



Wet- en regelgeving Duurzame luchtvaart

Report: 25-RA-006

Rapport versie: FINAL

Rapportinformatie

Colofon

Rapport	25-RA-006
Versie	FINAL
Datum	4 april 2025
Titel	Wet- en regelgeving Duurzame luchtvaart
Project nr.	13639.011.01
Opdrachtgever	lenW Bescherming persoonlijke levenssfeer
Opdrachtnemer	ADSE, Lexavia, Adecs Airinfra Consultants BV
Projectteam	Evert Windels ADSE Rick Nelen ADSE Corné van Woensel ADSE Katharina Ertman ADSE Martin van Schie ADSE Niall Buissing Lexavia Christiaan Coutinho Adecs Airinfra Consultants BV
Filenaam Rapport	25-RA-006 - Wet- en Regelgeving duurzame luchtvaart finale controle.docx
Classificatie	Unclassified

Documentbeheer

Versie	Datum	Auteur	Pagina	Aanpassingen
DRAFT	03-03-2025		56	Eerste versie
CONCEPT	16-03-2025		73	Toevoeging fase 3 vooruitblik
FINAL	04-04-2025		84	• Leeswijzer aangepast met deel introductie van het rapport • Fase 3: Vooruitblik naar voor gehaald • Introductie gewijzigd t.b.v. project intro in de leeswijzer • Zie Comments Response Document
Version 2	16-04-2025		86	• Toevoeging conclusie p 9-10 • Toevoeging kolom verantwoordelijke in bijlage 1 en 2
Version 3	25-04-2025		86	• Conclusie • Bewoording m.b.t. knelpunten en risico's • Benoemen risico's

Distributie

Naam	Organisatie
------	-------------

Inhoudsopgave

Rapportinformatie	1
Colofon	1
Documentbeheer	2
Distributie.....	2
Inhoudsopgave	3
Lijst met afkortingen	5
Inleiding, Leeswijzer en Conclusie	7
Doel en aanpak van het onderzoek	7
Onderzoeksstructuur	8
Opbouw van het rapport	8
Conclusie	9
Fase 3: Vooruitblik	11
1.1 Actiepunten	11
1.1.1 Het Duurzame Vliegtuig	11
1.1.2 De duurzame Vliegtuig Operatie	15
1.2 Use-cases	25
1.2.1 Use-case 1	25
1.2.2 Use-case 2	26
1.2.3 Use-case 3	28
Introductie van wet- en regelgevingskaders en processen	30
2.1 Internationale kaders voor wet- en regelgeving.....	30
2.1.1 Internationale wet- en regelgeving	30
2.1.2 Europese regelgeving: EASA.....	31
2.2 Toestel certificatie proces.....	33
2.3 Operationeel proces en regelgeving.....	35
2.3.1 Aanvragen Air Operator Certificate	35
2.3.2 Vliegtuig operatie.....	38
Fase 1: Het Duurzame Vliegtuig	40
3.1 Wet- en regelgevingskader vliegtuig	40
3.1.1 Europese regelgeving	40
3.1.2 Nederlandse regelgeving	41
3.2 Regelgeving voor innovatieve aandrijftechnologieën	43
3.2.1 Elektrisch/Hybride business/Commuter toestel	43
3.2.2 Elektrisch/Waterstof middelgroot toestel	47
3.2.3 Elektrisch/Waterstof regionaal toestel	51
3.3 Analyse knelpunten technologie	53

Fase 2: De Duurzame Vliegtuig Operatie	55
4.1 Wet- en regelgevingskader operatie	55
4.1.1 Regulation of Air Crew Bemanning	55
4.1.2 Air Operations Vluchtuitvoering [door luchtvaartuigexploitanten]	57
4.1.3 Aerodromes Luchtvaartterreinen	60
4.1.4 Air Traffic Management (ATM) / Air Navigation Services (ANS) Luchtverkeersleiding	63
4.2 Operationele impact duurzame aandrijf technologieën	64
4.2.1 Vluchtplanning en informatievoorziening	64
4.2.2 Turn-around proces	67
4.2.3 Impact op Luchthavens	68
4.2.4 En-route	71
4.3 Analyse knelpunten Operatie	73
Bijlage 1 Knelpunten in de regelgeving op technisch gebied	76
B 1.1 Knelpunten voor CS-23 vliegtuigen	76
B 1.2 Knelpunten voor CS-25 vliegtuigen	78
Bijlage 2 Knelpunten in de regelgeving voor de operatie	81
Bijlage 3 Scenario Cariben	83
B 3.1 BES-eilanden	83
B 3.2 CAS-eilanden	83
B 3.3 Dutch Caribbean Air Navigation Service Provider	85

Lijst met afkortingen

AIP	Aeronautical Information Publication
AIS	Aeronautical Information Service
AMC	Acceptable Means of Compliance
ANS	Air Navigation Services
AOC	Air Operator Certificate
ARA	Authority Requirements for Aircrew
ATC	Air Traffic Control
ATPL	Airline Transport Pilot Licenses
ATM	Air traffic Management
BASA	Bilateral Aviation Safety Agreement
BvL	Bewijs van Luchtwaardigheid
CAMO	Continued Airworthiness Management Organisation
CoA	Certificate of Airworthiness
CAT	Commercial Air Transport Operation
CB	Certification Basis
CC	Cabin Crew
CD	Compliance Demonstration
CP	Certification Plan
CPL	Commercial Pilot License
CR	Certification Record
CRI	Certification Review Item
CRR	Certification Record Report
CV	Compliance Verification
CVE	Compliance Verification Engineer
EASA	European Aviation Safety Agency
EFTA	European Free Trade Association
EHPS	Electric Hybrid Propulsion System
FAA	Federal Aviation Authority
FCL	Flight Crew Licensing
FIR	Flight Information Region
FNTP	Flight Navigation Procedure Trainer
GM	Guidance Material
IenW	Infrastructuur en Waterstaat
ICAO	International Civil Aviation Organisation
ILT-Luchtvaartautoriteit	Inspectie Leefomgeving en Transport (Luchtvaartautoriteit voor burgerluchtvaart in Nederland)
MoC	Means of compliance
MTOA	Maintenance Training Organisation Approval
NCC	Non-commercial operations with complex-motor-powered aircraft
NCO	Non-commercial operations with other than complex-motor-powered aircraft
OEM	Original Equipment Manufacturer
OM	Operations Manual
OSD	Operational Suitability Data
ORA	Organisation Requirement for Aircrew

POA	Production Organisation Approval
SARP	Standards and Recommended Practices
SC	Special Condition
SMS	Safety Management Manual
STC	Supplemental Type Certificate
TC	Type certificate
TCA	Trade and Cooperation Agreement
TEM	Threat and Error Management
Wlv	Wet Luchtvaart

Inleiding, Leeswijzer en Conclusie

De verduurzaming van de luchtvaart is onlosmakelijk verbonden met de bredere ambities binnen de transportsector. In een wereld waarin de behoefte om sneller en over grotere afstanden te reizen blijft groeien, wordt ook de druk op de luchtvaartsector om haar ecologische voetafdruk te verkleinen steeds groter. Innovatieve aandrijftechnieken, zoals elektrische, hybride en waterstofaandrijving, spelen hierin een belangrijke rol. Deze technologische vooruitgang roept echter nieuwe vragen op: sluit bestaande internationale, Europese en Nederlandse wet- en regelgeving hier nog wel op aan? En wat is nodig om de ontwikkeling en toepassing van deze technologieën te stimuleren?

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (hierna ook wel: het ministerie of IenW) heeft daarom opdracht gegeven tot dit onderzoek, met als doel inzicht te krijgen in de juridische mogelijke knelpunten die ontstaan bij de introductie van duurzame luchtvaarttechnologieën. In dit onderzoek wordt getracht een beeld te schetsen van de mogelijke knelpunten die de innovaties met zich meebrengen. Er wordt ook een doorkijk gegeven naar een reeks concrete actiepunten die het ministerie kan benutten om de mogelijke knelpunten te verhelpen. Dit rapport met het onderzoek naar de wet- en regelgeving voor de duurzame luchtvaart heeft het kenmerk 31203531.

Doel en aanpak van het onderzoek

De centrale vraag in dit onderzoek is tweeledig. Enerzijds willen we inzicht bieden in mogelijke knelpunten in de nationale, Europese en internationale regelgeving bij het testen, experimenteren, demonstreren en commercieel inzetten van innovatieve aandrijftechnologieën. Anderzijds formuleren we concrete aanbevelingen om deze mogelijke knelpunten, waar mogelijk, op te lossen.

De analyse is gebaseerd op drie zorgvuldig geselecteerde use-cases. Deze zijn gekozen op basis van verschillende vliegtuigtypen en operationele contexten:

1. Elektrisch hybride toestel (9 passagiers)

Gericht op business aviation en privéjets (CS-23), beperkt commercieel vervoer en commuter-operaties (EASA Part NCC). Denk aan lokaal of zakelijk vervoer over korte afstanden.

2. Middelgroot elektrisch/hybride/waterstoftoestel voor korte afstand

Gericht op commercieel personen- en vrachtvervoer (CS-25, EASA Part CAT), bijvoorbeeld in het Caribisch gebied of van Nederland naar West-Duitsland of het Verenigd Koninkrijk.

3. Middelgroot elektrisch/hybride/waterstoftoestel voor middellange afstand

Eveneens voor commercieel vervoer (CS-25, EASA Part CAT), maar over grotere afstanden.

Deze use-cases dienen als concrete toetsstenen om wet- en regelgeving op systeemniveau (vliegtuig) en operationeel niveau (vluchten) te analyseren. Het doel is om de regelgeving niet alleen in abstracto, maar ook in de praktijk te toetsen aan innovatieve toepassingen en daarop actiepunten te formuleren.

Samengevat bieden de analyse en het advies een vooruitblik wat er nodig is om in 2030 een commercieel vliegtuig zonder CO₂ uitstoot te laten vliegen in Nederland en/of Caribisch Nederland.

Onderzoeksstructuur

Het onderzoek naar de wet- en regelgeving voor de duurzame luchtvaart is uitgevoerd in drie opeenvolgende fasen zoals weergegeven in Figuur 1. Het rapport is opgedeeld in deze drie delen.



Figuur 1: Grafische weergave onderzoek opgedeeld in 3 fasen

In de eerste fase is onderzocht hoe de huidige wet- en regelgeving zich verhoudt tot duurzame aandrijftechnologieën en vliegtuigontwerpen. In de tweede fase is gekeken naar de operationele kant van duurzame luchtvaart. Welke beperkingen en mogelijkheden biedt de regelgeving rond gebruik, onderhoud, bemanning en infrastructuur? De eerste en tweede fase omvatten het onderzoek naar de mogelijke knelpunten voor de wet- en regelgeving en identificeert en beschrijft de knelpunten in meer algemene zin.

In de laatste fase zijn de bevindingen uit fase 1 en 2 samengebracht. Het resultaat is een vooruitblik dat handvaten biedt aan het ministerie om concrete acties te ondernemen voor de mogelijke knelpunten die in het onderzoek naar boven zijn gekomen en om obstakels weg te nemen.

Opbouw van het rapport

De opbouw van het rapport volgt een beleid logische volgorde. Het begint niet bij de technische analyse, maar juist bij de uitkomsten. Aan het einde van dit hoofdstuk komt een korte en bondige conclusie. Daarna begint het hoofdgedeelte van het rapport met de vooruitblik van Fase 3. Hierin staat een uitgebreide samenvatting van de knelpunten en de concrete actiepunten centraal en wordt een koppeling gemaakt naar de use-cases.

Vervolgens wordt eerst een aantal wet- en regelgeving kaders en processen hoog over besproken met als doel het schetsen van de juridische context voor dit onderzoek. Daarna komen Fase 1 en Fase 2 die de basis vormen en het onderzoek naar de knelpunten en de achtergrond van de wet- en regelgeving. De laatste drie hoofdstukken vormen de basis voor hetgeen gepresenteerd wordt in het eerste hoofdstuk.

Door deze opbouw krijgt de lezer eerst zicht op wat er nodig is voor toekomstbestendig beleid, en vervolgens op de analyse en argumentatie die daaraan ten grondslag ligt. Dit maakt het rapport geschikt voor zowel beleidsmakers die snel tot de kern willen komen, als voor lezers die verdieping zoeken in de juridische en technische achtergronden.

Conclusie

De ontwikkeling van vliegtuigen met innovatieve aandrijftechnieken bevindt zich momenteel nog in een vroeg stadium, vaak zelfs vóór formele certificatieprocedures. Er is veel onzekerheid over welke technologieën uiteindelijk breed zullen worden toegepast, wat hun operationele kenmerken zullen zijn en hoe deze zich verhouden tot bestaande vliegtuigtypes en infrastructuur. Dit onderzoek biedt inzicht in mogelijke knelpunten in de nationale, Europese en internationale regelgeving bij het testen, experimenteren, demonstreren en commercieel inzetten van innovatieve aandrijftechnologieën door het presenteren van de context en randvoorwaarden waarbinnen de regelgeving zich zal moeten ontwikkelen.

De wet- en regelgeving werpt niet direct juridische knelpunten op in het onderscheid tussen aandrijftechnieken omdat deze is gebaseerd op bestaande ICAO en EASA-processen. Deze ICAO- en EASA-processen zullen zich parallel ontwikkelen aan de verdere ontwikkeling van de duurzame luchtvaart, waarbij zij in belangrijke mate reageren op de innovaties en stappen die de industrie zet. De huidige regelgeving met betrekking tot vliegtuigoperaties sluit het gebruik van nieuwe aandrijftechnieken in beginsel niet uit, maar is in algemeenheid afgestemd op conventionele, kerosine-aangedreven toestellen. Hierdoor kunnen innovatieve systemen zoals elektrische of waterstofaandrijving tot mogelijke knelpunten leiden in de toepassing van bestaande procedures en eisen.

Het ministerie kan een sturende rol op zich nemen, waarbij het kaders en strategische richting bepaalt om de businesscase van (Nederlandse) vliegtuigbouwers zo goed mogelijk te ondersteunen zodat zij zich durven te wagen aan Europese goedkeuring. In deze rol is voldoende kennis en deskundigheid nodig om tijdens deze ontwikkelingsfase op een verantwoorde wijze experimenten en demonstraties te faciliteren en toe te laten tot het Nederlandse luchtruim. Uitvoering in samenwerking met Nederlandse operators en industrie vergroot de praktische toepasbaarheid.

De ILT-Luchtvaartautoriteit moet verantwoordelijkheid nemen voor de praktische uitvoering, waaronder het beoordelen, goedkeuren, vergunnen en certificeren van nieuwe toepassingen.

Om de benodigde kennis en capaciteit binnen het ministerie in kaart te brengen én te versterken, wordt lenW geadviseerd om via een gap-assessment vast te stellen welke kennis en expertise m.b.t. innovatieve aandrijftechnieken en technologieën verder ontwikkeld moet worden. Op basis van deze gap-assessment kan een roadmap ontwikkeld worden waarin wordt beschreven welke kennis en capaciteit, voor zover die nog niet aanwezig is, wanneer en waar beschikbaar moet zijn.

Het onderzoek heeft de volgende actiepunten geïdentificeerd waarvan lenW de actiehouder is, het verdient onze sterke aanbeveling om te onderzoeken hoe de verdere uitwerking van deze punten kan bijdragen aan een succesvolle integratie van duurzame luchtvaart vormen in het huidige landschap:

- Stel een beleidskader op voor het gebruik van uitzonderingen op operationele regels bij toestellen zonder EASA-goedkeuring.
- Onderzoek of benodigde aanpassingen mogelijk zijn binnen de kaders van EU Verordening 1008/2008, of dat inzet nodig is op wijziging of toepassing van uitzonderingsbepalingen.
- Ontwikkel tijdelijk beleidskader voor uitzonderingen op operationele regelgeving, zolang EASA en ICAO nog geen sluitende regelgeving bieden en hierin geen leidende rol nemen.
- Onderzoek de mogelijkheid om een ander prijsstelsel te hanteren voor parkeergeld voor duurzame vliegtuigen. Langere laadtijd resulteert onder de huidige regels in hogere gelden.
- Onderzoek of slottoewijzingscriteria voor slot-gereguleerde luchthavens herzien kunnen worden om ruimte te maken voor duurzame operators.
- Ontwikkel beleid om geluidsruimte die ontstaat door stillere toestellen eerlijk te verdelen en strategisch in te zetten.
- Bepaal met de stakeholders van de operatie welke verschillen in de operatie haalbaar en wenselijk zijn om te implementeren.
- Bepaal in samenspraak met de sector hoeveel vliegvelden er uitgerust dienen te worden met alternatieve energievoorziening.
- Ontwikkel beleid om voldoende luchthavens geschikt te maken om een duurzame operatie mogelijk te maken. Denk hierbij aan een nationale strategie met luchthavens over de verdeling van tank- en laadinfrastructuur, met aandacht voor kosteneffectiviteit en markttoegang.
- Stimuleer ook kennisdeling met nationale luchthavens.
- Breng de benodigde energievoorziening en infrastructuur naar en op luchthavens in kaart, inclusief toeleveringsketens en voorwaarden voor toegang voor verschillende aanbieders en afhandelaren.
- Zoek samenwerking binnen ICAO en EASA om aanpassing van bestaande regels voor Reddings- en Brandweerdiensten en grondoperaties rondom alternatieve energiedragers.
- Vroegtijdige uitwisseling van kennis m.b.t. vluchtinformatie en communicatiekanalen, zodat informatie over duurzame luchtvaartuigen goed wordt geïntegreerd binnen bestaande systemen (ATC/ Operator).
- Ontwikkel nationale richtlijnen voor integratie van duurzame aandrijving in luchtvaartinfrastructuur, bij voorkeur in samenwerking met EASA.
- Werk actief samen met de sector om in beeld te krijgen of duurzame vliegtuigen dezelfde profielen kunnen vliegen als de huidige generatie kerosinevliegtuigen.

Fase 3: Vooruitblik

De ontwikkeling van vliegtuigen met innovatieve aandrijftechnieken bevindt zich momenteel nog in een vroeg stadium, vaak zelfs vóór formele certificatieprocedures. Er is veel onzekerheid over welke technologieën uiteindelijk breed zullen worden toegepast, wat hun operationele kenmerken zullen zijn en hoe deze zich verhouden tot bestaande vliegtuigtypes en infrastructuur. Aanpassingstrajecten aan wet- en regelgeving vergen bovendien een helder beeld van de uiteindelijke toepassing, gebruiksomgeving en bijbehorende veiligheids- en uitvoeringsaspecten. Vanwege deze onzekerheden is het op dit moment nog niet goed mogelijk om binnen de scope van deze analyse gericht aan te geven of, en zo ja waar, aanpassingen in wet- en regelgeving nodig zijn m.b.t. duurzame luchtvaart. Het ministerie wordt geadviseerd om nader onderzoek uit te voeren per luchtvaart domein, zodat er een compactere scope kan worden behandeld per onderzoek.

De vooruitblik in dit hoofdstuk biedt vooral inzicht in de context en randvoorwaarden waarbinnen regelgeving zich zal moeten ontwikkelen. Een grondige doorlichting van regelgeving ligt meer voor de hand in een vervolgfase, en dan bij voorkeur per deelterrein. De vooruitblik schetst oplossingsrichtingen: dit hoofdstuk bundelt allereerst de relevante actiepunten die voortkomen uit de knelpuntenanalyses in hoofdstuk 3.3 en 4.3. Vervolgens worden deze mogelijke knelpunten en actiepunten in perspectief geplaatst door ze te koppelen aan de drie use-cases, in hoofdstuk 1.2, zoals gedefinieerd in sectie “Doel en aanpak van het onderzoek”.

1.1 Actiepunten

De knel- en actiepunten worden hier gegroepeerd per onderwerp, op basis van inhoudelijke samenhang en prioriteit, zodat ze hanteerbaar en praktisch toepasbaar zijn. Dit biedt een duidelijke koppeling met de eerdere onderzoeksresultaten, terwijl er tegelijkertijd ruimte is voor een bredere duiding.

Het is belangrijk te benadrukken dat deze lijst niet uitputtend is, maar een weergave vormt van de belangrijkste bevindingen uit dit rapport. Bij de geïdentificeerde knelpunten zijn actiepunten geformuleerd die richting kunnen geven aan mogelijke vervolgstappen. Deze actiepunten zijn echter te beschouwen als suggesties; ook andere actievormen zijn denkbaar. De keuze voor een specifieke aanpak — al dan niet per deelterrein — is een beleidsafweging die in samenhang moet worden gezien.

De actiepunten in dit hoofdstuk zijn beknopt weergegeven. Voor een nadere toelichting wordt verwezen naar de uitgebreide behandeling van deze onderwerpen in respectievelijk Fase 1 en 2.

1.1.1 Het Duurzame Vliegtuig

Nederlandse Wet- en regelgeving

De wet- en regelgeving werpt niet direct juridische knelpunten op in het onderscheid tussen aandrijftechnieken omdat deze is gebaseerd op bestaande ICAO en EASA-processen, waaronder die voor type certificering, beoordeling luchtwaardigheid, toestelregistratie en veiligheidstoezicht.

Omdat innovatieve aandrijftechnieken en de bijhorende processen en procedures veelal nieuw terrein zijn, is het van belang dat zowel het ministerie als de ILT-Luchtvaartautoriteit, al dan niet in samenspraak met de industrie, een begrip ontwikkelen van wat de innovaties omvatten en meebrengen. Het ministerie **kan** hierin een sturende rol op zich nemen, waarbij het kaders en

strategische richting bepaalt, terwijl de ILT-Luchtvaartautoriteit verantwoordelijkheid **moet** nemen voor de praktische uitvoering, waaronder het beoordelen, goedkeuren, vergunnen en certificeren van nieuwe toepassingen. In beide rollen is voldoende kennis en deskundigheid nodig om de ontwikkeling van toestellen met nieuwe aandrijftechnieken te ondersteunen en op verantwoorde wijze toe te laten tot het Nederlandse luchtruim.

