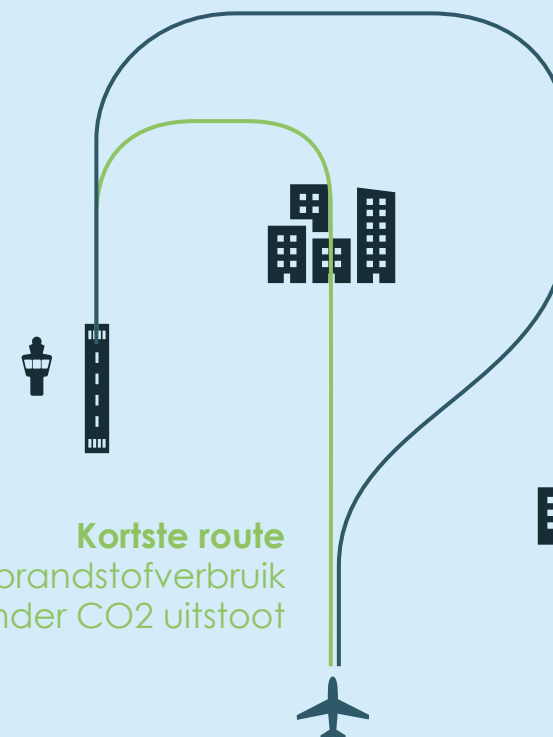
## Milieubeleid van de Britse CAA

In de diverse landen wordt verschillend omgegaan met de problematiek rondom vliegtuiggeluid in relatie tot emissie-effecten. De Britse Civil Aviation Authority (CAA) hanteert als enige een hoogte-afhankelijk wettelijk kader met betrekking tot geluid en emissies, toe te passen bij het ontwerp van vliegroutes op lage hoogte: onder de 4000 voet

heeft een beperking van geluidsoverlast de prioriteit. Boven de 7000 voet heeft vluchtefficiëntie (en daarmee een reductie in CO2 uitstoot) de prioriteit. Tussen de 4000 voet en 7000 voet wordt in principe prioriteit gegeven aan geluidsreductie, tenzij aangetoond kan worden dat dit een disproportioneel negatief effect heeft op CO2 uitstoot.



**Langere route**  
minder geluidsoverlast



**Kortste route**  
lager brandstofverbruik  
minder CO2 uitstoot

# Continuous Descent Approaches

Een Continuous Descent Approach (CDA) is een glijvlucht waarbij het vliegtuig daalt met een zo laag mogelijk motorvermogen.

In documentatie wordt ook wel Continuous Descent Operations (CDO) gebruikt.

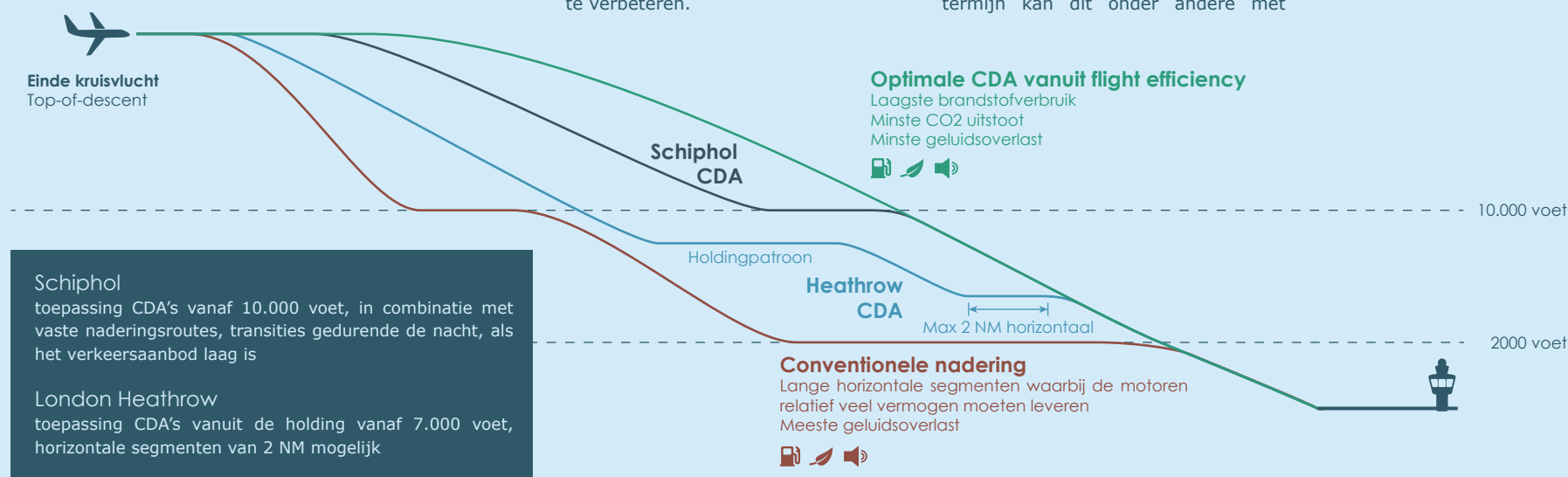
CDA's in Nederland  
 Circa **85%** nachtvluchten langs transities  
 Circa **35%** overdag tactisch

