Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat




# Innovatiestrategie Luchtvaart

# Managementsamenvatting

De luchtvaartsector heeft grote maatschappelijke waarde. Om deze voor de toekomst te bestendigen, moet de impact van de sector op klimaat en leefomgeving worden geminimaliseerd. Dit vraagt om schonere en stillere luchtvaart. Hiervoor zijn radicale technologische innovaties noodzakelijk.

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) geeft vanuit de Rijksoverheid richting aan deze innovaties en stelt de wettelijke kaders ervoor vast. Uitgangspunt voor dit beleid zijn de publieke belangen zoals geformuleerd in de Luchtvaartnota 2020-2050: de luchtvaart is veilig, houdt Nederland verbonden, draagt bij aan een leefbare omgeving en is duurzaam.

Met deze innovatiestrategie beschrijft IenW hoe we de Nederlandse luchtvaartsector stimuleren te innoveren om deze publieke belangen te realiseren. We focussen ons hierbij op vier innovatiegebieden: de luchtvaartuigen zelf, de benodigde duurzame energiedragers, de regulering van het luchtruim en de luchthavens en hun omgeving.

De figuur op de volgende pagina toont voor deze vier innovatiegebieden de stip op de horizon waar deze innovatiestrategie zich op richt, gekoppeld aan de publieke belangen.

### Duurzaam: 100 procent hernieuwbaar energiegebruik in 2050

Op het vlak van duurzaamheid hebben wij een ambitieuze stip op de horizon gezet: de Nederlandse Luchtvaartsector maakt in 2050 gebruik van 100 procent duurzame energie. IenW zet hiertoe in op de ontwikkeling van nieuwe duurzame luchtvaartuigen op basis van batterij-elektrische voorstuwing en waterstofaandrijving en op duurzame kerosine. Hiervoor is onder meer leverings-, opslag en tankinfrastructuur op luchthavens nodig. Tot slot dragen ook kortere en efficiëntere vliegroutes bij aan de verduurzaming van de sector.

IenW biedt beleidszekerheid om investeringen in nieuwe luchtvaartuigen, hernieuwbare energiedragers en nieuwe conversietechnologieën voor duurzame kerosine aantrekkelijker te maken. We werken samen met de sector en kennisinstellingen aan nieuwe vliegtuig-ontwerpen en de bijbehorende energie-infrastructuur. Hierbij hebben we ook oog voor de niet-$CO_2$-klimaateffecten van de verschillende energiedragers.

### Leefbaar: minder overlast door stikstof, fijnstof en geluid

Nieuwe vliegtuigontwerpen en slimme grondoperaties leveren ook een positieve bijdrage aan de luchtkwaliteit en arbeidsomstandigheden op en rond vliegvelden. Het kan stiller en schoner.

Hiernaast zijn aanpassingen aan de leefomgeving zelf mogelijk. Uit onderzoek blijkt dat slim stedelijk ontwerp de geluidsoverlast vermindert. We realiseren deze innovaties nu daadwerkelijk samen met andere overheden.

### Verbonden: de vruchten plukken van onbemande luchtvaartuigen en intermodaal transport

De opkomst van onbemande luchtvaartuigen (drones) én de verdere integratie van vliegtuigverkeer en treinnetwerken, bieden kansen om Nederland nationaal en internationaal nog beter te verbinden.

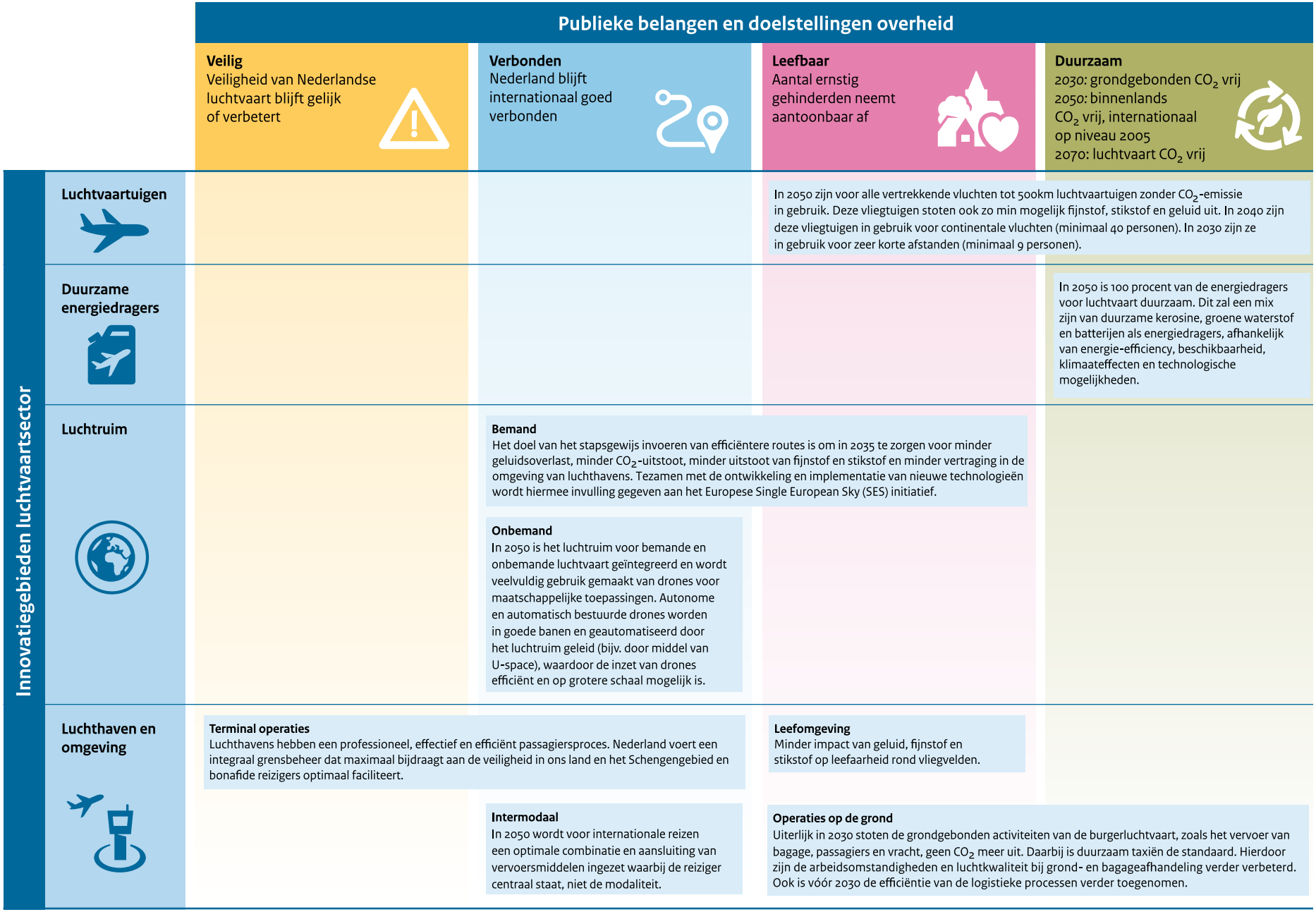
IenW draagt daarom actief bij aan de ontwikkeling van U-space, het luchtverkeers-managementsysteem om op grote schaal drones op meer plekken veilig in te zetten. Intermodaal transport stimuleren we onder meer met betere informatie-uitwisseling zodat consumenten duurzame keuzes kunnen maken, en verstoringen en vertragingen minder impact hebben.

### Veilig: geïntegreerd in elk aspect

De veiligheid van de sector is en blijft een integraal onderdeel van het realiseren van al deze innovaties. Specifiek in de terminal zetten we in op innovatieve digitale (grens)controle voor vlotte en veilige doorstroming.

### Gezamenlijke inspanning

Deze innovatiestrategie is opgesteld in overleg met andere overheden, kennisinstituten en de Nederlandse luchtvaartsector. Binnen een programmatische aanpak wordt de innovatiestrategie de komende decennia als gezamenlijke inspanning uitgevoerd.




**Figuur 1** Verbinding innovatiegebieden en publieke belangen

*Let op: in deze managementsamenvatting zijn de belangrijkste initiatieven gekoppeld aan de publieke belangen. In het vervolg van dit document worden zij geïnventariseerd per innovatiegebied.*

# Inhoud


Managementsamenvatting 2

1 Inleiding 5

1.1 Aanleiding 5
1.2 Aanpak 7
1.3 Leeswijzer 8

2 Luchtvaartuigen 9

2.1 Beschrijving innovatiegebied 11
2.2 Stand van zaken innovatiegebied 11
2.3 Stip op de horizon 12
2.4 De innovaties die ons naar deze stip brengen 12
2.5 Rol IenW 13
2.6 Relevante initiatieven 13

3 Duurzame energiedragers 14

3.1 Beschrijving innovatiegebied 16
3.2 Stand van zaken innovatiegebied 16
3.3 Stip op de horizon 17
3.4 De innovaties die ons naar deze stip brengen 17
3.5 Rol IenW 18
3.6 Relevante initiatieven 18

4 Luchtruim 19

4.1 Beschrijving innovatiegebied 21
4.2 Stand van zaken innovatiegebied 21
4.3 Stip op de horizon 22
4.5 Rol IenW 22
4.6 Relevante initiatieven 22

5 Luchthaven en omgeving 24

5.1 Beschrijving innovatiegebied 26
5.2 Operaties op de grond 26
5.3 Terminal operaties 27
5.4 Intermodaal transport 28
5.5 Leefomgeving 29

6 Monitoring en sturing 30

Appendix A: Geconsulteerde partijen 33

Appendix B: Ervaren barrières 34

Appendix C: Lijst van afkortingen 36

# 1

# Inleiding

*De luchtvaartsector speelt een belangrijke rol in de Nederlandse samenleving en economie. Tegelijkertijd heeft de luchtvaart een onhoudbare negatieve impact op klimaat en leefomgeving. Om haar license to operate te behouden, moet de luchtvaartsector dan ook radicaal innoveren. Deze innovatiestrategie beschrijft de rol en de inzet van IenW om, in samenwerking met de sector, kennisinstellingen en andere departementen en overheden, deze innovaties mogelijk te maken.*

## 1.1 Aanleiding

De luchtvaart houdt Nederland verbonden met de wereld. Jaarlijks stappen binnen onze landsgrenzen miljoenen passagiers op een vliegtuig, en landen en vertrekken er honderd-duizenden vluchten. We gebruiken het vliegtuig om zaken te doen, familie te bezoeken en op vakantie te gaan. De luchtvaart maakt het ook mogelijk dat goederen snel en over grote afstanden verplaatst worden. Dit alles heeft grote maatschappelijke waarde.

Ook de economische waarde van de luchtvaartsector is, door het creëren van al deze verbindingen, groot. In 2018 droeg de sector circa € 10 miljard bij aan de Nederlandse economie[1]. Tegelijkertijd heeft de luchtvaart een substantiële negatieve impact op het klimaat en onze leefomgeving. Vliegtuigen stoten $CO_2$ en verschillende andere schadelijke stoffen uit zoals stikstofoxiden en fijnstof en zorgen voor geluidsoverlast bij opstijgen en landen.

### Juiste balans tussen publieke belangen

In de Luchtvaartnota 2020-2050 stelt de Rijksoverheid strategische doelen en kaders voor de sector en stuurt zij op de juiste balans tussen deze de publieke belangen:

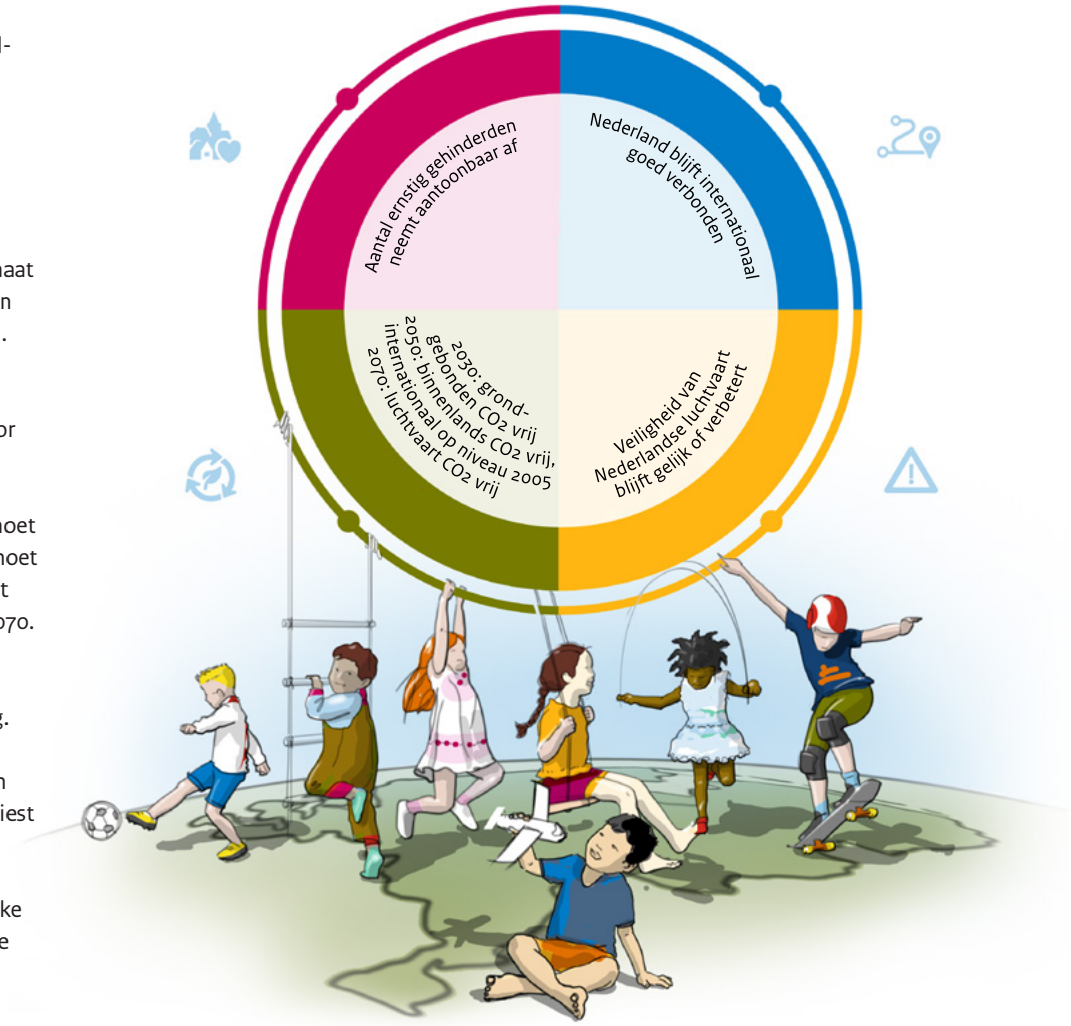
Veiligheid staat voorop, zowel in de lucht als op de grond. Nederland, als handelsland, moet daarnaast goed verbonden blijven met de belangrijke locaties in de wereld. Tegelijkertijd moet de impact op de leefomgeving in geluid en schadelijke stoffen worden verminderd en moet de luchtvaart duurzamer worden door de $CO_2$ uitstoot in stappen te verlagen naar nul in 2070.