Zolang er nog geen internationale of Europese vastgestelde kaders zijn om de fabricatie en het testen van deze duurzame toestellen aan te toetsen zal bovendien gewerkt moeten worden met het verlenen van ontheffingen op basis van bestaande regelgeving om de ontwikkelingsfase te faciliteren. Juist in de ontwikkelfase kunnen experimenteerruimte en tijdelijke ontheffingen gebruikt worden om praktijkervaring op te doen en input te leveren voor toekomstige aanpassingen van regelgeving. Ook hier is inhoudelijke kennis een vereiste om ontheffingen te kunnen beoordelen.

Om de benodigde kennis en capaciteit binnen het ministerie en de ILT-Luchtvaartautoriteit in kaart te brengen én te versterken, worden de volgende twee stappen geadviseerd:

1. Het ministerie en de ILT-Luchtvaartautoriteit voeren gezamenlijk een **gap-assessment** uit om vast te stellen welke kennis en expertise moeten worden ontwikkeld met betrekking tot innovatieve aandrijftechnieken en technologieën en waar binnen de organisatie(s) deze kennis noodzakelijk is.
2. Op basis van de uitkomsten van de gap-assessment de resultaten verwerken, bijvoorbeeld door een **roadmap** te ontwikkelen. In een roadmap kan beschreven worden welke kennis en capaciteit wanneer en waar ontwikkeld of versterkt moet worden en wat een realistisch tijdspad is om de doelstellingen te behalen. Ook kunnen mogelijke samenwerkingen met externe partijen, zoals kennisinstellingen of de industrie meegenomen worden.

Het onderzoek heeft de volgende mogelijke knelpunten geïdentificeerd, die tijdens deze stappen meegenomen en uitgewerkt dienen te worden. Per knelpunt wordt een mogelijk actiepunt geadviseerd:

Risico's	Actiepunt	Actiehouder
Beperkte kennis over waterstof- (inclusief interne verbranding en brandstofcellen) en elektrische voorstuwingssystemen.	Inventariseer kennisniveau en ontwikkelbehoefte per type aandrijftechnologie binnen ministerie en ILT-Luchtvaartautoriteit.	ILT-Luchtvaartautoriteit
Beperkt inzicht in de impact van innovatieve technologieën op luchtwaardigheidsprocedures (BvL, CAMO).	Voer procesanalyse uit om impact op bestaande toetsings- en certificeringsprocedures vast te stellen.	ILT-Luchtvaartautoriteit
Onvoldoende ervaring met het toepassen van ontheffingen en uitzonderingen op bestaande regelgeving bij test of demonstratie of innovatieve vluchten.	Ontwikkel interne richtlijnen voor het beoordelen van ontheffingsaanvragen en experimentele operaties op basis van Europese (EASA) en Nederlandse wet- en regelgeving.	ILT-Luchtvaartautoriteit
Beperkte beschikbaarheid van personeel met kennis van nieuwe aandrijftechnieken, en onvoldoende integratie van deze kennis in bestaande werkprocessen.	Stel een opleidings- en ontwikkelplan op om kennis over nieuwe aandrijftechnieken binnen relevante teams op te bouwen en structureel te integreren in werkprocessen.	ILT-Luchtvaartautoriteit

Omdat de ILT-Luchtvaartautoriteit uitsluitend bevoegd is voor de certificering en het verlenen van ontheffingen aan vliegtuigen die in Nederland worden geproduceerd, geregistreerd en waarvan het beheer van de permanente luchtwaardigheid vanuit Nederland is voorzien, ligt het voor de hand om het kennis- en ontwikkeltraject op deze typen toestellen toe te spitsen. Daarbij kan het ministerie overwegen om een traject op te zetten in samenwerking met een partner uit de Nederlandse vliegtuig maakindustrie. Zo kan gerichter worden vastgesteld welke specifieke kennis ontbreekt bij het ministerie en de ILT-Luchtvaartautoriteit en hoe die aangevuld kan worden. Het maken van dergelijke keuzes brengt wel risico's met zich mee als de techniek uiteindelijk niet wordt doorontwikkeld of markacceptatie uitblijft. Deze afweging verdient daarom expliciete aandacht bij het opstellen van beleidskeuzes.

In onderstaand overzicht zijn de belangrijkste mogelijke knelpunten op dit deelonderwerp weergegeven:

Risico's	Actiepunt	Actiehouder
Ontbreken van en sturing op kennis en deskundigheid op het vlak van nieuwe aandrijftechnieken.	Uitvoeren gap assessment om ontbrekende kennis te identificeren en waar die beschikbaar moet zijn.	IenW & ILT-Luchtvaartautoriteit
	Ontwikkel op basis van de gap-assessment een roadmap waarin staat welke kennis en capaciteit wanneer nodig is, inclusief mogelijke samenwerkingen en een realistisch tijdspad.	IenW & ILT-Luchtvaartautoriteit
Geen synergie tussen de industrie en de autoriteiten als het aankomt op toespitsen innovaties en kennis.	Actief betrokken zijn bij de industrie om inzicht te krijgen in de benodigde kennis, en waarop kan worden voortgebouwd bij de beoordeling van luchtwaardigheid.	ILT-Luchtvaartautoriteit
	Overweeg om de gap-assessment en roadmap toe te spitsen op specifieke Nederlandse innovatie(s) en die ontwikkeling te ondersteunen.	IenW
Ontbreken van een duidelijke visie op de rol van Nederland als koploper in duurzame luchtvaart binnen Europa.	Stel een beleidskader op voor het gebruik van uitzonderingen op operationele regels bij toestellen zonder EASA-goedkeuring.	IenW & ILT-Luchtvaartautoriteit
Beperkte uitvoering van beleid op het gebied van uitzonderingen voor toestellen met nieuwe aandrijftechnieken.	Actieve uitvoering van dit uitzonderingenbeleid voor toestellen met nieuwe aandrijftechnieken.	ILT-Luchtvaartautoriteit

Certificatie basis, Means of compliance, Ontbrekende standaarden

Voor waterstof- (via brandstofcellen of interne verbranding) en elektrische voorstuwingssystemen is vastgesteld dat de huidige regelgeving niet toereikend is. Binnen het EASA-proces kunnen echter via Certification Review Items (CRIs) uitzonderingen worden gemaakt om een specifiek toestel te

certificeren. Zonder een concreet toestel is het echter lastig om inzichtelijk te maken hoe deze aanpassingen eruit moeten zien.

Zolang er in Nederland geen luchtvaartuig verder wordt ontwikkeld dan een “proof of concept”, zal het CRI-proces met EASA niet worden gestart. Dit betekent dat Nederland geen directe invloed heeft op de ontwikkeling van toestel specifieke regelgeving, gezien tot aan de proof of concept EASA niet actief betrokken is. Op dit ogenblik is, voor zover bekend, geen Nederlandse partner een samenwerkingsverband opgestart met EASA voor de certificatie van een duurzaam toestel. Indien gewenst kan er wel voor gekozen worden de industrie te stimuleren om een Nederlands toestel in deze doorontwikkeling te brengen, zodat er actief kan worden bijgedragen aan dit proces. Het wordt aanbevolen hier een keuze in te maken en eventuele stappen te ondernemen om de industrie hierin al dan niet te ondersteunen.

CS-23 vs CS-25

Het betreft hier een knelpunt dat door de industrie is aangekaart, waarop EASA een standpunt heeft ingenomen waar ze, via het beleid van CRI, aanpassingen maakt op de huidige wet- en regelgeving. In dat opzicht is er wel werk wat verzet dient te worden, maar dat is dan geval per geval. Er is geen concreet actiepunt te herleiden, gezien het hier om Europees beleid gaat.

Betrouwbaarheid elektrische systemen, Brandveiligheid, Informatievoorziening piloten

De bovengenoemde onderwerpen in de header benadrukken dat er nog veel onbekend is over innovatieve aandrijftechnieken en energiedragers in de luchtvaart. Voor hun toepassing in de sector is diepgaand onderzoek nodig naar bepaalde effecten en eigenschappen. Dit onderzoek hangt samen met het verwerven van de benodigde kennis voor goedkeurings- en ontheffingsprocedures binnen de wet- en regelgeving, zoals hiervoor vermeld. Binnen verschillende standaardisatie organisaties en investeringsfondsen van overheden zijn onderzoeken gaande ten behoeve van Research & Development m.b.t. duurzame luchtvaart. De lijst van onderzoeken is echter moeilijk te maken zonder wat te vergeten, in dat opzicht is ervoor gekozen nu geen lijst op te nemen.

Het wordt aanbevolen om actief betrokken te zijn bij onderzoeken naar de verschillende aspecten van de innovatieve aandrijftechnieken en energiedragers. Indien gewenst kan samenwerking met de Nederlandse industrie helpen om de focus te bepalen en onderzoeksrichtingen te verkennen.

Risico's	Actiepunt	Actiehouder
Kennis over brandveiligheid van nieuwe energiedragers en risicobeperking in operatie en ontwerp.	Ontwikkel of betrek expertise op het gebied van brandveiligheid en risicoanalyse van nieuwe energiedragers.	ILT- Luchtvaartautoriteit
Onvoldoende inzicht in informatiebehoefte van piloten bij het vliegen met nieuwe aandrijfsystemen.	Onderzoek welke aanvullende informatievoorziening en training nodig is voor veilige operatie door piloten.	ILT- Luchtvaartautoriteit

1.1.2 De duurzame Vliegtuig Operatie

Wet- en regelgeving

De huidige regelgeving met betrekking tot vliegtuigoperaties sluit het gebruik van nieuwe aandrijftechnieken in beginsel niet uit, maar is in algemeenheid afgestemd op conventionele, kerosine-aangedreven toestellen. Hierdoor kunnen innovatieve systemen zoals elektrische of waterstofaandrijving tot knelpunten leiden in de toepassing van bestaande procedures en eisen. Voor General Aviation zijn er inmiddels enkele aanpassing gedaan om de operatie met andere dan brandstof aangedreven vliegtuigen mogelijk te maken. De mogelijke knelpunten doen zich voor binnen vier centrale domeinen van de operatie: bemanning, vluchttuitvoering, luchthavens & infrastructuur en luchtverkeersleiding.

Deze operationele aspecten onderscheiden zich van de eerder behandelde vraagstukken rondom initiële certificering van luchtvaartuigen, zoals behandeld in het vorige deel. Waar certificering zich richt op de toelating van het vliegtuigtype zelf, gaat de operationele regelgeving om de bredere operationele context: wie mag met deze toestellen vliegen en hen beheren, hoe worden vluchten uitgevoerd, wat is de rol van luchthavens, en hoe verloopt het toezicht tijdens gebruik.

Het ontbreken van kennis van deze nieuwe operationele aspecten en deskundigheid binnen de autoriteiten, zoals o.a. de ILT-Luchtvaartautoriteit, en procedures die nog niet zijn afgestemd op deze innovaties, kan verstoring veroorzaken bij het toekennen van licenties, certificaten en vergunningen. Voor het domein 'bemanning' geldt dat de wet voor General Aviation gebruik is aangepast voor piloten. Voor vliegtuigen in de categorie Single Engine Piston (SEP) stelt de wet regels vast voor gebruik, trainingen en het verkrijgen van de bevoegdheid om dit type vliegtuig met nieuwe aandrijftechnieken (i.e. Pipistrel) te besturen. Voor piloten van vliegtuigen buiten deze categorie zijn nog geen vastgestelde EASA-trainingseisen of bevoegdheden voor het besturen van deze innovatieve vliegtuigen. Ontheffingen van de ILT-Luchtvaartautoriteit zijn daarom noodzakelijk om vliegervaring op te doen met deze toestellen. Dit geldt ook voor luchtverkeersleiders en hun opleidingsinstellingen, die voorbereid moeten worden op aangepaste procedures en luchttruimspecificaties. Op dit laatste punt wordt later verder ingegaan.

In het kader van certificering door de ILT-Luchtvaartautoriteit voor vluchttuitvoering dienen exploitanten van vliegtuigen te beschikken over een Air Operator Certificate (AOC), een exploitatievergunningen en een Continuing Airworthiness (Management) Organisations (CAMO's). Het is nu nog onduidelijk wie vluchten met nieuwe aandrijftechnieken gaat aanbieden en of dat onder bestaande AOC's kan vallen of dat nieuwe AOC's worden aangevraagd. Vooral nieuwe, kleinere operators die deze innovatieve toestellen willen inzetten, kunnen daarbij stuiten op bestaande financiële en operationele vereisten die mogelijk onvoldoende aansluiten bij hun schaal en karakter.

Hieronder zijn diverse knelpunten geïdentificeerd. Naast inhoudelijke kennis en kunde bij de ILT-Luchtvaartautoriteit voor de beoordeling van aanvragen is meer nodig om een voortrekkersrol te nemen in het faciliteren van toestellen met nieuwe aandrijftechnieken. Een aanvullende gap-assessment, gericht op procedures, kennis en bevoegdheden binnen de operationele kant van innovatieve luchtvaart — of domeinen daarvan — kan daarbij waardevolle inzichten opleveren. Uitvoering in samenwerking met Nederlandse operators en industrie vergroot de praktische toepasbaarheid. Ook is een beleidskader voor uitzonderingsregels noodzakelijk, zolang EASA en ICAO nog geen sluitende regelgeving bieden en hierin geen leidende rol nemen.

Risico's	Actiepunt	Actiehouder
Onvolledig overzicht van benodigde kennis en procedures aan de operationele kant van toestellen met innovatieve aandrijftechnieken.	Voer een aanvullende gap-assessment uit gericht op verschillen in de gehele operatie of op domeinen en vertaal de resultaten naar concrete acties.	IenW & ILT- Luchtvaartautoriteit
Er is geen vastgestelde regelgeving voor training en certificering van piloten voor nieuwe aandrijftechnieken.	Ontwikkel tijdelijke richtlijnen en faciliteer ontheffingsverlening zodat piloten ervaring kunnen opdoen met nieuwe toestellen. Zoek samenwerking met fabrikanten en EASA om in een vroeg stadium te bepalen of er een nieuwe type kwalificatie nodig is of een nieuwe class rating gemaakt kan worden.	ILT- Luchtvaartautoriteit
Onduidelijkheid over toepassing van bestaande AOC's op innovatieve toestellen.	Analyseer of bestaande AOC-structuren toepasbaar zijn en stel richtlijnen op voor nieuwe of aangepaste AOC's indien nodig.	ILT- Luchtvaartautoriteit
Nieuwe kleinere operators kunnen moeilijk voldoen aan bestaande exploitatie-eisen.	Beoordeel of bestaande economische/financiële vereisten herzien moeten worden voor kleine duurzame exploitanten.	ILT- Luchtvaartautoriteit & IenW
	Onderzoek of benodigde aanpassingen mogelijk zijn binnen de kaders van EU Verordening 1008/2008, of dat inzet nodig is op wijziging of toepassing van uitzonderingsbepalingen.	IenW
Bestaande CAMO-procedures voor (nieuwe) operators zijn mogelijk niet geschikt voor toestellen met nieuwe technologieën.	Evalueer CAMO-eisen voor operators in het licht van innovatieve aandrijftechniek en pas vergunning criteria waar nodig aan.	ILT- Luchtvaartautoriteit
Er is nog geen beleidskader voor operationele uitzonderingsregels m.b.t. certificering van operators.	Ontwikkel tijdelijk beleidskader voor uitzonderingen op operationele regelgeving, in afwachting van Europese harmonisatie.	IenW
Luchtverkeersleiding en certificering van opleidingen zijn nog niet aangepast op eigenschappen van nieuwe technieken.	Werk samen met luchtverkeersleiding en opleidingsinstellingen om opleidingen en procedures tijdig aan te passen.	ILT- Luchtvaartautoriteit, LVNL en opleiders

Vluchtplanning en -informatievoorziening

De huidige regelgeving, procedures en checklists voor vluchtplanning en informatievoorziening zijn grotendeels gebaseerd op conventionele kerosine-aangedreven toestellen en een operatie gebaseerd op historische gegevens. Voor de integratie van innovatieve aandrijftechnieken zijn

aanpassingen noodzakelijk, waarbij het van cruciaal belang is dat zowel conventionele als innovatieve technologieën binnen het bestaande kader passen.

Omdat technologieën nog in ontwikkeling zijn is het op dit moment niet met zekerheid te zeggen welke aanpassingen nodig zijn in het huidige luchtvaartstelsel. Wel is duidelijk dat er een aantal wetten en *Standards and Recommended Practices* (SARPs) van ICAO onvoldoende ruimte biedt om, op dit moment, een economisch rendabele operatie met duurzame vliegtuigen op te zetten. Daarnaast speelt de afhankelijkheid van partijen als de luchtverkeersleiding in Nederland en Europa een belangrijke rol bij eventuele wijzigingen in vluchtplanningsprocedures en kaders.

Het ministerie wordt geadviseerd om in samenspraak met relevante stakeholders consensus te bereiken over een gezamenlijke strategie en deze dan ook in uitvoering te brengen. Operators, Air Traffic Control (ATC) en ILT-Luchtvaartautoriteit dienen samen te bepalen welke aanpassingen acceptabel zijn voor een gekozen aandrijftechniek en daarop dan ook actie te ondernemen.

Risico's	Actiepunt	Actiehouder
Noodzaak van voorkeur in geval van uitwijken of noodsituatie voor toestellen met een alternatieve energiedrager.	Wanneer duidelijk wordt wat de verplichte en verwachte reservecapaciteit van duurzame vliegtuigen is moet er bepaald worden of procedures en capaciteit aangepast moeten worden in geval van een energietekort.	IenW (beleid) & ILT-Luchtvaartautoriteit / LVNL
Beperkte uitwijkmogelijkheden, door gelimiteerde beschikbaarheid van energie of geschikte infrastructuur op vliegvelden afhankelijk van energiedrager en aandrijftechniek van het toestel.	Bepaal in samenspraak met de sector hoeveel vliegvelden er uitgerust dienen te worden met alternatieve energievoorziening. Ontwikkel beleid om voldoende luchthavens geschikt te maken om een duurzame operatie mogelijk te maken.	IenW
Afstemmen van nieuwe procedures en checklists tussen operator en ILT-Luchtvaartautoriteit, specifiek per toestel.	Het staat een operator vrij om checklists en procedures aan te passen van vliegtuigen, om eventuele aanpassingen te kunnen beoordelen zal er bij ILT-Luchtvaartautoriteit relevante kennis nodig zijn.	ILT-Luchtvaartautoriteit en Operators
Vluchtinformatie en communicatiekanalen, zodat informatie over duurzame luchtvaartuigen goed wordt geïntegreerd binnen bestaande systemen (ATC/ Operator).	Om benodigde veranderingen tijdig door te voeren is het belangrijk om vroegtijdige uitwisseling van kennis over het gebruik van duurzame vliegtuigen te faciliteren.	IenW, LVNL, Operators

Impact op luchthaveninfrastructuur

Om vliegtuigen met innovatieve aandrijftechnieken en nieuwe energiedragers te faciliteren, moeten luchthavens hun infrastructuur en voorzieningen aanpassen. Dit brengt zowel kosten als beleidskeuzes met zich mee. Een belangrijke vraag hierbij is of alle luchthavens in Nederland volledig uitgerust moeten worden voor alle mogelijke technologieën, of dat er een selectieve aanpak wordt gehanteerd om kosten te beheersen. Een beperking in voorzieningen kan echter de operationele en economische haalbaarheid van duurzame toestellen verminderen, waardoor deze financieel minder aantrekkelijk worden voor een operator, wat de adoptie vertraagt.

In Nederland worden luchthavens onderverdeeld in o.a. nationale en regionale luchthavens. Nationale luchthavens zijn gecertificeerd op basis van EASA-regelgeving, waarbij wijzigingen in infrastructuur en operaties, zoals laad- en tankfaciliteiten, geïntegreerd moeten worden in de veiligheids certificering van de luchthaven en door de ILT-Luchtvaartautoriteit moeten worden beoordeeld. Regionale luchthavens worden gecertificeerd volgens nationale normen, gebaseerd op ICAO-standaarden, en hebben minder strikte operationele en financiële vereisten. Desondanks is het de vraag of kleinere luchthavens zelfstandig kunnen voldoen aan de inrichtingseisen voor nieuwe technologieën.

Gezien de complexe afwegingen wordt geadviseerd om meer onderzoek te doen naar de impact van innovatieve aandrijftechnieken op luchthaveninfrastructuur op zowel de korte als lange termijn. Hierbij moeten verschillende typen toestellen met variërende energiedragers en aandrijftechnieken in acht worden genomen.

Het onderzoek en de analyse heeft de volgende mogelijke knelpunten geïdentificeerd. De (deel)resultaten kunnen onderdeel vormen van een bredere strategie.