Elk vliegtuig begint een CDA naar de luchthaven op een ander punt. De ligging van dit punt, het top of descent, is onder andere afhankelijk van belading, wind en vliegtuigtype. De consequentie hiervan is een moeilijk voorspelbaar dalprofiel voor de verkeersleider en daarmee ook lastig inpasbaar met de dalprofielen van de andere naderende vliegtuigen. Uit veiligheidsoverweging past de verkeersleider een grotere separatie toe. Dit kost capaciteit. De ontwikkeling van nieuwe technieken biedt kansen om dit te verbeteren.

De huidige toepassing op Schiphol bij het gebruik van CDA's in de nacht is een vorm die gebruik maakt van vaste naderingsroutes, deze worden ondersteund door de toepassing van PBN (zie ook pagina 17). Vanwege het lagere verkeersaanbod buiten de piekuren heeft enige verlenging van de separatie hier geen nadelige gevolgen voor de capaciteit. Overdag, tijdens de piekuren, is het gebruik van CDA's in combinatie met vaste naderingsroutes capaciteitsbeperkend en daarmee uit efficiency oogpunt ongewenst. Op termijn kan dit onder andere met

behulp van Cross-border AMAN worden opgelost. Hiermee wordt eerdere beïnvloeding van het vliegtuig gerealiseerd via snelheidsinstructies en zogenaamde merge tools, die ondersteunen in het samenvlechten van verkeersstromen.

Het voordeel van een CDA ten opzichte van een conventionele nadering is een reductie van de geluidsoverlast, een reductie van het brandstofverbruik en daarmee een reductie in de emissie van CO2 en NOX door het vliegtuig.

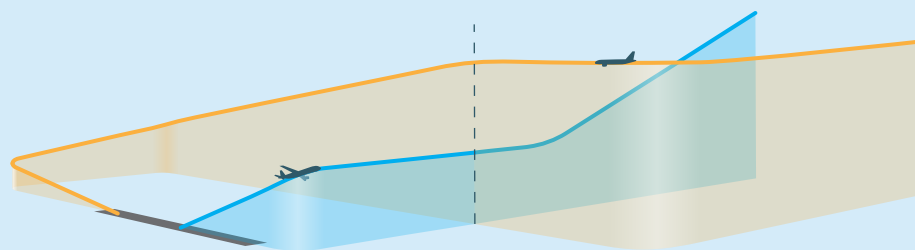


Schiphol  
 toepassing CDA's vanaf 10.000 voet, in combinatie met vaste naderingsroutes, transitie gedurende de nacht, als het verkeersaanbod laag is

London Heathrow  
 toepassing CDA's vanuit de holding vanaf 7.000 voet, horizontale segmenten van 2 NM mogelijk