### Radicale innovatie noodzakelijk

Voor het realiseren van de maatschappelijke doelstellingen is technische innovatie nodig. Voor met name de duurzaamheids- en leefbaarheidsambities dient deze radicaal van aard te zijn. Zonder voldoende aandacht voor deze publieke belangen is er namelijk geen ontwikkelruimte en toekomst voor de luchtvaart. Kortom, zonder radicale innovatie verliest de luchtvaartsector zijn *license to operate*.

Bedrijven, kennisinstellingen en overheden werken wereldwijd hard aan alle noodzakelijke innovaties. Voorbeelden hiervan zijn vliegtuigen op batterijen en waterstof, $CO_2$-neutrale kerosine, drones, een nieuw luchtverkeersmanagementsysteem en geautomatiseerde grenscontroles. Nederland draagt vanuit een sterke positie in de internationale luchtvaartsector volop bij aan deze innovaties.

[1] Actualisatie economische betekenis Schiphol, Decisio, 2020




Figuur 2 Doelstellingen per publiek belang

Ons land beschikt over een uitstekende maak- en brandstofindustrie, een sterke nationale luchtvaartmaatschappij en een robuust netwerk van luchthavens. De TU Delft en het Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum (NLR) behoren tot 's werelds meest toonaangevende lucht- en ruimtevaartfaculteiten en onderzoekscentra. Verschillende startups in Nederland richten zich op de luchtvaart van de toekomst.

### Innovatiestrategie versnelt technische innovatie

De innovatiestrategie geeft verdere invulling aan het realiseren van de doelstellingen uit de Luchtvaartnota door te beschrijven hoe IenW de benodigde innovatie in de sector prioriteert en stimuleert. De innovatiestrategie richt zich daarbij alleen op de rol van technische innovatie: ander beleid dat nodig is voor het behalen van de doelstellingen van de luchtvaartnota, valt buiten de scope van de strategie.

We beschrijven in deze strategie de stip die we op de horizon zetten, de innovaties waar IenW op inzet om daar te komen, en de wijze waarop we de innovaties ondersteunen in samenwerking met de luchtvaartsector, kennisinstellingen en andere departementen. Om de strategie uit te voeren richten we een programma in waarmee we de komende jaren focus houden, de juiste kaders stellen en de juiste prikkels voor de benodigde innovatie inrichten.

Naast de bijdrage aan de publieke belangen verwachten we dat de innovaties uit deze innovatiestrategie ook bijdragen aan het economische verdienvermogen van Nederland. Bij het ondersteunen van innovaties kijken we daarom ook naar kansen voor het Nederlandse bedrijfsleven en het verdienvermogen.

De strategie is opgesteld met inbreng en inzet van luchtvaartmaatschappijen, vliegvelden, kennisinstellingen, bestaande toeleveranciers, startups en andere departementen en overheden. Zij hebben actief bijgedragen aan de totstandkoming. Een complete lijst van geconsulteerde partijen is opgenomen in Appendix A.

De innovatiestrategie geeft focus aan bestaande initiatieven, en richting voor toekomstig beleid. Daarmee heeft de strategie op zichzelf geen budgettaire gevolgen, anders dan wat reeds is opgenomen in de begroting van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

## 1.2 Aanpak

Allereerst hebben we een basisanalyse gemaakt van de luchtvaartsector. Hiermee is gekomen tot vier innovatiegebieden die passen bij de ordening van de luchtvaart: luchtvaartuigen, duurzame energiedragers, luchtruim, en luchthaven en omgeving (zie bijlage 1, Global Aviation Innovation Analysis). Ieder van deze innovatiegebieden heeft een eigen focus op specifieke technologieën en onderdelen van het luchtvaart innovatie ecosysteem. Per innovatiegebied hebben we inzichtelijk gemaakt welke innovaties bijdragen aan de genoemde publieke belangen en wat de stand van zaken en verwachte ontwikkeling daarvan is.

Door middel van innovatiekrachtanalyses is onderzocht tegen welke barrières de sector aanloopt in deze innovatiegebieden (zie Appendix B, ervaren barrières en bijlage 2 en 3). Per innovatiegebied is een stip op de horizon geplaatst en bepaald welke innovaties ons bij die stip brengen. Vervolgens is bepaald welke rol van IenW het beste past voor het ondersteunen van deze innovaties en het wegnemen van barrières. Op basis van deze stip op de horizon en de gekozen rol van IenW zijn de meest relevante (beleids)initiatieven geselecteerd die bijdragen aan het realiseren van de gewenste innovatie. Tot slot hebben we een aanpak uitgewerkt voor de monitoring en sturing.

## 1.3 Leeswijzer

Dit document is opgebouwd aan de hand van de vier genoemde innovatiegebieden. Per innovatiegebied doorlopen we de volgende zes stappen.

1. **Beschrijving**: per innovatiegebied brengen we in kaart welke technologische ontwikkelingen er spelen die kunnen bijdragen aan het realiseren van de maatschappelijke doelstellingen.
2. **Stand van zaken**: we inventariseren welke partijen betrokken zijn bij deze innovaties en hoever ze gevorderd zijn. Hierbij maken we waar relevant een onderscheid tussen de internationale en nationale ontwikkelingen en bijdragen.
3. **Stip op de horizon**: op basis van deze inventarisatie stellen we doelen. Deze doelen zijn (waar nodig een verbijzondering van) de reeds genoemde doelstellingen uit de Luchtvaartnota en hieruit volgend vastgesteld beleid.
4. **De innovaties die ons naar die stip brengen**: we bepalen op welke technologische ontwikkelingen IenW zich focust. Dit zijn de ontwikkelingen die noodzakelijk zijn, die kansrijk zijn, waaraan de Nederlandse sector een substantiële bijdrage levert én die zonder overheidssteun niet of lastiger van de grond zouden komen.
5. **Rol IenW**: hierna beschrijven we welke rol IenW, gezien deze specifieke ontwikkelingen, primair inneemt per innovatiegebied[2]:
   - **Initiërend**: de overheid neemt initiatief, doet mee en vertaalt politieke ambities naar afspraken over te realiseren prestaties.
   - **Samenwerkend**: de overheid vertaalt maatschappelijke ambities naar een met betrokkenen afgestemde aanpak.
   - **Kaderstellend**: de overheid is sturend en vertaalt politieke ambities naar regels, procedures en kaders waarbinnen betrokkenen deze ambities mogen en moeten realiseren.
   - **Reactief**: de overheid reageert op maatschappelijke ambities en behoeftes en vertaalt deze naar kaders en ondersteuning.
6. **Relevante initiatieven**: op basis van de gekozen rol selecteren we per innovatiegebied relevante (beleids)initiatieven om de sector in staat te stellen de stip op de horizon te realiseren. Dit zijn grotendeels al bestaande initiatieven die vanuit deze innovatiestrategie extra prioriteit en aandacht krijgen.

Hierna volgt het algemene onderwerp van **Monitoring en sturing**. We voeren de initiatieven binnen een programmastructuur uit. Hierbij monitoren we effecten en kijken we welke nieuwe kansen zich voordoen. Op basis van deze inzichten sturen we de komende jaren bij met nieuwe initiatieven.

De volgende drie appendices zijn opgenomen aan het eind van dit document:

- **Appendix A: geconsulteerde partijen.** Een overzicht van alle partijen die input hebben gegeven voor deze innovatiestrategie.
- **Appendix B: ervaren barrières.** Een overzicht per innovatiegebied van door betrokkenen ervaren belemmeringen.
- **Appendix C: lijst van afkortingen**. Een overzicht van de afkortingen en bijbehorende betekenis die in dit document worden gebruikt.

Hiernaast zijn los aan dit document de volgende drie bijlagen toegevoegd:

- **Bijlage 1: Global Aviation Innovation Analysis.** Geeft een uitgebreid overzicht van alle innovaties per innovatiegebied.
- **Bijlage 2: Systeemanalyse innovatiekracht Duurzame Luchtvaart.** Bevat innovatiekrachtanalyses voor grondgebonden activiteit, alternatieve aandrijving, alternatieve brandstoffen en efficiënt en revolutionair vliegtuigontwerp.
- **Bijlage 3: Innovatiekrachtanalyse Nederlandse luchtvaart.** Bevat innovatiekracht-analyses voor Airport Energy Hub, U-Space, multimodaal transport, Trajectory Based Operations en geluidadaptief bouwen.

Waar we in dit document ‘we’ gebruiken, bedoelen we het ministerie van IenW en haar verantwoordelijke minister.

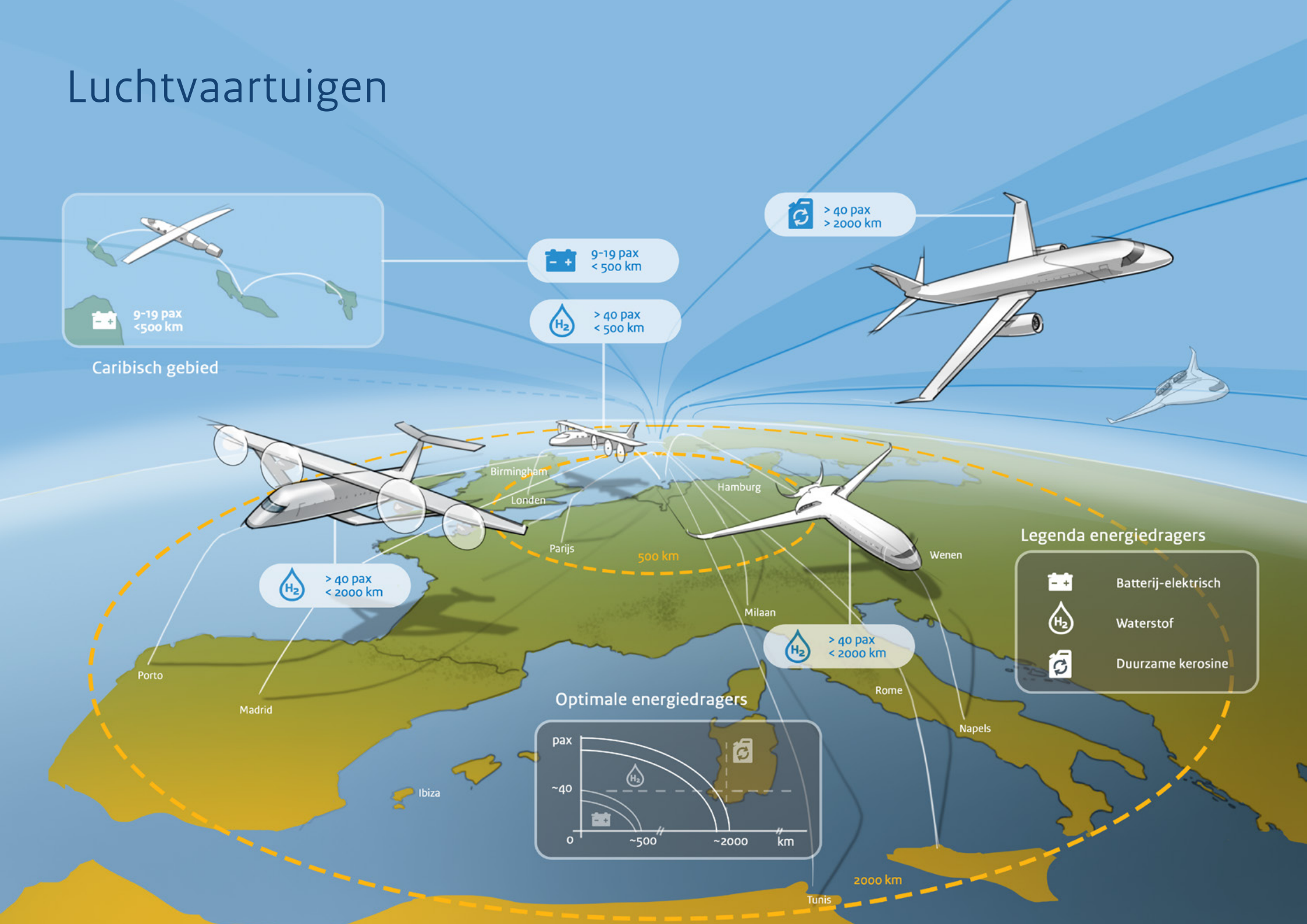
[2] Deze rollen zijn geïnspireerd op het sturingskwadrant van de Nederlandse School voor Openbaar Bestuur. (NSOB, 2020). Dit model beschrijft de rollen waarmee de Rijksoverheid kan sturen om maatschappelijke transities te realiseren.

