

# Ontwerp Actieprogramma Hybride Elektrisch Vliegen (AHEV)



**AHEV**

Actieprogramma  
Hybride Elektrisch Vliegen

Smart mobility.  
Dutch reality.

Op 21 februari 2019 is het Ontwerpakkoord Duurzame Luchtvaart vastgesteld. Daarmee hebben 26 partijen uit de luchtvaartsector het startschot gegeven voor het uitwerken van het Nationaal Actieprogramma Hybride Elektrisch Vliegen (AHEV).

**Het Programmateam AHEV bestaat uit:**



Ministerie van  
Infrastructuur en  
Waterstaat



Koninklijk  
Nederlands Lucht- en  
Ruimtevaartcentrum



Technische Universiteit  
Delft



Nederlandse Vereniging van  
Luchthavens



Lucht- en Ruimtevaart  
Nederland



Stichting Duurzaam Vliegen

# Inleiding

Nederland is van oudsher sterk, innovatief en ondernemend in de luchtvaart: Fokker, KLM, Schiphol, TU Delft en het Koninklijke NLR hebben de sector tot ver buiten onze landsgrenzen beïnvloed. Nederland liep voorop bij vele innovaties en zienswijzen in de luchtvaart. En we staan nog steeds in hoog aanzien binnen de (internationale) luchtvaartindustrie. Ook onze kennis- en onderzoeksinstituten genieten internationale erkenning. Onze unieke kennisinfrastructuur, sterke samenwerkingskwaliteiten en innovatieve maakindustrie vormen tezamen een solide basis. Dit alles bij elkaar schept het ideale klimaat om toe te treden tot de internationale groep van koplopers op het gebied van hybride en elektrische voortstuwing.

Hoewel een verdere elektrificatie van de luchtvaart al jarenlang wordt onderzocht, zijn technologische doorbraken nodig. Daarbij zullen nieuwe aandrijflijnen, componenten, energieopslag, het ontwikkelen van vliegtuigconcepten met verbeterde aerodynamische eigenschappen en voorstuwingsintegratie worden ingezet om de CO<sub>2</sub>- en non-CO<sub>2</sub>-emissies van de luchtvaart significant verder te verlagen. Dit biedt economische kansen voor de totstandkoming en de toepassing van innovaties in Nederland.

Het AHEV biedt inzicht hoe Nederland zich de komende jaren kan ontwikkelen op het gebied van hybride elektrisch vliegen. AHEV is bovenal het resultaat van een gezamenlijk en intensieve samenwerking van overheid, bedrijfsleven en kennis- en onderwijsinstellingen om de ambities voor de commerciële luchtvaart, de General Aviation (GA) en de grondgebonden operaties op luchthavens te realiseren met het oog op de ultieme stip op de horizon: 'emissieloze luchtvaart' in 2070. Nederland kan bij de internationale koplopers horen, verdienmogelijkheden creëren en bijdragen aan de klimaatdoelstellingen.

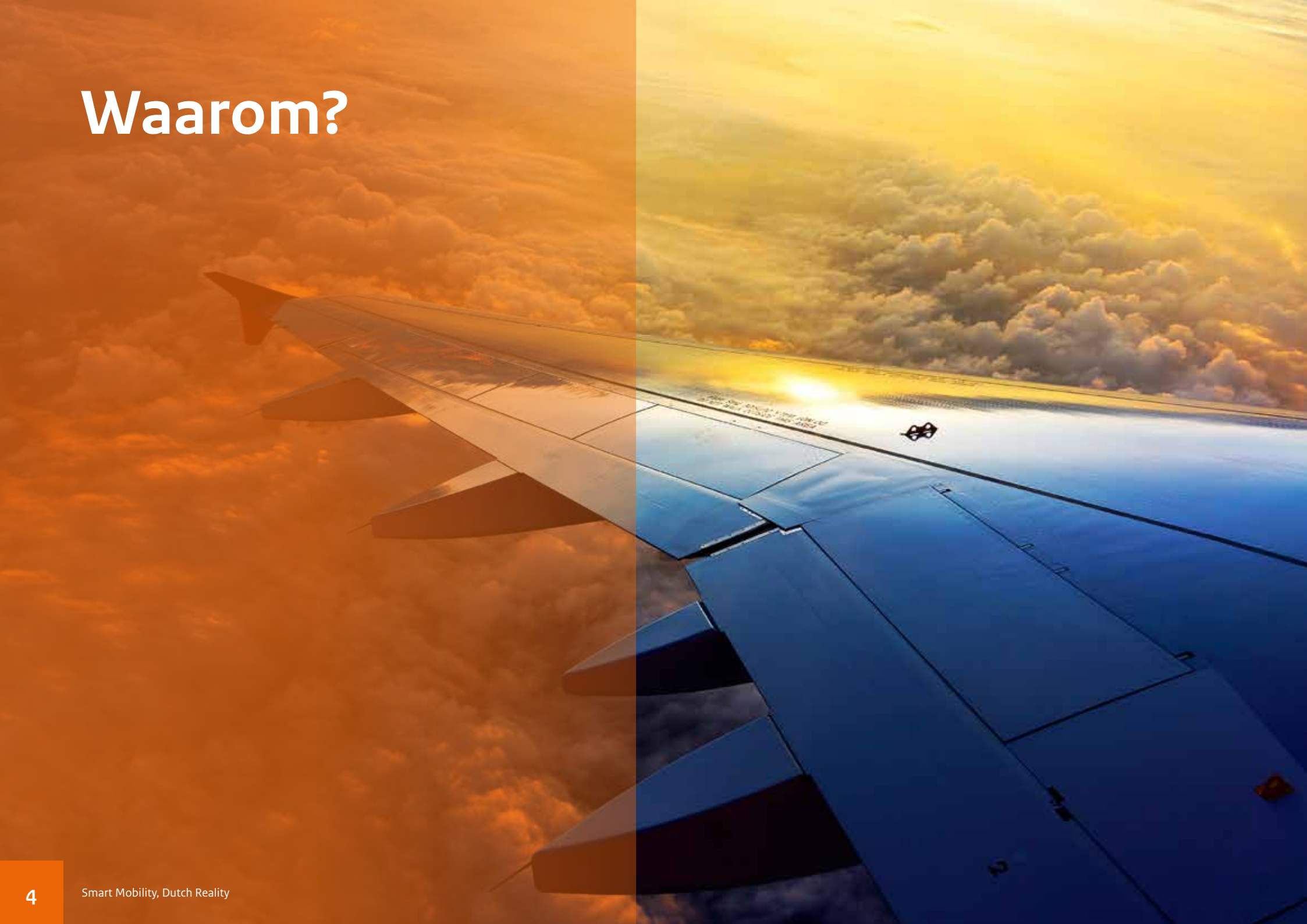
Dit programmaplan geeft u een duidelijk beeld waar wij naar streven en hoe we dat willen oppakken. Het is een levend document: altijd klaar om te presenteren, maar nooit af.

Namens het Programmteam AHEV.

**AHEV** Actieprogramma  
Hybride Elektrisch Vliegen

Smart mobility.  
Dutch reality.

# Waarom?

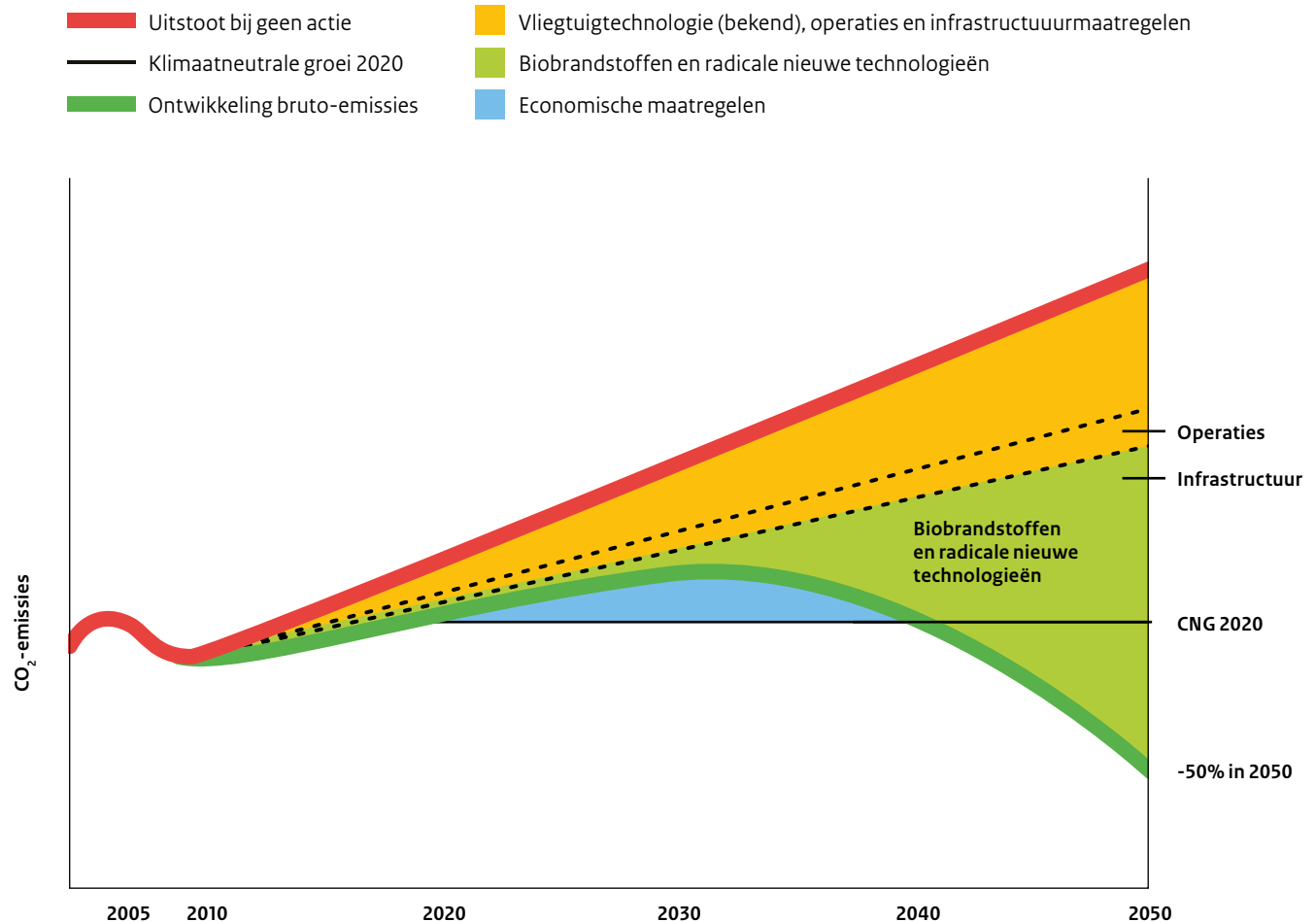


# Aanleiding: noodzaak terugbrengen CO<sub>2</sub>-uitstoot

## Radicale veranderingen zijn nodig om de CO<sub>2</sub>-emissies terug te brengen

De nadelen van vliegen worden steeds pregnanter: emissies van onder andere NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, (ultra) fijnstof en geluidsoverlast nemen toe door de enorme groei die de sector de afgelopen decennia heeft laten zien. In de voorspellingen zet de groei door.

Het draagvlak in de samenleving staat onder druk en de noodzaak om het systeem te veranderen neemt toe. Een overgang van een systeem gebaseerd op fossiele energiedragers naar een systeem zonder emissies (elektrisch) biedt perspectief. Uit recent onderzoek van Motivaction (2019) blijkt dat de verduurzaming van de luchtvaart breed wordt ondersteund vanuit de samenleving.