# Ontvlechten van verkeersstromen bij continuous climb/descent

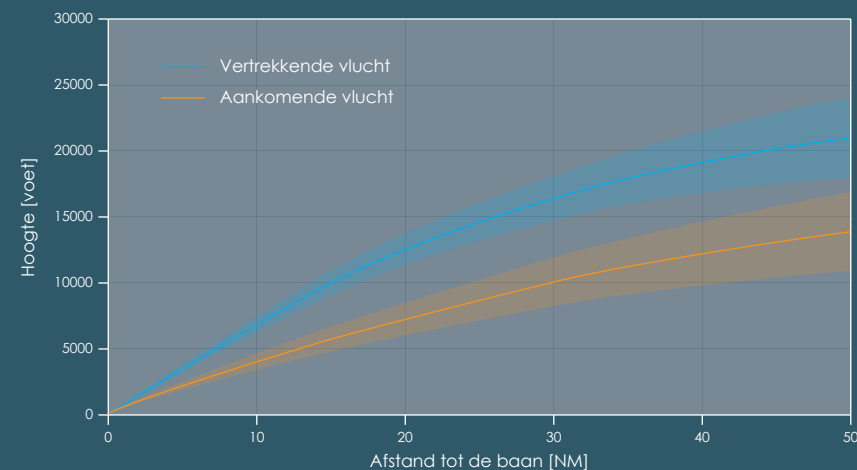
Nabij een luchthaven komen en gaan vliegtuigen van en naar verschillende bestemmingen. In veel gevallen zullen aankomst- en vertekroutes elkaar kruisen. Bij de kruising is een veiligheidsbuffer nodig. Vanwege de grote variatie in vliegprofielen van zowel startende als landende vliegtuigen wordt door de verkeersleiding het verkeer procedureel gescheiden. Op Schiphol wordt in de gepubliceerde procedures vertrekkend verkeer onder het aankomend verkeer gehouden, om zo de separatie te waarborgen. Deze procedure is echter nog gebaseerd op de vlootmix en prestatie van vliegtuigen rond de jaren zeventig. Inmiddels zijn de prestaties significant veranderd en bestaat de vloot voor een groot deel uit moderne straalvliegtuigen. Hierdoor is het niet langer nodig het vertrekkende verkeer onder het aankomende verkeer te houden. Dit vraagt dan echter wel om een herontwerp van routes en kruispunten.



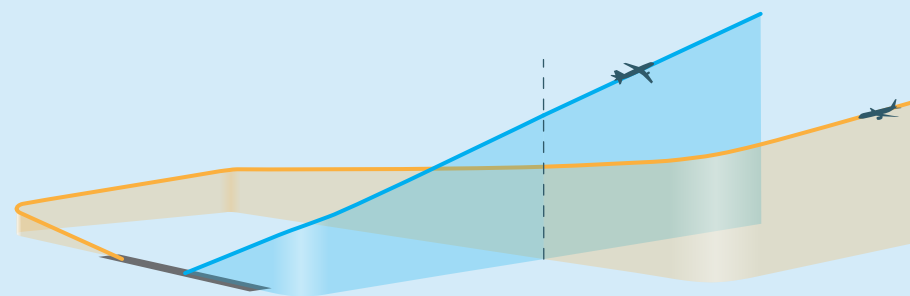
Veilig kruisen van routes met horizontale paden

Als Best Practice, gebruikmakend van de prestaties van de huidige generatie vliegtuigen, kan het gelijktijdig toepassen van continuous descent en continuous climb operations overwogen worden. De separatie moet echter wel worden gewaarborgd, zelfs bij een grote variatie in klim- en dalprofielen. De kruising moet veilig zijn onder alle omstandigheden; safe by design.