2

# Luchtvaartuigen

*In 2050 zijn voor alle vertrekkende vluchten tot 500 km luchtvaartuigen zonder $CO_2$-emissie in gebruik. Deze vliegtuigen stoten ook zo min mogelijk fijnstof, stikstof en geluid uit. In 2040 zijn deze vliegtuigen in gebruik voor continentale vluchten (minimaal 40 personen). In 2030 zijn ze in gebruik voor zeer korte afstanden (minimaal 9 personen).*

# Luchtvaartuigen



## 2.1 Beschrijving innovatiegebied

De afgelopen decennia heeft de luchtvaartsector zich toegelegd op het verlagen van de geluidsuitstoot en brandstofgebruik (per passagier-kilometer) van luchtvaartuigen. Dit heeft voor wat betreft brandstofgebruik een vlootbrede besparing opgeleverd van gemiddeld 1,5% jaar per jaar. Ook is het geluidsniveau van nieuwe vliegtuigen substantieel lager.

Een deel van de innovaties in de sector richt zich op het verder vergroten van deze efficiency en duurzaamheid, zoals lichtgewicht (circulaire) structuren, nieuwe motoren of radicaal andere vliegtuigvormen.

Daarnaast zijn luchtvaartuigen in ontwikkeling die vliegen zonder $CO_2$-emissie mogelijk maken:

- Waterstof-aandrijving: vliegtuigen die waterstof gebruiken voor voortstuwing. Dit kan door een brandstofcel die waterstof aan boord omzet in elektriciteit of door directe verbranding van waterstof.
- Batterij-elektrisch vliegen: vliegtuigen die gebruik maken van in batterijtechnologie opgeslagen elektriciteit in combinatie met elektromotoren voor voortstuwing.

Het gebruik van duurzame kerosine maakt $CO_2$-neutraal vliegen mogelijk. Hierbij is er wel sprake van uitstoot, maar wordt deze gecompenseerd bij de productie van deze brandstof. Voor de ontwikkeling en toepassing van deze technologieën zijn echter geen radicale innovaties aan luchtvaartuigen nodig. Deze ontwikkeling bespreken we daarom in hoofdstuk 3.

Tot slot worden onbemande luchtvaartuigen, oftewel drones, ontwikkeld voor civiele toepassing. Dit geldt ook voor luchtvaartuigen die met beperkte ruimte kunnen opstijgen en landen, de zogenoemde EVTOLs en STOVLs. Drones bieden naar verwachting met name nieuwe toepassingen voor inspectie en transport van goederen. Drones werken over het algemeen op elektriciteit en/of waterstof en bieden dus een vorm van duurzame mobiliteit en logistiek. Gezien hun bereik en capaciteit zijn zij echter slechts zeer beperkt een alternatief voor bestaande luchtvaartuigen.

*Zie bijlage 1 voor een compleet overzicht van alle ontwikkelingen.*

## 2.2 Stand van zaken innovatiegebied

### Internationaal

De markt voor nieuwe luchtvaartuigen wordt gedomineerd door grote internationale spelers als Airbus, Boeing en Embraer. Deze producenten maken ieder gebruik van een wereldwijd netwerk van gespecialiseerde toeleveranciers. Hiernaast zijn er verschillende nieuwe en innovatieve toetreders in de markt (startups).

Een voorbeeld van waterstofvliegtuigen in ontwikkeling zijn de ZEROe concepten van Airbus die naar verwachting rond 2035 op de markt komen. Waterstofaandrijving lijkt geschikt voor vluchten tot 2000 kilometer met in eerste instantie een beperkt aantal passagiers. Dit komt doordat, om dezelfde hoeveelheid energie te leveren, voor waterstof veel grotere tanks nodig zijn dan voor kerosine.

De eerste batterij-elektrische vliegtuigen zijn al op de markt. Zo is er momenteel een elektrische tweezitter, de Pipistrel Velis Electro, beschikbaar waarvan er ook in Nederland enkele exemplaren rondvliegen. Grotere elektrische vliegtuigen zijn over de hele wereld in ontwikkeling. Daarbij worden ook hybride-elektrische vliegtuigen ontwikkeld (als tussenstap naar volledig elektrisch).

De technologische uitdagingen bij het ontwikkelen van elektrische luchtvaartuigen zijn mogelijk nog groter dan bij waterstof. Huidige batterijen zijn relatief zwaar per hoeveelheid geleverde energie. Vluchten met een batterij-elektrische aandrijving blijven daardoor het komende decennium waarschijnlijk nog beperkt tot korte vluchten (<500 km) met een beperkt aantal passagiers (9-19). Er zijn toekomstige disruptieve ontwikkelingen in batterijtechnologie nodig om batterij-elektrische vliegtuigen met een groter bereik en/of passagierscapaciteit mogelijk te maken.

Het (voorlopig) beperkte bereik van deze nieuwe luchtvaartuigen (batterij en waterstof), betekent dat zij geen realistische oplossing zijn voor het verduurzamen van intercontinentale vluchten. Het genoemde gebruik van duurzame kerosine (zie hoofdstuk 3) is dit wel. Aangezien 70 procent[3] van de $CO_2$-uitstoot door luchtvaart door deze intercontinentale vluchten komt, is ook duurzame kerosine van groot belang bij het verduurzamen van de luchtvaart.

[3] $CO_2$-emissie van luchtvaart op de lange termijn, Planbureau voor de Leefomgeving, 2020

Wereldwijd wordt gewerkt aan de innovatie van drones en het ecosysteem eromheen: hardware, software, sensoren, accessoires en regelgeving. Drones worden nu vooral ingezet voor inspecties, metingen en observatie en in de nabije toekomst voor het vervoer van (kleine) goederen over korte afstanden. Er worden internationaal ook drones ontwikkeld voor personen- en vrachtvervoer.

### Nederland

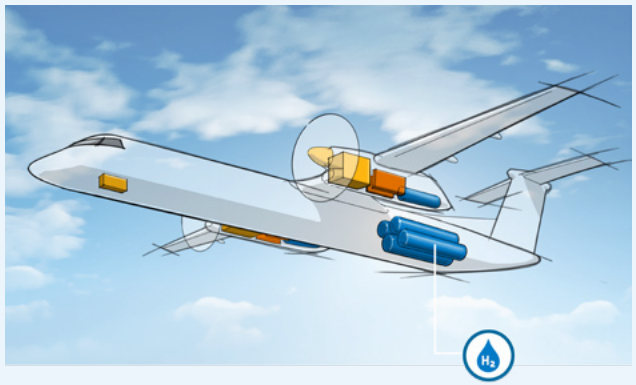
De Nederlandse maakindustrie is een toeleverancier voor grote vliegtuigfabrikanten zoals Airbus, Boeing en Embraer en werkt onder andere aan (circulaire) materialen en onderdelen voor nieuwe innovatieve vliegtuigen. De betrokken Nederlandse bedrijven dragen hiermee bij aan de genoemde ontwikkelingen.

In het programma 'Luchtvaart in Transitie' investeren overheid en sector samen in nieuwe technologie en demonstratiemodellen om waterstofaandrijving mogelijk te maken (zie voorbeeld in kader).

Waterstofluchtvaartuigen zijn naar verwachting vanaf ongeveer 2040 een optie voor korte afstandsvluchten vanuit Nederland. Batterij-elektrisch kan worden ingezet op korte routes met weinig passagiers, zoals tussen eilanden in het Caribisch gebied.

Er zijn in Nederland verschillende bedrijven die werken aan de ontwikkeling van drones en software en andere producten gerelateerd aan het drone-ecosysteem. Zo zijn bijvoorbeeld drones voor medisch transport en hulpverlening in ontwikkeling.

**Voorbeeldinnovatie: HAPPS**



HAPSS is een samenwerkingsverband van Nederlandse bedrijven en instellingen die hun unieke kennis inbrengen om in 2028 een omgebouwd regionaal turbo-propvliegtuig op waterstof vanaf Rotterdam-The Hague Airport naar Londen te laten vliegen. Het project richt zich op het toepassen van bewezen technologieën uit andere industrieën in de luchtvaart. Door gebruik te maken van bestaande kennis en technologieën uit andere industrieën kan HAPSS de eerste volledig gecertificeerde oplossing bieden voor grote regionale turbopropvliegtuigen. De Nederlandse luchtvaartindustrie kan zich hierdoor positioneren als een leverancier van waterstofaandrijflijnen aan de internationale luchtvaartsector.

## 2.3 Stip op de horizon

Gezien het potentieel van de genoemde innovaties zetten we de volgende stip op de horizon:

*In 2050 zijn voor alle vertrekkende vluchten tot 500 km luchtvaartuigen zonder $CO_2$-emissie in gebruik. Deze vliegtuigen stoten ook zo min mogelijk fijnstof, stikstof en geluid uit. In 2040 zijn deze vliegtuigen in gebruik voor continentale vluchten (minimaal 40 personen). In 2030 zijn ze in gebruik voor zeer korte afstanden (minimaal 9 personen).*

## 2.4 De innovaties die ons naar deze stip brengen

De innovatiefocus van IenW ligt op de ontwikkeling van vliegtuigen op waterstof en/of batterijen, en op hybride vormen die een belangrijke rol kunnen vervullen in de transitiefase. Dit zijn op dit moment zoals gezegd de meest realistische opties voor het realiseren van de stip op de horizon én behoeven aanvullend overheidsbeleid om tot ontwikkeling te komen. Bovendien heeft de Nederlandse maakindustrie een sterke basis als toeleverancier voor de ontwikkeling van deze vliegtuigen: de kleine luchtvaart kan een belangrijke rol spelen als 'living lab' voor de sector. Ook de ontwikkeling van de benodigde laad- en tankinfrastructuur voor deze vliegtuigen draagt uiteraard bij aan het realiseren van deze stip op de horizon, dit wordt in hoofdstuk 3 besproken.

IenW heeft nauw contact met de sector om de ontwikkeling van drones voor transport en inspectie te volgen. Op basis hiervan bepalen we of er in de toekomst, als onderdeel van deze innovatiestrategie, aanvullend beleid nodig is.

IenW richt zich niet op het ondersteunen van de ontwikkeling van drones gericht op personenvervoer. Deze ontwikkeling is namelijk niet randvoorwaardelijk voor het realiseren van de stip op de horizon.

Ook richt IenW zich niet op efficiëntere vliegtuigen. Ontwikkeling van efficiëntere vliegtuigen heeft al een business case voor luchtvaartmaatschappijen. Daarmee is het huidige beleid voldoende om deze innovatie te stimuleren.

## 2.5 Rol IenW

Een initiërende rol vanuit IenW is nodig voor deze radicale innovaties. De overheid kan de markt voor duurzame luchtvaartuigen creëren door eisen aan nieuwe vliegtuigen te stellen, vergelijkbaar met het afschalen van verbrandingsmotoren in de auto-industrie. Ook kunnen we initiator zijn voor daadwerkelijk gebruik. Hiernaast stelt IenW zich nationaal en internationaal samenwerkend en kaderstellend op bij het moderniseren van veiligheidsnormen en het versnellen van het certificeringsproces.