Bron: IATA (2013) CO<sub>2</sub> roadmap

# Gemaakte afspraken Duurzame Luchtvaart

## In het Ontwerpakoord Duurzame Luchtvaart spraken de partijen af om in het AHEV:

- De ambitie, innovatiestrategie en maatregelen uit te werken. Dit actieprogramma zal naast verdere detaillering van relevante technische en bedrijfskundige/organisatorische ontwikkelingen de financiering, milieueffecten en aanpak van de maatregelen nader specificeren.
- Bij de totstandkoming van het actieprogramma te werken met een tijdelijke organisatiestructuur.
- De gezamenlijke ambitie te realiseren door het strategisch toepassen van innovaties en maatregelen.
- Inzicht te bieden in hoe Nederland zich de komende tien jaar (2030) ontwikkelt tot een van de koplopers in hybride elektrisch vliegen en invulling te geven aan deze ambitie.
- Een doorkijk te bieden naar het einddoel 'emissieloos' in 2070.
- Een concrete aanpak met afspraken, projecten en maatregelen uit te werken.
- Helderheid te geven over rollen van bedrijfsleven, kennisinstellingen en overheid.
- Inzicht te bieden in benodigde investeringen.



# Ambities van de partijen

## 2030: Door krachtenbundeling is Nederland toonaangevend in de internationale kopgroep voor hybride elektrisch vliegen

Door (kennis)ontwikkeling en implementatie van:

- innovatieve technologieën en infrastructuur.
- prikkelend beleid en stimulerende wet- en regelgeving versnellen we de transitie naar duurzame luchtvaart.

### Waarom?

- De maatschappelijke urgentie is daar. Duurzaamheid, schonere lucht en 'minder hinder' wordt de nieuwe 'license to operate'; toonaangevende bedrijven hebben zelf al aangegeven de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 35% te willen verminderen.
- De Nederlandse kennis, creativiteit en durf zijn nodig voor het innoveren van luchtvaart in een sterk veranderende wereld: met nieuwe wereldspelers, met een grote opgave voor klimaat, met het actualiseren van het borgen van de publieke belangen die nodig zijn om sturing te geven aan de veranderende opgave voor luchtvaart.
- Het past bij de ambitie van het ministerie van IenW om Nederland op de kaart te houden als toplocatie voor mobiliteits- en energie-innovatie.
- Deze ambitie biedt kansen aan onze sterke maakindustrie, luchtvaartsector in brede zin en toonaangevende kennis- en onderwijsinstellingen.
- Nederland zet in op innovatie en verduurzaming en draagt bij aan de nationale en internationale luchtvaartindustrie.

	2030	2050	2070
<b>Roadmap grondgebonden operaties</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De emissies van grondgebonden operaties met 100% te reduceren</li> <li>• Elektrisch taxiën is standaardprocedure</li> </ul>		
<b>Roadmap General Aviation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 'Living lab' voor de innovaties in de commerciële luchtvaart</li> <li>• 15% reductie in 2030 van de binnenlandse luchtvaart ten opzichte van emissie-niveau van 1990</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zero emissie van de binnenlandse luchtvaart in 2050</li> </ul>	
<b>Roadmap commerciële luchtvaart</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eerste hybride elektrische toestellen met 20-50 passagiers in gebruik</li> <li>• De internationale commerciële luchtvaartactiviteiten vanuit Nederland in 2013 rond het CO<sub>2</sub>-emissieniveau van 2005</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De ICAO-doelstellingen te onderschrijven (halvering CO<sub>2</sub>-emissies t.o.v. 2005)</li> <li>• Alle korte-afstands-vluchten vanuit Nederland tot ongeveer 500 km volledig elektrisch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zero emissie van de internationale luchtvaart als stip op de horizon</li> </ul>

# Hoe?





# Algemene aanpak: Adaptief en iteratief

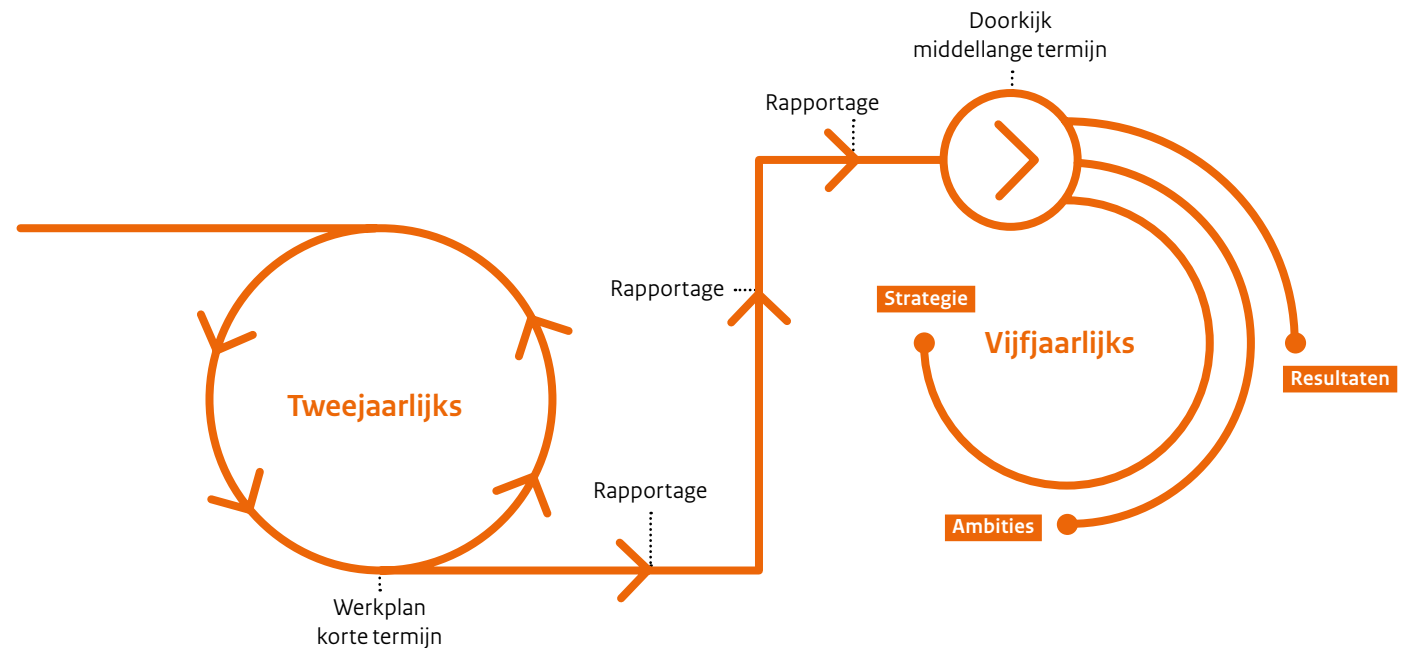
Het AHEV heeft een adaptief en voortrollend karakter. We kunnen het programma aanpassen als er nieuwe ontwikkelingen zijn of als vanuit monitoring blijkt dat een andere focus nodig is om de opgave en doelstellingen te realiseren. We gaan slim om met onzekerheden en kansen, door deze te onderkennen en transparant mee te nemen in de plannen en besluitvorming. Om dit te waarborgen, werken we met twee cycli. Door de twee verschillende cycli houden we koers, maar kunnen we tijdig bijsturen indien nodig. We rapporteren jaarlijks. De aanpak sluit aan bij het Programmaplan Duurzame Luchtvaart en de Luchtvaartnota.

## Vijfjaarlijks - Doorkijk middellange termijn

Het AHEV wordt vijfjaarlijks herijkt. We volgen hierbij de cadans van de Luchtvaartnota. In deze cyclus wordt ook de sturingsmix van de innovatiestrategie bepaald en bijgesteld. We kijken of de ambities en geformuleerde doelstellingen nog aansluiten bij de ontwikkelingen in het veld en andersom.

## Tweejaarlijks – Werkplan korte termijn

We maken een tweejaarlijks werkplan, dat doorlopend geactualiseerd wordt en waarover jaarlijks gerapporteerd wordt op de Duurzame Luchtvaarttafel. Zo spelen we snel in op maatschappelijke, technologische en politieke ontwikkelingen. In het werkplan vertalen we de aanpak naar concrete doelen, resultaten en activiteiten.



# Belangrijke principes en randvoorwaarden

## Leidende principes voor het AHEV

- De maatschappelijke opgave om de luchtvaart te verduurzamen staat centraal.
- De scope is hybride elektrisch vliegen. Hierbij kunnen niet alleen de CO<sub>2</sub>-emissies worden teruggedrongen, maar ook de non-CO<sub>2</sub>-emissies.
- Innovatie, fundamenteel en toegepast onderzoek en ontwikkeling zijn belangrijke elementen van het AHEV. Zonder een sterke innovatiestrategie en zonder onderzoek kunnen we de doelstelling niet bereiken.
- Samenwerking in de keten is essentieel, van onderzoek tot operaties.
- We richten ons op waar we goed in zijn: de unieke kennisinfrastructuur, de kracht van de Nederlandse maakindustrie, vervoerders van wereldklasse en sterke internationale samenwerking.
- We zijn onderdeel van de Luchtvaartnota en zetten langs die lijn in op vernieuwingskracht kenmerkend voor de Nederlandse luchtvaart.
- Het actieprogramma is iteratief en adaptief, zo spelen we snel in op technologische, maatschappelijke en economische veranderingen.

## Randvoorwaarden voor emissieloze luchtvaart

- Politiek en bestuurlijk draagvlak.
- Maatschappelijk draagvlak.
- Optimale samenwerking tussen partijen, zowel nationaal als internationaal.
- Optimale samenwerking tussen ministeries: een sterk, eenduidig beleid en passende wet- en regelgeving helpt de innovatie te versnellen.
- Draagvlak en ondersteuning vanuit de eigen organisaties is essentieel.
- Voldoende capaciteit en middelen om te werken aan de projecten.
- Goede wettelijke basis: (ICAO, EASA, nationaal) emissie-eis luchtvaart.
- Veilige technologieën die beproefd kunnen worden in een professionele test- en experimenteerruimte.
- Vitale infrastructuur.

# Rolverdeling tussen de partners

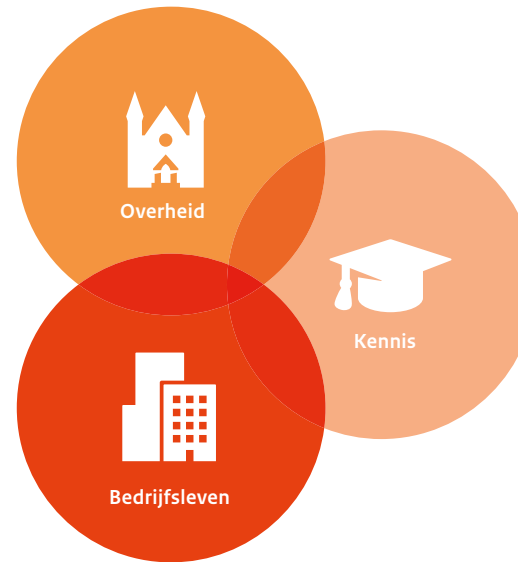
## Samenwerken voor innovatie

Technologische doorbraken zijn nodig. Daarbij is het volledig elektrisch maken van alle systemen aan boord van een vliegtuig een eerste stap.

Vervolgstappen zijn het elektrificeren van de aandrijflijn en de zoektocht naar elektrische (sub)systemen en lichtgewicht batterijen met een hoge energiedichtheid die ook grote vliegtuigen over middellange en lange afstanden kunnen laten vliegen. Aangezien deze technieken nog niet bestaan is radicale innovatie nodig. Innovatie die vanuit bestaande partijen moet worden ontwikkeld en ook vanuit nieuwe partijen. Cross-sectorale samenwerking is nodig om ook de kracht en vindingrijkheid vanuit andere sectoren aan te boren.