## Verschillen in klim- en dalprofielen



- In de dal- en klimprofielen bestaat een grote variatie door verschillen in vliegtuigtype en operationele omstandigheden (bijvoorbeeld weer)
- Door gebruik te maken van de verschillende steilheid in het dal- en klimprofiel kan er een afstand tot de luchthaven worden gevonden waar de kruising veilig kan plaatsvinden



Gelijktijdig continuous descent als continuous climb

# Free Route Airspace

**Free Route Airspace (FRA) is een afgebakend stuk gecontroleerd hoger luchtruim waarin gebruikers de voor hen meest efficiënte route kunnen kiezen. Hiertoe zijn onder andere FIR entry-, exit- en intermediate navigatiepunten gepubliceerd die de luchtvaartmaatschappijen in hun vliegplannen kunnen opnemen. Ook zijn navigatiepunten gepubliceerd voor de aansluiting tussen de free route airspace en de lokale vertrek- en naderingsroutes.**

Buiten Free Route Airspace zijn vaste routes vastgelegd, maar ook dan kan het voorkomen dat een vliegtuig tijdens de vlucht van de verkeersleiding tactisch een kortere route krijgt toegewezen. Dit wordt in vaktermen een 'direct' genoemd. In tegenstelling tot Free Route Airspace kan de gebruiker hier niet op plannen. Bij Free Route Airspace kan een significant efficiëntere route worden gevlogen.






## Operationele voorspelbaarheid

Free Route Airspace betekent voor luchtverkeersdienstverleners dat het verkeer meer verspreid door het luchtruim vliegt. Het gevolg is dat er minder conflicten zijn en dat de conflicten verspreid zijn over het luchtruim. Om de veiligheid te waarborgen worden verkeersleiders ondersteund door conflictdetectie-systemen.

## Brandstof besparing en minder emissies

Met Free Route Airspace hoeft er per vlucht minder ver gevlogen te worden, waardoor een besparing op brandstof gerealiseerd kan worden, en daarmee ook een vermindering van emissies. Omdat de route voor de uitvoering van de vlucht gepland wordt, hoeft er ook minder brandstof meegenomen te worden. De gewichtsreductie die dit veroorzaakt heeft een extra positief effect op de brandstofbesparing.

Om deze brandstofbesparing te kunnen realiseren is het belangrijk dat de beschikbaarheid van de Free Route Airspace tijdig bekend is bij de luchtvaartmaatschappijen. Concepten zoals Flexible Use of Airspace (FUA) dragen hieraan bij.

-  Minder CO2-uitstoot
-  Lager brandstofverbruik
-  Operationeel voorspelbaar

## Waar wordt Free Route Airspace toegepast?

-  **In de nacht (MUAC)**  
vanaf 6 dec. 2018 ook in het weekend
-  **In de nacht (MUAC)**  
vanaf 6 dec. 2018 ook in het weekend
-  **Direct Route Airspace structuur samen met Zweden**
-  **Delen 24H (Karlsruhe)**  
**Delen in de nacht (MUAC)**  
vanaf dec. 2018 ook in het weekend
-  **Free Route Airspace in ontwikkeling**