## 2.6 Relevante initiatieven

Vanuit innovatiebeleid gericht op de stip op de horizon zet IenW in op:

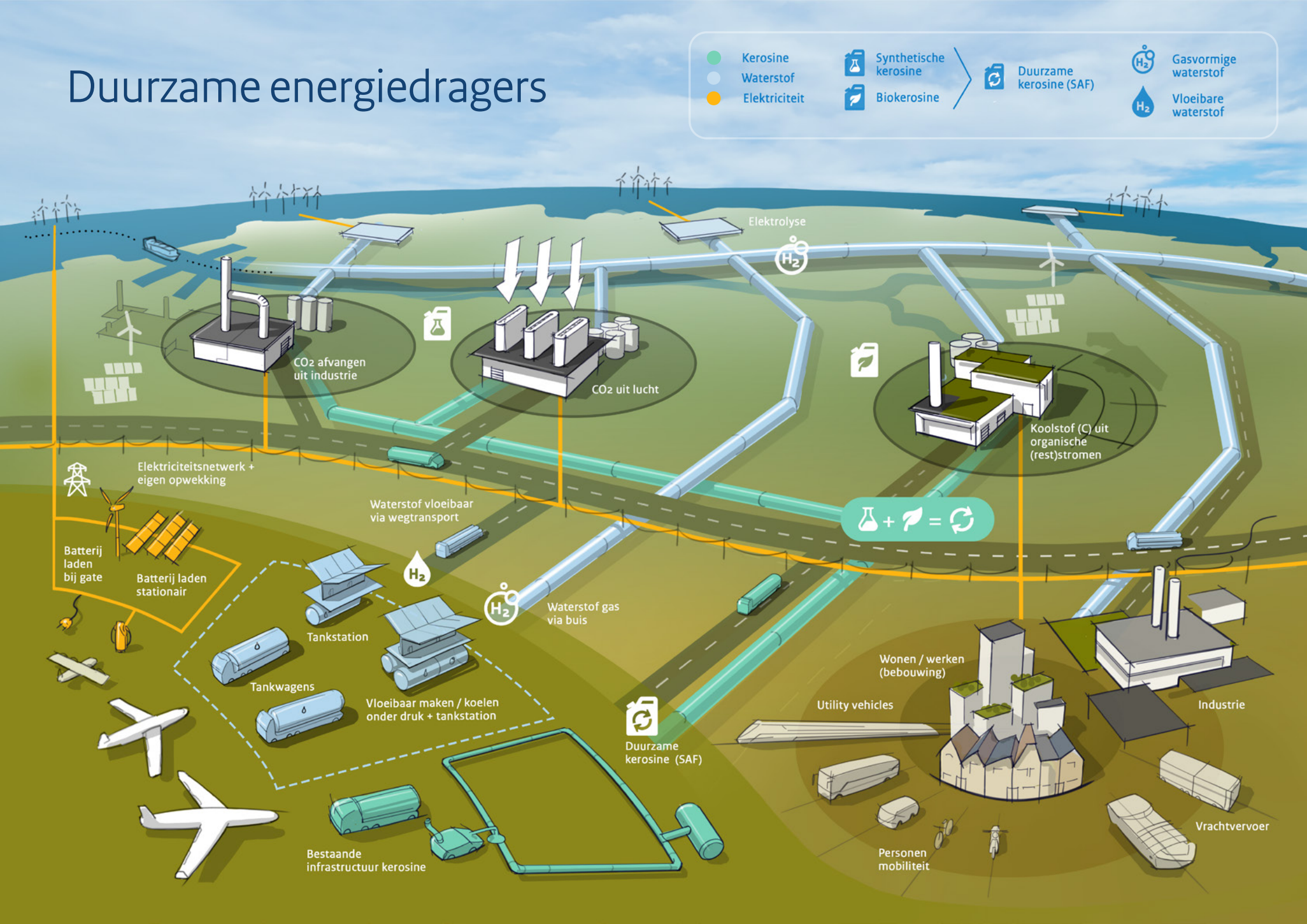
- **Batterij-elektrisch vliegen Caribische eilanden:** door de relatief kleine afstanden zal het rond 2035 mogelijk zijn om zo goed als alle vluchten tussen de ABC-eilanden en tussen SSS-eilanden (hybride) elektrisch uit te voeren. Een taskforce met stakeholders van luchthavens en overheden werkt hieraan, en stelt op het moment het benodigde strategisch plan op.
- **Strategische aanpak batterijen:** IenW zet via de Strategische aanpak batterijen langs vijf pijlers in op innovatieve en circulaire batterijtechnologie: grondstoffen, circulariteit, veiligheid, economische perspectieven en energiesystemen.
- **Luchtvaart in Transitie-programma:** in dit programma werkt IenW intensief samen met sectorpartijen en EZK aan $CO_2$-emissieloos vliegen. De nadruk ligt op technologieën als vliegen op waterstof en de daarbij behorende lichtgewicht materialen, bekabeling en constructies.
- **Modernisering veiligheidsvoorschriften:** IenW werkt, in afstemming met EASA en buurlanden, aan de wettelijke ruimte voor veilige experimenten en pilots. Een voorbeeld is de aanpassing van de Regeling Nationale Veiligheidsvoorschriften Luchtvaartuigen (RNVL), deze zal op korte termijn worden aangeboden.
- **Versnellen certificeringsproces:** IenW brengt relevante partijen ten aanzien van certificering bij elkaar. We doen dit om zo nieuwe partijen te helpen het certificerings-proces te begrijpen en vroegtijdig op te pakken.
- IenW is betrokken bij verschillende relevante **internationale (onderzoeks)initiatieven** zoals Clean Aviation en the Alliance for Zero-Emission Aviation (AZEA).

3

# Duurzame energiedragers

*In 2050 is 100 procent van de energiedragers voor luchtvaart duurzaam. Dit zal een mix zijn van duurzame kerosine, groene waterstof en batterijen als energiedragers, afhankelijk van energie-efficiency, beschikbaarheid, klimaateffecten en technologische mogelijkheden.*

# Duurzame energiedragers



## 3.1 Beschrijving innovatiegebied

Een tweede belangrijk innovatiegebied in de luchtvaartsector is, in het verlengde van het vorige hoofdstuk, de ontwikkeling van nieuwe energiedragers: elektriciteit, waterstof en duurzame kerosine.

### Elektriciteit

Elektriciteit wordt inmiddels op steeds grotere schaal duurzaam opgewekt op basis van met name zon en wind. Een uitdaging is wel dat het elektriciteitsnetwerk onvoldoende capaciteit heeft om in de vraag te voorzien. Bovendien is duurzaam opgewekte elektriciteit op dit moment nog niet continu beschikbaar. Om dit probleem op te lossen zal er innovatie moeten plaatsvinden zoals zogenoemde *grid level storage* oftewel grootschalige energieopslag, in dit geval bij de luchthaven. Ook kan dit probleem (deels) worden opgelost met de toekomstige ontwikkeling van andere duurzame energiebronnen die wel continu beschikbaar zijn.

### Waterstof

Er wordt op dit moment in Nederland nog niet op grote schaal duurzame waterstof geproduceerd. Dit komt onder andere doordat voor de productie van groene waterstof (nog) veel elektriciteit nodig is. De eerste fabrieken voor groene waterstof in ons land zijn al wel gebouwd, voorlopig als proefproject. Er wordt gewerkt aan verdere opschaling en vermindering van de benodigde energie om waterstof te produceren.

### Duurzame kerosine

Kerosine blijft benodigd voor lange afstandsvluchten (en in eerste instantie ook voor korte en middellange afstandsvluchten). Er zijn twee manieren om duurzame kerosine (Sustainable Aviation Fuel, SAF) te produceren:

1. Bio-kerosine wordt geproduceerd op basis van biomassa, bij voorkeur uit (circulaire) reststromen zoals gebruikt frituurvet. De HEFA-technologie, die gebaseerd is op hergebruik van afvaloliën en -vetten, is op dit moment de meest volwassen reststroomtechnologie. Bedrijven als SkyNRG, Neste en Shell werken in Nederland aan de benodigde productiefaciliteiten. Een voorbeeld van een ander veelbelovend technologiepad is Alcohol-to-Jet. Deze technologie is echter nog minder volwassen.
2. Synthetische kerosine (synfuel) wordt gemaakt van waterstof en $CO_2$. De $CO_2$ wordt afgevangen bij een fabriek of raffinaderij of deze wordt direct uit de lucht gehaald. Dit proces heeft geen biogrondstoffen nodig, maar is wel zeer energie-intensief.

De beschikbare reststromen voor de productie van biobrandstoffen (waaronder bio-kerosine) zijn naar verwachting te beperkt om op de lange termijn in de gehele vraag (luchtvaartsector, andere modaliteiten en industrie) te voorzien. Hierom is ook de ontwikkeling en opschaling van de productie van synthetische kerosine noodzakelijk om de sector te verduurzamen.

Aandachtspunt hierbij is wel dat, door verliezen in de respectievelijke productieprocessen, in de waterstofketen méér elektriciteit nodig is dan in de elektriciteitsketen en in de synfuelketen weer méér elektriciteit nodig is dan in de waterstofketen, om dezelfde hoeveelheid energie voor een vliegtuig te produceren.

*Zie bijlage 1 voor een compleet overzicht van dit innovatiegebied.*

## 3.2 Stand van zaken innovatiegebied

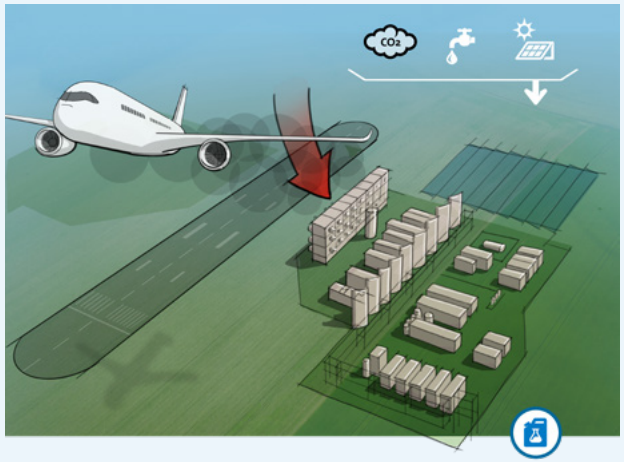
Het is de verwachting dat de Nederlandse markt de komende jaren steeds meer duurzame energie zal gaan gebruiken en volop zal bijdragen aan het ontwikkelen van duurzame energiedragers. Omdat alle sectoren in Nederland moeten verduurzamen is de vraag hiernaar groot.

De Nederlandse industrie heeft de mogelijkheid om een rol te pakken bij het ontwikkelen van duurzame energiedragers, zoals innovaties in de ontwikkeling van nieuwe technologiepaden, opschaling, productie, opslag, transport en andere infrastructuur.

Om aan dit alles bij te dragen stelt het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) een Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) op waarin de kabinetsvisie op de ontwikkeling van het energiesysteem richting 2050 is opgenomen. Het NPE gaat zowel in op de mogelijke verduurzamingsroutes, de verdeling van de bijbehorende (schaarse) energiedragers over de vraagsectoren, als op de ontwikkelrichting van het aanbod van energieketens en bijbehorende duurzame energiedragers. Voor wat betreft het aanbod van duurzame energiedragers kijkt het NPE ook naar de mogelijke balans tussen import en eigen productie, aangezien er grenzen zijn aan de hoeveelheid duurzame energie die nationaal geproduceerd kan worden.

Het NLR werkt op dit moment aan een waterstofinfrastructuur voor onderzoek, van opwekken van elektriciteit met zonnepanelen tot aan een testhal voor met vloeibare waterstof aangedreven vliegtuigmotoren.

**Voorbeeldinnovatie: Zenid**




SkyNRG, Climeworks, Uniper, de stichting RHIA en Rotterdam-The Hague Airport werken samen aan project Zenid. Het doel van dit project is om de eerste duurzame kerosine ter wereld te produceren die gemaakt wordt van $CO_2$ uit de lucht, met behulp van water en hernieuwbare elektriciteit. Met project Zenid wordt bijgedragen aan het creëren van een koolstofvrije maatschappij door de luchtvaartindustrie net zero ready te maken. Dit kan doordat met Direct Air Capture technologie minstens zoveel $CO_2$ uit de lucht wordt gehaald als het vliegtuig uitstoot bij het gebruik van de geproduceerde kerosine.

## 3.3 Stip op de horizon

IenW houdt vast aan de doelen in de Luchtvaartnota en aan het Akkoord Duurzame Luchtvaart onderschreven door de deelnemers aan de Duurzame Luchtvaarttafel: 14 procent duurzame kerosine in 2030 en 100 procent duurzame energiedragers in 2050:

*In 2050 is 100 procent van de energiedragers voor luchtvaart duurzaam. Dit zal een mix zijn van duurzame kerosine, groene waterstof en batterijen als energiedragers, afhankelijk van energie-efficiency, beschikbaarheid, klimaateffecten en technologische mogelijkheden.*

## 3.4 De innovaties die ons naar deze stip brengen

IenW richt zich op het stimuleren van de ontwikkeling van duurzame kerosine en op de transport-, opslag en tankinfrastructuur voor elektriciteit en waterstof op vliegvelden.

Duurzame kerosine is zoals gemeld voor langeafstandsvluchten de komende decennia de enige duurzame optie. Inzet op meerdere conversietechnologieën is nodig om de grondstoffenbasis voor duurzame kerosine te vergroten om hiermee ook aan de groeiende vraag na 2030 te kunnen blijven voldoen. De ontwikkeling en opschaling van duurzame kerosine is dan ook een speerpunt van deze strategie.

Innovaties op het gebied van transport-, opslag en tankinfrastructuur voor elektriciteit en waterstof specifiek op vliegvelden zijn randvoorwaarden om de sector in staat te stellen de overstap te maken naar deze vormen van duurzame energie. De innovaties hiervoor zijn daarom van groot belang.

De ontwikkeling van duurzame energie als waterstof en elektriciteit en energiedragers als *grid scale storage* wordt wereldwijd opgepakt, deze innovaties behoeven dan ook geen verdere stimulering vanuit deze innovatiestrategie. Het vergroten van de capaciteit en stabiliteit van het Nederlandse elektriciteitsnetwerk wordt opgepakt door EZK.

## 3.5 Rol IenW

De primaire rol van IenW is initiërend voor de ontwikkeling van de benodigde technologie-paden. Dit kan door het bieden van meer zekerheid voor afname, bijvoorbeeld met de bijmengverplichting voor duurzame kerosine.

Wat betreft kennisontwikkeling rond de ontwikkeling en productie van duurzame kerosine en de infrastructuur voor waterstof en elektriciteit op vliegvelden, pakken we een samenwerkende rol, onder meer door het financieren van onderzoek.

## 3.6 Relevante initiatieven

Vanuit innovatiebeleid gericht op de stip op de horizon zet IenW in op:

### Algemeen:

- De Rijksoverheid stimuleert reeds het gebruik van duurzame kerosine voor dienstreizen per vliegtuig. Onder meer door deelname aan Corporate Sustainable Aviation Fuel programma's van luchtvaartmaatschappijen.
- IenW wil meer zicht op de niet-$CO_2$-klimaateffecten van de verschillende energiedragers. We zetten in op verder onderzoek om op basis hiervan innovaties te sturen.