### Overheid

- Stimuleren
- Faciliteren
- Beleid
- Wet- en regelgeving
- Normering
- Kennisuitwisseling
- Monitoring en evaluatie
- Toezicht en handhaving
- Certificering
- Bewaken 'level playing field' voor bestaande en nieuwe partijen
- Launching customer
- Financieringen/subsidiëren



### Bedrijfsleven

- Onderzoek en ontwikkeling (R&D)
- Technologie-ontwikkeling
- Ontwikkelen en implementeren van nieuwe businessmodellen
- Retrofitting
- Vlootvernieuwing
- Brancheorganisaties: netwerken, informeren, coördineren, draagvlak kweken

### Kennis- en onderzoeksinstituten

- Fundamenteel onderzoek
- Toegepast onderzoek
- Experimenteren
- Testen
- Demonstreren
- Valideren
- Ontwikkelen van nieuwe technologieën
- Evalueren van technologieën
- Feitelijke onderbouwing
- Opleiden nieuwe generaties
- Connectie met internationale community
- Inspireren, motiveren en prikkelen

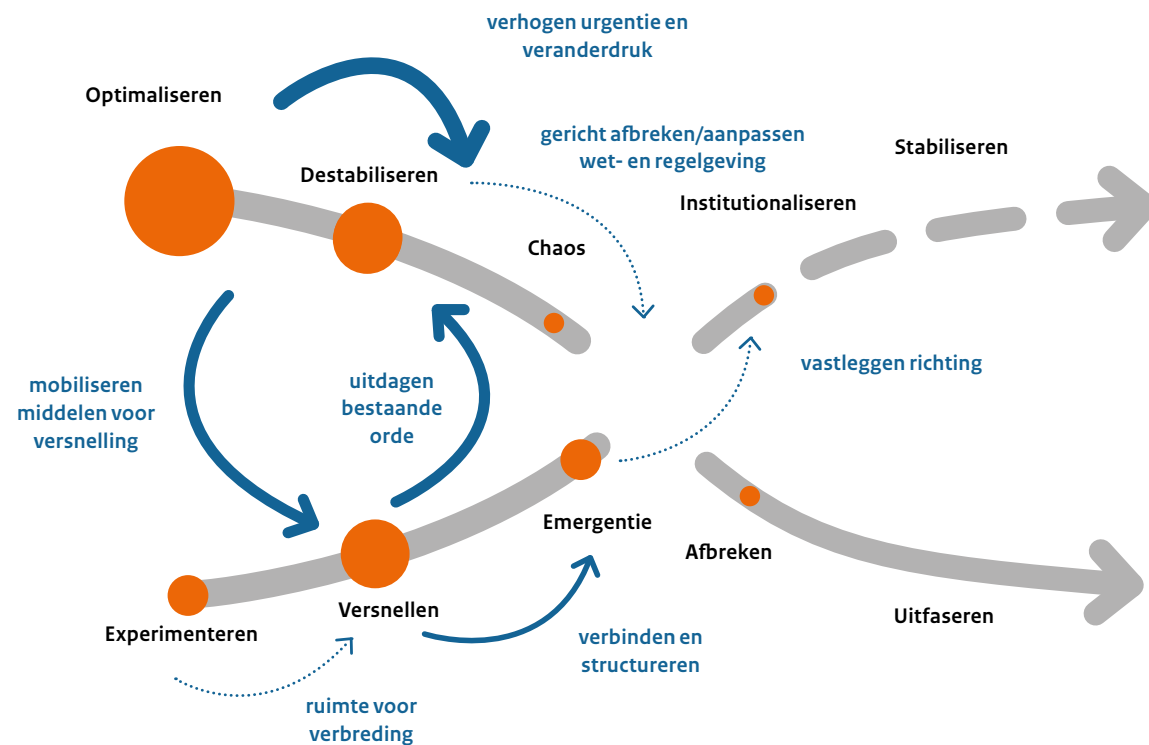
# Transitie naar zero emissie luchtvaart

## Innovatie in een uitdagende context

De luchtvaart speelt zich af in een wereldomvattend ecosysteem en kent lange innovatiecycli door complexe systeemintegratie en technologische risico's, terwijl er voldaan moet worden aan hoge veiligheids- en dus certificatiestandaarden. Dit brengt grote investeringen en bijbehorende risico's met zich mee die investeringen uit de private sector bemoeilijken. Toch zullen nieuwe spelers toetreden tot de markt, bestaande spelers zullen op zoek zijn naar alternatieven. Nieuwe oplossingen, nieuwe businessmodellen en value cases zullen steeds meer zichtbaar worden en als de transitie succesvol is het nieuwe normaal worden.

Professor Loorbach gebruikt de x-curve waarin transities zich kunnen ontwikkelen om patronen van verandering inzichtelijk te maken (zie figuur). In de transitie gaat het om een wisselwerking tussen afhankelijke en onafhankelijke ontwikkelingen. Dit algemene beeld kan worden gebruikt om de huidige positie van de luchtvaart in de transitie te gaan bepalen.

De x-curve van transities volgens Loorbach



Bron: Loorbach (Drift, 2017)

# De zeven pijlers voor succesvolle innovatie

## Innovatie starten vanuit maatschappelijke opgave

Het AHEV werkt vanuit een maatschappelijke opgave: een duurzame luchtvaart met zero emissie in 2070 of eerder als mogelijk

## Onderzoeken, testen, demonstreren

Versterken van fundamenteel en toegepast onderzoek, voor versnelde innovatie

## Ecosysteem ontwikkelen

Om te vernieuwen is ontwikkeling in het ecosysteem essentieel. Dit doen we door cross-sectorale dwarsverbanden te leggen

## Beleid maken, legitimeren, vastleggen

Om een innoverend ecosysteem te ondersteunen is prikkelend beleid en wet- en regelgeving gericht op het stimuleren van duurzame luchtvaart hard nodig



## Met een innovatieportfolio

Om *hyper awareness* te krijgen op radicale nieuwe technologieën zal een portfolio van projecten worden gemaakt

## Markt stimuleren

De overheid kan de markt stimuleren om te vernieuwen door in te zetten op fiscale regelingen, subsidies, een nationaal aankoopprogramma of bijvoorbeeld het verlagen van landingsgelden of ontheffen van slotbeperking voor hybride elektrische toestellen

## Internationaal samenwerken

Om in de internationale kopgroep mee te doen, is internationale samenwerking tussen overheden, kennisinstellingen en het bedrijfsleven van groot belang

# Nationale en internationale krachtenbundeling

## Krachten bundelen: nationaal en internationaal

De grote maatschappelijke opgave naar duurzame luchtvaart en deel uitmaken van de internationale kopgroep kan alleen maar vorm krijgen als we in Nederland de krachten bundelen van overheid, bedrijfsleven en kennis- en onderzoeksinstellingen. Niet alleen op het gebied van onderzoek, innovatie en R&D maar ook het in de praktijk brengen daarvan.

Vanuit deze gezamenlijke aanpak zoeken we de samenwerking met onze nationale en internationale partners.

## Nationaal

Met alle betrokken partijen wordt geïnvesteerd in de samenwerking om toonaangevend te zijn in de internationale kopgroep. Het AHEV dient als focuspunt voor de clustering van de innovaties rondom hybride elektrisch vliegen. Met de overheid, het bedrijfsleven en de kennis- en onderzoeksinstellingen leggen we cross-sectoraal verbinding om de innovatie te clusteren en te versnellen.

## Buurlanden

In een aantal buurlanden wordt ook gewerkt aan de verduurzaming van de luchtvaart. Met name in Duitsland, Noorwegen, Zweden, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk. We zijn de samenwerkingsrelaties met onze counterparts (overheid, bedrijfsleven en kennis- onderzoeksinstellingen) in deze landen aan het versterken vanuit onze gebundelde krachten in het AHEV. We kijken daarbij ook naar inspiratie voor prioritering, vormgeving en omvang voor een nieuw (financieel) instrumentarium.

## Europa

De Europese Unie biedt kansen om te streven naar duurzame luchtvaart. Een goed gecoördineerde gezamenlijke strategie kan hierin bijdragen. Naast de lopende onderzoeksprogramma's als Clean Sky2, SESAR en EFRO wordt er nu gewerkt aan het nieuwe programma Horizon Europe, een onderzoeks- en innovatieprogramma met daarbij horende financiële instrumenten. Vanuit het actieprogramma zal hier samen met EZK maximaal op worden ingezet voor de verduurzaming van de luchtvaart. Hiertoe bundelen we nu de krachten om de positie van Nederland te versterken en om onze ambities van het AHEV mogelijk te maken. Alleen door aansluiting bij de grote vliegtuigfabrikanten (OEM's) komen onze technologische bijdragen uiteindelijk terecht in de emissiereductie door de luchtvaartmaatschappijen. Al onze inspanning moet erop gericht zijn dit kanaal wijd open te zetten, en daarmee tevens onze marktpositie naar die OEM's toe te waarborgen. Dat willen we zowel Europees als mondiaal.

Nederlandse toeleveranciers aan de vliegtuigbouw hebben bijvoorbeeld een 'Memorandum of Understanding' met Airbus om samen te werken op het gebied van onderzoek en ontwikkeling (R&D). Daarnaast wordt ook actief de samenwerking met hen gezocht door partners van het AHEV.

## Mondiaal

Internationaal is een groot aantal initiatieven zichtbaar op het terrein van hybride elektrisch vliegen. Daar waar mogelijk worden onze intercontinentale contacten gebruikt om samenwerking te zoeken. Zo neemt Boeing ook deel aan de Duurzame Luchtvaarttafel. Ook zijn er goede contacten met start-ups uit bijvoorbeeld Amerika en Israël.

# Onderzoek, kennisontwikkeling en -overdracht

De maatschappelijke urgentie is groot om tot duurzame luchtvaart te komen. Er wordt daarom gekozen voor een aanpak die zoveel mogelijk aansluit bij het Klimaatakkoord. Een maatschappelijk gedreven onderzoeks- en innovatieopgave: emissieloos vliegen.

Nog lang niet alle benodigde technologie is beschikbaar om ook de langetermijndoelstellingen te kunnen realiseren. Daarvoor is nog veel fundamenteel en toegepast onderzoek nodig om de noodzakelijke innovaties te versnellen. Hiervoor moet nu al onderzoek starten om nieuwe vliegtuigconcepten in 2050 mogelijk te maken. Ook voor de GA en voor de grondgebonden activiteiten moet nog veel onderzoek worden gedaan. De keten van universiteit-hbo-mbo voorziet hierin. Naast onderzoek is vastleggen en verspreiden van kennis door opleiding van de nieuwe generatie en huidige professionals cruciaal om te zorgen dat nieuwe kennis in praktijk daadwerkelijk gebruikt kan worden.

## Er wordt een Nationaal Onderzoeksprogramma (NRP) opgezet

Er wordt een Nationaal Onderzoeksprogramma (NRP) opgezet voor de gehele Duurzame Luchtvaarttafel door een 'Cluster of Excellence', getrokken door de TU Delft, NLR, GKN-Fokker, TNO en KNMI. In dit onderzoeksprogramma wordt een belangrijk deel besteed aan de ondersteuning van het Actieprogramma Hybride Elektrisch Vliegen. Het gaat daarbij om vliegtuiganalyse en ontwerp, toepassing van verschillende voortstuwingconcepten, structuren en materialen, klimaatimpact, operaties en infrastructuur.

## Ontwikkeling van kenniscentra op Teuge en Rotterdam The Hague Innovation Airport

Ook wordt er actief gewerkt aan de ontwikkeling van kenniscentra voor kennisontwikkeling en kennisdeling. Hier werken kennis- en onderwijsinstellingen samen met bedrijfsleven en overheid. Deze kenniscentra fungeren als 'living labs' voor de commerciële luchtvaart, maar ook voor het opdoen van kennis voor de werking van elektrische vliegtuigtypen en onderhoud. Ook wordt de impact van hybride elektrisch

vliegen op de vliegoperaties en inrichting van luchthavens onderzocht. Dit gebeurt al bij het Dutch Electric Aviation Center (DEAC) op Luchthaven Teuge, Rotterdam The Hague Innovation Airport en er worden meer initiatieven verwacht.

Voor een succesvolle uitvoering van het onderzoeksprogramma, de kennisontwikkeling en de kennisdeling is de samenwerking tussen kennis- en onderzoeksinstituten, het bedrijfsleven en de overheid een belangrijke voorwaarde. Nederland heeft hiermee al veel ervaring.



# Nieuwe businessmodellen zijn nodig

In de transitie naar zero emissie luchtvaart komt ook de vraag naar nieuwe businessmodellen aan de orde. Dit kan gelden voor vliegvelden, luchtvaartoperaties en de elektrische infrastructuur. We zien al veranderingen op de luchthavens, waar de mogelijkheden van zonnepanelen tot andere businessmodellen voor energie leidt. Duurzaam opgewekte stroom kan bijdragen aan hybride elektrisch vliegen. Ook kan er verkend worden wat de kleinere elektrische vliegtuigen kunnen betekenen voor nieuwe businessmodellen. Zo kan gedacht worden aan het vervangen van 'point-to-point' verkeer met grotere vliegtuigen door kleinere elektrische vliegtuigen tussen regionale vliegvelden.