Bron: EUROCONTROL website - 22 October 2018



# Afkortingen

|          |       |  |          |          |   |  |                                 |   |          |            |   |
|----------|-------|--|----------|----------|---|--|---------------------------------|---|----------|------------|---|
| <b>A</b> | ATM   | Air Traffic Management                             | <b>I</b> | I&W      | Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat |  |                                 |   |          |            |   |
|          | ACC   | Area Control Centre                                |          | IFR      | Instrument Flight Rules                     |  |                                 |   |          |            |   |
|          | A-CDM | Airport Collaborative Decision Making              |          | <b>L</b> | LVNL  | Luchtverkeersleiding Nederland                                 |                                 |   |          |            |   |
|          | AMAN  | Arrival Manager                                    |          |          |   |  |                                 |   |          |            |   |
|          | ANSP  | Air Navigation Service Provider                    |          |          |   |  |                                 |   |          |            |   |
|          | APP   | Approach Control                                   |          |          |   |  |                                 |   |          |            |   |
|          | ATC   | Air Traffic Control                                |          |          |   |  |                                 |   |          |            |   |
|          | ATFCM | Air Traffic Flow & Capacity Management             |          |          |   |  |                                 |   |          |            |   |
|          | ATFM  | Air Traffic Flow Management                        |          |          |   |  |                                 |   |          |            |   |
| <b>C</b> | CAA   | Civil Aviation Authority                           | <b>R</b> |          |   |  | RNAV                            | Area Navigation   |          |            |   |
|          | CBA   | Cross-border Training Area                         |          |          |   |  | RNP                             | Required Navigation Performance   |          |            |   |
|          | CCO   | Continuous Climb Operations                        |          | RPAS     | Remotely Piloted Aircraft Systems           |  |                                 |   |          |            |   |
|          | CDA   | Continuous Descent Approach                        |          | <b>S</b> | SARA<br>SESAR                               | Speed And Route Advisories<br>Single European Sky ATM Research |                                 |   |          |            |   |
|          | CDO   | Continuous Descent Operations                      |          |          |   |  |                                 |   |          |            |   |
|          | CLSK  | Commando Luchtstrijdkrachten                       |          |          |   |  |                                 |   |          |            |   |
|          | CTA   | Control Area                                       |          |          |   |  |                                 |   |          |            |   |
|          | CTR   | Control Zone                                       |          |          |   |  |                                 |   |          |            |   |
| <b>D</b> | DGLM  | Directoraat-generaal Luchtvaart en Maritieme Zaken | <b>T</b> |          |   |  | TBO<br>TMA<br>TSA<br>TRA<br>TWR | Trajectory Based Operations<br>Terminal Control Area<br>Temporary Segregated Area<br>Temporary Reserved Airspace<br>Tower Control |          |            |   |
|          | DMAN  | Departure Manager                                  |          |          |   |  |                                 |   |          |            |   |
| <b>E</b> | EASA  | European Aviation Safety Agency                    |          |          |   |  |                                 |   | <b>U</b> | UAV<br>UTA | Unmanned Aerial Vehicle<br>Upper Control Area |
| <b>F</b> | FIR   | Flight Information Region                          |          | <b>V</b> | VFR   | Visual Flight Rules  |                                 |   |          |            |   |
|          | FRA   | Free Route Airspace                                |          |          |   |  |                                 |   |          |            |   |
|          | FUA   | Flexible Use of Airspace                           |          |          |   |  |                                 |   |          |            |   |
| <b>G</b> | GA    | General Aviation                                   |          |          |   |  |                                 |   |          |            |   |
|          | GNSS  | Global Navigation Satellite System                 |          |          |   |  |                                 |   |          |            |   |

# Factsheet Nederlands luchtruim

## Luchtverkeersdienstverleners

Luchtverkeersleiding Nederland  
**LVNL** in civiel beheerd luchtruim tot 7,5 km hoogte  
en op de gecontroleerde civiele luchthavens

Commando Luchtstrijdkrachten  
**CLSK** in militair beheerd luchtruim tot 7,5 km hoogte  
en op de gecontroleerde militaire luchthavens

Maastricht Upper Area Control Centre  
**MUAC** in luchtruim vanaf 7,5 km hoogte boven Benelux en delen  
van Duitsland - dienstverlening aan civiel en militair verkeer