### Duurzame kerosine:

- IenW zet in op de ontwikkeling en opschaling van nieuwe technologiepaden voor duurzame kerosine. Bijvoorbeeld door gezamenlijk onderzoek te doen en projecten actief te ondersteunen.
- IenW zorgt dat het beleid rond duurzame kerosine consistent is met het Europese beleid voor de energietransitie (o.a., Richtlijn Hernieuwbare Energie (REDIII) en ReFuelEU Aviation).

### Transport-, opslag en tankinfrastructuur voor elektriciteit en waterstof:

- Nederland heeft een sterke kennispositie op gas en gasinfrastructuur. IenW verkent met EZK hoe deze gebruikt kan worden om een waterstofinfrastructuur op vliegvelden te realiseren. Hierbij sluiten we aan op de ontwikkeling van het Waterstofnetwerk Nederland.
- IenW onderzoekt welke rol de overheid kan vervullen om laden en tanken van waterstof- en batterij-elektrische vliegtuigen mogelijk te maken. Bijvoorbeeld door wet- en regelgeving te ontwikkelen die experimenteren mogelijk maakt.
- Het in hoofdstuk 2 beschreven innovatieprogramma voor batterij-elektrisch vliegen in Caribisch Nederland richt zich ook op de benodigde laadinfrastructuur op luchthavens en opwekking van benodigde duurzame energie.
- IenW draagt bij aan de ontwikkeling van internationale standaarden voor onder andere laad- en tankinfrastructuur door deelname en actieve inbreng in de relevante werkgroepen binnen ICAO.
- IenW verkent samen met luchthavens of er mogelijkheden zijn om een waterstofcorridor te realiseren: internationale vluchten die geheel met waterstof kunnen worden bediend.

# 4

# Luchtruim

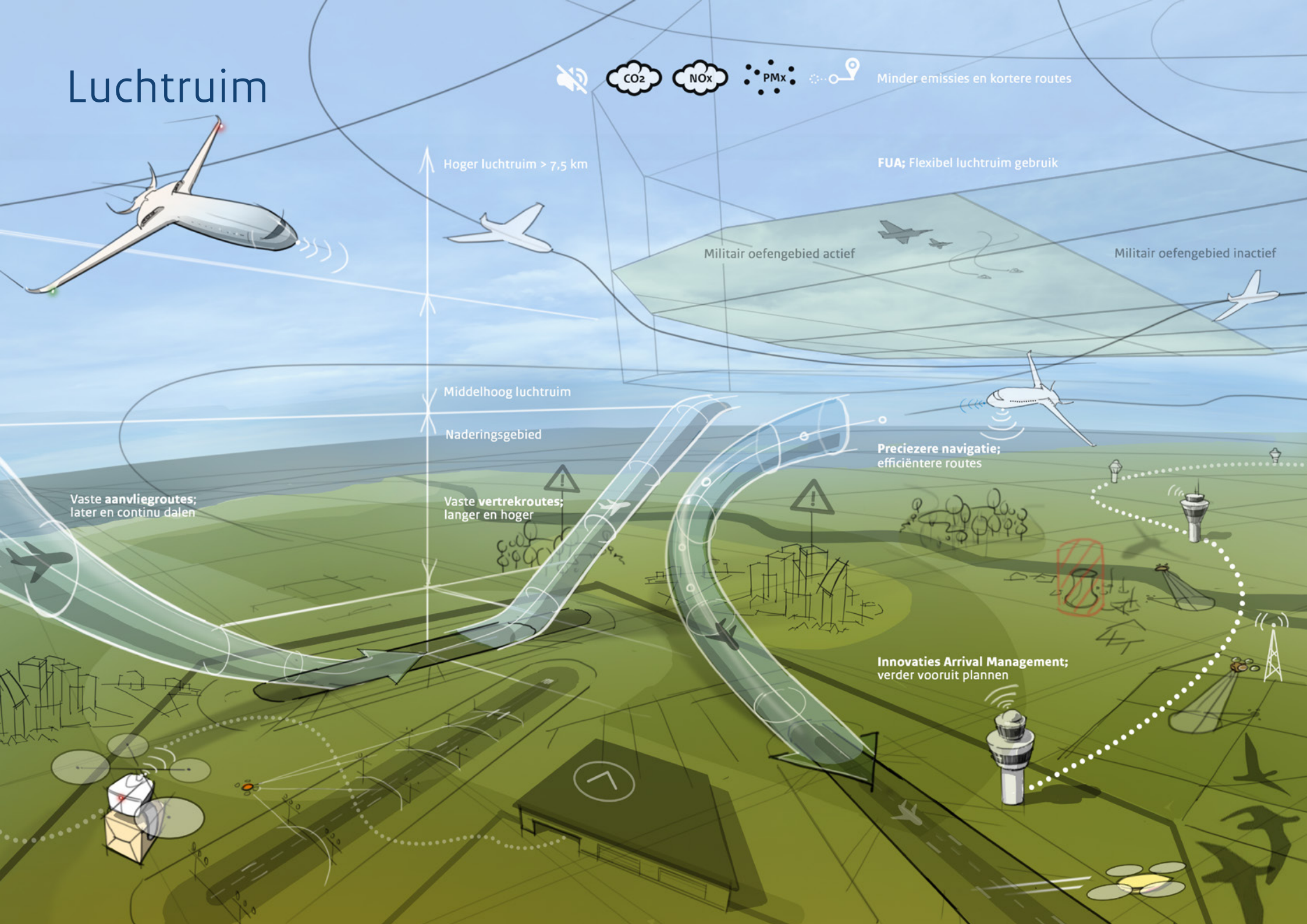
Bemande luchtvaart:

*Het doel van het stapsgewijs invoeren van efficiëntere routes is om in 2035 te zorgen voor minder geluidsoverlast, minder $CO_2$-uitstoot, minder uitstoot van fijnstof en stikstof en minder vertraging in de omgeving van luchthavens. Tezamen met de ontwikkeling en implementatie van nieuwe technologieën wordt hiermee invulling gegeven aan het Europese Single European Sky (SES) initiatief.*

Onbemande luchtvaart:

*In 2050 is het luchtruim voor bemande en onbemande luchtvaart geïntegreerd en wordt veelvuldig gebruik gemaakt van drones voor maatschappelijke toepassingen. Autonome en automatisch bestuurde drones worden in goede banen en geautomatiseerd door het luchtruim geleid (bijv. door middel van U-space), waardoor de inzet van drones efficiënt en op grotere schaal mogelijk is.*

# Luchtruim


CO2
NOx
PMx
Minder emissies en kortere routes
Hoger luchtruim > 7,5 km
FUA; Flexibel luchtruim gebruik
Militair oefengebied actief
Militair oefengebied inactief
Middelhoog luchtruim
Naderingsgebied
Preciezere navigatie;
efficiëntere routes
Vaste aanvliegroutes;
later en continu dalen
Vaste vertrekroutes;
langer en hoger
Innovaties Arrival Management;
verder vooruit plannen

## 4.1 Beschrijving innovatiegebied

IenW en het ministerie van Defensie dragen zorg voor de inrichting en het beheer van het Nederlandse luchtruim. Deze regulering is erop gericht dat gebruikers, zoals de commerciële luchtvaart, militaire vluchten en de kleine luchtvaart, op een veilige en efficiënte manier van het luchtruim gebruik kunnen maken, met een minimale impact op de leefomgeving en het klimaat.

Op dit moment spelen er verschillende zaken en ontwikkelingen die om een herziening van de huidige regulering vragen:

- Vliegroutes zijn historische gezien niet ingericht op het beperken van hinder en uitstoot.
- De behoefte aan militaire oefenruimte is aan het veranderen.
- Drones worden steeds vaker ingezet. Het huidige luchtverkeersmanagementsysteem is niet geschikt om geautomatiseerd vliegende drones op een veilige manier te integreren in het luchtruim.

## 4.2 Stand van zaken innovatiegebied

### Bemand

Op Europees niveau wordt gestreefd naar één Europees luchtruim (Single European Sky). Hiertoe is onder meer het Europese publiek-private partnerschap SESAR[4] (Single European Sky ATM Research) opgericht. SESAR richt zich op vliegveldoperaties, verkeersmanagementsystemen (ATM), verkeersleidingsdiensten en infrastructuur. Daarin wordt onder andere gewerkt aan free route airspace zodat gebruikers zelf een (efficiënte) route kunnen kiezen in plaats van een voorgeschreven route. Daarnaast wordt gekeken naar verdere integratie van luchthavens in het ATM netwerk.

Ook het Trajectory Based Operation concept (TBO) is onderdeel van SESAR. TBO ondersteunt de implementatie van verschillende technologische ontwikkelingen op het gebied van navigatie en planning. Het ondersteunt concreet het gebruik van vaste naderingsroutes. Met technieken zoals RECAT-EU, Pair-wise Separation, Interval Management en Time Based Separation kunnen aankomende vliegtuigen veilig korter achter elkaar geplaatst worden.

Hiermee kan bijvoorbeeld de capaciteit worden vergroot van de aanvliegroutes die de minste (geluids)overlast geven. Cross-border arrival management (XMAN) zorgt dat naderingsroutes ook over landsgrenzen heen kunnen worden geoptimaliseerd. Hiermee kan duurzaam vliegen worden gefaciliteerd door middel van continu dalen middels vaste naderingsroutes.

### Onbemand

Het kabinet wil onbemande luchtvaartuigen de ruimte geven en vernieuwende technologieën en diensten mogelijk maken vanwege het mogelijk grote aantal maatschappelijk waardevolle toepassingen (zie kader).

**Voorbeeldinnovatie: Drones**



Indien drones veilig geïntegreerd worden in het luchtruim, kan deze technologie worden ingezet voor allerlei maatschappelijke toepassingen. Drones zijn bijvoorbeeld geschikt voor het met spoed vervoeren van bloedmonsters of vergankelijke transplantatieweefsels. Een politiedrone kan vliegensvlug ter plaatse zijn bij een ongeval, zonder het wegverkeer te verstoren en ook op lastig bereikbare plekken. Ook kunnen drones worden ingezet voor onder meer het inspecteren van gebouwen, het zoeken van drenkelingen, het bepalen van de oorzaak van een brand of het meten van de luchtkwaliteit in een industriegebied.

[4] https://sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/Innovation%20pipeline%202022.pdf

Drones worden nu al gebruikt, maar moeten over het algemeen nog direct in het zicht van een piloot vliegen die de drone op afstand bestuurt. Dat is inefficiënt. Om het potentieel van drones beter te benutten is vliegen buiten het zicht van de piloot noodzakelijk. Dan kan er bijvoorbeeld zonder piloot ter plekke, door een bos of om een gebouw heen gevlogen worden. Bij volledige automatisering (zelfsturende drones) kan zelfs van het volledige potentieel van deze technologie en het luchtruim gebruik worden gemaakt.

Om dit potentieel te verzilveren is vanuit de Europese Commissie U-space[5] opgesteld, het luchtverkeersleidingssysteem voor drones. U-space moet het mogelijk maken dat drones veilig ingezet worden met zo min mogelijke negatieve effecten zoals geluidshinder en horizonvervuiling. Hierbij is ook aandacht voor het maatschappelijke belang van privacy van burgers.

*Zie bijlage 1 voor een compleet overzicht van dit innovatiegebied.*

## 4.3 Stip op de horizon

### Bemande luchtvaart

*Het doel van het stapsgewijs invoeren van efficiëntere routes is om in 2035 te zorgen voor minder geluidsoverlast, minder $CO_2$-uitstoot, minder uitstoot van fijnstof en stikstof en minder vertraging in de omgeving van luchthavens[6]. Tezamen met de ontwikkeling en implementatie van nieuwe technologieën wordt hiermee invulling gegeven aan het Europese Single European Sky (SES) initiatief.*

### Onbemande luchtvaart

*In 2050 is het luchtruim voor bemande en onbemande luchtvaart geïntegreerd en wordt veelvuldig gebruik gemaakt van drones voor maatschappelijke toepassingen. Autonome en automatisch bestuurde drones worden in goede banen en geautomatiseerd door het luchtruim geleid (bijv. door middel van U-space), waardoor de inzet van drones efficiënt en op grotere schaal mogelijk is.*

## 4.4 De innovaties die ons naar deze stip brengen

IenW richt zich primair op het ondersteunen van TBO en U-space.

TBO is één van belangrijkste ontwikkelingen om het gebruik van duurzamere vlieg-procedures met minder impact op de leefomgeving te vergroten. In de voorkeursbeslissing Luchtruimherziening is aangegeven dat hierop wordt ingezet, tezamen met andere bouwstenen zoals Extended Arrival Management (E-AMAN).

Daarnaast is de ontwikkeling van U-space voorwaardelijk om de veilige en grootschalige inzet van drones te faciliteren, waarbij aandacht is voor privacy van burgers.

## 4.5 Rol IenW

Als eigenaar van het luchtruim en verantwoordelijke voor de veiligheid is de primaire rol van IenW binnen dit innovatiegebied kaderstellend. Deze kaders worden vormgegeven middels Internationale en Europese regelgeving, met ruimte voor nationale invulling. IenW werkt internationaal actief mee aan de vormgeving van zowel TBO als U-space. Tegelijk werkt IenW nationaal hard aan de implementatie ervan en de bijbehorende invoering van nieuwe luchtverkeersleidings- en managementsystemen. Deze inzet geldt zowel voor bemande als onbemande luchtvaart. IenW werkt daarbij proactief samen met de sector.