Risico's	Actiepunt	Actiehouder
Onduidelijkheid over welke luchthavens welke infrastructuur moeten bieden voor nieuwe energiedragers en de inrichting van infrastructuur.	Ontwikkel een nationale strategie met luchthavens over de verdeling van tank- en laadinfrastructuur, met aandacht voor kosteneffectiviteit en markttoegang.	IenW & luchthavens
Diverse tank- en laadopties (batterij-elektrisch, gasvormige of vloeibare waterstof) vereisen forse investeringen in infrastructuur, met risico op inefficiënte of onbenutte systemen.	Voer een haalbaarheids- en behoefteanalyse uit naar verschillende tank- en laadopties, inclusief locatiekeuzes, standaardisering en inzetbaarheid per luchthaventype.	IenW & luchthavens

Risico's	Actiepunt	Actiehouder
Onvoldoende inzicht in de energiebehoefte en infrastructuureisen voor alternatieve aandrijftechnieken naar en op luchthavens, inclusief leveringsroutes en markttoegang.	Breng de benodigde energievoorziening en infrastructuur naar en op luchthavens in kaart, inclusief toeleveringsketens en voorwaarden voor toegang voor verschillende aanbieders en afhandelaren.	IenW & luchthavens
Certificering van luchthavens vereist toetsing bij wijziging van operaties, maar criteria voor beoordeling van nieuwe systemen zijn nog niet gedefinieerd.	Ontwikkel nationale richtlijnen voor integratie van duurzame aandrijving in luchtvaartinfrastructuur, bij voorkeur in samenwerking met EASA.	ILT-Luchtvaartautoriteit & IenW
	Ontwikkel (tijdelijke) nationale beoordelingskaders voor infrastructuurwijzigingen, in afwachting van Europese/EASA-richtlijnen.	ILT-Luchtvaartautoriteit
Huidige certificeringsprocessen en beoordeling van luchthavenbedrijfshandboek zijn afgestemd op conventionele brandstoffen en operaties.	Actualiseer beoordelingskaders voor veiligheidsmanagement en exploitatievergunningen m.b.t. alternatieve aandrijving.	ILT-Luchtvaartautoriteit
Regionale luchthavens hebben mogelijk beperkte capaciteit om te voldoen aan nieuwe eisen voor energievoorziening en veiligheidssystemen.	Onderzoek haalbaarheid en financieringsopties voor aanpassingen op regionale luchthavens. Stimuleer kennisdeling met nationale luchthavens.	IenW, & provincies & luchthavens
Grondoperaties (airside) veranderen fundamenteel door nieuwe energiedragers, met implicaties voor personeel, opleidingen en procedures.	Ontwikkel trainingsprogramma's en richtlijnen voor grondpersoneel bij duurzame luchtvaartoperaties met nieuwe aandrijftechnieken.	Luchthavens, operators & ILT-Luchtvaartautoriteit

Risico's	Actiepunt	Actiehouder
Brandbestrijding en veiligheidssystemen zijn niet ingericht op risico's van waterstof of batterijen.	Stel nieuwe veiligheidsprotocollen op voor incidentbestrijding en actualiseer RFF-categorieën voor nieuwe risico's.	Luchthavens, veiligheidsregio's & ILT-Luchtvaartautoriteit
	Zoek samenwerking binnen ICAO en EASA om aanpassing van bestaande regels voor RFF en grondoperaties rondom alternatieve energiedragers.	IenW
Onderhoudsfaciliteiten zijn gebaseerd op conventionele vliegtuigen en niet toegerust voor nieuwe aandrijving.	Stel richtlijnen op voor certificering van onderhoudsfaciliteiten voor elektrische en waterstof toestellen.	ILT-Luchtvaartautoriteit & EASA
Batterij- en waterstofvliegtuigen hebben een hoger start- en landingsgewicht, wat mogelijk leidt tot extra slijtage aan banen en beperkingen op regionale luchthavens.	Onderzoek de impact van zwaardere vliegtuigen op de belasting en levensduur van landingsbanen en actualiseer PCN-beleid (ACR-PCR methode in de toekomst) waar nodig, met name voor regionale luchthavens.	IenW & luchthavens
Luchthavenexploitanten beschikken nog niet over beleid of criteria voor 'overload operations' met zwaardere vliegtuigen.	Ontwikkel richtlijnen voor 'overload operations' en integreer deze in luchthavenbeleid, met ondersteuning vanuit ILT-Luchtvaartautoriteit en kennisinstellingen.	Luchthavens & ILT-Luchtvaartautoriteit

Risico's	Actiepunt	Actiehouder
Standplaatsen zijn mogelijk niet geschikt voor elk type vliegtuig of energiedrager, zowel uit veiligheidsoverwegingen als door praktische inrichting.	Ontwikkel een classificatiesysteem en ontwerpprincipes voor standplaatsen op basis van energiedrager, veiligheidsrisico's en logistieke efficiëntie.	Luchthavens
Oplaadprocedures voor batterij-elektrische vliegtuigen ontbreken, evenals richtlijnen voor integratie in het operationele proces.	Ontwikkel en test gestandaardiseerde oplaadprocedures en laadprotocollen	Luchthavens, afhandelaren en industrie

Turn-around en luchthavencapaciteit

De introductie van vliegtuigen met innovatieve aandrijfsystemen beïnvloed zowel de omdraaitijd als de benodigde faciliteiten aan de gate, met directe gevolgen voor de operationele kosten van operators. Wanneer conventionele toestellen efficiënter en goedkoper kunnen worden gefaciliteerd in de dagelijkse luchthavenoperatie, verkleint dit de financiële aantrekkelijkheid van duurzame alternatieven. Daarnaast beperken deze ontwikkelingen de luchthavencapaciteit doordat minder vliegtuigen binnen de beschikbare gate capaciteit en infrastructuur kunnen worden afgehandeld.

Bovendien zijn bepaalde luchthavens slot gecoördineerd, wat betekent dat operators alleen binnen toegewezen slots mogen landen of opstijgen. De toewijzing van slots is beperkt en afhankelijk van operationele capaciteit en geluidsregels. Dit vormt een uitdaging voor nieuwe operators met duurzame toestellen, die mogelijk moeite hebben om slots op deze luchthavens te bemachtigen. Daarnaast moeten de beschikbaarheid van laad- en tankfaciliteiten voor deze toestellen en de operationele infrastructuur worden meegenomen in de capaciteitsberekeningen. Tegelijkertijd kunnen toestellen met innovatieve aandrijfsystemen mogelijk stiller zijn, waardoor ze binnen de bestaande geluidsnormen ruimte kunnen creëren voor extra vluchten en daarmee meer slots.

Het ministerie wordt geadviseerd om te sturen op meer onderzoek naar de gevolgen voor de capaciteit en procedures op luchthavens en de toepassing van slotallocatie en geluidsregels. Het onderzoek heeft de volgende aandachtspunten geïdentificeerd,

Risico's	Actiepunt	Actiehouder
Duurzame vliegtuigen hebben naar verwachting langere turn-around tijden door laad- en tankprocedures, wat leidt tot lagere operationele efficiëntie en hogere kosten.	Onderzoek de impact van turn-around tijden van duurzame vliegtuigen en ontwikkel richtlijnen om deze processen te optimaliseren.	Luchthavens & operators
	Onderzoek de mogelijkheid om een ander prijsstelsel te hanteren voor parkeergeld voor duurzame vliegtuigen. Langere laadtijd resulteert onder de huidige regels in hogere gelden.	IenW

Risico's	Actiepunt	Actiehouder
Laad- en tankprocedures kunnen niet altijd parallel plaatsvinden met passagiersuitstap of instap, wat de gate-tijd verder verlengt.	Ontwikkel protocollen voor het veilig combineren van laad- en passagiersprocessen, inclusief aanpassing van gate-infrastructuur.	Luchthavens & ILT- Luchtvaartautoriteit
	Zoek de samenwerking binnen ICAO en EASA om wet- en regelgeving te ontwikkelen om deze processen te faciliteren.	IenW
Huidige gate-infrastructuur is niet ingericht op meerdere energiedragers, wat de afhandelcapaciteit beperkt.	Ontwikkel een investeringsstrategie voor multi-energiedrager faciliteiten aan gates, met oog voor efficiënt ruimtegebruik.	Luchthavens
Toestellen met nieuwe aandrijftechnieken dreigen in het nadeel te zijn bij slotverdeling vanwege beperkte operationele capaciteit.	Onderzoek of slottoewijzingscriteria voor slot-gereguleerde luchthavens herzien kunnen worden om ruimte te maken voor duurzame operators.	IenW & slotcoördinator
	Onderzoek of benodigde aanpassingen mogelijk zijn binnen de kaders van EU Slotverordening, of dat inzet nodig is op wijziging of toepassing van uitzonderingsbepalingen.	IenW
Het mogelijke geluidsvoordeel van duurzame toestellen wordt nog niet vertaald naar operationele ruimte binnen geluidscontouren.	Ontwikkel beleid om geluidsruimte die ontstaat door stillere toestellen eerlijk te verdelen en strategisch in te zetten. Door voordeel te geven aan duurzame luchtvaart kan beleidsmatige ondersteuning plaatsvinden.	IenW
Milieueffectrapportages en geluidsatabases zijn gebaseerd op conventionele vliegtuigen.	Update de methodieken en databases voor geluid en stikstofeffecten in MER-procedures t.b.v. duurzame luchtvaart zodra deze vliegtuigen gecertificeerd worden.	IenW & milieudiensten
De bestaande systematiek voor landingsgelden en beleidskaders is gebaseerd op klassieke vliegtuigtypes.	Herdefinieer maatstaven voor landingsgelden om de eigenschappen van toestellen met nieuwe aandrijftechnieken mee te wegen.	Luchthavens
Investerings in duurzame infrastructuur vereisen herziening van het verdienmodel voor luchthavens.	Voer een economische analyse uit van de impact van duurzame vliegtuigoperaties op businessmodellen van luchthavens en operators.	Luchthavens

En-route

De introductie van duurzame toestellen kan leiden tot wijzigingen in het gebruik van het luchtruim. Indien aanpassingen aan het luchtruim noodzakelijk blijken, wordt het aanbevolen om de impact op de langere termijn van duurzame, conventionele en militaire luchtvaartvormen te onderzoeken. Met betrekking tot de vereisten voor luchtvaartoperaties van duurzame en conventionele toestellen, zal er rekening gehouden moeten worden met klimprofielen, vlieghoogtes en snelheden om te zorgen dat deze probleemloos binnen hetzelfde luchtruim kunnen opereren.

De impact van uitstoot en emissies verdient aandacht vanuit het ministerie en ILT-Luchtvaartautoriteit, zeker nu de focus primair gericht is op geluid en CO₂-uitstoot. De introductie van nieuwe aandrijftechnieken en energiedragers kan deze prioriteiten verschuiven, waarbij ook de impact van andere emissies, zoals NO_x en waterdamp op kruishoogte, een significante rol kunnen gaan spelen. De effecten hiervan zijn echter nog niet uitgebreid onderzocht, en sommige emissies zijn mogelijk nog onbekend omdat technologieën nog niet op grote schaal in gebruik zijn.

Het wordt aanbevolen om inzicht te krijgen in de uitstoot en emissies die momenteel niet in acht worden genomen. Door hier tijdig een standpunt over te formuleren, kan worden voorkomen dat deze kwestie pas in een later stadium als probleem onder de aandacht komt.

Risico's	Actiepunt	Actiehouder
Wanneer duurzame luchtvaart op lagere hoogtes zal gaan vliegen, is de huidige luchtruimindeling niet altijd even geschikt.	Analyseer de beschikbare hoogtes op airways en de integratie van routes in de bestaande luchtruimstructuur bij een volgende luchtruimherziening met het oog op de introductie van duurzame luchtvaart.	lenW
De aansluitingen van SID/STAR ¹ op het routenetwerk vereist mogelijke aanpassingen.	Werk actief samen met de sector om in beeld te krijgen of duurzame vliegtuigen dezelfde profielen kunnen vliegen als de huidige generatie kerosinevliegtuigen.	lenW
Wanneer duurzame luchtvaart lagere hoogtes dan de huidige conventionele vliegtuigen gaat gebruiken zullen uitwijkmogelijkheden in geval van slecht weer meegewogen moeten worden.	Werk actief samen met luchtverkeersleidsorganisaties om te bepalen of er voldoende mogelijkheden zijn om van routes af te wijken ingeval van gebieden met slecht onderweg.	lenW, ATC

¹ SID – Standaard Instrument Departure, een standaard route die ieder vliegtuig volgt wanneer het onder Instrument regels vliegt. Commerciële operaties vliegen onder Instrument regels op een enkele uitzondering na. STAR – Standaard Arrival Routing, gelijk aan een SID alleen dan voor aankomende vluchten op een vliegveld.

Risico's	Actiepunt	Actiehouder
Er is een voordeel voor conventionele luchtvaart door de huidige inrichting van het luchtvaartlandschap.	Uitwerken van beleid om luchthavens en ATC te stimuleren om de verschillen in de operatie actief te ondersteunen. Door via beleid knelpunten weg te nemen kan duurzame luchtvaart ondersteunt worden.	lenW
Er is geen eenzijdig beeld bij de stakeholders wat er kan of wat er geaccepteerd dient te worden.	Met de stakeholders van de operatie bepalen welke verschillen in de operatie haalbaar en wenselijk zijn om te implementeren.	lenW
De eenzijdige focus op CO ₂ kan ertoe leiden dat in de toekomst de duurzame luchtvaart niet duurzaam is, omdat de impact van 1 vorm van uitstoot gemitigeerd wordt.	Alle niet CO ₂ -emissies beter in kaart brengen.	ILT- Luchtvaartautoriteit

1.2 Use-cases

In deze sectie worden de eerder geïdentificeerde knelpunten en actiepunten concreet vertaald naar de drie use-cases, zoals gedefinieerd in de sectie “Doel en aanpak van het onderzoek”. Waar in de voorgaande sectie een overzicht is gegeven van de belangrijkste knel- en actiepunten en hun onderlinge samenhang, wordt hier de toepassing ervan binnen specifieke contexten onderzocht. Dit biedt inzicht in hoe de knel- en actiepunten in de praktijk uitgewerkt kunnen worden en welke oplossingsrichtingen daarbij relevant zijn.

Uit de analyse van de knelpunten in de use-cases blijkt dat er veel regelgeving één op één toepasbaar is voor het gebruik bij meer duurzame luchtvaartvormen. Los van de knelpunten die genoemd worden zal er beleid nodig zijn om deze luchtvaartvormen te ondersteunen. Met de huidige staat van de technologie zullen deze vormen van meer duurzame luchtvaart niet goed kunnen concurreren met conventionele vliegtuigen. Door het voordeel dat ontstaat uit de milieu- en geluidswinst van duurzamere luchtvaartvormen, beleidsmatig en expliciet toe te kennen aan deze nieuwe luchtvaartvormen, kan ondersteuning worden geboden zonder dat daar bijvoorbeeld directe subsidiëring voor nodig is. Ook biedt dit ruimte die niet ten koste gaat van conventionele luchtvaart.

1.2.1 Use-case 1

Elektrisch hybride (tot 9 pax, geschikt voor business aviation en/of privéjet), beperkt commercieel vervoer en commuter, o.a. lokaal en zakelijk vervoer op korte afstand.

De markt voor zakelijke luchtvaart is relatief klein, maar breed en gevarieerd. Deze sector omvat vliegtuigen variërend van compacte vierzitstoestellen met zuigermotor en propeller tot middelgrote jets met twee of drie motoren die intercontinentale vluchten kunnen uitvoeren. Over het algemeen opereren deze vliegtuigen vanaf regionale luchthavens, waarbij slechts beperkte infrastructuur nodig is voor de grondafhandeling. De volumes van deze vluchten zijn doorgaans gering, waardoor er geen (significante) operationele impact is op luchthavens of op routes in de lucht. Bovendien is de typische omdraaitijd van deze toestellen lang; doorgaans blijft het toestel stand-by totdat de eigenaar of gebruiker terugkeert voor de volgende vlucht.

Op dit moment zijn er nog geen vliegtuigen beschikbaar die deze operatie met duurzame aandrijftechnieken kunnen uitvoeren. Echter, de ontwikkeling van een toestel binnen deze categorie wordt als een realistisch scenario beschouwd. Certificering onder CS-23 is voor fabrikanten aantrekkelijk vanwege de minder complexe regelgeving in vergelijking met CS-25. De verwachte beperkte actieradius van deze toestellen vormt in deze marktsegmenten een minder groot obstakel, waardoor batterij-elektrische aandrijving een haalbare optie lijkt. Dit type vliegtuig zou met name geschikt zijn voor verbindingen tussen zakencentra (Amsterdam/Londen/Parijs/Ruhrgebied) binnen Europa en in beperkte mate voor particulier vervoer tussen vakantiebestemming en thuislocaties.

Door de lage passagiersaantallen in deze vliegtuigen blijven complexe vraagstukken zoals in- en uitstapprocedures, evacuatieregels en slotbeperkingen grotendeels buiten beschouwing. Daarnaast opereren veel van deze vliegtuigen onder Part NCC, wat betekent dat ze geen commercieel doel dienen en onder een minder stringent regelgevend kader vallen met aangepaste veiligheidseisen. Over het algemeen hebben bedrijven of particulieren die een vliegtuig in deze categorie kopen minder aandacht voor economische overwegingen. Dit maakt dat deze vliegtuigen slechts in beperkte mate concurreren met conventionele types en de invoering minder gehinderd zal worden door een economisch verdienmodel.

De grootste kansen voor het opstarten van deze operatie liggen in:

- Het overwegend gebruik op korte afstand, wat aansluit bij de huidige staat van de technologie en de haalbaarheid van elektrische aandrijving.
- De beperkte inzet zonder commercieel winstoogmerk, waardoor korte omdraaitijden en maximale operationele efficiëntie minder cruciaal zijn.
- De bestaande uitzonderingen binnen de operationele regelgeving, zoals lagere stijgsnelheden en toegestane routes voor beperkt gebruik van en naar regionale luchthavens.
- De mogelijkheid om praktijkervaring en kennis op te doen met duurzame operaties en zo bij te dragen aan verdere technologische en operationele ontwikkelingen.

Aandachtspunten voor deze operatie:

- Het ontbreken van (Europese) licenties voor piloten en personeel voor deze nieuwe technologieën (class of type kwalificatie).
- De noodzaak om aangepaste procedures en vluchtplanning te ontwikkelen en beschikbaar te maken waar nodig.
- Beperkte beschikbaarheid van geschikte luchthavens, wat ook de uitwijkmogelijkheden beperkt.
- De hoge initiële investeringskosten voor luchthavens om de benodigde infrastructuur voor duurzame toestellen te faciliteren, tegenover lage (maatschappelijke) opbrengsten.
- Geen significante impact op ATC-procedures bij lage operationele volumes.

Beleidsmatig zou er voordeel in kunnen zitten om deze operatie te ondersteunen omdat het een begin van verandering kan betekenen. Wanneer er door een toename van duurzame luchtvaart vormen vraag ontstaat naar vernieuwde infrastructuur op vliegvelden ontstaat er geleidelijk een infrastructuur die later gebruikt kan worden door commerciële luchtvaart.

1.2.2 Use-case 2

Middelgroot elektrisch/hybride/waterstof, geschikt voor commercieel persoons- en/of vrachtvervoer op de korte tot middellange afstand, o.a. Caraïbisch gebied, tussen Nederland en West-Duitsland en bepaalde bestemmingen in het Verenigd Koninkrijk

Binnen Europa kunnen verschillende operationele segmenten worden onderscheiden. Grote netwerkmaatschappijen voeren korte vluchten uit om passagiers naar een hub te brengen, waar zij overstappen op grotere toestellen voor de intercontinentale verbindingen. Prijsvechters proberen hier soms aansluiting bij te vinden, maar bedienen daarnaast ook veel regionale luchthavens met directe vluchten. Vakantie- en chartervluchten bestrijken doorgaans langere afstanden, vaak meer dan 1000 km, zeker vanuit Nederland. Daarnaast is er een substantieel aandeel zakelijk verkeer, met frequente verbindingen tussen Europese hoofdsteden en belangrijke zakelijke centra. Er is geen eenduidige definitie van een korte of middellange vlucht, een gangbare definitie wordt gegeven door de International Air Transport Association (IATA). Zij houdt maximaal twee uur aan voor een korte vlucht en 2-6 uur voor een middellange vlucht.

Met de opkomst van prijsvechters in de Europese luchtvaart zijn maatschappijen gedwongen om efficiënter te gaan werken, met kortere omdraaitijden en niet zelden lagere marges. Dit maakt dat het uitdagend zal zijn om een goede businesscase te maken rondom een duurzaam vliegtuig.

Voor het Caribisch deel van het Koninkrijk der Nederlanden kent de use-case een specifiek profiel. Tussen een aantal Caribische eilanden zelf vindt regionaal luchtverkeer plaats, maar dit brengt operationele uitdagingen met zich mee. Veel vluchten worden uitgevoerd vanaf korte of zeer korte landingsbanen, waarvoor slechts een zeer beperkt aantal vliegtuig typen geschikt is. Daarnaast zijn veel routes boven water wat extra regels opwerpt. Een bijkomend aandachtspunt is de beperkte beschikbaarheid van voldoende uitwijkvluchthavens in het Caribisch gebied. De route tussen Curaçao naar Bonaire levert in dit opzicht minder problemen op omdat deze dicht langs de kust van Venezuela loopt en daarmee meer uitwijkopties biedt. Een extra uitdaging vormen de verschillende typen luchtvaartregelgeving die de eilanden hanteren. Bijlage 3 biedt verdiepende inzichten omtrent de use-case vliegen in het Caraïbisch deel van het Koninkrijk der Nederlanden.

Gegeven de ontwikkelingen van duurzame vliegtuigen is de kans het reëelst dat er op relatief korte afstanden tussen zakelijke centra een economisch rendabele operatie opgezet kan worden. Tussen zakelijke centra is het niet ongebruikelijk dat bedrijven van tevoren al vliegtickets kopen waardoor een betrouwbare en goed financieerbare operatie ontstaat voor een operator. Duidelijke bedreiging voor dit soort vluchten is de huidige trend in de markt dat bedrijven en overheden van hun medewerkers verlangen dat er op korte afstanden² met de trein gereisd moet worden.

De specifieke route tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk brengt extra operationele uitdagingen met zich mee. Bij vluchten over water op meer dan 50 nautische mijl (93km) van de kust is de aanwezigheid van reddingsvesten aan boord verplicht. Daarnaast mogen vliegtuigen zonder aanvullende eisen tot maximaal 100 nautische mijl (185km) van de kust opereren. Voor vliegen van langere afstanden boven water is aanvullende certificering vereist, waarbij de fabrikant moet aantonen dat het toestel, zelfs bij verlies van de aerodynamisch minst gunstige motor(en), toch veilig kan blijven vliegen tot de eerste uitwijkmogelijkheid. Wanneer aan deze eisen wordt voldaan, kan de toegestane afstand boven water worden uitgebreid tot 400 nautische mijl (740km). In dit geval, zouden vluchten tussen Nederland en bestemmingen zoals Londen, Birmingham en Manchester binnen bereik kunnen vallen.

Een grotere actieradius maakt het mogelijk en interessant om zakelijke centra met elkaar te verbinden en op beperkte schaal toeristen te vervoeren. Dit brengt echter een volledige commerciële operatie met zich mee en zijn significante wijzigingen op grote luchthavens noodzakelijk. Hierbij komen wet- en regelgeving in beeld, waaronder met betrekking tot Air Operator Certificates (AOC), Bewijzen van Luchtwaardigheid (BvL), permanente luchtwaardigheid, certificaten, licenties en operationele procedures. Voor een commercieel vatbare operatie, moeten deze randvoorwaarden eerst worden uitgewerkt.