## Verkeersbewegingen in 2017

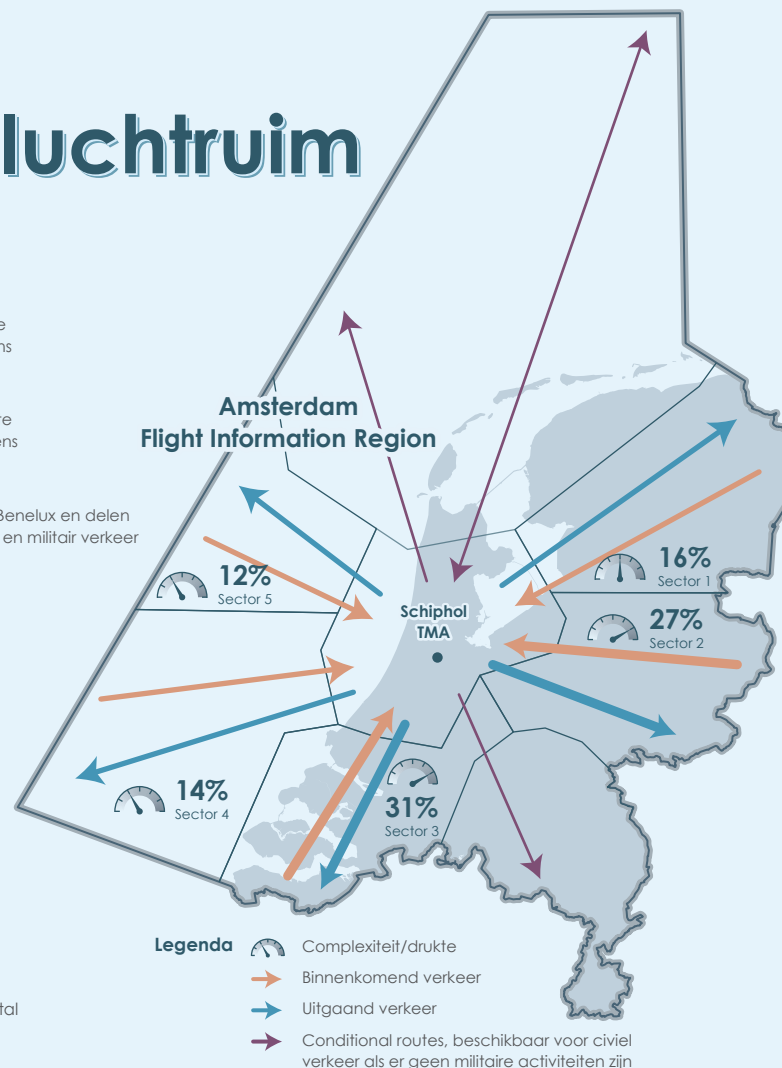
**600.000** vluchten in **lager** luchtruim  
LVNL en CLSK

**696.000** vluchten in **hoger** luchtruim  
boven Nederland MUAC

## Verkeersstromen Schiphol

Binnenkomend en uitgaand **verkeer** wordt  
zowel **lateraal** als **verticaal** van elkaar gescheiden

De operatie in de **Schiphol TMA** is **zeer complex**  
mede vanwege **baanconfiguratiewijzigingen** en het aantal  
**afhankelijke baancombinaties**



## Civiel-militaire samenwerking

Het Nederlandse luchtruim is beperkt en moet voldoende ruimte bieden om een grote hoeveelheid **civiel verkeer** te verwerken en de **Military Mission Effectiveness** op peil te houden

Met **Flexible Use of Airspace** kan de behoefte van de gebruiker flexibel worden ingevuld

Radarverkeersleiding van CLSK en LVNL is **gecoloceerd** op Schiphol-Oost. Dit is een eerste stap naar **volledige integratie**. In het hogere luchtruim boven Nederland en een deel van Duitsland is de dienstverlening voor **civiel en militair verkeer geïntegreerd bij MUAC**.



## Luchthavens

**6** **luchthavens van nationaal belang**  
Schiphol Rotterdam-The Hague Eindhoven Lelystad Eelde Maastricht  
internationale vluchten met grote(re) toestellen,  
grote economische waarde

**8** **militaire luchthavens**  
waarvan Eindhoven en De Kooy met civiel medegebruik

**13** **regionale luchthavens**  
hoofdzakelijk recreatief gebruik

## Schiphol

**326** directe bestemmingen

**6** start- en landingsbanen

Opereert als **hub** van de passagiers  
**37%** is op doorreis

## Verkeer in 2017

**497.000** bewegingen groot handelsverkeer

**1410** bewegingen gemiddeld per dag

**1550** bewegingen maximaal per dag

**110** bewegingen maximaal per uur