## 4.6 Relevante initiatieven

Vanuit innovatiebeleid gericht op de stip op de horizon zet IenW in op:

- IenW neemt actief deel aan (inter)nationale overlegstructuren voor de doorontwikkeling van regelgeving, zoals SESAR.
- In het programma Luchtruimherziening werkt IenW in samenspraak met Defensie en relevante partners aan de herziening van het Nederlandse luchtruim. De innovaties vanuit SESAR worden hierbij geïntegreerd in het complexe en relatief kleine Nederlandse luchtruim.

[5] Verordening 2021/664 EUR-Lex - 32021R0664 - EN - EUR-Lex (europa.eu)
[6] Voorkeursbeslissing luchtruimherziening, 14 oktober 2022

- Om de ontwikkeling rond drones in goede banen te leiden heeft het Programma Onbemande Luchtvaart (IenW) het tweede Actieplan Programma Onbemande Luchtvaart (2023-2025) gelanceerd. Hierbij wordt onder meer samengewerkt met de Drone Council Nederland en het NLR.
- IenW ziet erop toe dat de Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) voortgang boekt met de implementatie van moderne luchtverkeersleidingssystemen (iCAS) en integratie van de luchtverkeersdienstverlening (1ATM).
- IenW biedt meer ruimte aan test- en experimenteervluchten voor drones en ontwikkelt een beleidskader en bijbehorende roadmap.
- Om de implementatie van nieuwe technologieën te versnellen steunt IenW initiatieven zoals bijvoorbeeld iLabs van LVNL en het Knowledge and Development Centre (KDC). In iLabs onderzoeken en ontwikkelen studenten innovatieve toepassingen voor luchtverkeersleidingssystemen en -procedures en demonstreren deze aan luchtverkeersleiders. Het KDC heeft als opdracht om oplossingen te ontwikkelen voor complexe problemen ter ondersteuning van de duurzame ontwikkeling van Mainport Schiphol.
- IenW is actief betrokken bij de programmering van onderzoek voor luchtruiminnovaties bij kennisinstituten en kennisopbouwprogramma's, zoals bijvoorbeeld het werk van het reeds genoemde NLR.

5

# Luchthaven en omgeving

Operaties op de grond:

*Uiterlijk in 2030 stoten de grondgebonden activiteiten van de burgerluchtvaart, zoals het vervoer van bagage, passagiers en vracht, geen $CO_2$ meer uit. Daarbij is duurzaam taxiën de standaard. Hierdoor zijn de arbeidsomstandigheden en luchtkwaliteit bij grond- en bagageafhandeling verder verbeterd. Ook is vóór 2030 de efficiëntie van de logistieke processen verder toegenomen.*

Terminal operaties:

*Luchthavens hebben een professioneel, effectief en efficiënt passagiersproces. Nederland voert een integraal grensbeheer dat maximaal bijdraagt aan de veiligheid in ons land en het Schengengebied en bonafide reizigers optimaal faciliteert.*

Intermodaal transport:

*In 2050 wordt voor internationale reizen een optimale combinatie en aansluiting van vervoersmiddelen ingezet waarbij de reiziger centraal staat, niet de modaliteit.*

Leefomgeving:

*Minder impact van geluid, fijnstof en stikstof op leefbaarheid rond vliegvelden.*

# Luchthaven en omgeving



## 5.1 Beschrijving innovatiegebied

Het innovatiegebied luchthaven en omgeving is onderverdeeld in vier afzonderlijke innovatiedeelgebieden met elk een eigen systeem van technische innovaties: operaties op de grond, terminal operaties, intermodaal transport en leefomgeving.

De rol van IenW in dit innovatiegebied is zowel initiërend, samenwerkend als kaderstellend, afhankelijk van het precieze innovatiedeelgebied. We werken samen met de sector en andere departementen en overheden. IenW brengt partijen bij elkaar, ontwikkelt beleid om nieuwe ontwikkelingen te stimuleren en te versnellen of knelpunten op te lossen, en realiseert waar nodig monitoring.

## 5.2 Operaties op de grond

Dit innovatiedeelgebied betreft alle activiteiten voor het onderhoud en de afhandeling van vliegtuigen op de grond, inclusief het transport van mensen en goederen (grondgebonden operaties) en het taxiën van vliegtuigen. Voor deze operationele processen wordt een scala aan voertuigen en apparatuur gebruikt. Zo maken geparkeerde vliegtuigen gebruik van een externe krachtbron voor de elektriciteit en frisse lucht aan boord.

### 5.2.1 Stand van zaken innovatiedeelgebied

Luchthavens, luchtvaartmaatschappijen en grondafhandelaren werken samen om de grondoperaties $CO_2$-emissieloos te maken, het verbeteren van de werkomstandigheden en het efficiënter maken van de logistieke processen. Het streven is alle gebruikte apparatuur $CO_2$-emissieloos te maken. Dit vraagt ook om nieuwe laad- en tankinfrastructuur en beschikbaarheid van waterstof op de luchthaven.

### 5.2.2 Stip op de horizon

*Uiterlijk in 2030 stoten de grondgebonden activiteiten van de burgerluchtvaart, zoals het vervoer van bagage, passagiers en vracht, geen $CO_2$ meer uit. Daarbij is duurzaam taxiën de standaard. Hierdoor zijn de arbeidsomstandigheden en luchtkwaliteit bij grond- en bagageafhandeling verder verbeterd. Ook is vóór 2030 de efficiëntie van de logistieke processen verder toegenomen.*

### 5.2.3 Innovaties die ons naar deze stip op de horizon brengen

De belangrijkste innovaties zijn elektrificatie en robotisering.

Elektrificatie (batterij-elektrisch dan wel met waterstof) betreft alle grondvoertuigen, de verwarming van gebouwen en de voorziening van stroom voor taxiënde en geparkeerde vliegtuigen, inclusief verse lucht voor geparkeerde vliegtuigen. Hiermee worden alle vormen van schadelijke uitstoot verminderd waardoor duurzaamheid toeneemt en arbeidsomstandigheden van personeel en de leefomgeving verbeteren.

Innovaties in robotisering bieden nog verdere kansen om de arbeidsomstandigheden van het grondpersoneel te verbeteren.

**Voorbeeldinnovatie: e-GPU**




Meerdere partijen werken aan de ontwikkeling van E-GPU's (elektrische 'ground power units'). Deze worden nu al op Schiphol, Eindhoven Airport, Rotterdam-The Hague Airport en Maastricht-Aachen Airport gebruikt. Deze E-GPU's worden ingezet bij vliegtuigen die niet direct aan de terminal staan. Ze vervangen conventionele GPU's die gebruik maken van diesel. Het gebruik van E-GPU's voorkomt uitstoot van $CO_2$, fijnstof en stikstof. In de toekomst zullen E-GPU's voorzien worden van gebruikte batterijen uit auto's, wat zorgt voor een nog duurzamere oplossing.

### 5.2.4 Relevante initiatieven

Vanuit innovatiebeleid gericht op de stip op de horizon zet IenW in op:
- IenW werkt samen met sectorpartijen aan de Duurzame Luchtvaarttafel in de Focusgroep Luchthavens en Grondgebonden Activiteiten. Hierin worden een roadmap en monitor ontwikkeld richting $CO_2$-emissieloze grondgeboden activiteiten in 2030. Op basis hiervan bepaalt IenW eventueel aanvullend beleid.
- IenW bepaalt in 2023/2024 samen met de luchtvaartsector de ambitie voor 2030 ten aanzien van emissies door grondgebonden operaties anders dan $CO_2$.
- IenW ondersteunt initiatieven rondom duurzaam taxiën, zoals de TaxiBot waarbij het vliegtuig wordt gesleept door een taxi-robot.

## 5.3 Terminal operaties

De terminal operatie betreft de verplaatsing van passagiers, bagage en vracht en het waarborgen van de veiligheid op de luchthaven. IenW heeft een systeemverantwoordelijkheid voor het goed functioneren van luchthavens als vervoersknooppunt. De doelstelling van het grensbeheer is een effectief en efficiënt grensproces dat veiligheid borgt en tevens een soepele doorstroming van bonafide reizigers op de luchthavens faciliteert. De luchthavens zelf zijn verantwoordelijk voor efficiënte verplaatsingen, dit is mede in het belang van luchtvaartmaatschappijen en hun reizigers.

Het ministerie van Justitie en Veiligheid (JenV) is gezagdrager voor de politietaak en het grenstoezicht. De verantwoordelijkheid voor de uitvoering van deze taken is belegd bij KMar. Bij het overschrijden van de Schengengrenzen (in- en uitreizen) door reizigers voert KMar systematische grenscontroles uit.

### 5.3.1 Stand van zaken innovatiedeelgebied

JenV en de KMar werken samen met de relevante stakeholders ten behoeve van het grensbeheerproces. Voor verschillende projecten op de luchthaven van Schiphol zijn privaat-publieke samenwerkingen ingericht, bijvoorbeeld voor het EES (European Exit/Entry System) en het BPVS (Beveiliging en Publieke Veiligheid Schiphol).

Grenswachters worden zoveel mogelijk ondersteund middels techniek zoals beschikbare informatiestromen en geautomatiseerde grenscontrolepoortjes.

### 5.3.2 Stip op de horizon

*Luchthavens hebben een professioneel, effectief en efficiënt passagiersproces. Nederland voert een integraal grensbeheer dat maximaal bijdraagt aan de veiligheid in ons land en het Schengengebied en bonafide reizigers optimaal faciliteert.*

### 5.3.3 Innovaties die ons naar deze stip op de horizon brengen

Toenemende digitalisering en innovatieve technologieën bieden mogelijkheden om het passagiersproces en het Nederlandse grensbeheer nog efficiënter en effectiever in te richten.

Digitalisering van passagiersinformatie, verbeterde interoperabiliteit tussen systemen, vroegtijdige analyse van passagiersinformatie en de inzet van innovatieve en technologische oplossingen zoals het gebruik van biometrie[7] of een digital travel credential bieden daartoe mogelijkheden.

Denk hierbij ook aan mogelijkheden als vroegtijdige off-airport verificatie van reisdocumentatie onder andere door gebruik van (interactieve) online portals voor controle van in- en uitreisvoorwaarden.

Ontwikkelde innovatieve toepassingen dienen volledig te voldoen aan het wettelijk kader en randvoorwaarden voor ethiek, privacy van burgers en (cyber)security. Hierbij wordt waar nodig gewerkt aan maatschappelijk en politiek draagvlak ten behoeve van het actualiseren van vigerende regelgeving om innovatieve oplossingen mogelijk te maken.

[7] Waarbij bijvoorbeeld middels gezichtsvergelijking biometrische verificatie plaatsvindt tussen het reisdocument en de persoon die het aanbiedt.

### 5.3.4 Relevante initiatieven

Vanuit innovatiebeleid gericht op de stip op de horizon zet IenW in op:

- IenW stimuleert, vanuit haar systeemverantwoordelijkheid, samenwerking tussen publiek- private partijen ten behoeve van de ontwikkeling en implementatie van innovatieve toepassingen inclusief de benodigde pilots waarmee innovaties op deze vlakken in de praktijk worden getest. Denk hierbij bijvoorbeeld aan een pilot met een digitaal reisdocument (digital travel credential).
- IenW, en relevante stakeholders zoals JenV, Def, KMar, BZK nemen belemmeringen voor innovaties zoveel mogelijk weg binnen de randvoorwaarden van juridische verplichtingen, ethiek, privacy van burgers en (cyber)security. Daarbij kan worden gewerkt aan politiek en maatschappelijk draagvlak ten behoeve van actualiseren van vigerende wet- en regelgeving.
- IenW monitort de impact van initiatieven op de keten van het passagiersproces.

## 5.4 Intermodaal transport

Andere vervoersmiddelen kunnen worden ingezet als vervanging of onderdeel van een internationale (vlieg)reis. De trein kan bijvoorbeeld aansluiting op intercontinentale vluchten verzorgen. Denk hierbij aan het AirRailticket van KLM waarmee je met de Thalys van Brussel naar Schiphol reist. Met de introductie van dit aanbod is een dagelijkse vlucht van Amsterdam naar Brussel geschrapt. De trein wordt zo op de korte afstand voor steeds meer mensen een aantrekkelijk en duurzaam alternatief voor het vliegtuig als onderdeel van de internationale reis. Ook de groeiende populariteit van de directe treinverbinding van Nederland naar Londen is hier een voorbeeld van.

### 5.4.1 Stand van zaken innovatiedeelgebied

Er zijn reeds verschillende innovaties doorgevoerd die de combinatie van vliegtuig en trein mogelijk maken. Denk aan de koppeling van de informatie- en boekingssystemen en bijbehorende procesinnovaties voor het garanderen en organiseren van een overstap bij vertraging.

In 2019 heeft het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KIM) een onderzoek uitgevoerd naar de infrastructuur- en externe kosten van verschillende vervoersvormen[8]. Daarin zijn aan zijn aan de hand van zes voorbeeldreizen (naar Brussel, Parijs, Londen, Düsseldorf, Frankfurt en Berlijn) de maatschappelijke effecten van verschillende reisvormen in kaart gebracht. De uitkomsten bieden de basis om reizigers beter te informeren over de maatschappelijke impact van hun reis, waardoor zij onderbouwd duurzame keuzes kunnen maken.

Aandachtspunt is dat voor zowel trein- als luchtvaartmaatschappijen de trein/luchtpassagiers een kleine groep is ten opzichte van alle andere reizigers. Hierdoor is er voor beide type bedrijven maar een beperkte commerciële prikkel om de aansluiting te verbeteren.