De grootste kansen voor het opstarten van deze operatie liggen in:

- Middelgrote toestellen vormen het grootste aandeel van de wereldwijde vloot. Het verduurzamen van dit aandeel zal een significant effect hebben.
- De maat van dit soort vliegtuigen geeft de mogelijkheid tot meerdere opties voor duurzame aandrijving.
- Economisch rendabele operatie voor zakelijke vluchten.

² Hier wordt geen eenduidige maat gehanteerd. Sommige bedrijven of overheden houden een afstand aan terwijl anderen kijken naar reistijd. Wanneer duurzame luchtvaartvormen langzamer gaan vliegen dan huidige vliegtuigen zal dit in het nadeel werken door verlengde reistijd.

Aandachtspunten voor deze operatie zijn:

- Het toestel moet gecertificeerd worden en voldoen aan de luchtwaardigheidsvereisten van CS-25 voordat het operationeel ingezet kan worden.
- Europese licenties en trainingsprogramma's voor piloten en personeel voor deze nieuwe technologieën zijn nog niet beschikbaar, wat uitdagingen kan opleveren voor de inzet van gekwalificeerd personeel.
- Toezichthouders moeten voldoende expertise ontwikkelen op het gebied van duurzame operaties om de toekenning van de AOC adequaat te kunnen beoordelen.
- Procedures en vluchtplanning moeten in samenwerking met de betrokken partijen worden ontwikkeld en afgestemd op zowel de specifieke vluchttuitvoering als de operationele mogelijkheden op de beschikbare luchthavens.
- De beperkte beschikbaarheid van geschikte luchthavens beperkt ook de uitwijkmogelijkheden, wat de operationele flexibiliteit beïnvloed.
- De implementatie van infrastructuur voor duurzame vliegtuigen op luchthavens brengt aanzienlijke initiële investeringskosten met zich mee, terwijl de maatschappelijke opbrengsten, zeker in de beginfase, nog beperkt zijn.
- De relatief beperkte inzetmogelijkheden van deze vliegtuigen kunnen resulteren in hogere ticketprijzen, wat de commerciële haalbaarheid kan beïnvloeden.
- In het Caribisch deel van het Koninkrijk der Nederlanden verschilt de luchtvaartregelgeving per eiland, afhankelijk van de bestuurlijke status binnen het Koninkrijk. Deze verschillen bemoeilijken de certificering en operationele goedkeuringen van duurzame toestellen die nog in ontwikkeling zijn en de integratie op luchthavens. Voor meer informatie, zie Bijlage 3.

1.2.3 Use-case 3

Middelgroot elektrisch/hybride/waterstof, geschikt voor commercieel persoons- en/of vrachtvervoer op de middellange afstand.

Voor deze use-case gelden vergelijkbare verwachtingen ten aanzien van technische ontwikkeling en operationele inzetbaarheid als in de tweede use-case. Er bestaat geen eenduidige definitie van korte, middellange en lange vluchten, maar op basis van de huidige stand van de techniek is het onwaarschijnlijk dat er in 2030 operationeel inzetbare vliegtuigen zullen zijn met een actieradius van meer dan 1000 km. Het interessante zal zijn dat wanneer deze generatie vliegtuigen de markt betreedt er een echte verandering op gang kan komen. Het vergrootte vliegbereik zal maken dat er een grotere markt voor deze vliegtuigen komt en er tevens ook een bredere inzetbaarheid zal zijn. Ook vervalt het probleem van lagere vraag naar tickets door concurrentie met de trein.

Op dit moment zijn er geen vliegtuigen op de markt die binnen deze use-case passen. Wel zijn een aantal fabrikanten bezig met de ontwikkeling van vliegtuigen die aansluiten bij dit operationele profiel. Afhankelijk van de fabrikant wordt een actieradius van 800-1000km beoogd, met een capaciteit van 90 tot 120 passagiers. Voor deze toestellen is certificering onder CS-25 vereist, wat het certificeringsproces complexer maakt. Op dit ogenblik zijn er geen indicaties dat iemand dit wil ondersteunen op korte termijn. De legacy OEM richten alle innovaties op na 2035, vanwege het tekort aan voldoende technische innovatie in het gehele ecosysteem, i.e. de verwachte marktintroductie zal waarschijnlijk pas na 2035 plaatsvinden.

Dit betekent dat deze use-case grotendeels buiten bereik blijft van de scope van dit onderzoek.

Onder de huidige regelgeving bestaat er een voordeel van conventionele toestellen ten opzichte van de verwachte nieuwe toestellen. Gedacht kan worden aan het berekenen van landingsgeld op basis van gewicht, het betalen van parkeergeld bij langere stalling op een vliegveld en het voldoende beschikbaar hebben van onderhoudspersoneel door Europa heen. Door beleidsmatige keuzes waarbij negatieve effecten van duurzame toestellen gedempt worden kan de sector geholpen worden om sneller te innoveren.

De grootste kansen voor het opstarten van deze operatie liggen in:

- Middelgrote toestellen met een bereik tot 3000 km vormen het grootste aandeel van de wereldwijde vloot en hebben een significant aandeel in de CO₂-emissies.
- Volgens Clean Sky 2 zou de focus van verduurzaming van de luchtvaart op dit marktsegment moeten liggen.
- De maat van dit soort vliegtuigen geeft de mogelijkheid tot meerdere opties voor duurzame aandrijving.

Aandachtspunten voor deze operatie zijn hetzelfde als hierboven.

Introductie van wet- en regelgevingskaders en processen

Deze sectie begint met de introductie van internationale kaders voor wet- en regelgeving en de beschrijving van certificering processen rondom het vliegtuig en de operatie. Het doel is het schetsen van de context waarin een duurzaam vliegtuig dient te worden geïntroduceerd en dient te opereren.

2.1 Internationale kaders voor wet- en regelgeving

Alvorens de analyse te beschrijven, wordt in dit deel eerst een kort een algemeen overzicht van relevante lokale en internationale wet- en regelgeving gepresenteerd die van toepassing is op veiligheid in de luchtvaart. De Nederlandse autoriteiten hebben niet op elk van deze vormen van regelgeving evenveel invloed. De internationale wet- en regelgeving vormt de kaders waarbinnen de nationale autoriteiten kunnen bewegen. Voor het overzicht worden daarom eerst deze internationale kaders besproken.

2.1.1 Internationale wet- en regelgeving

Het Verdrag inzake de internationale burgerluchtvaart uit 1944 (Chicago Convention on International Civil Aviation), ook wel het Verdrag van Chicago (1944) genoemd, speelt een centrale rol in de regulering van de internationale civiele luchtvaart. Het Verdrag van Chicago regelt de basisprincipes waaraan het internationale luchtverkeer zich dient te houden en heeft primair tot doel de bescherming van de veiligheid van de internationale luchtvaart.

De Internationale Burgerluchtvaartorganisatie (International Civil Aviation Organisation, ICAO) is verantwoordelijk voor het opstellen van technische regels die de veiligheid, efficiëntie en consistentie van de internationale luchtvaart waarborgen. Deze regels zijn vastgelegd in 19 bijlagen (Annexen) bij het Verdrag van Chicago (1944). Elke Annex bevat Standards and Recommended Practices (SARP's), die dienen om de bepalingen van het verdrag te implementeren en verduidelijken in verschillende domeinen; bijvoorbeeld voor Personnel Licensing (Annex 1), Airworthiness of Aircraft (Annex 8), of Aerodromes (Annex 14).

Van de ICAO-lidstaten wordt verwacht dat zij hun nationale regelgeving afstemmen op deze bepalingen, zodat een geharmoniseerd wereldwijd luchtvaartsysteem ontstaat. In de Europese Unie (EU) worden de regels van de European Union Aviation Safety Agency (EASA, zie sectie 2.1.2) opgesteld in overeenstemming met de SARP's van ICAO.

Hieronder worden een aantal basisprincipes van het internationale luchtrecht toegelicht die relevant zijn voor de certificering van vliegtuigen en die een rol spelen in het regelen van het veiligheidstoezicht. Hierbij dient nadrukkelijk vermeld te worden dat deze regels van toepassing zijn op internationaal luchtverkeer, met andere woorden: luchtverkeer dat zich door het luchtruim van meerdere landen begeeft. Vluchten binnen de landsgrenzen vallen onder nationaal recht en autoriteit.

2.1.1.1 Registratie van luchtvaartuigen

De registratie van luchtvaartuigen is een fundamentele vereiste onder het Verdrag van Chicago (1944), die duidelijkheid verschaft over de nationaliteit van een luchtvaartuig en de staat die verantwoordelijk is voor het toezicht en naleving van de internationale veiligheidsnormen. Een luchtvaartuig krijgt de nationaliteit van de staat waarin het is geregistreerd (Artikel 17) en moet

voorzien zijn van nationaliteits- en registratietekens (Artikel 20). De specifieke voorwaarden voor de registratie van luchtvaartuigen in een luchtvaartuigregister worden bepaald door nationale regelgeving (Artikel 19), die kan vereisen dat het luchtvaartuig eigendom is van onderdanen van die staat of dat de exploitant zijn 'principal place of business' heeft in het registrerende land.

2.1.1.2 Veiligheidstoezicht

Volgens het Verdrag van Chicago (1944) heeft het land van registratie de primaire verantwoordelijkheid voor het veiligheidstoezicht op luchtvaartuigen die binnen zijn jurisdictie geregistreerd zijn. Dit omvat de uitgifte van een certificaten en vergunningen (zie volgende sectie). Een luchtvaartuig kan niet in meer dan één staat tegelijk geregistreerd zijn, maar de registratie kan wel tussen staten worden overgedragen (Artikel 18). Deze bepaling vergemakkelijkt de exploitatie van luchtvaartuigen door entiteiten die in verschillende landen zijn gevestigd. Daarnaast introduceert artikel 83bis van het Verdrag van Chicago een alternatief mechanisme door staten toe te staan bepaalde toezichtsverantwoordelijkheden over te dragen aan een andere staat.

2.1.1.3 Certificering van luchtwaardigheid en bewijzen voor personeel

Het Verdrag van Chicago legt uniforme technische normen vast voor de certificering van luchtvaartuigen en de afgifte van vergunningen aan luchtvaartpersoneel. Deze normen zijn vastgelegd in de eerdergenoemde SARP's. Het land van registratie is internationaal verantwoordelijk voor de afgifte van een bewijs van luchtwaardigheid (BvL) ('Certificate of Airworthiness' of CoA) voor luchtvaartuigen die in het nationale register zijn opgenomen (Artikel 31), waarin wordt bevestigd dat het luchtvaartuig voldoet aan de vereiste veiligheids- en operationele normen. Hetzelfde geldt voor de afgifte of het geldig verklaren van bevoegdheid voor piloten en ander personeel door de Staat waarin het luchtvaartuig is geregistreerd (Artikel 32).

2.1.1.4 Wederzijdse erkenning van certificering en bewijzen

Tot slot regelt het Verdrag van Chicago dat bewijzen van luchtwaardigheid van luchtvaartuigen en bevoegdheidsverklaringen van piloten die zijn afgegeven door de Staat waarin het luchtvaartuig staat geregistreerd, en die voldoen aan de relevant minimumnormen die zijn vastgesteld in de SARP's van ICAO, moeten worden erkend door alle andere ICAO-lidstaten (Artikel 33).

Aangezien de autoriteiten van de Europese landen in de gedefinieerde use-cases nauw samenwerken, is de verwachting dat het erkennen van bewijzen geen groot obstakel zal vormen. Voor het gedefinieerde Caribisch gebied geldt dat sommigen landen de standaarden en minimumnormen van de Amerikaanse luchtvaartautoriteit (FAA) toepassen. Alhoewel EASA en de FAA ook samenwerken is het juridische kader in dit scenario meer complex. De staatkundige verhoudingen van de diverse eilanden binnen het Koninkrijk der Nederlanden spelen daarin ook een belangrijke rol. Het juridische kader in de Caribisch gebied wordt verder toegelicht in Bijlage 3.

2.1.2 Europese regelgeving: EASA

De European Union Aviation Safety Agency (EASA) is een gespecialiseerd agentschap van de EU en heeft de opdracht de Europese Commissie en de nationale bevoegde autoriteiten bij te staan bij de voorbereiding van luchtvaartveiligheid gerelateerde maatregelen en andere maatregelen die onder EU-verordening 2018/1139 vallen, ook wel de Basisverordening genoemd. Onder het toepassingsbereik van de EASA Basisverordening vallen in ieder geval:

- Een luchtvaartuig dat geregistreerd is of zal worden in een EASA lidstaat.³
- Een luchtvaartuig dat in een derde land geregistreerd is of zal worden; waarmee vluchten worden uitgevoerd door een luchtvaartuigexploitant (zie sectie 4.1.2) die is gevestigd, verblijft of een hoofdkantoor heeft op het grondgebied van een lidstaat of de exploitant van een derde land vluchten uitvoert naar, binnen of vanuit de Unie.

Tot de landen die deelnemen aan EASA, behoren de 27 EU-lidstaten en de landen van de European Free Trade Association (EFTA), waartoe ook Noorwegen behoort. Na Brexit is het Verenigd Koninkrijk (UK), sinds 1 januari 2021, geen lid meer van EASA en wordt het als derdeland gezien. Afspraken over luchtvaartveiligheid zijn gemaakt in de EU-UK Trade and Cooperation Agreement (TCA).⁴ De toepassing van de overeenkomst is momenteel beperkt tot bepaalde vereenvoudigingen van de goedkeuringen voor ontwerp en productie van luchtvaartproducten met betrekking tot luchtwaardigheids- en milieucertificaten. De TCA geldt slechts tussen het UK en de EU-lidstaten en niet voor de landen die tot de EFTA behoren.

2.1.2.1 EASA-regelgeving

In het kader van zijn regelgevende taken kan EASA verschillende soorten regulerend materiaal ontwikkelen, namelijk wetgevingsvoorstellen in de vorm van adviezen (Opinions) aan de EU Commissie, die na beoordeling en goedkeuring als nieuwe of gewijzigde wetgeving, met name in de vorm van Commissie Verordeningen, 'hard law' worden. Lidstaten moeten deze regelgeving integraal toepassen.⁵ Daarnaast kan EASA diverse soorten 'soft law' ontwikkelen:

- (1) Certification Specifications (CS) zijn technische normen die door EASA zijn vastgesteld en die aangeven met welke middelen de naleving van de Basisverordening en de uitvoeringsvoorschriften daarvan kan worden aangetoond en die door organisaties kunnen worden gebruikt voor certificeringsdoeleinden.
- (2) Acceptable Means of Compliance (AMC) zijn niet-bindende normen die door EASA zijn vastgesteld ter illustratie van de middelen om de naleving van de Basisverordening en de uitvoeringsvoorschriften/handelingen daarvan aan te tonen.
- (3) Guidance Material (GM) is niet-bindend materiaal dat door EASA is ontwikkeld ter illustratie van de betekenis van een eis of specificatie en dat wordt gebruikt ter ondersteuning van de interpretatie van de Basisverordening, de uitvoeringsvoorschriften daarvan en de AMC.

'Soft law' wordt beschouwd als niet-bindend. Als een exploitant of een bevoegde autoriteit wil afwijken van een AMC of een nieuwe Means of Compliance (MoC) wil voorstellen in het geval deze nog ontbreekt, kan hij een alternatieve/nieuwe wijze van naleving indienen als manier om aan de regel te voldoen. Dit proces loopt dan via een Certification Review Item (CRI). Een CRI is een formele vastlegging van de discussie tussen betrokken partijen, waarbij men aan het einde van het CRI-proces akkoord dient te gaan met de conclusie van de discussie (e.g. toegestane afwijking van CS artikelen, alternatieve/nieuwe MoC). Deze indiening is echter een verplichting en heeft juridische gevolgen. Daarom is de niet-bindende aard van een AMC in zijn geheel twijfelachtig. Dit geldt ook

³ Tenzij de lidstaat toezichtsverantwoordelijkheden uit hoofde van het Verdrag van Chicago heeft overgedragen aan een derde land en vluchten met luchtvaartuigen worden uitgevoerd door een luchtvaartuigexploitant uit een derde land; cf. Art. 83(bis) Verdrag van Chicago (1944)

⁴ Luchtvaartveiligheid valt onder Deel Twee, Titel II van de TCA.

⁵ Verordening hebben directe werking wat betekent dat deze regels direct van toepassing zijn. Richtlijnen moeten daarentegen eerst worden omgezet en geïmplementeerd in nationale regelgeving.

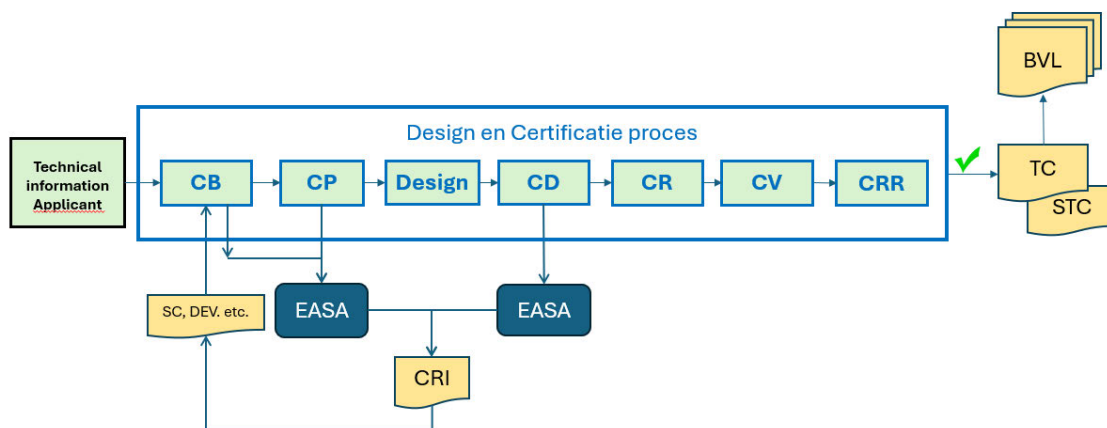
voor CS, want zodra ze deel uitmaken van de certificeringsbasis, worden ze bindend voor de betrokken partijen.

De directe invloed die de Nederlandse overheid op EASA-regelgeving en certificeringseisen kan uitoefenen is beperkt. Om de ontwikkeling en toepassing van nieuwe aandrijftechnologieën in de luchtvaart te bespoedigen, kan het wel zorg dragen dat nationale regelgeving zoveel mogelijk aansluit op de EASA-normen en deze, waar nodig, verder uitwerkt.

2.2 Toestel certificatie proces

Voordat een nieuw ontwikkeld vliegtuigtype of wijziging van dit vliegtuigtype in gebruik mag worden genomen, moet het een typecertificaat of wijzigingsgoedkeuring verkrijgen van de verantwoordelijke luchtvaartautoriteit (in Europa is dit EASA). De OEM (Original Equipment Manufacturer) is verantwoordelijk voor het aanvragen van dit certificaat. Het certificaat getuigt dat het type vliegtuig voldoet aan de veiligheids- en milieubeschermingseisen die door de EU zijn gesteld.

Hieronder worden in het algemeen de stappen van het [type certificering proces](#)⁶ beschreven. De gehele keten van de beschreven fases is te zien in Figuur 2. Dit proces is van toepassing bij het uitreiken van het eerste type certificaat voor een nieuw toestel, als ook wanneer er een grote wijziging plaats vindt aan een toestel, waarbij het Type Certificaat herzien wordt. Het resultaat van dit laatste proces resulteert in een Supplemental Type Certificaat (STC).



Figuur 2: Vereenvoudigde weergave van Type Certificering Proces

Zoals eerder vermeld is de directe invloed van de Nederlandse overheid op de EASA-regelgeving en certificeringseisen en processen beperkt. Hetgeen wel helpt is het afstemmen van de nationale regelgeving en processen op die van EASA, voor zoverre dit nog niet is gebeurd.

De stappen in het type certificering proces zijn:

0. Definitie en overeenstemming van de werkwijze met de aanvrager

Het doel van deze fase is om de geschiktheid van de aanvrager te controleren en het team van experts samen te stellen. Hierbij wordt de technische informatie verzameld voor het ontwerp en certificatie proces.

⁶ Voor meer gedetailleerde informatie, zie procedure [PR.CERT.00001-003](#) en werk instructie [WI.CERT.00172-001](#)

1. Technische vertrouwdeheid en certificeringsbasis

Als de aanvrager technisch geschikt is bevonden in fase 0 en het ontwerp voldoende volwassen wordt beschouwd, presenteert de OEM het project aan EASA. Aan de hand van het type luchtvaartuig, de beoogde configuratie en het beoogd gebruik van het luchtvaartuig worden de relevante veiligheidseisen (e.g. Certification Specifications (CS), Special Conditions (SC) etc.) en milieubeschermingseisen geselecteerd. Dit gebeurt in overeenstemming tussen EASA en de OEM. De nieuwste eisen die op de datum van de aanvraag van kracht zijn, vormen het vastgestelde uitgangspunt voor het certificeringsproces, genaamd de (initiële) Certificatie Basis (CB).

Mocht de voorgestelde initiële CB niet afdoende zijn, dan kan een Certification Review Item (CRI) discussie worden gevoerd met EASA om een oplossing voor de specifieke problemen te vinden. Hierbij kan het bijvoorbeeld gaan om een aanpassing op hetgeen beschreven staat in de regels, waar EASA met de OEM kan beslissen dat er aangepast of afgeweken mag worden. Zoals eerder vermeld, wordt deze discussie formeel vastgelegd in een CRI. Deze CRI kan o.a. leiden tot een SC (additionele technische normen) of een Deviation (toegestane afwijking), wat zorgt voor een update van het CB.

2. Vaststelling van het certificeringsprogramma

De aanvrager moet een certificeringsprogramma voorstellen in de vorm van een Certificatie Plan (CP). Dit CP bevat de CB en de middelen om aan te tonen dat aan elke vereiste van de CB wordt voldaan (i.e. Means of Compliance, MoC). De aanvrager kan gebruik maken van MoC vastgesteld door EASA (Acceptable Means of Compliance, AMC) of zelf MoC voorstellen, die dan eerst door EASA moeten worden geaccepteerd. In dit geval gaat dat ook via een CRI proces.⁷ Het gehele CP moet worden geaccepteerd door EASA. Dit gaat hand in hand met de identificatie van EASA's "niveau van betrokkenheid" tijdens het certificeringsproces, i.e. de mate waarin EASA is betrokken bij de volgende fase.