Een van de acties in het AHEV uit het Ontwerpakoord Duurzame Luchtvaart is onderzoek doen naar mogelijke nieuwe businessmodellen. Daarbij kunnen we denken aan de volgende vragen:

- Welke mogelijkheden biedt hybride elektrisch vliegen voor andere verdienmodellen?
- Hoe kan het netwerk van regionale vliegvelden bijdragen aan de businessmodellen met hybride elektrisch vliegen?
- Wat zijn mogelijkheden voor nieuwe toetreders rondom hybride elektrisch vliegen?
- Wat voor inzichten biedt de ervaring rondom urban air mobility en drones voor de elektrificatie van de general aviation?
- Wat is de impact van hybride elektrische vliegtuigen voor onderhoud?



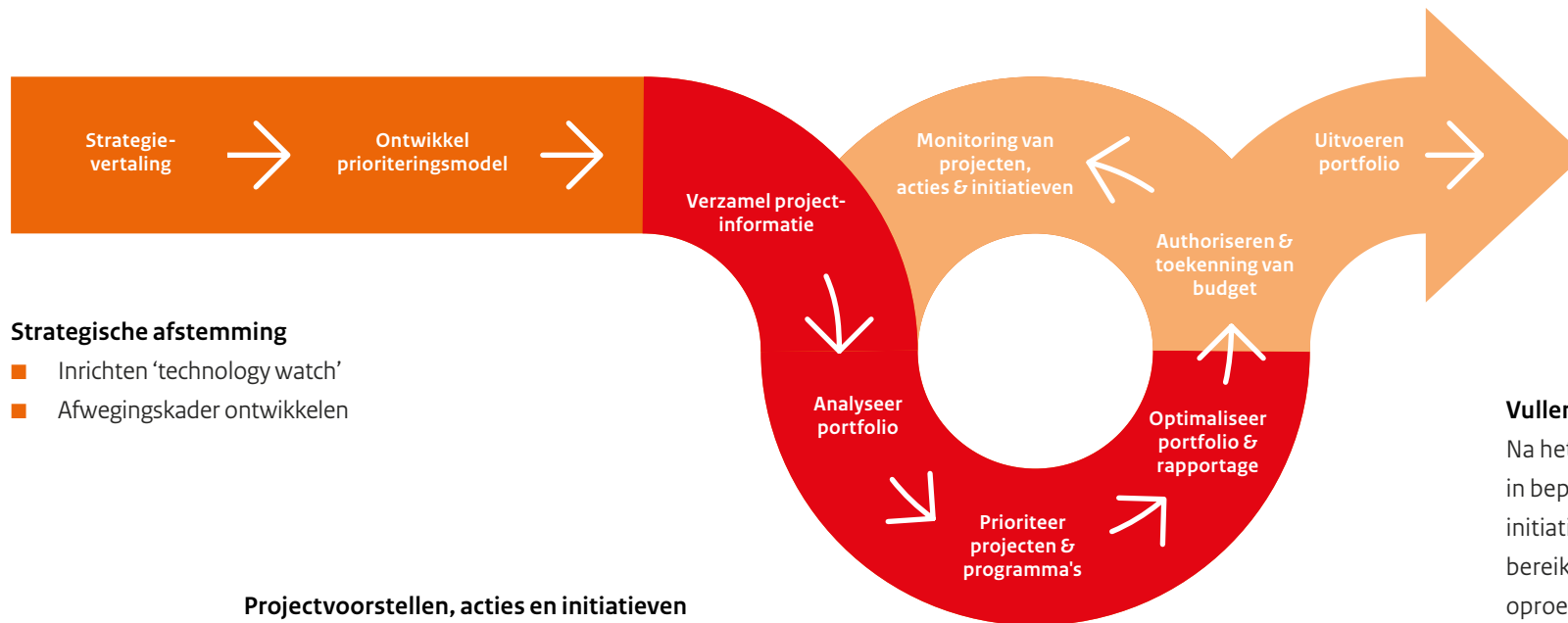


# Projecten in een portfolio

Een gestructureerde portfoliomanagementaanpak maakt het mogelijk om veranderinitiatieven periodiek af te stemmen op de strategische doelstellingen; de juiste projecten selecteren en daar opvolging aan te geven. Ook is het mogelijk onderbelichte innovatiegebieden te identificeren, waarop vervolgens actief kan worden ingespeeld.

## Toekenning van budget en monitoring

Op basis van een vooraf gedefinieerd proces worden de budgetten toegekend en worden er afspraken gemaakt over voortgang en monitoring



## Strategische afstemming

- Inrichten 'technology watch'
- Afwegingskader ontwikkelen

## Projectvoorstellen, acties en initiatieven verzamelen en beoordelen

- Projectvoorstellen ophalen en beoordelen
- Self-assessment door de indieners aan de hand van het afwegingskader
- Beoordeling door interne commissie
- Inwinnen van extern advies
- Vaststellen op de DLT

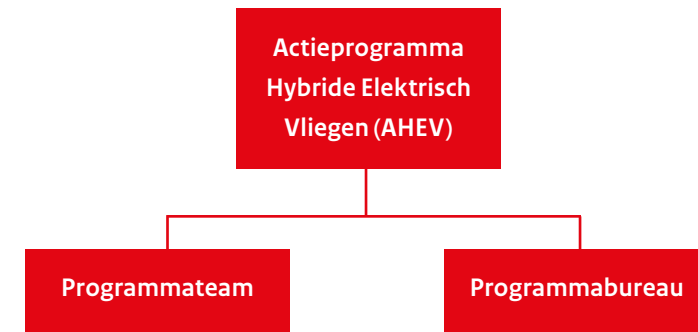
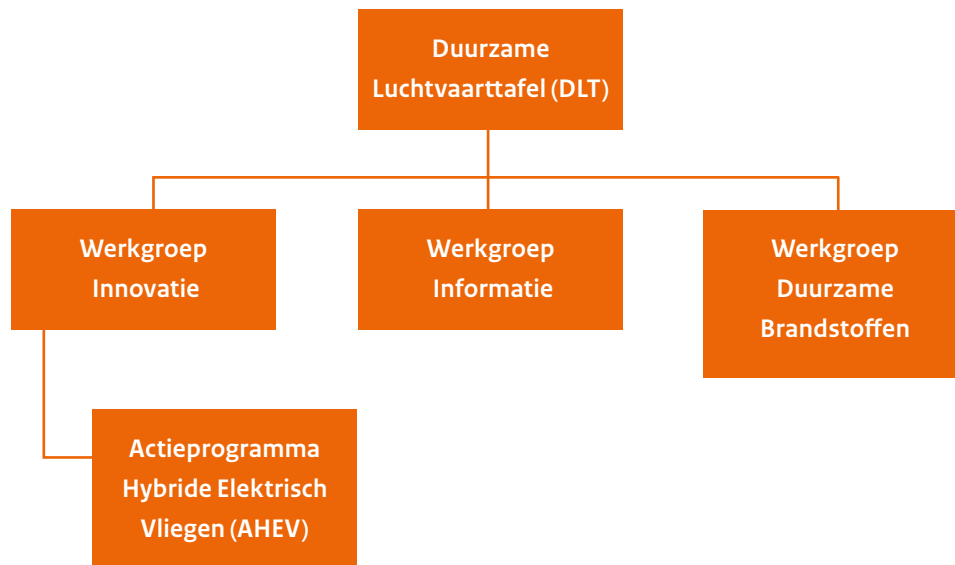
## Vullen van de innovatieportfolio

Na het prioriteren kan het zo zijn dat er in bepaalde domeinen nog onvoldoende initiatieven zijn om de doelstellingen te bereiken. In dat geval kan er een actieve oproep worden gedaan aan de partijen om specifieke thema's in te zetten.

# Governance

We werken nu vanuit de tijdelijke governance voor het AHEV toe naar een structurele programmasturing. Dit komt voort uit het programmaplan voor de Duurzame Luchtvaarttafel (DLT) dat nu wordt ontwikkeld.

De DLT fungeert op dit moment als Stuurgroep en de Werkgroep Innovatie als klankbordgroep voor het AHEV.



## Programmteam

In het programmteam zijn de trekkers van de roadmaps vertegenwoordigd.

- NVL (Grondgebonden activiteiten)
- Stichting Duurzaam Vliegen (GA)
- LRN (commerciële luchtvaart)

De TU Delft en NLR spelen als kennis- en onderzoeksinstituten in alle drie de roadmaps.

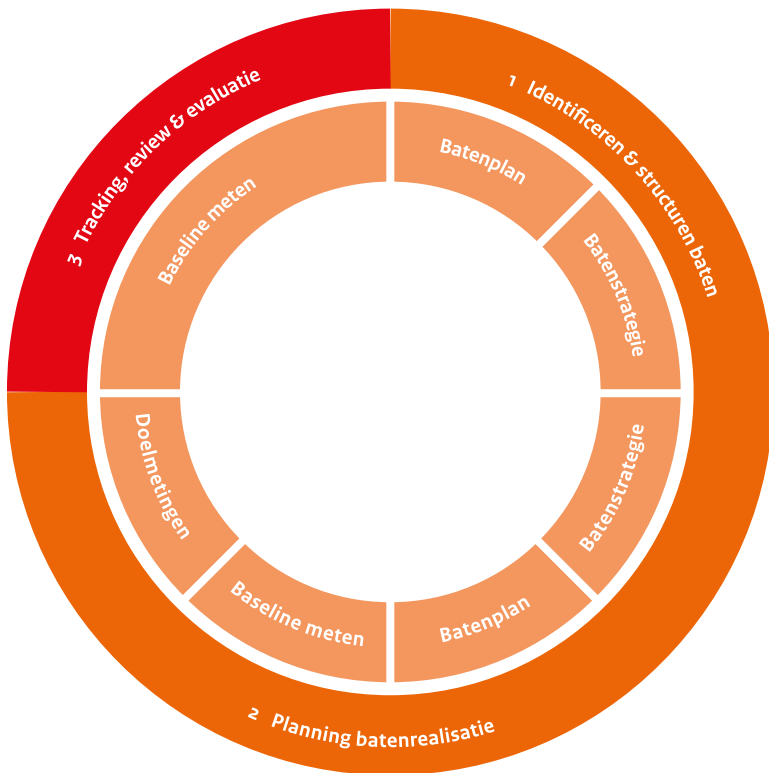
## Programmabureau

Het programmabureau faciliteert het programmteam en organiseert en verslaat bijeenkomsten. Ook wordt vanuit het programmabureau de gezamenlijke communicatie afgestemd en het kennisplatform bijgehouden.

\* AHEV binnen de organisatiestructuur van de Duurzame Luchtvaarttafel

# Monitoring

Het periodiek monitoren van de uitkomsten van de veranderinitiatieven is cruciaal om inzicht te hebben in de voortgang van het programma en de bijbehorende realisatie van de doelstellingen. Daarnaast dient het als input voor eventuele aanpassingen in de twee- en vijfjaarlijkse focus van het programma.



## Rapportage

- Ontwikkel batenreviewrapportage en zorg dat die is afgestemd met de projectrapportage

## Dashboard

- Creëer een managementdashboard met de juiste hoeveelheid managementinformatie voor besluitvorming

## Stakeholders

- Zorg dat het dashboard aan de juiste stakeholders wordt gepresenteerd

Onderdeel van het portfoliomanagementproces

# Communicatie

## Communicatie is de verbindende factor

Communicatie is de verbindende factor binnen het programmateam en met de buitenwereld. Communicatie speelt een belangrijke rol in de uitdaging die de komende jaren voor ons ligt: het verduurzamen van de luchtvaart niet alleen binnen het programma met de partners en de interne organisaties, maar ook richting het publiek (interne en externe communicatie) op een positieve manier overbrengen. In de publieke opinie wordt de verduurzaming van de luchtvaart namelijk kritisch beoordeeld. Dit biedt voor de communicatie rondom het programma –in samenhang met de communicatiestrategie Luchtvaart – echter ook kansen. Met de verduurzaming van de luchtvaart en dus ook het onderwerp hybride elektrisch vliegen communiceren we namelijk niet alleen de feiten (waarom en hoe verduurzamen dan om de kennis rondom het onderwerp te verbeteren) maar kunnen we de gebruikers ook aanspreken op hun handelingen én hun perspectieven.