### 5.4.2 Stip op de horizon

*In 2050 wordt voor internationale reizen een optimale combinatie en aansluiting van vervoersmiddelen ingezet waarbij de reiziger centraal staat, niet de modaliteit.*

### 5.4.3 Innovaties die ons naar deze stip op de horizon brengen

Innovaties in het hele proces van het moment van boeken van de reis tot het moment van aankomst op de bestemming, maken de trein een volwaardig alternatief voor (een deel van) de vliegreis. Denk hierbij bijvoorbeeld aan gegarandeerde overstap bij vertraging tijdens een intermodale reis. Generieke innovaties op het gebied van terminal operaties zoals snellere grenscontroles komen uiteraard ook ten goede aan intermodaal transport.

Bij innovaties voor het stimuleren van bewustwording kan onder andere worden gedacht aan reisplanners die het maatschappelijk effect van een reis inzichtelijk maken om daarmee reizigers te helpen een bewuste keuzes te maken.

Investeringen in fysieke infrastructuur zoals nieuwe internationale treinverbindingen kunnen ook bijdragen aan intermodaal transport, maar deze vallen buiten de scope van de innovatiestrategie.

[8] Op reis met vliegtuig, trein, auto of bus, Een vergelijking van de infrastructuurkosten voor de overheid en de externe kosten, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, 2019

### 5.4.4 Relevante initiatieven

Vanuit innovatiebeleid gericht op de stip op de horizon zet IenW in op:

- IenW is initiatiefnemer van de Actieagenda Trein en Luchtvaart die tot stand is gekomen in 2020. In deze Actieagenda werken KLM, Schiphol, NS, ProRail en IenW aan het aantrekkelijk maken van de trein als alternatief voor het vliegtuig op zes prioritaire bestemmingen.
- IenW werkt aan een mobiliteitsvisie waar luchtvaart integraal onderdeel van is. Hierin wordt gezocht naar versterking door verbinding van de modaliteiten tot één samenhangend mobiliteitssysteem waarin de kracht van elk van de modaliteiten optimaal wordt benut.
- Om reizigers inzicht te geven in de gevolgen van hun gedrag wordt, op basis van de het genoemde onderzoek van het KIM, een innovatieve tool ontwikkeld om de maatschappelijke effecten van internationale reisopties in beeld brengeen. We werken samen met diverse reisinformatieplatforms om te zorgen dat deze informatie wordt opgenomen op de website die de reiziger gebruikt voor het bewust selecteren en boeken van zijn of haar reis.

## 5.5 Leefomgeving

De luchtvaart heeft, met name rond vliegvelden, een negatieve impact op de leefbaarheid, bijvoorbeeld door geluidshinder. Hiervoor zijn oplossingen gewenst voor het verminderen van het geluid van vliegtuigen. In dit innovatiegebied kijken we naar innovatieve initiatieven om, door slimmer bouwen, geluidshinder te verminderen. Aanvullend biedt dit mogelijk ook positieve effecten (koppelkansen) op de luchtkwaliteit, klimaatadaptatie, de belasting voor het milieu en het gebruik van materialen die duurzaam en herbruikbaar zijn. Innovaties gericht op het verminderen van de geluidsoverlast van de luchtvaartuigen zelf, zijn onderdeel van hoofdstuk 2.

### 5.5.1 Stand van zaken innovatiedeelgebied

Onderzoek met metingen in de praktijk heeft aangetoond dat de geluidniveaus van overvliegende vliegtuigen fors verschillen, afhankelijk van de locatie rond en tussen gebouwen. Het Fieldlab Geluidadaptief Bouwen, inmiddels omgedoopt tot Urban Comfort Lab, onderzoekt daarom hoe de leefomgeving kan worden aangepast om geluidshinder te verminderen. Het onderzoek wordt uitgevoerd door AMS Institute en TU Delft in samenwerking met de gemeente Haarlemmermeer, de ministeries van Binnenlandse Zaken (BZK) en Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en de Stichting Leefomgeving Schiphol (SLS). Het onderzoek wordt onder andere gefinancierd door de Rijksoverheid. Met een proefopstelling van woningen (opgebouwd uit containers), wordt onderzocht welke precieze invloed het ontwerp en de positie van de gebouwen heeft op de ervaren geluidsoverlast. De testresultaten tot nu toe laten zien dat de gebouwvorm en de gebruikte (gevel) materialen de overlast voor omwonenden van overvliegende vliegtuigen merkbaar kunnen verlagen. Dit valt te vertalen naar concrete innovaties in stedenbouw en bouwmethodes, op landschapsniveau, wijk/straatniveau, gebouwniveau en gevelniveau. Bij dit laatste valt bijvoorbeeld te denken aan specifieke begroeiing en gericht gebruik van materialen voor geluidsdemping.

### 5.5.2 Stip op de horizon

*Minder impact van geluid, fijnstof en stikstof op leefbaarheid rond vliegvelden.*

### 5.5.3 Innovaties die ons naar deze stip op de horizon brengen

De meetresultaten van het Urban Comfort Lab gaan we gebruiken voor het mogelijk realiseren van geluidadaptieve wijken. Hiertoe ondersteunen IenW en BZK gezamenlijk zogenoemde living labs om de geïdentificeerde aanpassingen en innovaties daadwerkelijk in de gebouwde omgeving toe te passen, zowel bij nieuwbouw als bij bestaande bouw.

### 5.5.4 Relevante initiatieven

Vanuit innovatiebeleid gericht op de stip op de horizon zet IenW in op:

- In opvolging van het Urban Comfort Lab komt er een vervolgonderzoek hoe we, op basis van deze resultaten, geluidsoverlast in bestaande wijken kunnen beperken.

# 6

# Monitoring en sturing

*Om de stippen op de horizon te realiseren, brengen we alle in de vorige hoofdstukken beschreven initiatieven onder in een overkoepelend programma. Zo worden deze initiatieven onderdeel van een integrale PDCA-cyclus (plan, do, check, act-cyclus).*

*Deze programmatische aanpak heeft als voordeel dat de verschillende betrokken partijen gericht samen kunnen werken in de uitvoering. IenW draagt bij in de coördinatie. Tevens wordt een klankbordgroep ingericht om te reflecteren en adviseren.*

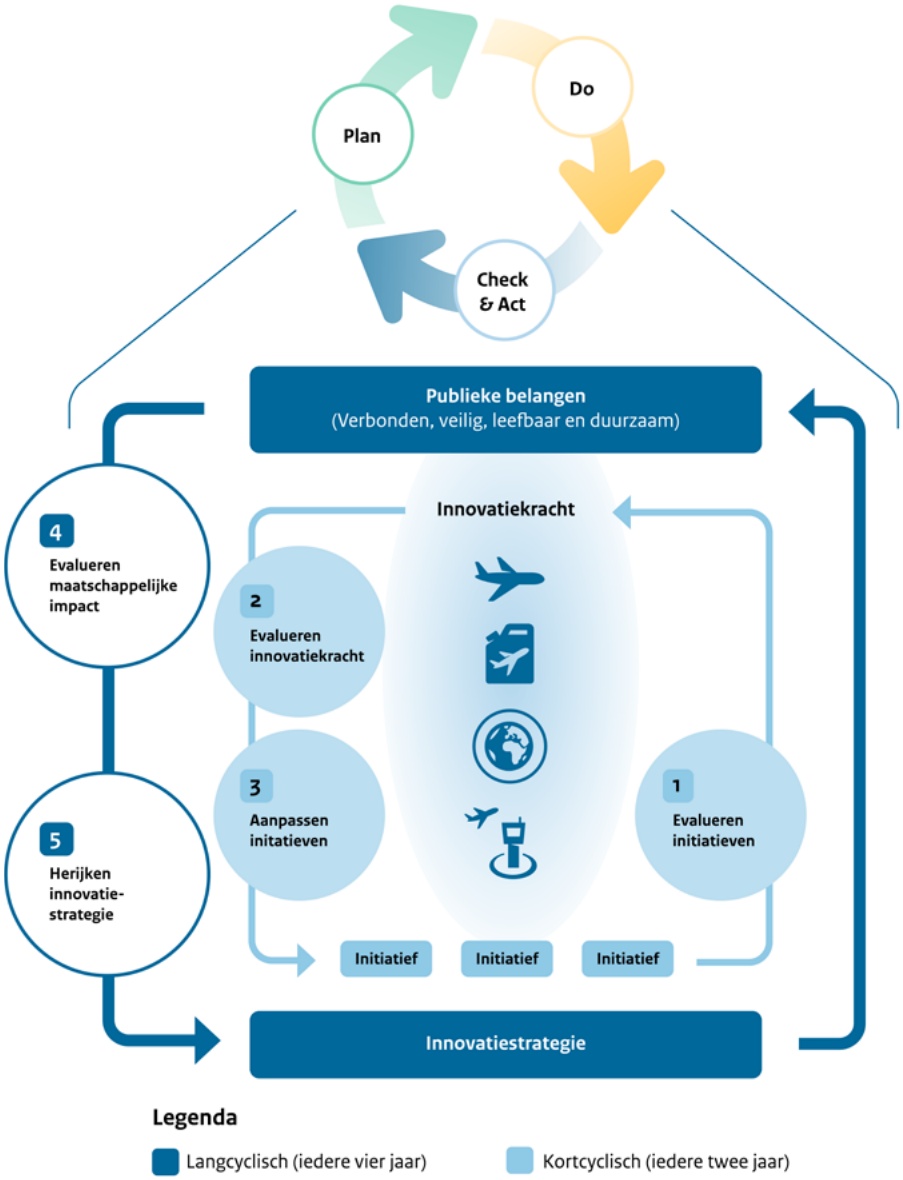
Deze governancestructuur borgt dat de inzet van IenW goed blijft aansluiten op de ontwikkelingen in de sector. Dat is wenselijk omdat zich, tijdens de doorlooptijd van de doelen in deze innovatiestrategie tot 2050, nieuwe innovaties, kansen en belemmeringen zullen voordoen. Een programmatische aanpak maakt het mogelijk deze nieuwe kansen te identificeren, te bepalen of ze aan de gestelde doelen bijdragen en, indien dit het geval is, bijbehorende initiatieven te starten.

Deze programmatische aanpak schetsen we in dit hoofdstuk op hoofdlijnen.

**Plan:** opstellen programmaplan met de luchtvaartsector
IenW werkt, samen met onder meer de Duurzame Luchtvaarttafel, het programma Luchtvaart in Transitie en andere samenwerkingsverbanden in de luchtvaartsector zoals AirRail, het programmaplan uit. Hierin worden de stippen op de horizon en de relevante initiatieven vertaald naar een doelenboom en roadmaps per innovatiegebied. Deze roadmaps geven sturing aan de ontwikkelingen en de inzet van de overheid daarbij: door het aan de verschillende initiatieven koppelen van tussendoelstellingen (output), te behalen impact (outcome), tijdspaden en eigenaren. Ook worden op deze manier eventuele afhankelijkheden en synergiemogelijkheden tussen initiatieven in kaart gebracht. Per initiatief werken we hierbij uit welke aanvullende stappen en aanpassingen nodig zijn om de beoogde baten te realiseren.

**Do:** uitvoering in de sector
De uitvoering van de initiatieven vindt plaats in de luchtvaartsector door de partijen in de innovatiesystemen. IenW acteert hierbij vanuit de meest passende rol om innovaties te faciliteren. Onder meer door op te treden als opdrachtgever, door partijen met elkaar te verbinden en door wetgevings- en beleidskaders te ontwikkelen. Hierbij bewaakt IenW de samenhang met de Luchtvaartnota. In het kader van effectiviteit maakt IenW keuzes welke rol het op zich neemt en welke niet. Sommige initiatieven ondersteunen we dus ook bewust niet.

**Check en Act:** inrichting innovatiemonitor luchtvaart
We richten een innovatiemonitor luchtvaart in om de opbrengsten van de initiatieven (output) en van de innovatiestrategie als geheel (outcome) te monitoren (check) en op basis daarvan het programma waar nodig bij te sturen (act):




Figuur 3 Innovatiemonitor luchtvaart

De gewenste *output* van de individuele initiatieven definiëren we in de roadmaps. Dat maakt bijsturen mogelijk. Zoals de bovenstaande figuur laat zien verloopt het monitoren en evalueren van deze initiatieven langs de volgende jaarlijkse cyclus:

1. **Evalueren initiatieven met beleidseigenaren:** de initiatieven uit de innovatie-strategie worden één keer per jaar geëvalueerd binnen IenW met betrokken andere departementen. Daarbij is zowel oog voor de effectiviteit van de initiatieven als voor de voortgang op de gestelde doelen.
2. **Evalueren innovatiekracht met sector:** voor de blik naar buiten wordt een enquête gebruikt om eens per twee jaar de innovatiekracht van ieder innovatiegebied te monitoren. De enquête vraagt aan de partijen in het innovatiesysteem hoe het staat met de belangrijkste randvoorwaarden voor innovatie (zoals bijvoorbeeld kennisontwikkeling) en de door partijen ervaren barrières die innovatie in de weg staan.
3. **Aanpassen initiatieven o.b.v. gezamenlijke sessie:** IenW bespreekt de resultaten van de evaluatie intern maar ook met een externe klankbordgroep met partijen uit de luchtvaartsector. Aangezien de initiatieven onderdeel zijn van de uitvoeringsagenda Luchtvaart van IenW, wordt de bijsturing van die initiatieven in het reguliere proces meegenomen. Op die manier kan IenW de initiatieven aanpassen aan gerealiseerde resultaten en nieuwe ontwikkelingen.