3. Aantonen van naleving

De aanvrager moet aantonen dat zijn product voldoet aan de wettelijke vereisten: onder andere worden de structuur, motoren, controlesystemen, elektrische systemen en vluchtprestaties geanalyseerd op basis van de certificeringsbasis. Deze nalevingsaantooning (compliance demonstration, CD) wordt gedaan door middel van analyse, simulaties, vluchtproeven, grondtesten en andere middelen (CD in Figuur 2). Afhankelijk van het risico voeren EASA-experts een gedetailleerd onderzoek uit naar deze nalevingsdemonstratie, door middel van documentbeoordelingen, testgetuigenissen en andere middelen.

Dit is de langste fase van het certificeringsproces. In het geval van grote vliegtuigen is de periode om het certificeringsproject met de overeengekomen certificeringsbasis te voltooien vastgesteld op vijf jaar en kan indien nodig worden verlengd. Gedurende dit proces van aantonen kunnen het CB en de MoCs wijzigen waardoor het CP wijzigt en ge-update moet worden.

Als naleving van eis niet kan worden aangetoond, dan kan ook in deze fase een Certification Review Item (CRI) discussie worden gevoerd met EASA om een oplossing voor dit specifieke probleem te vinden. Deze CRI zorgt voor een update van het CP.

⁷ Voor meer informatie, zie [WI.CERT.00146 – CRI and CAI writing and management](#)

Deze demonstratie fase leidt uiteindelijk tot Compliance Reports (CR), geschreven tegen de eisen uit de certificatie basis/plan. Deze rapporten worden geverifieerd (Compliance Verification, CV) door onafhankelijke, competente Compliance Verification Engineers (CVE). Zij toetsen of naleving is aangetoond tegen de eisen in het rapport met de juiste methodieken conform het CP.

Nadat alle rapporten door CVEs zijn beoordeeld, wordt het samenvattende Certification Record Report (CRR) opgesteld. Het CRR bevat o.a. het gecertificeerde gebruik, de (bijbehorende) gecertificeerde configuratie(s) en de uiteindelijke CB (inclusief de SCs, deviations etc.). Indien er limitaties en/of randvoorwaarden zijn vastgesteld tijdens de certificatie, dan worden deze ook expliciet vermeld.

4. Technische afsluiting en afgifte van goedkeuring

Als de OEM en EASA tevreden zijn met de nalevingsaantoning, dan sluit EASA het onderzoek af en geeft het certificaat af. Uiteindelijk zal de nationale autoriteit het toestel met Type Certificaat (TC) evalueren en eventueel accepteren door het uitreiken van het Bewijs van Luchtwaardigheid (BvL). Dit gebeurt voor de toestellen die in Nederland wensen geregistreerd te zijn voor vliegoperaties.

EASA levert de primaire certificering voor Europese vliegtuigtypen en wijzigingen daaraan, die ook parallel worden gevalideerd door buitenlandse autoriteiten, bijvoorbeeld de Federal Aviation Administration (FAA) voor de Verenigde Staten van Amerika. Omgekeerd zal EASA bijvoorbeeld de FAA-certificering van Amerikaanse vliegtuigtypen en wijzigingen daaraan valideren volgens de toepasselijke bilaterale luchtvaartveiligheidsovereenkomsten (BASA's) tussen de EU en het betrokken derde land.

2.3 Operationeel proces en regelgeving

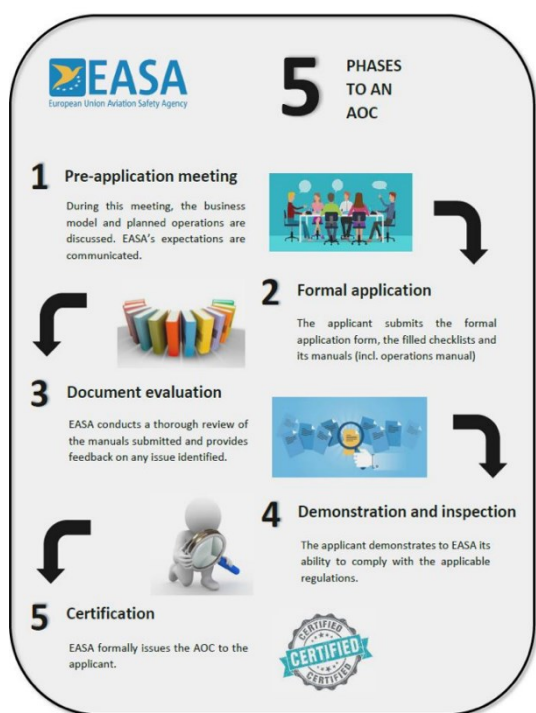
Om commercieel vervoer van mensen of goederen uit te mogen voeren dient een operator over een air operator certificate (AOC) te beschikken. De AOC wordt afgegeven door de Civil Aviation Authority⁸ (CAA) van het land waar de registratie plaatsvindt. Binnen Nederland is de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT-Luchtvaartautoriteit) de bevoegde luchtvaartautoriteit m.b.t. de burgerluchtvaart en daarmee verantwoordelijk voor het goedkeuren van een aanvraag. De aanvraag zelf moet voldoen aan hetgeen gesteld in Annex III van de Regulation Air Operations, zoals opgelegd vanuit ILT-Luchtvaartautoriteit. Het doel van de AOC is onder andere om te borgen dat er voldoende kennis en middelen beschikbaar zijn bij een operator om veilig te kunnen opereren met een vliegtuig. Sectie 2.3.1 gaat in op het proces omtrent het aanvragen van een AOC. Wanneer een operator een AOC heeft verkregen en over voldoende getraind personeel tezamen met een vloot die luchtwaardig is beschikt, kan gestart worden met de operatie. Deze operatie wordt kort toegelicht in sectie 2.3.2

2.3.1 Aanvragen Air Operator Certificate

Voor het aanvragen van een AOC dienen er een aantal stappen doorlopen te worden. Er is geen ander AOC nodig voor het opereren met duurzame vliegtuigen. Wel zijn er aantal momenten in het proces van aanvragen waar extra aandacht aan besteedt dient te worden. In Figuur 3 is schematisch weergegeven welke vijf stappen er doorlopen worden in het proces van verkrijgen van de AOC, in

⁸ Het land waar de operator zetelt is verantwoordelijk voor het afgeven van de vergunning. Hier is onder artikel 64 en 65 van EU 2018/1139 een uitzondering op mogelijk.

dit voorbeeld wordt de EASA AOC gebruikt.⁹ De te ondernemen activiteiten zijn per fase op hoofdlijnen benoemd in onderstaande paragrafen.



Figuur 3: 5 stappen richting EASA AOC approval

Het aanvragen van een AOC gaat in Nederland middels een aanvraag bij ILT-Luchtvaartautoriteit. Bij het starten van een aanvraag bij ILT-Luchtvaartautoriteit worden geen problemen verwacht. Echter moet er daarna nog meer gebeuren. In beginsel zijn het vijf stappen.

Stap 1 bestaat uit verkennende gesprekken met de autoriteit, waar afspraken worden gemaakt over samenwerking/communicatie/verwachtingen en doorlooptijden

In stap 2 wordt de daadwerkelijke aanvraag gedaan voor de AOC. Hiervoor is een standaardformulier beschikbaar dat wordt ingevuld. Ook dient aan een aantal voorwaarden voldaan te worden alvorens de aanvraag in behandeling genomen wordt. Om de toekomstige operator te helpen heeft EASA een aantal checklists opgesteld waarmee kan worden vastgesteld of wordt voldaan aan de minimale vereisten.

In stap 2 moeten gedetailleerde procedures overlegd worden waaruit duidelijk wordt hoe de vliegoperatie ingericht wordt, hoe risico's beheerst worden en welke vliegtuigen er gebruikt zullen worden. Hiervoor zijn 19 checklists beschikbaar. Een aantal van deze procedures zal met verhoogde aandacht doorlopen moeten worden bij het gebruik van een duurzaam vliegtuig:

- **Safety Management Manual – SMS**

In de SMS wordt beschreven hoe de veiligheid van de operatie geregeld gaat worden. Het veiligheidssysteem moet rekening houden met het type vliegtuig waar mee gevlogen wordt, de routes die gevlogen worden en de vliegvelden waarop normaal gesproken geland wordt. In het geval van een duurzaam luchtvaartuig zal hier dus rekening gehouden moeten worden met de specifieke risico's die voortvloeien uit het ontwerp van het toestel. De SMS voorziet in een reactief systeem bestaande uit het verwerken van melding over incidenten of voorvallen tijdens de operatie die onderzocht worden om lering uit te trekken. Maar ook

⁹ Figuur 3 toont het proces voor een EASA AOC; echter zijn er op dit moment slechts [5 airlines die via EASA een AOC hebben verkregen](#). De meeste exploitanten vragen een AOC aan bij de CAA van het land waar zij de hoofdvesting hebben. De hieronder beschreven stappen zullen vergelijkbaar zijn voor aanvragen bij de CAA.

uit een proactief systeem dat dient te worden ingezet om incidenten te voorkomen en om de operatie zo veilig mogelijk in te richten.

- **Operations Manual – OM**

De OM beschrijft onder andere het gebruik van vliegtuig, de operatie (routes) die er normaal gesproken mee gevlogen worden en trainingen die nodig zijn voor de crew. Het OM kent een vaste indeling volgens Regulation Air Operations annex III. Het OM hoofdstuk B beschrijft het gebruik van het vliegtuig, hier zal in eerste instantie niet teruggevallen kunnen worden op eerdere ervaringen. Te denken valt hier aan het omschrijven van gebruikslimieten, procedures in geval van afwijkingen van de normale operatie en de gebruikslimieten.

- **Crewtrainingen**

Voor crewtrainingen bestaan twee verschillende groepen, cockpit crew en cabin crew. Voor de piloten geldt dat er een basisopleiding vereist is om op te mogen treden als copiloot of gezagvoerder van een commerciële vlucht. Deze basisopleiding leidt tot een vliegbrevet, voor commerciële vliegoperaties is dit een Commercial Pilot Licence (CPL) of Air Transport Pilot Licence (ATPL). In navolging van het behalen van dit vliegbrevet dient er een type gerelateerde opleiding gevolgd te worden, de eisen hiervoor worden deels beschreven in Regulation Aircrew (EU 1178/2011). Voor een deel worden de eisen voor het volgen van een type gerelateerde opleiding beschreven door de fabrikant zelf in de zogenaamde Operational Suitability Data (OSD). Deze opleiding wordt ook wel Type Rating genoemd.

Nadat de vlieger omgeschoold is naar het nieuwe vliegtuigtype dient de operator in de Operations Manual (OM hoofdstuk D) te beschrijven wat er aan herhalingstrainingen gegeven moet worden om een vlieger te laten voldoen aan de recentheidseisen om op een bepaald vliegtuigtype voor deze operator te mogen vliegen.

Voor de cabin crew geldt dat deze verplicht is vanaf 19 stoelen aan boord van het toestel, bij minder stoelen mag de operator ervoor kiezen om de veiligheidstaken ten behoeve van de cabine bij een van de vliegers te beleggen. Als een operator een vliegtuig met cabine crew moet opereren geldt ook hier dat er een initiële training nodig is voor de cabin crew. Deze opleiding staat bekend als de Attestation en mag door een operator zelf gegeven worden mits aan de eisen voor afgifte van een Attestation voldaan wordt. Na het afronden van de Attestation dient de operator voor cabin crew eveneens een herhalingstraining aan te bieden.

- **‘Adequate aerodromes’ en ‘Fuel Schemes’**

Onderdeel van het proces tot verkrijgen van een AOC is een analyse van de operationele veiligheid. Een operator dient te omschrijven wat een normale operatie is en hoe er omgegaan moet worden met afwijkingen ten op zichte van de normale operatie. Een voorbeeld hiervan is de situatie dat een vliegtuig niet door kan vliegen naar de geplande eindbestemming, het zogenoemde uitwijken. Wanneer een vliegtuig uitwijkt naar een alternatief vliegveld dient er beschreven te zijn waar dit vliegveld aan moet voldoen. Hierbij valt te denken aan voldoende lengte van de landingsbaan, faciliteiten om passagiers van boord te laten gaan, maar bijvoorbeeld ook de beschikbaarheid van de juiste energiebronnen.

De operator zal tevens procedures moeten opstellen om aan te tonen dat er voldoende brandstof/energie aanwezig is om te vlucht veilig uit te voeren. Hierbij kan teruggevallen worden op standaard regelgeving, echter kan een operator er ook voor kiezen om op basis van statistiek bedreven op vluchten uit het verleden gunstigere regimes te volgen (minder

reserve brandstof/energie). Om gebruik te maken van minder strenge regimes moet minimaal twee jaar aan data verzameld worden.

- **Onderhoud**

Onderdeel van de goedkeuring en vlootkeuze is ook een onderhoudsprogramma voor de vloot. Hierbij dient of een eigen onderhoudsorganisatie opgezet te worden of deze diensten moeten via contracten ingekocht worden. Daarnaast wordt er onderscheid gemaakt tussen het vliegveld waarvan af geopereerd wordt (homebase) en de vliegvelden die aangevlogen worden (outstations). Een bepalende factor is hierbij de beschikbaarheid van voldoende getraind personeel op meerdere luchthavens.

Wanneer alle verplichte manuals goedgekeurd zijn, de operatie goed beschreven is en er provisies zijn voor training van personeel en onderhoud van vloot wordt er gekeken naar de medewerkers en de financiële middelen. Er moet een management zijn dat geaccepteerd kan worden door de toezichthouder, belangrijke posities hierbij zijn safety manager, accountable manager en een manager crewtraining. Wanneer op deze posities mensen benoemd worden met onvoldoende ervaring kan de AOC alsnog afgewezen worden.

2.3.2 Vliegtuig operatie

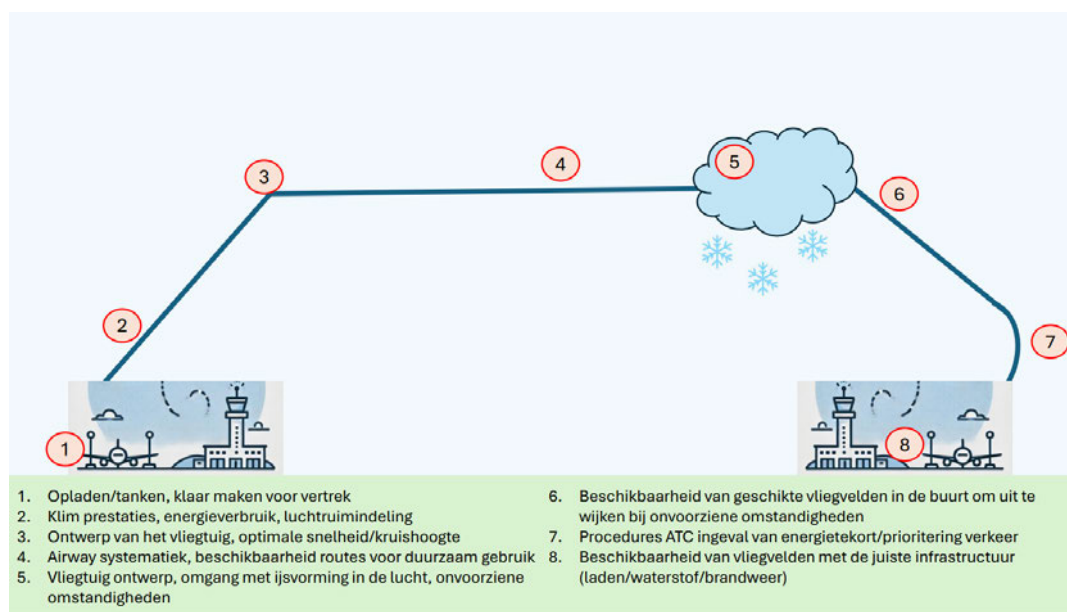
Wanneer een operator een AOC heeft verkregen en over voldoende getraind personeel tezamen met een vloot die luchtwaardig is beschikt, kan gestart worden met de operatie.

De huidige staat van de technologie maakt dat veel bouwers van vliegtuigen gebruik maken van dezelfde aerodynamische concepten tijdens het ontwerpen en bouwen van een vliegtuig. Veelal gebruiken zij ook dezelfde motoren of motoren die gebaseerd zijn op hetzelfde uitgangspunt. Daar veel vliegtuigen ontworpen zijn volgens dezelfde uitgangspunten is de bandbreedte voor optimale vlieghoogtes betrekkelijk smal. Bij de indeling van het luchtruim (punt 2, 3 & 4 in Figuur 4) is er rekening gehouden met de vraag naar hoogtes en routes. Hoogtes waarop een airway beschikbaar is zijn medebepaald door de huidige vliegtypen, net zoals er routes zijn die directe verbindingen tussen bepaalde vliegvelden regelen. Het ontwerp van routes houdt rekening met de verwachte stijgsnelheid van vliegtuigen, maar ook met overige factoren zoals militaire oefengebieden, grote vliegvelden, woonkernen en natuurgebieden. Deze combinatie maakt dat er niet altijd op iedere gewenste hoogte een directe route te vliegen valt.

Eenzelfde situatie geldt voor grond operaties. De huidige regels en procedures zijn gebaseerd op de gebruiken en noden van een conventioneel vliegtuigtype. Een vliegtuig genereert alleen inkomsten wanneer het vliegt, hoe korter de omdraaitijd, des te efficiënter de inzet. De huidige regels voorzien in een aantal zaken die maken dat de omdraaitijd verkort kan worden, om een gelijk speelveld te creëren voor alle type vliegtuigen zal ook naar de grondoperatie gekeken moeten worden. Wanneer vliegtuigen snel weer vertrekken wordt er vaak geen parkeergeld gerekend door een luchthaven, wanneer omdraaitijden verlengen zou het kunnen zijn dat operators ook parkeergeld moeten gaan betalen. Basis van regelgeving voor operaties op de grond begint bij ICAO Annex 14, vandaaruit wordt verwezen naar diverse Guidance Materials. Deze zijn op hun beurt gebruikt als basis door EASA bij het opstellen van wetsvoorstellen en Acceptable Means of Compliance.

Afhankelijk van de vliegvelden waarvan geopereerd gaat worden zal een operator zich moeten wenden tot een slot coördinator. In Nederland is voor alle gecoördineerde luchthavens¹⁰ een slot verplicht voor geplande commerciële vluchten. Naast een eventueel slot dient een operator zelf contracten aan te gaan met leveranciers ten behoeve van grondafhandeling en het tanken/opladen van het vliegtuig.

Een schematisch overzicht van de operationele aandachtspunten wordt weergegeven in Figuur 4.



Figuur 4: Schematisch overzicht van aandachtspunten in de operatie

Het overzicht in Figuur 4 geeft weer in welke fase van de vliegtuig operatie welke vraagstukken voorkomen, i.e. de grond operatie voor vertrek, het opstijgen en klimmen naar kruishoogte, de kruisvlucht, het dalen en uiteindelijk landen. De weergave zoals hier geeft een eerste overzicht van hoe tijdens de operatie knelpunten ontstaan met betrekking tot het gebruik van duurzame aandrijftechnologieën.

¹⁰ Voor Nederland zijn dit Schiphol Amsterdam, Rotterdam the Hague Airport en Eindhoven Airport.

Fase 1: Het Duurzame Vliegtuig

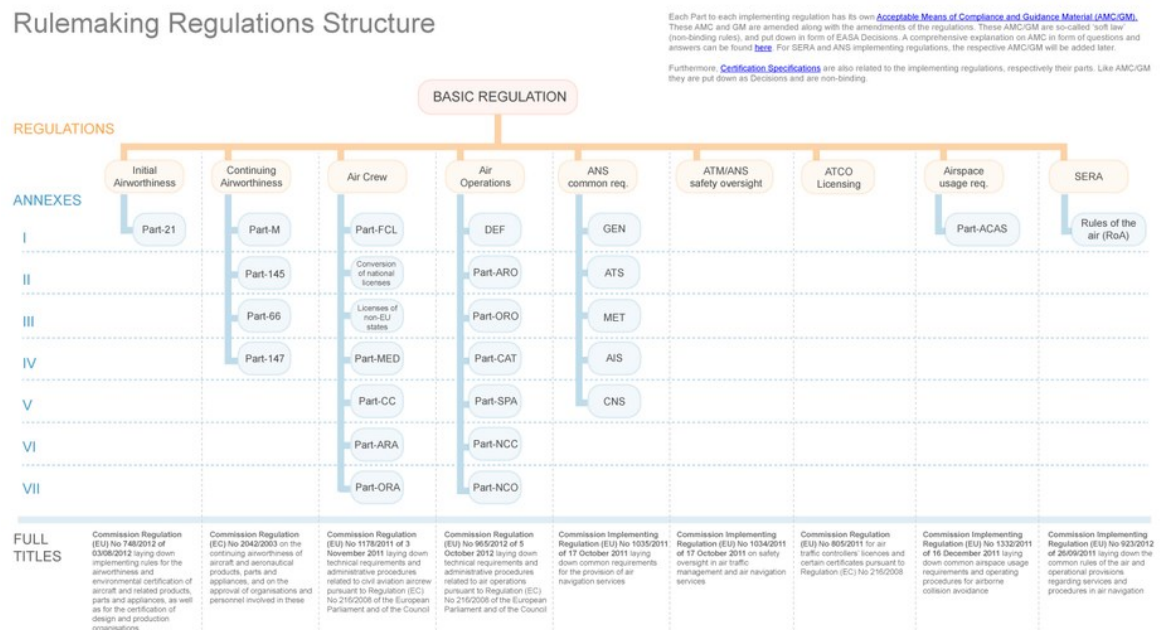
Dit hoofdstuk beschrijft de wet- en regelgeving die van toepassing is op het vliegtuig zelf, het volgende hoofdstuk zet de relevante wet- en regelgeving voor de operatie uiteen. De impact van de duurzame, nieuwe technologieën voor de voortstuwing van vliegtuigen wordt hier geanalyseerd aan de hand van wetten, eisen, en standaarden die relevant zijn bij het als luchtwaardig certificeren van een vliegtuig. Het grootste deel hiervan is vastgelegd in certificatie specificaties van EASA, of andere standaarden waar lenW beperkte invloed kan uitoefenen. Echter draagt deze analyse wel bij aan een beeld van mogelijke knelpunten op technisch gebied waarop voorgesorteerd kan worden door het ministerie en de ILT-Luchtvaartautoriteit.