## Aanpak communicatie

Samen met de werkgroep pakken we aan de hand van het message house de uitdaging op om met een gezamenlijke boodschap die buitenwereld te informeren. In 2019 is de werkgroep communicatie gevormd waarin de communicatieadviseurs/Public Affairs-adviseurs van de betrokken partners zitting hebben. De werkgroep werkt aan de hand van het message house eigen communicatielijnen uit voor hun organisaties en doelgroepen. Door te werken met het message house binden we de partners aan de communicatiestrategie en ‘praten’ we met en over dezelfde inhoud naar buiten toe. Deze werkgroep komt ook in 2020 meerdere malen bij elkaar om afstemming te vinden in de communicatiestrategie en het daaruit voortvloeiende actieplan met mogelijke communicatiemomenten. Zo borgen we de gezamenlijkheid en boodschappen consequent en op een transparante wijze.

# Samenwerken

## Krachten bundelen: nationaal en internationaal

De grote maatschappelijke opgave naar de duurzame luchtvaart en deel uitmaken van de internationale kopgroep kan alleen maar vorm krijgen als we in Nederland de krachten bundelen van overheid, bedrijfsleven en kennis- en onderzoeksinstituten. Niet alleen op het gebied van onderzoek, innovatie en R&D maar ook het in de praktijk brengen daarvan.

## Hoe werken we samen?

Om resultaten te bereiken in dit programma moeten veel partijen met elkaar samenwerken. Die partijen hebben soms uiteenlopende belangen. De samenwerking betekent niet dat de eigen belangen of verantwoordelijkheden aan de kant worden gezet. We spreken een aantal 'do's en don'ts' met elkaar af om de samenwerking goed te laten verlopen, met behoud van ieders eigen verantwoordelijkheid.

- **Gezamenlijkheid:** het programma is van alle deelnemers. Niet alleen van de overheid of de programma-organisatie.
- **Eigenaarschap:** iedere partij toont eigenaarschap door actief verantwoordelijkheid te nemen voor een deel van het programma. Hierbij geldt dat degene die het grootste belang heeft en/of de meeste kennis heeft, deze verantwoordelijkheid op zich neemt.
- **Commitment:** we laten door ons gedrag zien dat we het belangrijk vinden om samen aan dit programma te werken, bijvoorbeeld door tijd, energie en middelen te investeren en benodigde informatie te delen.
- **Transparantie:** we communiceren op een open manier met elkaar en stellen ons kwetsbaar op. In principe is alles bespreekbaar. Als er toch een reden is waarom zaken niet open kunnen worden gedeeld of besproken, laten we dat eerlijk weten.
- **Aanspreken:** we spreken elkaar aan op het nemen van de eigen verantwoordelijkheid binnen het programma en accepteren dat we daarop worden aangesproken.
- **Escalatie:** we hebben respect voor (de grenzen) van elkaars belangen en verantwoordelijkheden. Als we er niet uit komen, vragen we de Duurzame Luchtvaarttafel om een besluit te nemen op basis van alle beschikbare informatie en bereiden we die besluitvorming samen voor.
- **Bedoelingen:** we proberen zo goed mogelijk te blijven handelen naar de bedoeling van het programma (CO<sub>2</sub>-reductie van de luchtvaart).

# Wat?



# Wat gaan we doen?

## Drie roadmaps

We werken in het programma met roadmaps naar de stip op de horizon: internationale luchtvaart in 2070 zero emissie. De roadmaps helpen ons om de tussentijdse doelen in 2030 en 2050 te bereiken langs drie lijnen:

- Grondgebonden operaties
- General Aviation
- Commerciële luchtvaart

We werken eerst aan de mijlpalen van 2030. Per roadmap staan de projecten en maatregelen uitgezet in de tijd. Hoe verder de tijdshorizon, hoe minder concreet de projecten en activiteiten omschreven zijn. De doorkijk verderop in de tijd zal minder concreet zijn, omdat deze fase afhankelijk is van uitkomsten van eerdere projecten en externe ontwikkelingen. Dit omdat er verder weg in de tijd meer onzekerheden zijn en om de nodige adaptiviteit in te bouwen.

## Verkennen, onderzoeken, experimenteren en implementeren (VOEI)

De projecten en activiteiten bevinden zich in verschillende ontwikkelstadia; sommige projecten en activiteiten leiden snel tot tastbare resultaten (laaghangend fruit), andere vragen meer tijd en energie of een lange adem. En van sommige ambities is onduidelijk of ze überhaupt gerealiseerd kunnen worden.

Een deel is nog in de verkenningsfase. Voor andere projecten is al volledig duidelijk wat er moet gebeuren,

wie dat moet realiseren en wanneer het klaar moet zijn. Om recht te doen aan deze verschillende ontwikkelstadia wordt in de roadmaps voor de projecten en activiteiten onderscheid gemaakt in de fasen: verkennen, onderzoeken, experimenteren en implementeren.

## Eerste initiatieven tot 2030 zijn opgehaald

Om de innovatie te versnellen is er per roadmap een brede inventarisatie gemaakt van initiatieven. Deze zijn opgenomen in dit plan om een indruk te geven van mogelijke acties en projecten en van de benodigde investeringen. Het is belangrijk te beseffen dat het slechts een indicatie is en dat de initiatieven in de komende periode geconcretiseerd kunnen worden tot projectvoorstellen, maar dat er na verkenning ook geconcludeerd kan worden dat er een andere weg moet worden gekozen.

## Voldoende middelen zijn essentieel

Daarvoor zijn wel voldoende middelen nodig. Omdat veel innovaties op het gebied van hybride elektrisch vliegen nog niet klaar zijn voor de markt, is een financiële impuls vanuit de overheid van belang. Naast een financiële impuls kan de overheid ook stimuleren door middel van Green Deals. De overheid kan knelpunten in de wet- en regelgeving wegnemen, nieuwe markten helpen creëren, goede informatie geven en zorgen voor optimale samenwerkingsverbanden.

## Pilotprojecten geïnventariseerd

Om geen kostbare tijd te verliezen is het van belang de tot nu toe ondernomen initiatieven verder te ondersteunen. We willen graag zo snel mogelijk starten met pilotprojecten. De projecten kunnen met een relatief klein budget vanaf in 2020 worden uitgevoerd.

## Gemeenschappelijke acties

Een aantal acties is niet specifiek voor een roadmap, maar dienen meerdere ambities. Een thema als elektrisch taxiën heeft bijvoorbeeld impact op zowel de roadmap grondgebonden operaties, als voor de roadmap commerciële luchtvaart. We gaan de komende periode de gemeenschappelijke acties identificeren en bepalen hoe we daar optimaal mee om kunnen gaan.

## Een effectief portfolioproces is nodig

Om de juiste dingen te doen om de doelen te bereiken, is een goed portfolioproces nodig. Zo zetten we in op de juiste onderwerpen, houden we overzicht op het inrichten portfolio van projecten, acties en initiatieven en gaan we slim om met de beschikbare budgetten.

Dit hoofdstuk geeft inzicht in de verschillende roadmaps op de lange, middellange en korte termijn. Daarnaast worden het proces en de acties voor de eerste periode verder toegelicht.

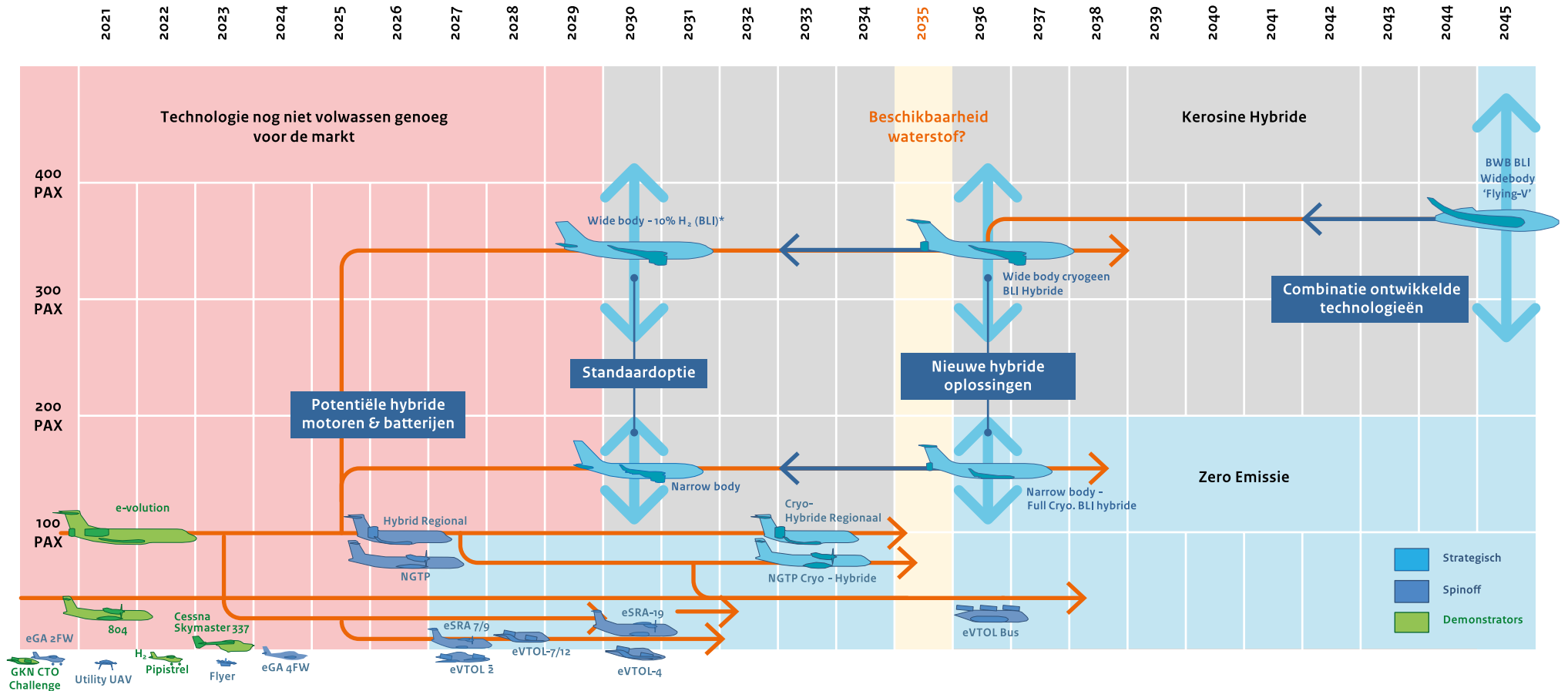
# Roadmaps tot 2070





# Voorbeeld roadmap naar 2050 op basis visie GKN

## Onderzoek – Ontwikkeling - Markt



Bron: GKN Aerospace - Fokker

# De weg naar 2030: Grondgebonden operaties



Nederlandse vereniging Luchthavens (NvL) is trekker van de roadmap grondgebonden operaties. De ambitie voor de grondgebonden activiteiten in 2030 is zero emissie. De luchthavens zijn al hard bezig met de verduurzaming van zowel de operaties als de gebouwen. Dit doen zij binnen een aantal reeds opgezette en lopende programma's:

- Schiphol 'innovation hub'
- NvL innovatie-agenda
- RHIA-projecten
- Slim en duurzaam
- Schiphol's programma rondom terugdringen ultrafijnstof

Aanvullend op de reeds lopende programma's vanuit de luchthavens en partners, is er een aantal thema's dat specifiek aandacht krijgt in het AHEV. Dit zijn (1) energie-infrastructuur, (2) laadinfrastructuur, (3) kennisdelen, leren van elkaars aanpak en initiatieven in

de etalage zetten om zo de transitie te versnellen en (4) verduurzamen van de kleine vliegvelden.

Er wordt gewerkt aan een concreet plan van aanpak van de elektrificatie van grondgebonden operaties en de gebouwen. Hierin wordt aan de hand van SMART-doelstellingen een tijdlijn aangegeven die realisatie (ruim) voor 2030 mogelijk maakt.