De *outcome* van de innovatiestrategie op de publieke belangen verbondenheid, veiligheid, leefbaarheid en duurzaamheid in Nederland is pas na langere tijd zichtbaar. Het bijsturen van de innovatiestrategie als geheel verloopt daarom via een vierjaarlijkse cyclus:

4. **Evalueren maatschappelijke impact:** één keer per vier jaar dienen uitgebreidere studies te worden gedaan naar de voortgang op doelstellingen. Daarbij is het van belang om ook de bijdrage van de innovaties daaraan te bepalen. We kiezen er bewust voor geen KPI's vooraf vast te stellen. KPI's zijn afhankelijk van de volwassenheid van de innovatie en veranderen dus over de loop van vier jaar. De studies moeten wel duidelijk maken waar we staan ten opzichte van de stip op de horizon en of de stip haalbaar en ambitieus genoeg is. Dit betekent concreet dat IenW eens in de vier jaar een onderzoek laat uitvoeren naar de effecten van innovatie in de luchtvaart en of de ontwikkelingen op koers liggen om de gestelde doelstellingen te behalen.
5. **Herijken innovatiestrategie:** op basis van de uitkomsten van de evaluaties wordt de innovatiestrategie elke vier jaar volledig herijkt. Dit betreft de uitkomsten van zowel de langcyclische evaluatie van de maatschappelijke impact als de kortcyclische evaluaties die in de jaren voorafgaand hebben plaatsgevonden. Wanneer initiatieven kortcyclisch op onderdelen zijn aangepast, is het van belang om te zorgen dat de innovatiestrategie als geheel passend blijft. De rol van de overheid wordt opnieuw goed bekeken en zo nodig aangepast. Ook de stip op de horizon kan worden aangepast, bijvoorbeeld als die niet ambitieus genoeg meer blijkt.

Deze innovatiemonitor Luchtvaart wordt niet van de ene op de andere dag ingericht. Er wordt gebruik gemaakt van een ingroeimodel. De evaluaties worden over tijd uitgebouwd, waarbij zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt van bestaande monitoring en evaluaties. Bij nieuw beleid wordt rekening gehouden met de resultaten die we willen bereiken zodat bijvoorbeeld gegevens die nodig zijn voor de evaluatie al tijdens het uitvoeren van een initiatief worden verzameld. Zo wordt de monitor steeds effectiever ingebed in de beleidscyclus.

# Appendix A: Geconsulteerde partijen

Naast IenW en het ondersteunend consortium (Deloitte, TwynstraGudde, To70, Unified International) zijn de volgende organisaties geconsulteerd in de totstandkoming van deze strategie:

- ADSE
- Aero Delft
- Aeronamic
- Air Cargo Netherlands
- Airbus
- AirHub
- Amadeus
- AMS Institute
- ANWB MAA
- AOPA
- AVY
- Boeing
- Corendon
- Deerns
- Dialogic
- DNATA
- Drone Council Nederland
- Dronehub Noord-Nederland
- Dutch Thermoplastics Composites
- Eindhoven Airport
- Embraer
- EUROCONTROL/MUAC
- Eurostar
- EZK
- Fokker
- Gemeente Beek
- Gemeente Haarlemmermeer
- Groningen Airport Eelde
- Hogeschool van Amsterdam
- HoldingTheDrones
- IenW
- InHolland
- Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid
- KLM
- KLM Equipment Services
- KNVvL
- KPN
- Lelystad Airport
- Lucht- en Ruimtevaart Nederland
- LVNL
- M+P
- Maastricht Aachen Airport
- Maeve
- Milieu Defensie
- Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
- Ministerie van Defensie
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
- Ministerie van Justitie en Veiligheid
- MovingDot
- NACO
- NAG
- Natuur en Milieu
- NLR
- NS International
- Port of Rotterdam
- ProRail
- Provincie Noord-Holland
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
- Rotterdam The Hague Airport
- Saluqi Motors
- Schiphol
- Shell
- SkyNRG
- Space 53
- Stichting Duurzaam Vliegen
- Stichting Leefomgeving Schiphol
- Stichting Rotterdam The Hague Innovation Airport
- Studio Gear Up
- TNO
- Toraytac Europe
- TU Delft
- Tui
- Unified International
- Universiteit Utrecht
- Venturi Aviation
- VeMoBin
- Viggo
- Wageningen University
- Zepp Solutions
- Zero Avia

Binnen de beschreven programmatische aanpak wordt de innovatiestrategie de komende decennia als gezamenlijke inspanning met zoveel mogelijk van deze partijen uitgevoerd.

# Appendix B: Ervaren barrières

Uit de consultaties met de sector, zie appendix A, zijn per innovatiegebied op basis van de Innovatiekrachtanalyses, zie bijlagen 2 en 3, de volgende barrières naar voren gekomen. Deze input is gebruikt bij het identificeren van de relevante initiatieven om barrières weg te nemen:

## B.1 Luchtvaartuigen

- **Behoefte aan meer sturing en visie in het ecosysteem:** hoewel de Luchtvaartnota richting biedt, is er behoefte aan meer concrete en gedetailleerde doelstellingen en maatregelen op kortere termijn. De huidige situatie maakt het lastig voor belanghebbenden om coalities te vormen en werkzaamheden af te stemmen. Hierdoor ontstaat 'dubbel werk' en is het 'echt' inzetten op bepaalde ontwikkelingen moeilijk. Ook is hierdoor samenwerking met aanpalende sectoren, zoals de energiesector of auto-industrie, lastig.
- **Het risico en de verwachte opbrengst van innovatie liggen ver uit elkaar:** de ontwikkelkosten van nieuwe vliegtuigontwerpen zijn hoog, terwijl de terugverdientijd lang is en het vaak onzeker is of investeringen zich uitbetalen. Om een business case rond te krijgen zijn 'concrete doelstellingen nodig en het vertrouwen dat de ingeslagen route de juiste is'.
- **Het is lastig om te concurreren met de status quo:** vliegtuigontwerpen, vliegtuigonderdelen en de infrastructuur op en rond luchthavens zijn sterk onderling verbonden. Hierdoor is sprake van een lock-in van bestaande luchtvaartuigconcepten; het is lastig om radicaal andere vliegtuigontwerpen op kleine schaal en incrementele wijze te realiseren.
- **Certificering bevoordeelt status quo:** veiligheidscertificering is niet ingericht op het faciliteren van innovaties. Toezichthouders beschikken niet over de kaders om onbekende risico's te beoordelen en om toestemming te verlenen voor experimenten. Certificering is bovendien een complex en tijdrovend proces: het certificeren van een nieuw vliegtuig kost op dit moment ongeveer 7 jaar, een retrofit 2-5 jaar.
- **Er is onvoldoende talent beschikbaar:** er is een tekort aan technisch geschoold personeel op alle opleidingsniveaus. Luchtvaarttechniek studenten kiezen ervoor om niet in de luchtvaartsector te werken, onder meer omdat het imago van de luchtvaartsector niet aansluit bij hun waarden. Daarnaast sluiten curricula niet altijd aan op benodigde vaardigheden. Zo is het onderwijs gericht op vliegtuigbouw en constructies, terwijl er ook behoefte is aan kennis over de bouw en integratie van (nieuwe) aandrijfsystemen.

## B.2 Energie(dragers)

- **Het ontbreekt aan een heldere visie welke plek Nederland wil innemen in de energietransitie t.a.v. de luchtvaart:** er is geen gedeeld beeld bij de energiebehoefte en de (mix van) energiedragers in de luchtvaartsector van de toekomst. Betrokkenen kunnen hierdoor geen langetermijnbeleid uitzetten.
- **Het is lastig om een business case rond te krijgen:** De transitie naar alternatieve brandstoffen gaat gepaard met substantiële investeringen die een lange terugverdientijd hebben. Daar komt bij dat het huidige materiaal ook een lange levensduur heeft, waarmee de drempel om te investeren in de transitie nog hoger maakt.
- **Kennis is versnipperd en wordt beperkt gedeeld:** concurrentie tussen Europese hubs leidt ertoe dat kennisuitwisseling vaak beperkt blijft tussen eigen industriepartners en relaties met kennisinstellingen. Ook met aanpalende sectoren zoals de auto-industrie wordt in beperkte mate kennis uitgewisseld.
- **Implementatie en opschaling van de technologie is een uitdaging:** de fysieke infrastructuur voor de transport en opslag van alternatieve energiebronnen voor de luchtvaartsector is nog ontoereikend. De benodigde experimenteer- en ontwikkelruimte op dit vlak is bovendien beperkt, met name ten aanzien van waterstof. Hoewel waterstof in andere sectoren reeds wordt gebruikt, ontbreekt het aan kaders om de risico's te beoordelen in de luchtvaart.

## B.3 Luchtruim

- **Er is behoefte aan een coherente visie in het ecosysteem:** er zijn verschillen van inzicht over het nut en noodzaak van de huidige ontwikkelingen en dus is er geen gedeeld eindbeeld hoe het luchtruim van de toekomst eruit moet ziet. Een voorbeeld is de mogelijkheden voor drones. Deze zouden in de toekomst bijvoorbeeld ingezet kunnen worden voor pakketbezorging. Tegelijkertijd is de maatschappelijke acceptatie van drones en de impact op de leefomgeving nog onzeker.
- **Er is onvoldoende duidelijkheid over de verdeling van taken en de samenhang daartussen:** sommige partijen ervaren onduidelijkheid over de rollen en verantwoordelijkheden van alle partijen, bijvoorbeeld tussen militaire- en civiele luchtverkeersleiding of tussen bemande en onbemande luchtvaart. Dit speelt zowel op nationaal als internationaal niveau.

- **Er zijn beperkte middelen beschikbaar om toepassingen te testen en realiseren:** commitment om taken uit te voeren zou zich meer moeten vertalen in investeringen. Er is echter beperkte capaciteit (mensen, kennis en financieel) bij regelgevende en controlerende instanties om toepassingen te beoordelen, certificeren en controleren. Daar komt bij dat er ook beperkte fysieke en wettelijke ruimte is om innovaties te testen.

## B.4 Leefomgeving

- **Er is onvoldoende sturing en coördinatie om innovatie verder te brengen:** Vanwege de afhankelijkheden tussen betrokkenen is regie nodig om voortgang te blijven boeken. Het is nu echter onduidelijk bij wie deze regie ligt en daarom ook wat overkoepelende doelstellingen zijn.
- **Beleid is niet ingericht op het faciliteren van de innovatie:** het ontbreekt aan samenhangend beleid over verschillende beleidsterreinen heeft. Zo wordt intermodaal reizen bemoeilijkt door het feit dat vliegen vrijgesteld is van BTW en treinreizen niet en dat consumenten bij de aankoop van vliegreizen een betere rechtsbescherming kennen. Een ander voorbeeld is dat geluidadaptief bouwen niet gestimuleerd wordt door de bestaande bouwregelgeving.
- **Partijen hebben een beperkte financiële prikkel om te innoveren:** er gaan forse investeringen gepaard met de genoemde innovaties. Denk bijvoorbeeld aan het ontwikkelen van nieuwe internationale treinverbindingen of automatisch bagagetransport van vliegtuig naar trein. Specifiek voor het realiseren van intermodaal transport geldt daarbij ook dat voor zowel trein- als luchtvaartmaatschappijen de intermodale passagiers slechts een kleine groep zijn ten opzichte van alle andere reizigers. Voor beide type bedrijven is er dus maar een beperkte prikkel om de aansluiting te verbeteren.

# Appendix C: Lijst van afkortingen

| Afkorting | Betekenis |
|---|---|
| ATM | Air Traffic Management |
| AAS | Amsterdam Airport Schiphol |
| ABC-eilanden | Aruba, Bonaire en Curaçao |
| AMS institute | Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions |
| ATM | Air Traffic Management |
| AZEA | Alliance for Zero-Emission Aviation |
| BPVS | Beveiliging en Publieke Veiligheid Schiphol |
| BZK | Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties |
| $CO_2$ | Koolstofdioxide |
| Defensie | Ministerie van Defensie |
| E-AMAN | Extended Arrival Management |
| EES | European Entry-Exitsysteem |
| e-GPU | Elektrische ground power units |
| e-laden | Elektrisch laden |
| eVTOL | Electric Vertical Take-Off and Landing aircraft |
| EZK | Ministerie van Economische Zaken en Klimaat |
| H2 | Waterstof |
| HAPPS | Hydrogen Aircraft Powertrain and Storage System |
| HEFA | Hydroprocessed esters and fatty acids |
| ICAO | Internationale Burgerluchtvaartorganisatie |
| iCAS | iTEC (interoperability Through European Collaboration) Central Automation System |
| IenW | Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat |
| JenV | Ministerie van Justitie en Veiligheid |
| KDC | Knowledge and Development Centre |
| KiM | Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid |
| KLM | Koninklijke Luchtvaart Maatschappij |
| km | Kilometer |
| KMar | Koninklijke Marechaussee |
| STOVL | Short take-off and vertical landing aircraftEperi consedi gendiatiur? |
| TBO | Trajectory Based Operation |

Dit is een uitgave van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW).

Foto pagina 26: Schiphol
Visualisaties: Okapi-studio
Advisering door: Deloitte, T070, TwynstraGudde en Unified International

Rijnstraat 8 | 2515 XP Den Haag
Postbus 20901 | 2500 EX Den Haag
T (070) 456 00 00

www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-infrastructuur-en-waterstaat

© Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat | Juni 2023