3.1 Wet- en regelgevingskader vliegtuig

Eerst zal Europese en Nederlandse regelgeving worden besproken die van invloed is op het certificatietraject zelf, bijvoorbeeld voor wat betreft de registratie van vliegtuigen, toezicht op luchtwaardigheid en het uitvoeren van testvluchten. In sectie 3.2 zal worden ingegaan op specifieke regelgeving op technisch vlak die relevant is bij het certificeren van nieuwe vliegtuigen en/of voortstuwingstechnieken.

3.1.1 Europese regelgeving

Zoals eerder besproken in sectie 2.1.2 vormt de EASA Basisverordening het uitgangspunt van Europese regelgeving op het gebied van luchtvaartveiligheid. Onder de Basisverordening hangen een aantal Verordeningen die de regelgeving op deelonderwerp meer specifiek uitwerken. Voor de eerste fase van dit onderzoek zijn die met betrekking tot luchtwaardigheid relevant.



Figuur 5: EASA-regelgeving en annex overzicht

Een overzicht van de EASA-regelgeving en Annexen is weergegeven in Figuur 5. Het biedt een overzicht van hoe de verschillende onderdelen van de EASA-regelgeving zich onderling tot elkaar

verhouden. Dit overzicht is weergegeven ter informatie aan de lezer, waar niet alles in dit onderzoek behandeld wordt.

3.1.1.1 Initial Airworthiness

[Verordening \(EU\) 748/2012](#) betreft de vaststelling van uitvoeringsvoorschriften inzake de luchtwaardigheid en milieucertificering van luchtvaartuigen en aanverwante producten, onderdelen en uitrustingsstukken, alsmede voor de certificering van ontwerp- en productieorganisaties, ook wel de 'Initial Airworthiness Regulation' genoemd. De belangrijkste bepalingen zijn vervat in 'Part-21' waarin, o.a., het design en type certificatieproces, zoals beschreven in sectie 1.3 is vastgelegd, en de vereisten waar design en productiebedrijven aan moeten voldoen. Part-21 stelt ook regels op voor de uitgifte van Certificates of Airworthiness (CoA) voor toestellen met een Type Certificate en de 'Permit to Fly' wanneer het toestel nog niet aan de eisen van een CoA voldoet, bijvoorbeeld in het geval van testvluchten en prototypes.

De Verordening stelt de vereisten vast, maar de nationale autoriteit, ILT-Luchtvaartautoriteit, dient de vergunningen te verstrekken aan bijvoorbeeld productiebedrijven die luchtvaartuigen en/of onderdelen en apparatuur voor luchtvaartuigen produceren (Production Organisations Approvals, POA) waarvan de 'principal place of business' in Nederland ligt. Ook is de ILT-Luchtvaartautoriteit verantwoordelijk voor de afgifte van CoA van vliegtuigen die in Nederland geregistreerd staan.

3.1.1.2 Continuing Airworthiness

[Verordening \(EU\) 1321/2014](#) betreffende de permanente luchtwaardigheid van luchtvaartuigen en luchtvaartproducten, -onderdelen en -uitrustingsstukken, en betreffende de goedkeuring van bij voornoemde taken betrokken organisaties en personen, ook wel de 'Continuing Airworthiness Regulation' genoemd. De verantwoordelijkheden en regels met betrekking tot blijvende luchtwaardigheid zijn in Part M van de Verordening opgenomen, als ook de organisaties die dit dienen te borgen onder een CAMO (Continuing Airworthiness (Management) Organisation).

Een CAMO kan onderhoud uitbesteden aan een onderhoudsbedrijf dat is erkend via een Maintenance Organisation Approval (MOA) op basis van Part-145 van de Verordening. Voor onderhoudstechnici gelden de vereisten van Part-66 en de certificeringeisen voor een Maintenance Training Organisation Approval (MTOA) in Part-147 waarborgen de opleidingen voor onderhoudstechnici. Ook hier is de ILT-Luchtvaartautoriteit verantwoordelijk voor het verlenen van erkenningen.

3.1.2 Nederlandse regelgeving

In de [Wet luchtvaart](#) (Wlv) zijn regels en wetten verzameld en een aantal Europese en internationale regels vertaald om de luchtvaart en vluchtuitvoering in Nederland mogelijk te maken. Voor wat betreft luchtvaartveiligheid met betrekking tot het toestel, bepaalt de Wlv dat het verboden is een luchtvaartuig te gebruiken, dat niet is voorzien van een geldig nationaliteits- en inschrijvingskenmerk en een geldig bewijs van inschrijving (Artikel 3.1 Wlv). Het is tevens verboden een vlucht uit te voeren met een luchtvaartuig, dat niet luchtwaardig is of niet voorzien is van een geldig bewijs van luchtwaardigheid (Artikel 3.8 Wlv).

Op basis van Artikel 1.5 Wlv kunnen regels gesteld worden ter uitvoering van hetgeen in de EASA Basisverordening is bepaald. Het [Besluit luchtvaartuigen 2008](#) (hierna: het Besluit 2008) bevat die regels, o.a. over de inschrijving en luchtwaardigheid van luchtvaartuigen, geluidscertificaten en de erkenning van bedrijven voor werkzaamheden die de luchtwaardigheid betreffen.

3.1.2.1 Nationaliteit en inschrijving van luchtvaartuigen

Artikel 3 van het Besluit 2008 bevat bepalingen over welke luchtvaartuigen in het Nederlandse register voor burgerluchtvaartuigen worden ingeschreven. Alleen luchtvaartuigen waarvan het beheer van de blijvende luchtwaardigheid vanuit een vestiging in Nederland wordt gevoerd, kunnen in het register worden ingeschreven en vallen daarmee onder de verantwoordelijkheid van de Nederlandse autoriteiten. In Nederland wordt het register bijgehouden door ILT-Luchtvaartautoriteit.

Aanvullende regels voor de procedure van aanvraag tot afgifte, wijziging en doorhaling van een inschrijving in het register voor burgerluchtvaartuigen zijn uitgewerkt in de [Regeling inschrijving Nederlandse burgerluchtvaartuigen](#) (2001). Het Besluit 2008 en de aanvullende regeling staan de inschrijving van vliegtuigen met nieuwe aandrijftechnieken in principe niet in de weg, mits het beheer met het oog op de blijvende luchtwaardigheid vanuit een vestiging in Nederland wordt gevoerd. Dit impliceert wel dat de beoogde beheerder als zodanig erkend moet worden voor deze activiteit door de ILT-Luchtvaartautoriteit.

3.1.2.2 Luchtwaardigheid

Het Besluit 2008 regelt ook bevoegdheden voor de afgifte van aanvullende type certificaten en bewijzen van luchtwaardigheid. Regels met betrekking tot de luchtwaardigheid zijn verder uitgewerkt in de [Regeling nationale veiligheidsvoorschriften luchtvaartuigen](#). De procedures rondom de afgifte, wijziging, overdracht, schorsing en intrekking van het Europese bewijs van luchtwaardigheid (EASA BvL) zijn vastgelegd in de [Regeling Europese bewijzen van luchtwaardigheid](#). Het Besluit 2008 en de aanvullende regelingen sluiten nieuwe aandrijftechnieken niet uit maar verwijzen naar de relevante ICAO en EASA-standaarden en procedures voor het verschaffen van een BvL.

Als een luchtvaartuig nog niet kan beschikken over een BvL kan op basis van Artikel 18 van de EASA Basisverordening een vliegvergunning ('permit to fly') worden afgegeven om vluchten mogelijk te maken. De aanvrager moet kunnen aantonen dat het luchtvaartuig in staat is veilig een eenvoudige vlucht uit te voeren. Deze uitzondering is overgenomen in de Nederlandse wetgeving. Op basis van Artikel 3.21 Wlv kan ontheffing verleend worden om een vlucht uit te voeren met een luchtvaartuig dat niet is voorzien van een geldig BvL wanneer door bijzondere omstandigheden die regels in redelijkheid geen toepassing kunnen vinden en de veiligheid van het luchtverkeer met het verlenen van de ontheffing niet in gevaar wordt gebracht. Een ontheffing moet worden aangevraagd bij de ILT-Luchtvaartautoriteit, kan onder beperkingen worden verleend en aan voorschriften worden verbonden.

De tijdelijke beleidsregel [Normenkader ontheffingen luchtwaardigheid 2015](#) geeft invulling aan de voorwaarden waaraan moet worden voldaan en kan o.a. worden toegepast voor het uitvoeren van een beperkt aantal vluchten, dat noodzakelijk is voor het beoordelen of een in ontwikkeling zijnde luchtvaartuig, of een wijziging daarvan, voldoet aan de daarvoor geldende certificatie-eisen als onderdeel van het voorgeschreven certificatieproces. De ontheffing kan onder strikte voorwaarden ook worden verleend voor luchtvaartuigen die in een ander land zijn geregistreerd.

De Nederlandse regelgeving met betrekking tot inschrijving en luchtwaardigheid van luchtvaartuigen maakt geen onderscheid op basis van aandrijftechnieken maar verwijst naar ICAO en EASA-standaarden en procedures. Het verkrijgen van bijvoorbeeld een EASA BvL voor toestellen met nieuwe aandrijftechnieken is echter nog niet mogelijk als deze nog in ontwikkeling zijn. Het risico bestaat dat een nieuw toestel met een duurzame aandrijftechnologie niet kan voldoen aan de eisen die gesteld worden aan het monitoren van de blijvende luchtwaardigheid door de ILT-Luchtvaartautoriteit en de erkenning van organisaties die de blijvende luchtwaardigheid beheren,

als ook de onderhoudscertificering gezien het onderhoud van de aandrijftechniek nog niet voldoende bekend is.

3.2 Regelgeving voor innovatieve aandrijftechnologieën

Deze sectie beschrijft regelgeving die specifiek van toepassing is op een drietal verschillende typen vliegtuigen. Deze vliegtuigcategorieën zijn gebaseerd op de use-cases zoals beschreven in sectie 2, i.e. elektrisch/hybride aangedreven beperkt commercieel vervoer/commuter (EASA part NCC) en elektrisch/hybride/waterstof aangedreven commercieel persoons- en/of vrachtvervoer (EASA part CAT). De regelgeving die hier wordt besproken is technischer van aard dan hetgeen eerder in dit rapport uiteen is gezet en vormt een aanvulling en/of verdere diepgang van voorgaande regelgeving. Sectie 3.3 een overzicht van de grootste knelpunten, gesorteerd per technologie en toegepaste wet- en regelgeving.

3.2.1 Elektrisch/Hybride business/Commuter toestel

In deze sectie worden de elektrische en elektrisch-hybride kleine en middelgrote toestellen belicht. Hierbij stellen we de limiet aan maximaal 19 passagiers én een maximaal startgewicht van 8.618 kg of 19.000 lbs. Op deze manier voldoen deze toestellen aan de [CS-23](#), of [CS-LSA](#) (light sports aircraft). Voorbeelden van OEMs die deze ontwikkeling doorlopen zijn Zeroavia met hun ZA600 waterstof-elektrische aandrijving en Ampaire met hun Cessna 208B Grand Caravan omgebouwd tot een Eco Caravan. Beide zullen besproken worden hier, als ook de relevante regelgeving die op dit soort ontwikkelingen van toepassing is.

3.2.1.1 OEMs in ontwikkeling

Voorbeelden van OEMs die ontwikkeling doorlopen in de elektrisch/hybride business/commuter klasse zijn:

ZeroAvia

ZeroAvia ontwikkelt momenteel een waterstof aandrijving die gebruik maakt van brandstofcellen. Het doel is deze aandrijving geschikt te maken voor bestaande toestellen, zoals de Cessna Grand Caravan. Hun doelstelling is waterstof in gasvorm te gebruiken in combinatie met een brandstofcel om een elektrische propeller motor aan te drijven. Het type motor wordt gemaakt voor een commuter propeller toestel. Ze bieden ook een motor aan met vloeibare waterstof en brandstofcel, voor een middelgroot toestel zoals besproken in sectie 3.2.2.

Begin 2025 heeft ZeroAvia een overeenkomst bereikt met de FAA omtrent de certificatie basis voor hun elektrische motor (ZA600), waarbij er nog geen rekening gehouden is met de energiebron (batterij, hybride of waterstof gedreven brandstofcel). Dit markeert de start van het proces, waar de FAA vertrouwen toont in hun ontwikkeling. De vraag hoe om te gaan met de energiebron blijft wel achter.

Ampaire

Ampaire heeft als doel het optimaal gebruik van energiebronnen in een vliegtuig. Hun doelstelling is een aandrijfsysteem maken dat het beste aansluit op het aanbod aan brandstof en daar optimaal gebruik van te maken. Hun stip op de horizon is een volledig elektrisch commuter toestel, waar ze nu vooral werken aan een elektrische hybride variant, die gebruik maakt van batterijen tijdens de hoog vermogen vragende vluchtfases, i.e. voor een beperkte tijd wordt de verbrandingsmotor ondersteund door een elektrische aandrijving.

Over de voortgang en knelpunten is weinig bekend. Voor zover bekend wordt het toestel nu onder een FAA experimentele status gevlogen, om kennis en ervaringen op te doen van de hybride elektrische aandrijving.

Volgens Ampaire is het regelgevingskader voor het STC voor hun hybride aandrijving grotendeels gereed voor certificering door de FAA. Ze kiezen voor een STC op een bestaand vliegtuig versus een nieuw type certificaat, omdat dit sneller op de markt zou moeten kunnen zijn.

Ampaire geeft prioriteit aan FAA certificering over EASA certificering. Ze zien geen knelpunten gerelateerd aan certificering van hun aandrijving systeem.

Ampaire geeft aan dat er een kans is om krediet te nemen voor de meerdere energiebronnen aan boord, terwijl er toch maar een enkele motor is. Op dit moment, wat betreft operationele regelgeving, geeft het vliegen met een enkele motor beperkingen aan operaties over water en operaties tijdens de nacht. Volgens Ampaire zou een hybride aandrijving de risico's tijdens dit soort operaties verlagen. Op dit moment is dit een knelpunt in de regelgeving volgens Ampaire. Dit geldt voor EASA en nationale operationele regelgeving.

Vaeridion

Vaeridion ontwikkelt een 100% elektrisch vliegtuig voor 9 passagiers. Vaeridion noemt het zelf een "electric microliner". Het doel is om met deze microliner 500 km te kunnen vliegen. Het toestel van Vaeridion is een CS 23 type vliegtuig met een enkele elektromotor met propeller. Vaeridion gaat de strijd aan met treinvervoer en beargumenteert dat "met Vaeridion's negenpersoonsvliegtuig regionale verbindingen efficiënter, betaalbaarder en schoner kunnen worden gemaakt, terwijl reizigers de vrijheid behouden om snel tussen steden te reizen, ongeacht afstand of bestaande infrastructuur."

Vaeridion heeft op dit moment een Pre-Application Contract met EASA, wat hun vertrouwen geeft in het certificatie proces van hun vliegtuig. Zij zien dus ook weinig knelpunten wat betreft de certificering van hun toestel, waar het belangrijkste aspect de ontwikkeling van de batterij gaat zijn. Wat betreft de operatie ziet Vaeridion wel knelpunten. Vaeridion gebruikt een meerdere motoren, aangesloten op een enkele propeller. Hier is echter nog niet zoveel voor ingeregeld in de regelgeving, i.e. de meerdere motoren geven geen verlichting van de operationele regels aangezien die kijken naar de enkele propeller. Hiernaast is Vaeridion ook op zoek naar alternatieve regels omtrent reserve energie.

Vaeridion geeft aan geen knelpunten te zien met Nederlandse regelgeving, zolang deze blijft oplijnen met EASA-regelgeving.

3.2.1.2 Relevante regelgeving

Relevante regelgeving in de elektrisch/hybride business/commuter klasse zijn:

CS-23 Certification specifications for normal-category aeroplanes

De CS-23 is een regelgeving die van toepassing is voor commerciële vliegtuigen met een maximaal aantal passagiers van 19 en een startgewicht onder de 8.619 kg (19.000 lbs). De regelgeving wordt toegepast voor 'business' en 'commuter' type toestellen. Opvallend is het maximale startgewicht, verbonden aan de regelgeving. Voor velen is dit een limiterende factor voor hun toestel met innovatieve aandrijftechnologie. Voor zover bekend wil EASA echter niet tornen aan de waarde van dit maximale startgewicht.

Om nieuwe toestellen met innovatieve aandrijftechnologieën te laten voldoen aan de CS-23 zijn er enkele knelpunten. Allereerst dient er voor de nieuwe aandrijftechnologie bepaald te worden hoe de piloot hiermee om zal gaan. CS 23.2135 benoemt dat er geen 'exceptional piloting skills' nodig moeten zijn om het toestel te kunnen besturen. Dit is echter een grijs gebied, zeker als je spreekt over innovaties die significant wijzigen ten aanzien van de huidige toestellen in deze categorie. Het knelpunt ontstaat op het ogenblik dat de regelgever het aflezen van een veelzijdige batterijstatus als complex beschouwt ten opzichte van een brandstofmeter. Op een vergelijkbare manier beschrijft CS 23.2340 welke informatie beschikbaar dient gesteld te worden aan de piloot voor veilige operatie van het toestel. Een combinatie van wat noodzakelijk is en wat veilig dient gemaakt te worden voor de nieuwe aandrijftechnologie. Nu is hier geen onpartijdig oordeel over te vellen, gezien al onze kennis en ervaring terugslaat op de conventionele aandrijftechnologie en ontwerp.

CS-23 Subpart C beschrijft de structuur en het structurele ontwerp. Hier komt het gebruik van de innovatieve aandrijftechnologie ook aan bod en de impact, maar er moet ook gekeken worden naar de operationele veiligheid en noodprocedures, in geval van falen (CS 23.2270). Een elektrische motor, batterij-pak, brandstofcel of een waterstof tank zijn wezenlijk anders dan hetgeen we nu in de vliegtuigen hebben geïmplementeerd. Hierbij kan er geen gebruik gemaakt worden van de decennia aan ervaringen en 'lessons learned' uit incidenten. Simulaties en analyses zullen deels de empirische benaderingen moeten vervangen. Meerdere regelgevingen worden hierdoor geraakt, maar dienen niet per se aangepast te worden, de means of compliance echter wel. Denk hierbij ook aan brand en brandbeveiliging van waterstof en elektrische systemen, wat een andere tak van sport is dan hetgeen we kennen van kerosine.

CS-23 Subpart D gaat alleen over de eisen van fire and high energy protection, waarbij de regels dus ongewijzigd blijven, alleen moeten ze vanuit een ander oogpunt benaderd worden. De betreffende regels veranderen gezien de andere vormen van energiedrager en hun intrinsieke gevaren en eigenschappen (o.a. CS 23.2315, 23.2320, 23.2325, 23.2330). Denk hierbij aan het blussen van een elektrische brand of het brandbestendig maken van elektrische kabels en systemen. De thermal runaway condition van de batterij is ook onwenselijk, waarbij er alom geaccepteerd wordt dat de brand met de huidige lithium batterijen niet meer gedoofd kan worden zonder in een zoutwaterbad geplaatst te worden. Het huidige standpunt van de experts is dat deze conditie zal gebeuren tijdens de levensduur. (Aankomend) AMC materiaal focust zich dan ook niet per se op het voorkomen van een thermal runaway, maar op het beperken van een thermal runaway binnenin het batterij systeem¹¹.

Wat betreft het gebruik van waterstof is het ontbranden van waterstofgas wanneer het in aanraking komt met zuurstof en een ontstekingsbron onwenselijk. Brandend waterstof heeft ook weer andere eigenschappen dan brandend kerosine., e.g. hogere vlam temperaturen en onzichtbare vlam.

1 specifiek punt wat aandacht verdient is CS 23.2430 (b) (5), de beschrijving van het dumpen van brandstof tijdens de vlucht. Nu is er nog geen duidelijkheid over de wenselijkheid van het doelbewust lozen van waterstof in de atmosfeer. Hier kan lokale wet- en regelgeving ook limieten aan opleggen, iets wat terugkomt uit de analyse in fase 2 in sectie 4.2.

CS-23 Subpart E betreft de powerplant. Zoals voorheen vermeld brengen de nieuwe aandrijftechnologieën, nieuwe systemen en brandstof aan boord. Hierbij dient rekening gehouden te worden met ander gedrag dan we gewend zijn van kerosine. CS 23.2400 behandelt de vorming

¹¹ Zie <https://www.easa.europa.eu/en/downloads/136701/en> voor AMC materiaal, nu nog toegepast op VTOL.

van gassen en vloeistoffen in de motor en een onwenselijk effect op de passagiers. Bij een thermal runaway of het ontsnappen van waterstof kunnen zich problemen voordoen als de gassen de cabine bereiken; bij een thermal runaway zijn de gassen giftig, terwijl waterstof de aanwezige zuurstof verdrijft. Hierbij zal in kaart gebracht moeten worden hoe dit gemitigeerd kan worden en hoe aantoonbaar gemaakt kan worden dat de veiligheid van passagiers gegarandeerd blijft.

Zoals eerder vermeld bij de 'exceptional piloting skills', heeft CS 23.2405 hetzelfde probleem bij de omschrijving 'inadvertent operation'. Als het systeem complex is voor de piloot, is er een kans dat de piloot onbewust een fout maakt bij het gebruik van het systeem. Hoe dit geborgd dient te worden is nu niet helder, waar de regel alleen veilige operatie dient te borgen. De vrije invulling wekt onzekerheid op, die in het verleden veelal verholpen werd door voortschrijdend inzicht en analyse van ongevallen en incidenten. Echter is dat nu niet meer wenselijk.