# De weg naar 2030: Grondgebonden operaties

## Ambitie 2030

Emissies van grondgebonden  
luchtvaartoperaties met  
100% reduceren

## Langetermijnacties (2026-2029)

Zero emissie maken van grondoperaties  
Zero emissie baggage afhandelen

## Kortetermijnacties (2019-2025)

Het testen en doorontwikkelen van  
mogelijkheden rondom elektrisch  
taxiën. Het aanpassen van de laad- en  
energie-infrastructuur

Activiteiten, initiatieven en projecten 2020-2025	Fase(n)	Draagt bij aan	Door wie?
<b>Verduurzamen energiehuishouding door afbouwen gasconsumptie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkennen</li> <li>• Onderzoeken</li> <li>• Experimenteren</li> <li>• <b>Implementeren</b></li> </ul>	Het zero emissie maken van grondoperaties door het uitfaseren van gas	RSG
<b>Verkennen mogelijkheid energieopslag op luchthavens (nodig i.v.m. meer lokaal opgewekte duurzame energie)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Verkennen</b></li> <li>• Onderzoeken</li> <li>• Experimenteren</li> <li>• Implementeren</li> </ul>	Het zero emissie maken van grondoperaties	RSG
<b>Gelijkstroom op Lelystad Airport en op de nieuwe A-pier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkennen</li> <li>• <b>Onderzoeken</b></li> <li>• Experimenteren</li> <li>• Implementeren</li> </ul>	Het verduurzamen van de energiehuishouding	RSG
<b>Slimme laadinfrastructuur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Verkennen</b></li> <li>• Onderzoeken</li> <li>• Experimenteren</li> <li>• Implementeren</li> </ul>	De energietransitie	RSG
<b>Zonnepanelen op luchthavens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkennen</li> <li>• Onderzoeken</li> <li>• Experimenteren</li> <li>• <b>Implementeren</b></li> </ul>	De energietransitie	RSG

# De weg naar 2030: Grondgebonden operaties

Activiteiten, initiatieven en projecten 2020-2025	Fase(n)	Draagt bij aan	Door wie?
<b>Duurzame energie (elektriciteit en groen gas); overige emissies zijn gecompenseerd</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verkennen</li><li>• Onderzoeken</li><li>• Experimenteren</li><li>• <b>Implementeren</b></li></ul>	Het zero emissie maken van gebouwen in 2030 en op termijn energieleverend	RSG, NvL
<b>Elektrische bussen op vliegvelden Elektrische taxi's</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verkennen</li><li>• Onderzoeken</li><li>• Experimenteren</li><li>• <b>Implementeren</b></li></ul>	Het zero emissie maken van grondoperaties	RSG
<b>Pilotproject: Proeftuin Elektrisch Taxiën</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verkennen</li><li>• <b>Onderzoeken</b></li><li>• Experimenteren</li><li>• Implementeren</li></ul>	Onderzoeken naar mogelijkheden voor het implementeren en standaardiseren van elektrisch taxiën	RSG, LVNL, KLM, EasyJet en meerdere partners
<b>Verduurzamen mobiliteit op airside</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verkennen</li><li>• Onderzoeken</li><li>• Experimenteren</li><li>• <b>Implementeren</b></li></ul>	Het verbeteren van de luchtkwaliteit en verlagen CO <sub>2</sub> -emissies	RSG



# De weg naar 2030: General Aviation (GA)

## Stichting Duurzaam Vliegen

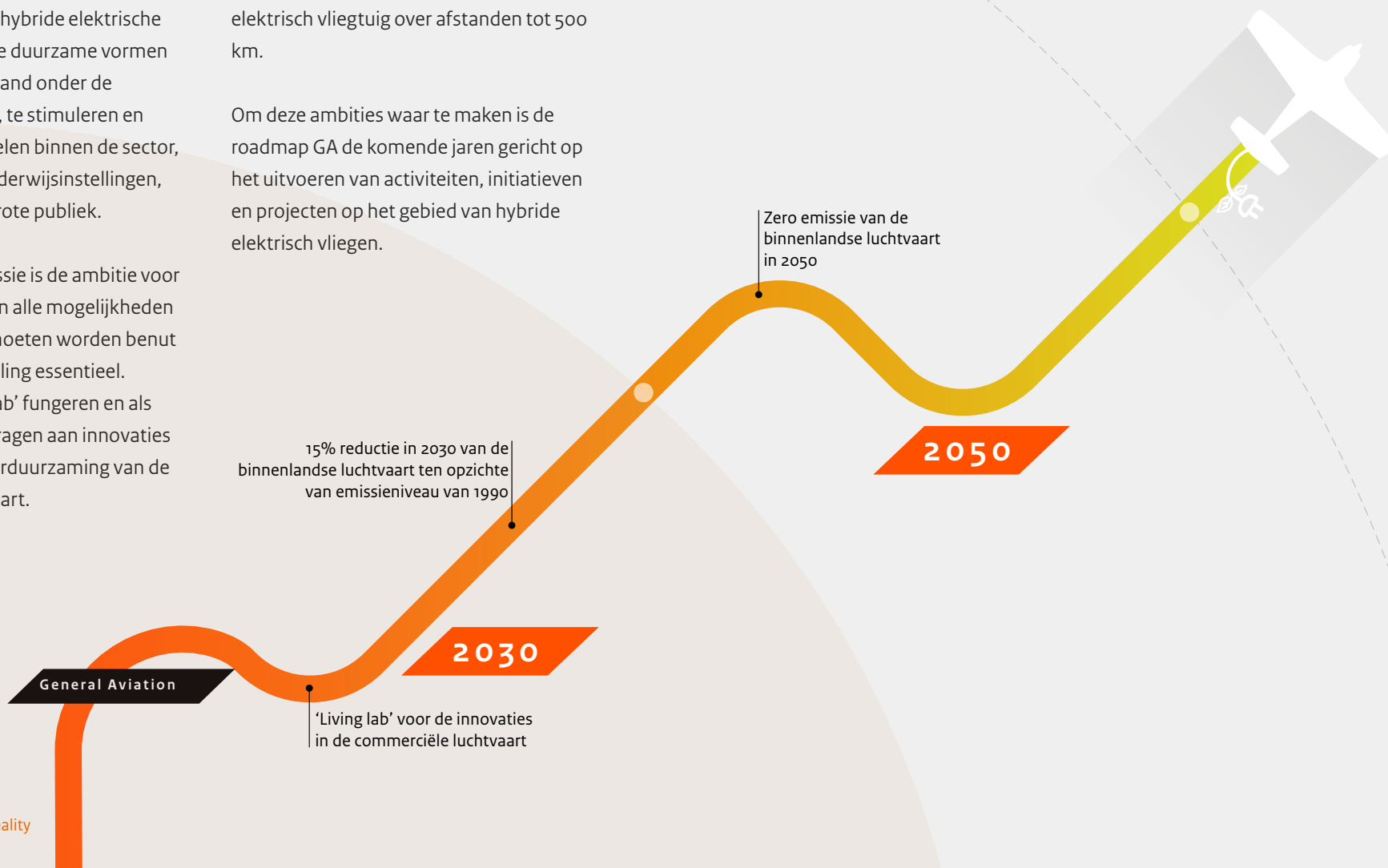
De Stichting Duurzaam Vliegen (SDV) trekt het onderdeel General Aviation (GA) binnen het Actieprogramma Hybride Elektrisch Vliegen (AHEV). De SDV heeft als doel het vliegen met hybride elektrische vliegtuigen en andere duurzame vormen van vliegen in Nederland onder de aandacht te brengen, te stimuleren en kennis daarover te delen binnen de sector, het bedrijfsleven, onderwijsinstellingen, de overheid en het grote publiek.

De GA naar zero emissie is de ambitie voor 2050. Daarvoor zullen alle mogelijkheden tot verduurzaming moeten worden benut en is kennisontwikkeling essentieel.

De GA zal als 'living lab' fungeren en als zodanig kunnen bijdragen aan innovaties binnen en verdere verduurzaming van de commerciële luchtvaart.

Het streven voor 2030 is (1) dat les- en rondvluchten worden uitgevoerd met hybride elektrische vliegtuigen en (2) dat de basis is gelegd voor het vervoer van meerdere passagiers per hybride elektrisch vliegtuig over afstanden tot 500 km.

Om deze ambities waar te maken is de roadmap GA de komende jaren gericht op het uitvoeren van activiteiten, initiatieven en projecten op het gebied van hybride elektrisch vliegen.



# De weg naar 2030: General Aviation (GA)

## Ambities 2030

- 'Living lab' voor de innovaties in de commerciële luchtvaart
- Dat les- en rondvluchten worden uitgevoerd met hybride elektrische vliegtuigen
- Dat de basis is gelegd voor het vervoer van meerdere passagiers per hybride elektrisch vliegtuig over afstanden tot 500 km
- 15% reductie in 2030 van de binnenlandse luchtvaart ten opzichte van emissieniveau van 1990

## Langetermijnacties (2026-2029)

- Transitie naar hybride elektrische toestellen
- Alle mogelijkheden tot verduurzaming benutten
- Begeleiden van vliegscholen, vliegclubs en rondvluchtbedrijven bij de transitie naar hybride elektrische vliegtuigen
- Voortzetten van de kortetermijnacties, voor zover nodig of gewenst

## Kortetermijnacties (2019-2025)

- In kaart brengen van (inter)nationale initiatieven en ontwikkelingen
- In kaart brengen van 'requirements' van de GA-sector (resp. aanbod en vraag)
- In kaart brengen van financierings- en subsidiemogelijkheden (draagkracht creëren)
- Koppelen en ondersteunen van relevante initiatieven (coördineren/netwerken)
- Ontwikkelen van businessmodellen;
- Identificeren van barrières en randvoorwaarden (wet- en regelgeving, certificering, kosten, infrastructuur, etc.)
- Disseminatie van kennis in curricula van luchtvaartopleidingen op academisch, hbo en mbo-niveau
- Uitdragen van ontwikkelingen (belangstelling, bewustwording en draagvlak creëren)
- Inrichten van 'living labs' en (stimuleren van) kennisontwikkeling

# De weg naar 2030: General Aviation (GA)

Activiteiten, initiatieven en projecten 2020-2025	Fase(n)	Draagt bij aan
<b>Stichting Duurzaam Vliegen GA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verkennen</li><li>• Onderzoeken</li><li>• Experimenteren</li><li>• Implementeren</li></ul>	Een platform als centraal punt voor alle partijen die samenwerken aan het verduurzamen van de Nederlandse GA.
<b>Elektrificatie les- en rondvluchten</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verkennen</li><li>• Onderzoeken</li><li>• Experimenteren</li><li>• Implementeren</li></ul>	Maakbaarheidsanalyse 50% CO <sub>2</sub> -reductie General Aviation in 2035 door het uitvoeren van les- en rondvluchten met circa 100 elektrische vliegtuigen.
<b>Pilotproject: Hybrid Electric Flying Testbed</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verkennen</li><li>• Onderzoeken</li><li>• Experimenteren</li><li>• Implementeren</li></ul>	Advisering, productontwikkeling, demonstraties, workshops en lezingen ten behoeve van zowel de GA als commerciële luchtvaart.
<b>Living Lab Electric Flight</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verkennen</li><li>• Onderzoeken</li><li>• Experimenteren</li><li>• Implementeren</li></ul>	Het vergroten van het bereik door middel van waterstof-elektrische voortstuwing. Het versnellen en goedkoper maken de ontwikkelingscyclus van vliegtuigen door plaatsing van Structural Health en Monitoring sensoren en certificatie op basis van virtuele methodes.
<b>Experience Center for Electric Propulsion</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verkennen</li><li>• Onderzoeken</li><li>• Experimenteren</li><li>• Implementeren</li></ul>	Centrum voor training en scholing Maintenance Repair and Overhaul (MRO) hybride elektrische vliegtuigen.



# De weg naar 2030: General Aviation (GA)

## Stichting Duurzaam Vliegen GA

De SDV wil zichzelf op de kaart zetten als de netwerkorganisatie in de GA op het gebied van hybride elektrisch vliegen. De stichting brengt via een platform relevante partijen met elkaar in contact en weet verbanden te leggen tussen de verschillende initiatieven. 'Coördineren' en 'aanjagen' zijn de sleutelbegrippen. De stichting zal zich op korte termijn richten op het vormgeven van de organisatie, het inventariseren van (inter)nationale initiatieven op het gebied van hybride elektrisch vliegen en het organiseren van activiteiten en bijeenkomsten om deelnemers samen te brengen vanuit de GA.