CS-23 Subpart F behandelt specifiek de elektrische systemen. De specifieke regelgeving voor elektrische systemen dient echter aangepast te worden opdat er een onderscheid gemaakt wordt tussen een ondersteunend elektrisch systeem en de elektrische aandrijfsystemen (CS 23.2340). Het is de vraag of bijvoorbeeld de bliksembeveiliging en HIRF (High Intensity Radio Frequency) van elektrisch aandrijfsystemen (CS 23.2520 en CS 23.2515) ook hieraan dienen te voldoen, of dat dit afgedekt wordt binnen de powerplant regels van veilige operatie onder subpart E.

Het gros van de knelpunten bij CS-23 regelgeving echter zit bij de voorgestelde means of compliance. Hierbij wordt vaak verwezen naar de oudere standaarden van ASTM bijvoorbeeld, waarbij de herziene versies voor waterstof, elektrisch en hybride nog in de maak zijn. Zodra deze klaar zijn, zullen deze ook opgenomen moeten worden als means of compliance voor de CS-23 om te borgen dat ook deze toestellen straks gecertificeerd kunnen worden.

SC E-18 Special condition electric propulsion units

De special condition SC E-18 waarnaar hier verwezen wordt is enkel van toepassing voor kleine sportvliegtuigen. Het beschrijft de regels waaraan de elektrische aandrijfsystemen dienen te voldoen, voor een toestel van categorie 1 uit de CS-23, wat 0-1 passagiers omvat. Een opvallend punt is de verwijzing naar de 'critical part' en diens faal mechanismes. Bij een nieuwe motor en aandrijving is het niet altijd eenvoudig om zonder langdurig en uitgebreid testen aantoonbaar te maken hoe de motor faalt en wat dan het kritieke onderdeel is. Fabrikanten en leveranciers dienen hier aantoonbaar te kunnen maken en voldoende vertrouwen op te wekken opdat de regelgevers akkoord zal gaan.

SC-LSA-F2480-01 Special condition LSA propulsion lithium batteries

De special condition SC-LSA-F2480-01 betreft voortstuwingsbatterijen voor kleine vliegtuigen van 2-4 passagiers (light sport aircraft). Het omvat een invulling voor de knelpunten, zoals aangeduid voor CS-23, alleen dan voor systemen op een kleinere schaal. Dit document kan dienen als startpunt om de regels voor voortstuwingsbatterijen van grotere aandrijfsystemen vorm te geven. Limitatie is wel dat het enkel van toepassing is voor Lithium batterij systemen.

SC E-19 EHPS Special condition electric/hybrid propulsion system

De special condition SC E-19 beschrijft het gebruik van een elektrische of hybride aandrijving voor een groter toestel onder CS-23. Het is een verdieping op de SC E-18 die alleen van toepassing is op LSA. Het is wel gelimiteerd tot elektrische systemen, waarbij een waterstof elektrische

aandrijving nu buiten de scope valt. Recentelijk is een elektrische motor van Safran door EASA gecertificeerd op basis van deze regelgeving.

Het startpunt is dat er een heldere definitie nodig is van de aandrijving. EHPS.20 laat open wat er allemaal onderdeel is van de aandrijving. Het is nu open ter interpretatie wat er allemaal onder de aandrijving valt en waarop deze regelgeving dus van toepassing is. Uiteindelijk kan ervoor gekozen worden om de batterij als onderdeel te zien van de aandrijving en niet als een separate energiebron, waarbij de batterij dan dient te voldoen aan EPHS.380. De aandrijving en operationele limieten vallen nu onder EHPS.40. Het cyclisch gebruik van een batterij zal ook operationele limieten opleggen gedurende de levensduur, iets wat nu niet vervat is door de regelgeving. Zoals eerder bij CS-23 ook al vermeld zal er onder de EPHS.100 voldoende gekeken moeten worden omtrent elektrische branden en thermal runaway van batterijen, opdat de brand bescherming en veiligheid van het systeem aangetoond kunnen worden. Zeker in het geval van een thermal runaway kan dit een uitdaging worden.

MOC-3 SC-VTOL Third Publication of Means of Compliance with the Special Condition VTOL

De MOC-3 SC-VTOL zijn van toepassing voor Urban Air Mobility en Vertical Take-Off and Landing, echter het bevat wel interessante informatie omtrent inspanning van EASA m.b.t. thermal runaway en batterij veiligheid. De verwachting is dat de opgedane kennis in de elektrische VTOL klasse zal worden verspreid naar andere type luchtvaartuigen. Deze MOC-3 SC-VTOL kan in aanvulling van de CS-23 en andere special conditions gebruikt worden, zoals eerder besproken. Deze MOC is minder limiterend voor batterijen dan de RTCA DO-311A, die nu van toepassing is voor alle batterijen in vliegtuigen. Het doel is een specificatie bieden voor batterijen doelbewust gebruikt voor enkel voortstuwing. Echter is het document gelimiteerd voor lithium gebaseerde batterijen.

3.2.2 Elektrisch/Waterstof middelgroot toestel

Deze sectie beschrijft de relevante wet- en regelgeving voor commerciële vliegtuigen die op regionale vluchten ingezet kunnen worden. Hierbij wordt uitgegaan van vliegtuigen die onder EASA CS-25 regelgeving vallen. Dit impliceert een maximum startgewicht van meer dan 19.000 lbs en/of een passagierscapaciteit van 20 of meer. Voorbeelden van bedrijven die dergelijke vliegtuigen of aandrijftechnieken ontwikkelen zijn Elysian, Heart Aerospace, Maeve, en ZeroAvia. Hieronder worden eerst potentiële knelpunten besproken die dergelijke partijen kunnen tegenkomen, waarna een meer algemene analyse over de ontwikkeling van deze nieuwe technieken in de relevante wet- en regelgeving volgt.

3.2.2.1 OEMs in ontwikkeling

Voorbeelden van OEMs die ontwikkeling doorlopen in de “Elektrisch/Waterstof middelgroot toestel” klasse zijn:

Heart Aerospace

Heart Aerospace ontwikkelt een hybride elektrisch vliegtuig, de ES-30, voor 30 passagiers voor regionale vluchten tot 800 km. De ES-30 wordt speciaal ontwikkeld voor verbeterde duurzaamheid en efficiëntie op korte afstand routes.

Heart Aerospace streeft ernaar om rond 2030 typecertificering voor de ES-30 te behalen. In 2024 onthulde Heart Aerospace zijn eerste full-scale demonstratievliegtuig, de Heart X1. De eerste vlucht van de X1, die uitsluitend op elektriciteit draait, wordt verwacht in het tweede kwartaal van 2025.

Na het X1-programma is Heart Aerospace van plan om een pre-productieprototype te bouwen, de Heart X2. De X2 zal ontwerpverbeteringen bevatten op basis van de operationele ervaring van de X1 en zal het hybride voortstuwingssysteem van het bedrijf bevatten, dat gepland staat voor een hybride-elektrische vluchtdemonstratie in 2026.

Een knelpunt voor het behalen van het type certificaat is de certificering van het electric/hybrid propulsion system, i.e. er is een CS-25 equivalent van SC E-19 nodig.

Heart Aerospace heeft niet gereageerd op dit onderzoek, daardoor is hun persoonlijke visie op internationale/nationale wet- en regelgeving niet bekend.

ZeroAvia

Naast de ZA600, zoals aangehaald in sectie 3.2.1, werkt ZeroAvia ook aan een grotere versie van hun elektrische motor met brandstofcel en vloeibare waterstof, de ZA2000. Doordat er naar vloeibare waterstof wordt gekeken, moet er een begrip komen van hoe het benodigde cryogene systeem in het vliegtuig geplaatst en gebruikt zal worden.

Er is niets bekend over de status en knelpunten, naast het feit dat er additioneel werk dient verricht te worden voor de implementatie en het gebruik van cryogene systemen ten behoeve van de energiedrager.

Elysian

Elysian Aircraft is een Nederlandse luchtvaartstartup die zich toelegt op het revolutioneren van vliegreizen met zijn batterij-elektrische technologie. Het bedrijf ontwikkelt de Elysian E9X, een emissievrij vliegtuig dat is ontworpen om maximaal 90 passagiers te vervoeren en tot 800 km te kunnen reizen op één lading.

De E9X wordt voorgesteld als een volledig elektrisch vliegtuig, echter heeft het een op brandstof gebaseerd systeem voor reserve energie. Dit maakt naast batterij gerelateerde regelgeving waarschijnlijk ook regelgeving m.b.t. conventionele brandstofsysteemen van toepassing.

Een knelpunt voor het behalen van het type certificaat is de certificering van het electric/hybrid propulsion system, i.e. er is een CS-25 equivalent van SC E-19 nodig. Verder is Elysian een relatief jong bedrijf, waar nog veel inspanning nodig zal zijn om een voldoende volwassen organisatie op te zetten.

Elysian heeft niet gereageerd op dit onderzoek, daardoor is hun persoonlijke visie op internationale/nationale wet- en regelgeving niet bekend.

Maeve

Maeve ontwikkelt een 80-passagier, hybride-elektrische vliegtuig. Maeve hun missie is om het eerste volledig gecertificeerde product op de markt te brengen vóór 2030.

Met behulp van de nieuwste batterijtechnologie kan E-01 een bereik van 550 km bereiken, dat in de loop van de tijd wordt verbeterd naarmate de batterijtechnologie verbetert. Als aanvulling op het vliegtuigaanbod ontwikkelt Maeve zijn eigen snel laad oplossingen voor klanten.

Maeve is van plan alle technologie zelf te ontwikkelen om dat mogelijk te maken.

Dezelfde knelpunten als voor Elysian gelden voor Maeve, i.e. een knelpunt voor het behalen van het type certificaat is de certificering van het electric/hybrid propulsion system, i.e. er is een CS-25

equivalent van SC E-19 nodig. Verder is Meave ook een relatief jong bedrijf, waar nog veel inspanning nodig zal zijn om een voldoende volwassen organisatie op te zetten.

Maeve heeft niet gereageerd op dit onderzoek, daardoor is hun persoonlijke visie op internationale/nationale wet- en regelgeving niet bekend.

Conscious Aerospace

Conscious Aerospace is bezig met de ontwikkeling van waterstof aandrijving met behulp van brandstofcellen. Hierbij wordt ingezet op twee typen: de HAPSS 2100 voor een toestel met ongeveer 30 zitplaatsen en de HAPPS 4000 voor een vliegtuig met ongeveer 60 zitplaatsen. Deze systemen willen ze inbouwen in bestaande turbopropstoestellen, waarbij ze bestaande motoren en brandstofsysteem vervangen door een volledig nieuwe aandrijftechnologie.

Voor beide systemen is een CS-25 certificatiebasis vereist. Gezien het een modificatie betreft met nieuwe technologie, is Conscious Aerospace in overleg met EASA voor de ontwikkeling van Special Conditions op CS-25 niveau (vergelijkbaar met de al bestaande SC E-19 voor kleinere vliegtuigen). Conscious Aerospace meldt dat ze een Innovation Project Contract (IPC) heeft met EASA voor deze ontwikkeling. De grote uitdaging zit echter in het ontwikkelen en goedgekeurd krijgen van de Acceptable Means of Compliance en de bijhorende industrie standaarden die nog in ontwikkeling zijn. Tevens moeten er CVE's worden opgeleid om voldoende kennis over waterstof systemen te hebben om onafhankelijk te kunnen verifiëren.

In de toekomst voorziet men ook de inzet en demonstratie van de technologie door middel van een prototype. In het kader van het vliegen met een prototype voor certificering worden de volgende onderwerpen verwacht: aangewezen vliegvelden moeten voorbereid zijn op het omgaan met waterstof als brandstof (tanken, ongevallen, enz.), licenties voor monteurs voor onderhoud, onderhoud van het vliegtuig en de motor, enz. Er wordt aangegeven dat er in Nederland nu nog geen luchthaven gereed is om dit type toestellen te faciliteren. Daarnaast zal er binnen de ILT-Luchtvaartautoriteit ook kennis en capaciteit beschikbaar gesteld moeten worden om in staat te zijn de ontheffingen te kunnen verlenen.

3.2.2.2 Relevante regelgeving

Relevante regelgeving in de "Elektrisch/Waterstof middelgroot toestel" klasse zijn:

CS-25 Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Large Aeroplanes

De certificatie specificaties vermeld in CS-25 zijn in het algemeen geschreven met de oplossing (oftewel een vliegtuig op kerosine) in gedachten. Hierdoor ontbreekt in veel gevallen een algemenere bewoording, waardoor andere voortstuwingstechnieken dan het verbranden van kerosine niet passen in de huidige regelgeving. Dit wordt ook geadresseerd in een rapport van de Energy Supply Device Aviation Rulemaking Committee voor de FAA ([DOT/FAA/TC-19/16](#)).

Naast de algemene terminologie zijn er ook een aantal aspecten waar het gebruik van batterijen of waterstof technieken afwijkt van de traditionele systemen voor een verbrandingsmotor op kerosine. In veel gevallen wijzigt niet zozeer de regelgeving zelf, maar zijn de Acceptable Means of Compliance niet langer van toepassing. Dit vergt inspanning van de regelgevende autoriteit om voldoende kennis op te bouwen, zodat men kan beoordelen of een voorgesteld ontwerp daadwerkelijk aan de eisen voldoet en het vliegtuig niet in gevaar brengt.

Ingaand op de Acceptable Means of Compliance komt ook naar voren dat in sommige gevallen huidige testprocedures niet meer van toepassing zullen zijn op de nieuwe technologie. Dit betekent dat deze moeten worden ontwikkeld en dat bepaald moet worden of deze ook acceptabel zijn om compliance aan te tonen. Voor CS-25 vliegtuigen is hier nog geen standaard voor ontwikkeld. Hetzelfde geldt voor analyse tools die nu worden gebruikt voor de ontwikkeling van conventionele vliegtuigen. Deze tools zijn gevalideerd voor gebruik bij het ontwerpen en analyseren van traditionele vliegtuigen. Echter zijn er geen referenties voor nieuwe voortstuwingstechnieken, waardoor deze tools op dit moment niet gevalideerd kunnen worden. Dit betekent dat veel Means of Compliance niet langer 'analyse' zullen zijn, maar 'test' moeten worden. Dit brengt extra uitdagingen mee voor OEMs, terwijl de toezichthouder zich dit goed dient te realiseren.

Verder zijn er een aantal onderwerpen waarop de eisen zelf, naast algemene terminologie, ook inhoudelijk gewijzigd zullen moeten worden. Dit geldt met name voor brandveiligheid, opslag en distributie van energie, EWIS, koeling, en de benodigde informatievoorziening van piloten en/of onderhoudspersoneel.

Waterstof en batterijen hebben namelijk andere brandeigenschappen dan kerosine (zo heeft waterstof een veel lagere minimum ontstekingsenergie). Dit betekent dat veiligheidseisen moeten worden heroverwogen voor verschillende energiebronnen; de huidige eisen zouden te ruim of onnodig streng kunnen zijn. Hetzelfde geldt voor brandbestrijding: DOT/FAA/TC-19/16 benoemt dat voor waterstof de enige effectieve blusstrategie het afsluiten van de toevoer is. Tot slot is het waardevol te heroverwegen of de huidige indeling van brandzones nog van toepassing is bij het gebruik van (hybride) elektrische voortstuwingssystemen, gezien de systeemdecompositie anders kan zijn dan bij conventionele vliegtuigen.

Voor waterstof aangedreven vliegtuigen moet de regelgeving voor de tank en bijbehorende systemen worden ontwikkeld. Dit betekent ook dat betrokken instanties hier expertise voor moeten opbouwen om de certificering uit te kunnen voeren. DOT/FAA/TC-19/16 raadt aan een nieuwe paragraaf toe te voegen aan CS-25 voor Fuel Cell System Safety. Waterstof brengt namelijk tal van uitdagingen met zich mee, waardoor zowel de materialen van het opslag- en distributiesysteem, als de ventilatie goed moeten worden ontworpen om hier mee om te gaan. Deze risico's worden ook besproken in [Eurocae ED-219](#).

Voor de certificering van opslag van energie middels batterijen is de hoofdvraag of CS-25.1353 en gerelateerde regelgeving ook toe te passen is op grote batterijen als onderdeel van het voortstuwingssysteem. Hierbij zal met name de vraag om redundantie en ontkoppeling van systemen centraal staan. Het EWIS systeem zal in geval van elektrische voortstuwing ook groter worden dan bij conventionele vliegtuigen. Dit betekent dat risico's die normaal worden afgedekt door CS-25 Subpart H bij deze nieuwe vliegtuigen groter kunnen zijn dan in de regelgeving is voorzien. Dit betekent dat met name de Acceptable Means of Compliance aangepast dienen te worden. Hierbij gaat het om zogenaamde thermal runaway, short-circuit, over-voltage, over-current, over-discharge, en failure propagation.

Zowel systemen op waterstof als batterijen hebben meer koeling nodig dan traditionele voortstuwingssystemen. Hiervoor zal gekeken moeten worden naar regelgeving rondom relevante testen, koelvloeistoffen en andere thermal management items. Dit heeft zowel impact op het energiesysteem voor voortstuwing (CS-25 Subpart E) als de APU (CS-25 Subpart J).

Het gebruik van met name elektrische voortstuwing maakt ook de (technische) weg vrij voor niet-conventionele manieren van voortstuwing en controle. Denk hierbij aan Distributed Electric Propulsion, of Differential Thrust systemen waarmee gestuurd kan worden. Hierbij zijn de gevolgen van een system failure anders te beoordelen dan bij traditionele systemen, waardoor op een nieuwe manier gekeken moet worden naar CS-25.1141 t/m CS-25.1155.

Tot slot zijn er bij het gebruik van waterstof en/of batterijen als energiebron andere parameters van belang om de staat van het systeem te meten dan bij kerosine. Hierbij moet gekeken worden naar de nauwkeurigheid waarmee deze parameters weergegeven kunnen worden, en welke veiligheidsmarges nodig zijn voor wat betreft de hoeveelheid energie die altijd aan boord moet zijn. Ook zullen piloten moeten wennen aan nieuwe informatie in de cockpit. De huidige CS-25 is voorschrijvend van aard over de instrumenten die in de cockpit geplaatst dienen te worden. Daardoor zal deze aangepast moeten worden wanneer elektrische voortstuwing van toepassing wordt. Ter illustratie: in plaats van pond per minuut zou Watt gebruikt kunnen worden als eenheid voor het gebruik van de energievoorraad.

SC E-19 EHPS Special condition electric/hybrid propulsion system

Zoals vermeld in sectie 3.2.1 biedt deze Special Condition de certificeringsbasis voor huidige elektrische voortstuwingssystemen en vliegtuigen. Echter is deze SC niet toe te passen op CS-25 vliegtuigen en ontbreken dergelijke kaders dus voor grotere vliegtuigen. Dit is een tekortkoming van de huidige technische regelgeving.

Overige documenten ter referentie

Naast de eerdergenoemde wet- en regelgeving bestaat er een aantal andere documenten die bijdragen aan standaard terminologie en architecturen. Zo bevat [ARP8676](#) van de SAE definities die bijdragen aan een uniforme terminologie op het gebied van elektrische voortstuwing, en [AIR8678](#) beschrijft architecturen voor elektrische voortstuwingssystemen. Ook benoemt dit laatste document het belang van een Thermal Management System (TMS) voor elektrische voortstuwing, gezien er meer warmte vrij zal komen dan bij conventionele motoren.

Verder beschrijft [Eurocae ED-219](#) relevante regelgeving en normen voor PEM brandstofcellen. Het beschrijft ook specifieke risico's waar in geval van waterstof rekening mee moet worden gehouden, zoals:

- H₂ embrittlement
- Diffusie/ permeabiliteit van H₂
- Chemische reacties (H₂ kan hydrides vormen met veel materialen, waarbij warmte vrijkomt en materiaaleigenschappen veranderen)
- Thermische expansie/contractie
- Interactie tussen componenten/materialen bij veranderingen in temperatuur

3.2.3 Elektrisch/Waterstof regionaal toestel

In principe gelden voor CS-25 vliegtuigen met waterstof verbranding in een turbinemotor dezelfde knelpunten als voor CS-25 vliegtuigen met een waterstof brandstofcel, met onderstaande uitzonderingen:

- Een systeem met H₂ verbranding heeft een kleinere impact op het EWIS systeem en bijbehorende koelsysteem, gezien er geen grote hoeveelheden elektrisch vermogen nodig zijn ten opzichte van een kerosine aangedreven vliegtuig;

- Een systeem met H₂ verbranding vereist certificatie van verbrandingsmotoren met waterstof als brandstof, maar heeft geen elektrische motor die gecertificeerd moet worden;
- Hoewel de informatievoorziening voor piloten waarschijnlijk meer op de huidige informatievoorziening lijkt door het gebrek aan een elektromotor, dient nog steeds beschouwd te worden welke informatievoorziening nodig is om de staat van operatie van het voortstuwingssysteem accuraat weer te geven.

3.2.3.1 OEMs in ontwikkeling

Voorbeelden van OEMs die ontwikkeling doorlopen in de “Elektrisch/Waterstof regionaal toestel” klasse zijn:

Fokker Next Gen

Fokker Next Gen (FNG) wil een vliegtuig ontwikkelen voor regionale vluchten onder CS-25 regelgeving, waarbij het uitgangspunt is om flexibel te zijn in de keuze van brandstof. Het doel is om een turbofan vliegtuig te ontwikkelen dat zowel op kerosine als vloeibaar waterstof (verbranding) kan vliegen. Hiervoor zullen aanpassingen gedaan moeten worden aan de motoren en het brandstofsysteem, hetgeen nieuwe certificatie vereist. FNG erkent dat specifieke luchtwaardigheidseisen nog ontwikkeld moeten worden voor het ontwerp, en dat voor veel bestaande eisen nieuwe Means of Compliance moeten worden geaccepteerd.

Wat betreft de operatie meldt FNG hetzelfde als Conscious Aerospace, namelijk de volgende onderwerpen: aangewezen vliegvelden moeten voorbereid zijn op het omgaan met waterstof als brandstof (tanken, ongevallen, enz.), licenties voor monteurs voor onderhoud, onderhoud van het vliegtuig en de motor, enz. Er wordt aangegeven dat er in Nederland nu nog geen luchthaven gereed is om dit type toestellen te faciliteren. Daarnaast zal er binnen de ILT-Luchtvaartautoriteit ook kennis en capaciteit beschikbaar gesteld moeten worden om in staat te zijn de ontheffingen te kunnen verlenen.