## Elektrificatie les- en rondvluchten

Circa de helft van de vliegbewegingen in de GA betreffen les- en rondvluchten. De SDV wil een maakbaarheidsanalyse uitvoeren om te onderzoeken of het mogelijk is om in 2035 50% CO<sub>2</sub>-reductie te realiseren in de General Aviation door les- en rondvluchten met circa 100 elektrische vliegtuigen uit te voeren. Veldonderzoek zal in kaart moeten brengen welke randvoorwaarden er nodig zijn om het mogelijk te maken dat vliegscholen en rondvluchtbedrijven kunnen gaan opereren met deze elektrische vliegtuigen.

## Hybrid Electric Flying Testbed

Binnen het kenniscentrum Dutch Electric Aviation Center (DEAC) werken onderwijs, wetenschap en industrie samen aan een aantal onderzoekslijnen. Het belangrijkste is een bestaand vliegtuig (Cessna Skymaster 337) aan te passen waarbij het gaat om de ontwikkeling van efficiënte en veilige elektrische hybride voortstuwingssystemen. Daarnaast wordt de impact van hybride elektrische vliegen op opleidingen, vliegtuigoperatie, luchthavenoperatie, infrastructuur, certificering en onderhoud onderzocht.

## Living Lab Electric Flight

Het Living Lab Electric Flight van het Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum (NLR) zal deels een virtueel kenniscentrum zijn met gezamenlijke projecten, maar het belangrijkste

is dat technologie laagdrempelig uitgetoetst en gedemonstreerd kan worden op een testplatform. Dit platform is een vliegtuig, maar ook testfaciliteiten op de grond voor elektrische systemen, windtunnels en alles ertussenin. Een vliegend platform als de Pipistrel Velis Electro kan gestationeerd worden op het Nationaal RPAS testcentrum van het NLR in Marknesse, maar kan zich ook verplaatsen.

## Experience Center for Electric Propulsion

Het Experience Center for Electric Propulsion zal op vliegveld Hilversum (EHHV) worden opgericht door de Stichting Vliegveld Hilversum. Het Experience Center richt zich op scholing en training op het gebied van hybride elektrisch vliegen en Maintenance Repair & Overhaul (MRO) voor hybride elektrische vliegtuigen.





# De weg naar 2030: Commerciële Luchtvaart

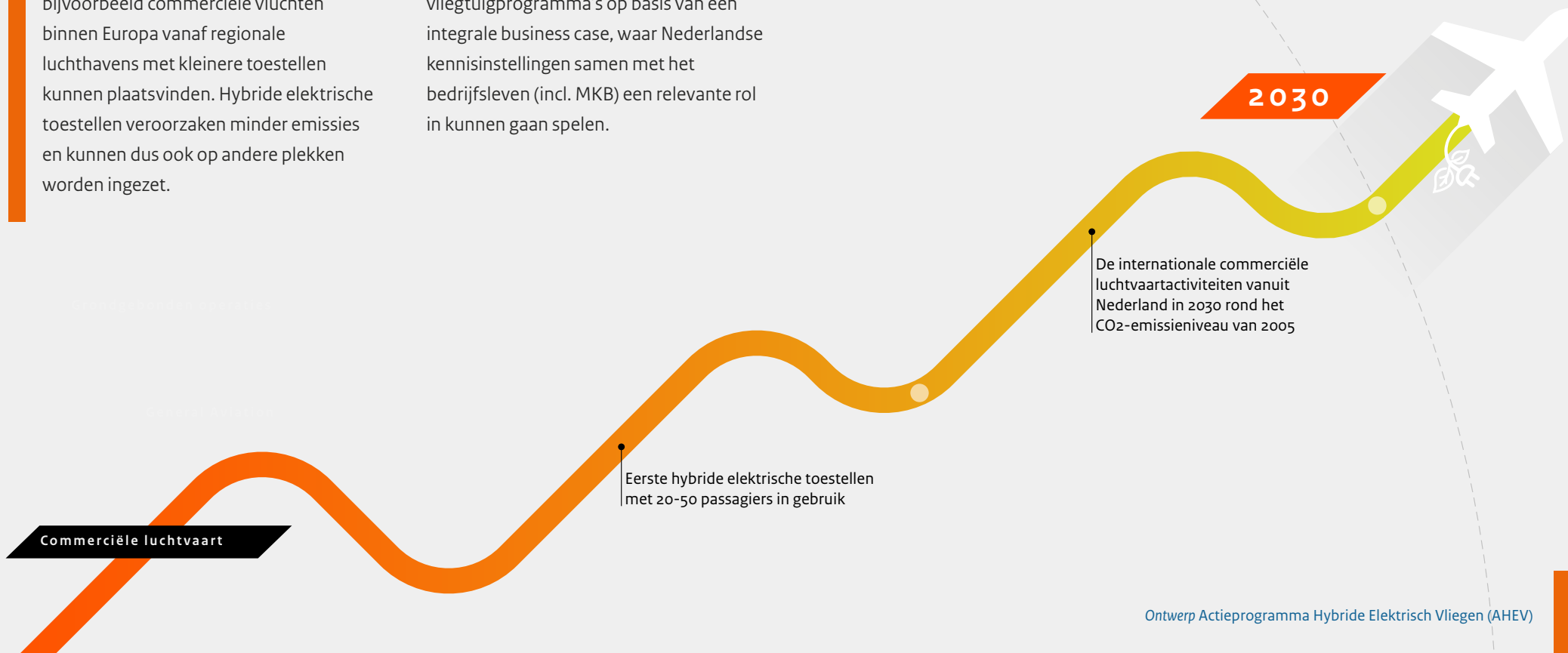
## De grootste uitdaging

De commerciële luchtvaart emissieloos krijgen is de grootste technologische uitdaging. Daarom moeten we niet alleen onderzoeken en experimenteren op het gebied van hybride en elektrische technologie, maar moet er ook worden gekeken naar nieuwe bedrijfsmodellen en benodigde infrastructuur voor de commerciële luchtvaart. Zo zouden bijvoorbeeld commerciële vluchten binnen Europa vanaf regionale luchthavens met kleinere toestellen kunnen plaatsvinden. Hybride elektrische toestellen veroorzaken minder emissies en kunnen dus ook op andere plekken worden ingezet.

Koepelorganisatie Lucht- en Ruimtevaart Nederland (LRN) heeft vele spelers samengebracht die met een groot aantal projecten het nationale actieprogramma tot 2030 vorm kunnen gaan geven, om de invoering van vliegtuigtechnologie voor hybride elektrisch vliegen te versnellen.

Uiteindelijk komen er grote internationale en miljarden kostende vliegtuigprogramma's op basis van een integrale business case, waar Nederlandse kennisinstellingen samen met het bedrijfsleven (incl. MKB) een relevante rol in kunnen gaan spelen.

Op deze wijze kunnen we helpen de meest kritische technologie naar voren te halen en hiermee een zinvolle bijdrage te leveren aan de noodzakelijke versnelling. Door daarin samen flink te investeren, kan Nederland meekomen in de kopgroep van landen die deze megatransitie durven aan te gaan.



# De weg naar 2030: Commerciële Luchtvaart

## Ambities 2030

- Het eerste hybride elektrische vliegtuig (20-50 personen) in commercieel gebruik

## Langetermijnacties (2026-2029)

- Vliegtuiginkoop en EIS door airlines/luchtvaartoperators
- Vliegtesten en vliegtuigcertificaties
- Productie en levering Nederlandse onderdelen
- Samenwerking aangaan met vliegtuigbouwers

## Kortetermijnacties (2019-2025)

- Voorbereiden vroege en continue conceptdemonstraties en evaluatie (testen van schaalmodellen, op kleine schaal (in de GA) en full scale (e-volution))
- Opzetten van (internationale) partnerships met andere onderzoeks- en ontwikkelingsinitiatieven, potentiële vliegtuigbouwers en launching airlines
- Ontwikkelen essentiële technologieën voor voortstuwing van vliegtuigen (power subsystem components, powertrain, APPU, cryogenics)
- Werk- en certificatievoorwaarden, richtlijnen en procesversnellingsmethodes
- Concept baselineselectie d.m.v. aircraft level analysis, klimaatimpactstudies en begrip van luchtvaartcentrum
- Start vliegtuiginkoop en EIS door airlines/luchtvaartoperators

Activiteiten, initiatieven en projecten 2020-2025	Fase(n)	Draagt bij aan	Door wie?
<b>Vliegtuigtechnologie / aandrijving en voortstuwing:</b> Pilotproject: Auxiliary Propulsion and Power Unit (APPU), Boundary Layer Ingestion (BLI) en Distributed Electric Propulsion (DEP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkennen</li> <li>• Onderzoeken</li> <li>• Experimenteren</li> <li>• Implementeren</li> </ul>	Simulatie, concept- en technologie-ontwikkeling en test van hybride en elektrische aandrijfsystemen voor de voortstuwing van hybride elektrische vliegtuigen.	Kennisinstellingen TUD en NLR, samen met bedrijven zoals GKN en NL MKB
<b>Vliegtuigtechnologie / (waterstof)energie managementsysteemtechnologie:</b> waterstofdrukaten, ontwikkeling en test cryogene technologie, solid state brandstofcellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkennen</li> <li>• Onderzoeken</li> <li>• Experimenteren</li> <li>• Implementeren</li> </ul>	Veilige en efficiënte opslag en energieomzetting van waterstof naar elektriciteit aan boord van het vliegtuig.	Kennisinstellingen NLR en TUD, samen met bedrijven zoals GKN en NL MKB (zoals Pronexos)
<b>Vliegtuigtechnologie / elektrische subsysteemtechnologie:</b> Environmental Control System (ECS), DC-DC Converter, Auxiliary Drive Units, LH <sub>2</sub> -pompen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkennen</li> <li>• Onderzoeken</li> <li>• Experimenteren</li> <li>• Implementeren</li> </ul>	Nieuwe elektrische bouwstenen (zoals voor thermisch management, spanningsomzetters, pompen en compressoren) in de nieuwe elektrische vliegtuigarchitectuur, met marktkansen voor Nederlandse toeleveranciers.	Kennisinstellingen zoals NLR en TUD, samen met bedrijven zoals Aeronamic en Bosman
<b>Vliegtuigtechnologie / versnellen van de certificatie:</b> o.a. ADS <sub>3</sub> E (Accelerated Development Solutions for a Safe and Sustainable Environment), windtunneltesten en scaled flight testing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkennen</li> <li>• Onderzoeken</li> <li>• Experimenteren</li> <li>• Implementeren</li> </ul>	Het verkorten van de time-to-market van nieuwe technologieën door vroegtijdige analyse en demonstratie van aspecten van integratie en certificatie.	Kennisinstellingen NLR en TUD samen met bedrijven zoals ADSE en OEMs. ILT / EASA
<b>Demonstratie vliegtuigtechnologie:</b> full scale testing, e-volution, Clean Aviation (opvolger CleanSky)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkennen</li> <li>• Onderzoeken</li> <li>• Experimenteren</li> <li>• Implementeren</li> </ul>	Integratie en demonstratie van kritische technologie in nationale en internationale demonstrators. Veelal samen met de OEMs waardoor de positionering van Nederlandse partijen voor de supply chain kan worden bevorderd.	Samenwerkende kennisinstellingen zoals NLR en TUD, samen met bedrijven zoals GKN en NL MKB
<b>(Klimaat)impact studies:</b> Pilotproject: Aircraft level analysis tools, aerospace life cycle analyse studies aircraft level analysis tools, aerospace life cycle analyse studies	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkennen</li> <li>• Onderzoeken</li> <li>• Experimenteren</li> <li>• Implementeren</li> </ul>	Modellen en tools om de impact van de technologische innovaties op zowel operationeel gebruik als klimaatimpact te kunnen bepalen.	Kennisinstellingen zoals NLR, TUD, KNMI in internationale samenwerking

# De weg naar 2030: Commerciële Luchtvaart

## Waterstof brandstofsyste men

Zolang de batterijtechnologie nog niet de juiste massa-energie dichtheid heeft (momenteel nog 50x minder dan kerosine) is waterstof voor de grote commerciële luchtvaart de meest interessante kandidaat om energie aan boord mee te nemen. Nederlandse bedrijven en instellingen gaan nauw samenwerken aan technologie voor de opslag van waterstof in cryogene toestand aan boord in composiet tanks, alsmede de omzetting daarvan naar elektrisch aandrijfvermogen.

## Auxiliary Power Unit

Waterstof kan ook gebruikt worden in een vliegtuig uit de A320-klasse om een voortstuwingseenheid aan te drijven die 10-15% van de vereiste stuwkracht levert. Een nieuw hulpsysteem (auxiliary power unit, APU) wordt ontwikkeld met een dubbele functie, gebaseerd op een synergie van twee veelbelovende technologieën, te weten: 'Boundary Layer Ingestion (BLI)' en 'Hydrogen Combustion'. Door beide op een slimme, nog niet eerder uitgevoerde manier te combineren zal, op basis van een eerste schatting, het APPU-systeem de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 12-18% kunnen verminderen.

## Nieuwe elektrische subsystemen

Nieuwe vliegtuigarchitecturen vragen om nieuwe elektrische bouwstenen (zoals voor thermisch management, spanningsomzetz ers, pompen en compressoren). Het Nederlandse MKB Aeronamic in Almelo beschikt samen met NLR en TUD over unieke kennis en kansen om te gaan werken aan nieuwe elektrische Environmental Control Systemen (ECS) waarmee de cabine van het vliegtuig op temperatuur, luchtvochtigheid en druk geconditioneerd kan worden. Vroegtijdige ontwikkeling hiervan bevordert de marktkansen voor Nederlandse bedrijven als toeleverancier aan de OEM.

## Versnellen van de innovatie door versnelling van de certificatie

Nederlandse bedrijven (zoals ADSE met hun ADS<sub>3</sub>E-oplossing) zullen samen met kennisinstellingen NLR en TUD holistische methodes en tools ontwikkelen om de time-to-market van nieuwe technologieën door vroegtijdige analyse van aspecten van integratie en certificatie drastisch te kunnen verkorten. Hierdoor kan de Nederlandse aerospace sector met integrale luchtvaartkennis in een vroeg stadium een aantrekkelijke partner zijn voor de vliegtuigfabrikanten.

## Demonstratie van nieuwe vliegtuigtechnologie

Integratie en demonstratie van kritische technologie in nationale en internationale demonstrators is een essentiële stap voordat de marktintroductie van nieuwe toestellen kan plaatsvinden. Grote OEMs en hun tier 1 toeleveranciers beschikken over testvliegtuigen waarmee de geschiktheid en veiligheid van de nieuwe technologie tijdens testvluchten kan worden aangetoond. Nederlandse bedrijven (GKN-Fokker) en instellingen (NLR, TUD) positioneren zich hiervoor o.a. in EU Clean Aviation (opvolger van CleanSky), zo mogelijk met een eigen 100-zitter demonstratievliegtuig in het GKN programma e-Volution en bevorderen zo ook hun positionering de supply chain van de serietoestellen tijdens de productiefase.

## (Klimaat)impactstudies

Het doel van emissieloze luchtvaart is om de klimaatimpact door de emissie van CO<sub>2</sub> een halt toe te roepen. Vervanging van kerosine door bijvoorbeeld waterstof leidt wel tot emissie van waterdamp. Het is noodzakelijk om een juist beeld te vormen van de invloed van de nieuwe technologie op deze emissies en de invloed daarvan op het klimaat. Kennisinstellingen als NLR en TUD werken in nationaal (bv. met KNMI) en internationaal (bv. met DLR) verband nauw samen aan de ontwikkeling en validatie van modellen en gereedschappen om de impact van de technologische innovaties op zowel operationeel gebruik als klimaat impact te kunnen bepalen.



# Financiën geïnventariseerd voor 2020 - 2025

## Geïnventariseerde benodigde investeringen voor realiseren roadmaps

Roadmap	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Totaal
<b>Commerciële luchtvaart*</b>	€ 30 mln	€ 42 mln	€ 51 mln	€ 112 mln	€ 38 mln	€ 50 mln	<b>€ 323 mln</b>
<b>General Aviation</b>	€ 4 mln	€ 8 mln.	€ 21 mln	€ 11 mln	€ 1 mln	€ 1 mln.	<b>€ 46 mln</b>
<b>Grondgebonden operaties</b>	<b>€ 7,5 mln:</b> Onderverdeling in jaren nader te bepalen						
<b>Eindtotaal</b>	<b>€ 34 mln</b>	<b>€ 50 mln</b>	<b>€ 72 mln</b>	<b>€ 123 mln</b>	<b>€ 39 mln</b>	<b>€ 51 mln</b>	<b>€ 376,5 mln</b>

\* Hierbij is rekening gehouden met de initiatieven van GKN-Fokker, die opgeteld €212 mln bedragen

## Huidige financieringsbronnen

Het actieprogramma vergt financiële inspanningen van alle betrokken partijen, zowel privaat als publiek:

- R&D-gelden van marktpartijen
- Budget bij kennis- en onderzoeksinstellingen voor beleid en kennisontwikkeling
- Cofinanciering Nationaal via EZK-instrumentarium
- Cofinanciering Europese onderzoeksprojecten in het kader van Horizon Europe
- Regionale investeringsfondsen
- NWO-budgetten

## Nieuwe financieringsbronnen nodig

Omdat de versnelling van innovatie en de structuur van de luchtvaartsector niet voldoende matcht met het huidige financiële instrumentarium, is er aanvullend instrumentarium en meer subsidie- en investeringsgeld nodig om het actieprogramma uit te voeren.

Er is extra inzet nodig op radicale innovatie, omdat bedrijven nog niet of niet voldoende kunnen investeren omdat de oplossingen nog niet in een businesscase zijn om te zetten.





# Begrippenlijst conform Ontwerpakkoord Duurzame Luchtvaart

- 1 *Luchtvaart*: (civiele) internationale luchtvaart, (civiele) binnenlandse luchtvaart en grondgebonden luchtvaartactiviteiten.
- 2 *Internationale Luchtvaart*: het internationale luchtverkeer tussen verschillende landen.
- 3 *Emissie van de Internationale Luchtvaart*: de emissie van vliegverkeer vanuit Nederland als gevolg van de totale gebunkerde brandstof op Nederlandse luchthavens. Daaronder vallen ook de emissies van taxibewegingen van vliegtuigen voor internationaal vliegverkeer.
- 4 *Binnenlandse Luchtvaart*: het vliegverkeer van en naar bestemmingen binnen de landsgrenzen van Nederland, inclusief het taxiën van en naar de landingsbaan in het kader van dit vliegverkeer.
- 5 *Grondgebonden Luchtvaartactiviteiten*: activiteiten die bestaan uit:
  - Onderhoud, energievoorziening en afhandeling van vliegtuigen;
  - Het vervoer van o.a. passagiers, medewerkers, bagage en vracht op de luchthaven, niet zijnde in een taxiënd vliegtuig;
  - Energievoorziening aan en onderhoud van luchthavengebonden gebouwen.
- 6 *ICAO*: International Civil Aviation Organization, de VN-organisatie waarin lidstaten afspraken maken over civiele internationale luchtvaart.
- 7 *Zero emissie*: luchtvaartactiviteiten zijn zero emissie wanneer ze geen CO<sub>2</sub> produceren.
- 8 *CO<sub>2</sub>-neutraal*: een vliegtuig vliegt CO<sub>2</sub>-neutraal wanneer er door de vlucht geen extra CO<sub>2</sub> in de atmosfeer komt. Dit kan door geen CO<sub>2</sub> uit te stoten dan wel door de CO<sub>2</sub>-uitstoot te compenseren.
- 9 *CO<sub>2</sub>-neutrale groei*: de luchtvaart groeit CO<sub>2</sub>-neutraal wanneer de groei van luchtvaartactiviteiten niet zorgt voor extra CO<sub>2</sub>-uitstoot. Dit kan door de uitstoot van CO<sub>2</sub> te reduceren dan wel te compenseren.
- 10 *Duurzame brandstoffen*: biobrandstoffen én hernieuwbare brandstoffen als synthetische brandstoffen gemaakt met hernieuwbare energie.
- 11 *Hybride*: een vliegtuig noemen we hybride wanneer deze gebruik maakt van zowel een elektromotor als een verbrandingsmotor.
- 12 *Electrofuels*: CO<sub>2</sub>-neutrale brandstoffen die gemaakt worden door elektrische energie uit hernieuwbare bronnen op te slaan in vloeistof of gas.
- 13 *Minister*: Minister van Infrastructuur en Waterstaat.
- 14 *Luchthavens*: Schiphol Group en Eindhoven Airport .
- 15 *Luchtvaartmaatschappijen*: Corendon, easyJet, KLM, Transavia en TUI.
- 16 *Grondafhandelaren*: Dnata.
- 17 *Kennisinstellingen*: TU Delft en NLR.
- 18 *Branche organisaties*: ACN, AOPA, BARIN, evofenedex, KNVvL, LRN, NACA en NVL.
- 19 *Sector*: De luchthavens , de luchtvaartmaatschappijen, de grondafhandelaren, de kennisinstellingen, de brancheorganisaties, Fokker, LVNL, en SkyNRG.
- 20 *Partijen*: De minister, de luchthavens, de luchtvaartmaatschappijen, de grondafhandelaren, de kennisinstellingen, de Brancheorganisaties , Fokker, Natuur en Milieu, LVNL, PwC, SkyNRG en VNO-NCW.

# Afkortingen

*ADS3E*: Accelerated Development Solutions for a Safe and Sustainable Environment

*AHEV*: Actieprogramma Hybride Elektrisch Vliegen

*APPU*: Auxiliary Propulsion and Power Unit

*BLI*: Boundary Layer ingestion

*CO<sub>2</sub>*: Koolstofdioxide

*CSLSA*: Certification Specifications Light Sport Aeroplanes

*DEAC*: Dutch Electric Aviation Center

*DEP*: Distributed Electric Propulsion

*DLR*: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

*DLT*: Duurzame Luchtvaarttafel

*EASA*: European Aviation Safety Agency

*ECS*: Environmental Control System

*EFRO*: Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

*EHHV*: Vliegveld Hilversum

*EZK*: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

*GA*: General Aviation

*GKN*: GKN Aerospace

*HST*: Hogesnelheidswindtunnel

*IATA*: International Air Transport Association

*ICAO*: International Civil Aviation Organization

*IenW*: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

*ILT*: Inspectie Leefomgeving en Transport

*KDC-10/A330MRTT*: Airbus A330 Multi Role Tanker Transport

*KNMI*: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut

*LH<sub>2</sub>*: Liquid Hydrogen

*LRN*: Lucht- en Ruimtevaart Nederland

*MKB*: Midden- en kleinbedrijf

*Mln.*: Miljoen

*MRO*: Maintenance, Repair and Overhaul

*NDC*: New Distribution Capability

*NKP*: Nationaal Onderzoeksprogramma

*NL*: Nederland

*NLR*: Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

*Nox*: Stikstofoxiden

*NVL*: Nederlandse Vereniging van Luchthavens

*NWO*: Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek

*OEM*: Original Equipment Manufacturer

*RSG*: Royal Schiphol Group

*R&D*: Research and Development

*RHIA*: Rotterdam The Hague Innovation Airport

*RPAS*: Remotely Piloted Aircraft System

*SDV*: Stichting Duurzaam Vliegen

*SESAR*: Single European Sky Joint Undertaking

*SMART*: Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch, Tijdgebonden

*TNO*: De Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek

*TU Delft*: Technische Universiteit Delft

*VOEI*: Verkennen, Onderzoeken, Experimenteren en Implementeren



Dit Actieprogrammplan is tot stand gekomen met dank aan de bijdrage van de leden van het Programmteam en hun achterban, de Werkgroep Innovatie, het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat en het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

**Bronvermelding:**

Pagina 4: Motivaction (2019) Luchtvaart in Nederland  
Draagvlakonderzoek onder het Nederlands publiek,  
vervolgmeting 2019

Pagina 4: IATA (2013) CO<sub>2</sub>-roadmap 2013

Pagina 23: GKN Aerospace - Fokker