Voor de ontwikkeling van het vliegtuig wordt gekeken naar een ontwerporganisatie (DOA) en de productieorganisatie (POA) in Nederland. Hoewel hiervoor goedkeuring moet worden aangevraagd, wordt dit niet als belemmering gezien, en lijken de grootste obstakels met name te vinden in de regelgeving rondom luchtwaardigheid en operaties, en capaciteit en kennis bij EASA.

3.3 Analyse knelpunten technologie

Samenvattend zijn er een aantal categorieën van knelpunten op het technisch vlak die relevant zijn voor de certificering van duurzame vliegtuigen. Het is belangrijk te beseffen dat er nog geen CS-23 of CS-25 vliegtuigen bestaan die het volledige certificeringstraject hebben doorlopen. Hieronder volgt een kort overzicht met issues die overkoepelend te verwachten zijn voor de verschillende typen vliegtuigen en use-cases die tot nu toe zijn besproken.

Nederlandse wet- en regelgeving

De Nederlandse wet- en regelgeving werpt niet direct knelpunten op in het onderscheid tussen aandrijftechnieken en is gebaseerd op dat er meer van hetzelfde zal komen in de toekomst, via bestaande ICAO en EASA-processen. Echter, er moet wel rekening mee worden gehouden dat nieuwe innovaties significante wijzigingen aan bijvoorbeeld de beoordeling van de toekenningen van het Bewijs van Luchtwaardigheid, het monitoren van de blijvende luchtwaardigheid en de erkenning van Continuing Airworthiness Management Organisations (CAMO) kunnen omvatten die meer kennis en inzet van de autoriteiten vragen en tegelijkertijd zullen plaatsvinden. De procedures, inzet en kennis voor het toekennen van het BvL als ook van licenties en certificaten dienen nagelopen te worden om te ontdekken of er beperkingen zijn door toedoen van de innovatieve aandrijftechnieken. Dit dient intern bij lenW en ILT-Luchtvaartautoriteit te gebeuren.

Ook voor de ontwikkelingsfase biedt de wet- en regelgeving houvaten maar ontstaan mogelijk knelpunten als niet de juiste kennis of capaciteit aanwezig is om aanvragen te beoordelen. Om een in een ontwikkeling zijnde luchtvaartuig in Nederland van de grond te krijgen, zullen Oems waarvan op termijn ook het beheer van de blijvende luchtwaardigheid van de luchtvaartuigen vanuit Nederland is voorzien, moeten samenwerken met een partij die als CAMO zal fungeren. De ILT-Luchtvaartautoriteit zal in een vroeg stadium van het certificatieproces van deze luchtvaartuigen betrokken moeten worden om de nodige kennis op te doen, om vervolgens op haar beurt de demonstratiefase te faciliteren via het verlenen van ontheffing voor testvluchten en de erkenning voor de CAMO.

Certificatie Basis

De huidige CS-23 en CS-25 zijn niet toereikend om een type toestel met nieuwe aandrijftechnieken te certificeren. Hier dient gebruik gemaakt te worden van bestaande Special Conditions, die aanvullend op de CS gebruikt kunnen worden. Indien de CS en SC niet afdoende worden bevonden door EASA en de OEM, zullen er Certification Review Items (CRI) geïntroduceerd worden. Deze zullen vastleggen hoe de OEM bij EASA zal aantonen dat het nieuwe toestel toch zal voldoen aan de wet- en regelgeving of nieuwe regelgeving zal worden gecreëerd (wellicht eerst in de vorm van SC). Het is nu al duidelijk dat er gebruik gemaakt dient te worden van CRI's bij de innovatieve aandrijftechnieken, echter is dat niet concreet te maken zonder een specifiek toestel.

Means of Compliance

De Means of Compliance zijn er om aantoonbaar te maken dat je zal voldoen aan de regels uit de Certificatie Basis. De huidige Means of Compliance zijn toegespitst op traditionele vliegtuigen met kerosine als brandstof. Zowel voor batterij-elektrisch, waterstof-elektrisch, als voor waterstof verbranding ontbreekt de wijze hoe je aantoonbaar kan maken dat je voldoet aan de regels uit de Certificatie Basis (CS en SC). Zoals bij de Certificatie Basis kan er gebruik gemaakt worden van de Certificatie Review Items om geval per geval een overeenkomst te bereiken tussen EASA en de OEM.

Ontbrekende standaarden

Als aanvulling op de Means of Compliance en de CRI's die door EASA ontwikkeld worden, worden er universele standaarden ontwikkeld. Hierbij zit er een groep experts uit de industrie en regelgeving samen om een manier vast te stellen hoe je kan aantoonbaar maken dat de innovatieve aandrijftechniek voldoet aan de regels, i.e. de universele Means of Compliance. Hoewel SAE, Eurocae en ASTM nieuwe standaarden hebben ontwikkeld en nog aan het ontwikkelen zijn voor duurzame aandrijftechnieken en toestellen, zijn deze nog niet dekkend voor zowel CS-23 als CS-25 toestellen.

CS-23 vs CS-25

Special Conditions zijn op dit moment ontwikkeld voor met name kleine elektrische vliegtuigen (LSA). De ontwikkeling van regelgeving omtrent kleine waterstof vliegtuigen is ook al verder gevorderd. De ietwat grotere toestellen voor commercieel gebruik (CS-23) hebben al wel wat overgenomen van de kleine toestellen, met name Special Conditions, maar daar ontbreken waterstof aangedreven vliegtuigen. De grotere (CS-25) batterij-elektrische en waterstof toestellen zijn helemaal nog niet in acht genomen. Gezien de hogere massa van elektrische voortstuwing is de verwachting dat juist meer duurzame vliegtuigen in deze zwaardere CS-25 categorie zullen vallen ten opzichte van traditionele vliegtuigen. Het is nu een feit dat EASA, via het beleid van CRI, aanpassingen maakt op de huidige wet- en regelgeving. In dat opzicht is er wel werk wat verzet dient te worden, maar dat is dan geval per geval. Er is dus geen invloed op uit te oefenen, buiten door een fabrikant financieel te ondersteunen om door het proces te lopen.

Betrouwbaarheid van elektrische systemen

Wanneer elektrische voortstuwing gebruikt wordt, is het betreffende elektrische systeem kritisch voor de vliegveiligheid. Dit betekent dat er scherp gekeken moet worden naar single points of failure, en dat een hoge betrouwbaarheid vereist wordt. Hiervoor is het mogelijk noodzakelijk om het voortstuwingssysteem te scheiden van andere elektrische systemen. Enkel voortbouwen op kennis van vorige generaties vliegtuigen is hierbij niet mogelijk. Bovendien zal het EWIS systeem belangrijker zijn dan bij conventionele vliegtuigen, waardoor ook hier extra aandacht aan besteed dient te worden.

Brandveiligheid

Zowel voor waterstof als batterijen geldt dat deze energiebronnen een ander brandgedrag vertonen dan kerosine. Daarom moeten de brandeigenschappen goed geanalyseerd worden en meegenomen in het ontwerp- en certificatieproces. Zowel preventie als bestrijding van deze branden is nog niet vastgelegd in de huidige regelgeving.

Informatievoorziening piloten

Met name bij elektrisch vliegen zullen er nieuwe manieren zijn om de systeemstatus van het voortstuwingssysteem (en de rest van het vliegtuig) weer te geven in de cockpit. Een deel van de huidige informatievoorziening wordt irrelevant, en nieuwe regelgeving is nodig om een zo eenduidig mogelijk beeld voor de piloten te ontwikkelen. Hiervoor moet eerst bepaald worden welke informatie noodzakelijk is voor het veilig bedienen van een dergelijk toestel.

Fase 2: De Duurzame Vliegtuig Operatie

Dit hoofdstuk beschrijft de wet- en regelgeving die van toepassing is op de operatie van een duurzaam vliegtuig. In dit hoofdstuk zullen we ons beperken tot een analyse op praktische inzetbaarheid en de wet- en regelgeving die inzet van vliegtuigen regelt. Dit doen we zowel voor operaties op de grond als operaties in de lucht. Het gaat hier om een eerste aanzet waarbij we aantekenen dat er in de toekomst wellicht aanvulling zullen komen. Daar waar aannames gedaan worden over het gebruik van toekomstige duurzame vliegtuigen zal dit vermeld worden.

In dit hoofdstuk wordt de operatie van een vliegtuig verdeeld in de volgende onderwerpen; regelgeving m.b.t. bemanning, vluchttuitvoering, luchtvaartterreinen en luchtverkeersleiding. In sectie 4.2 zal dan nog dieper worden ingegaan op verschillende technische aspecten van de operatie.

4.1 Wet- en regelgevingskader operatie

De EASA Basisverordening vormt het uitgangspunt van Europese regelgeving op het gebied van luchtvaartveiligheid. Onder de Basisverordening hangen een aantal Verordeningen die de regelgeving op deelonderwerp meer specifiek uitwerken. Voor de tweede fase van dit onderzoek zijn die met betrekking tot de operatie relevant. Vier aspecten zullen behandeld worden:

1. Bemanning
2. Vluchttuitvoering
3. Luchtvaartterreinen
4. Luchtverkeersleiding

Voor deze analyse zal worden gekeken naar Europese en Nederlandse wetgeving die de uitvoering direct raakt, maar ook naar ondersteunende regelgeving.

4.1.1 Regulation of Air Crew | Bemanning

Piloten en cabinepersoneel die betrokken zijn bij vluchttuitvoering, evenals organisaties en personen die verantwoordelijk zijn voor opleiding, toetsing, controle en medische keuring, moeten voldoen aan de essentiële eisen uit bijlage IV van de EASA Basis Regulation (EU) 2018/1139. Deze vereisten zijn verder uitgewerkt in [Verordening \(EU\) 1178/2011](#), ook bekend als de **Aircrew Regulation**, waarin de technische en administratieve procedures voor de bemanning van burgerluchtvaartuigen worden vastgelegd.¹²

Regelgeving uit de Aircrew Regulation die in het kader van dit onderzoek relevant is bestaat uit Flight Crew Licensing (Part-FCL), waarin een onderscheid wordt gemaakt tussen bewijzen van bevoegdheid (brevet) voor piloten die commerciële vluchten uitvoeren en voor niet-commerciële of privé vluchten, en waar van toepassing, vereisten voor Cabin Crew (Part-CC). Daarnaast bevat ze regels voor toezichthoudende autoriteiten (Authority Requirements for Aircrew, Part-ARA) en voorschriften voor opleidingsorganisaties (Organisation Requirements for Aircrew, Part-ORA).

Een belangrijk aspect van deze regelgeving is dat piloten over de juiste theoretische kennis en praktische vaardigheden moeten beschikken, passend bij hun functie en de risico's van hun specifieke operaties. Echter, omdat vliegtuigen met nieuwe aandrijftechnieken nog in ontwikkeling

¹² Zie ook EASA, Easy Access Rules for Aircrew (Regulation (EU) No 1178/2011)

zijn, kunnen piloten hier nog niet voor worden getraind en gecertificeerd onder de huidige regelgeving.

Na het voltooien van de basisopleiding tot vlieger ontvangt een piloot een vliegbrevet waarmee commercieel of privé gevlogen mag worden. Op het vliegbrevet staat vermeld op welke types vliegtuigen een vlieger mag vliegen. Complexe vliegtuigen¹³, door hun ontwerp of vlieggedrag, hebben altijd een eigen opleiding die leidt tot een eigen erkenning op het vliegbrevet. Minder complexe vliegtuigen kunnen in groepen ingedeeld worden en op het brevet vermeld worden, een aantekening van deze groep leidt tot een bevoegdheid om ieder vliegtuig dat in deze groep gecertificeerd is te mogen besturen. Een eerste stap richting nieuwe duurzame vliegtuigen is gezet door de aanpassing van de groep Single Engine Piston (SEP), binnen deze groep vallen nu ook elektrische of hybride aangedreven vliegtuigen met een motor geplaatst op de langs-as van het vliegtuig.

Op basis van Hoofdstuk 2 van de Wet Luchtvaart is het in Nederland verboden een luchtvaartuig te bedienen zonder een geldig bewijs van bevoegdheid. Om toch piloten te kunnen laten vliegen met elektrische toestellen, heeft de ILT-Luchtvaartautoriteit eerder al gebruikgemaakt van de uitzonderingsmogelijkheid in artikel 71 van de EASA Basis Regulation, door een ontheffing te verlenen voor de opleiding van piloten op de Pipistrel Virus Electro.¹⁴ Deze zelfde route kan theoretisch ook gebruikt voor andere onder CS23 gecertificeerde vliegtuigen.

In aanvulling op de wettelijke vereisten voor trainingen kan een fabrikant zogenaamde Operational Suitability Data (OSD) opstellen. Hierin worden aanvullende eisen gesteld aan de invulling van de training en kunnen accenten gelegd worden. Een trainingsprogramma wordt opgesteld door de operator van het nieuwe vliegtuig, of door een trainingsorganisatie waar de operator de training inkoopt. Het trainingsprogramma zal dus moeten voldoen aan de wet maar ook aan hetgeen gesteld in de OSD. Zoveel mogelijk training zal plaatsvinden op een vliegtuig simulator. Deze simulatoren zijn er in diverse types. De zogenaamde procedure trainers (Flight Navigation Procedure Trainers, FNPT) en de bewegende vliegtuigsimulatoren (full motion simulator). Deze bewegende simulatoren zijn zo ontworpen dat ze het gedrag van een vliegtuig realistisch nabootsen waardoor ze een belangrijke rol spelen in de opleiding van vliegers. Om deze bewegende simulatoren gecertificeerd te krijgen moet de ontwerper aantonen dat de simulator het vliegtuiggedrag realistisch nabootst. Het traject voor certificatie van een simulator is gelijk aan dat van een simulator voor een conventioneel vliegtuig. In afwachting van een full motion simulator zullen alle trainingen op een echt vliegtuig moeten plaatsvinden.

Wanneer de initiële training afgerond is wordt een examen afgenomen en kan een typegoedkeuring worden bijgeschreven op het vliegbrevet. Hierna zal de operator die het vliegtuig operationeel wil gaan inzetten een periode van lijntraining moeten beginnen waarbij een gezagvoerder (lijntrainingscaptain) een minder ervaren collega begeleidt tijdens het opdoen van ervaring tijdens de operatie.

¹³ Complexe vliegtuigen zijn uitgerust met een turbinemotor, zwaarder dan 5900kg, hebben een capaciteit van 19 passagiers of meer of zijn gecertificeerd voor het vliegen meer dan een vlieger in de cockpit.

¹⁴ [ILT-2022/9719](#)

4.1.2 Air Operations | Vluchtuitvoering [door luchtvaartuigexploitanten]

Luchtvaartuigexploitanten moeten bij de uitvoering van vluchten voldoen aan de geldende Europese regelgeving. De basis hiervoor is vastgelegd in de EASA Basis Verordening (2018/1139) met specifieke eisen in bijlage V en, indien van toepassing, bijlage VII en VIII.

Daarnaast zijn de technische eisen en administratieve procedures voor vluchtuitvoering nader uitgewerkt in [Verordening \(EU\) 965/2012](#), ook wel bekend als de **Air Operations Regulation**¹⁵. Deze regelgeving maakt onderscheid tussen verschillende operationele categorieën, waaronder commerciële luchttransportoperaties (CAT), niet-commerciële operaties met complexe motor-aangedreven vliegtuigen (NCC) en niet-commerciële operaties met andere dan complexe motor-aangedreven vliegtuigen (NCO). Daarnaast vallen ook gespecialiseerde operaties (SPO) waarbij een luchtvaartuig wordt gebruikt voor bijvoorbeeld landbouw, bouw of luchtfotografie. De focus in dit onderzoek ligt op de CAT en NCC categorieën.

Figuur 6 geeft een schematische weergave van de **Air Operations Regulation en de bijlagen**. Hieronder wordt dieper ingegaan op de benodigheden voor luchtvaart exploitanten voor een vluchtuitvoering, namelijk het Air Operator Certificate, exploitatievergunning en CAMO erkenning.



Figuur 6: Schematische weergave van de Air Operations Regulation en de bijlagen

Voor het vervoer van personen en/of goederen door de lucht gelden [artikel 16 van de Luchtvaartwet](#) en Verordening 1008/2008. Luchtvervoer in, naar of uit Nederland is alleen toegestaan voor luchtvaartmaatschappijen met een vergunning. Daarnaast verbiedt [artikel 4.1 van de Wet Luchtvaart](#) commerciële vluchten (CAT) zonder een **Air Operator Certificate (AOC)**.

Voor kleinschalig vervoer dat niet commercieel wordt aangeboden kan een ontheffing worden verleend op basis van artikel 16d van de Luchtvaartwet. Het gaat dan bijvoorbeeld om General Aviation of vervoer door bedrijven voor uitsluitend eigen vervoer met eigen vliegtuigen, waarbij de piloten in dienst zijn van het bedrijf. Een AOC is dan niet vereist. Afhankelijk van de specificaties van het vliegtuig (NCC of NCO) en het vluchttype (SPO) vallen deze operaties onder de voorwaarden die gelden voor deze categorieën vluchtuitvoering van Verordening 965/2012.

Voor de commerciële privé- en zakenluchtvaart, waarbij bedrijven of individuen een volledig luchtvaartuig huren van een chartermaatschappij voor privé of zakelijk gebruik, geldt voor die

¹⁵ Zie ook, Easy Access Rules for Air Operations (Regulation (EU) No 965/2012)

chartermaatschappij de AOC vereiste. Luchtvaartmaatschappijen die reguliere commerciële vluchten aanbieden, moeten daarnaast ook in het bezit zijn van een **exploitatievergunning** ("operating licence"). Het beheer en onderhoud van luchtvaartuigen voor commerciële doeleinde geschiedt enkel door een erkende **CAMO** (*Continuing Airworthiness Management Organisation*).

4.1.2.1 Air Operator Certificate

Een AOC stelt vast dat de onderneming beschikt over voldoende beroepsbekwaamheid en de organisatie om de veiligheid van hun activiteiten te garanderen. De AOC wordt afgegeven door de bevoegde autoriteit van het land waarin de onderneming is gevestigd, voor Nederland is dat de ILT-Luchtvaartautoriteit. Onder bepaalde voorwaarden kan een EU-lidstaat deze verantwoordelijkheden overdragen aan EASA,¹⁶ die dan bevoegd is voor de initiële certificering, het permanente toezicht en de handhaving van de EASA AOC. Nederland maakt hier op dit moment geen gebruik van.

Voor de certificering van exploitanten van commercieel luchtvervoer (CAT) geeft de ILT-Luchtvaartautoriteit een AOC af wanneer de exploitant heeft aangetoond te voldoen aan vereisten van [Verordening \(EU\) 965/2012](#), zoals die zijn opgenomen in ORO.AOC.100 van Bijlage III. Dit betreft o.a.:

- Een beschrijving van de voorgestelde activiteit, inclusief (de) type(n) en het aantal geëxploiteerde luchtvaartuigen, **die beschikken over een bewijs van luchtwaardigheid**.
- Een beschrijving van het gebruikte beheersysteem, inclusief organisatiestructuur, die geschikt zijn voor en in verhouding staan tot de omvang en toepassing van de activiteit.
- Het vluchthandboek (Operating Manuals) met alle instructies, informatie en procedures die het vluchtuiterpersoneel nodig heeft om zijn taken te kunnen uitoefenen.
- Het voldoen aan alle toepasselijke eisen van Bijlage IV van de EASA Basisverordening en Bijlage III (ORO), IV (CAT) en V (SPA) van Verordening 965/2012 voor zover van toepassing.

De aanvraag van een initiële AOC is een complex proces dat per situatie verschilt en nauw moet worden afgestemd tussen de aanvrager en de ILT-Luchtvaartautoriteit. Dit proces omvat in ieder geval een on-desk beoordeling van de Operations Manuals. Pas wanneer deze als compliant zijn beoordeeld, volgt een on-site audit. Daarnaast is het ook mogelijk om een bestaande AOC te wijzigen, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen wijzigingen die vooraf goedkeuring behoeven (prior approval) en die geen voorafgaande goedkeuring van de ILT-Luchtvaartautoriteit vereisen (not-requiring prior approval).

Het is in dit stadium nog onduidelijk via welke constructie de commerciële exploitatie van vliegtuigen met nieuwe aandrijftechnieken is voorzien. Alhoewel het de verantwoordelijkheid is van de exploitant die een aanvraag indient voor een initiële AOC of wijziging van een bestaande AOC om aan te tonen dat aan alle voorwaarden is voldaan, kan wel al worden ingezet op het vergaren van de nodige expertise, het inrichten van processen en het opzetten van samenwerking met partijen om een dergelijke aanvraag spoedig te kunnen beoordelen, door de ILT-Luchtvaartautoriteit.

4.1.2.2 Exploitatievergunning

De luchtvaartuigexploitant of -maatschappij, die commerciële diensten, dus tegen vergoeding en/of chartervluchten, wil aanbieden voor het vervoeren van passagiers, vracht en/of post binnen de Europese Economische Ruimte (EER),¹⁷ ook in bezit moet zijn van een **exploitatievergunning**

¹⁶ EASA Basisverordening, Art. 64-65.

¹⁷ Bij de Europese Economische Ruimte (EER) horen alle EU-landen plus Liechtenstein, Noorwegen en IJsland.

(*operating licence*). Deze vergunning is niet nodig voor het uitvoeren van lokale vluchten (binnen Nederland), het uitvoeren van niet-commercieel luchtvervoer, general en business aviation.

De voorwaarden voor het verkrijgen van een exploitatievergunning zijn Europees vastgelegd in [Verordening 1008/2008 inzake gemeenschappelijke regels voor de exploitatie van luchtdiensten in de Gemeenschap](#). De exploitatievergunning bevestigt of de onderneming financieel en operationeel in staat wordt geacht om luchtvervoer uit te voeren. De ILT-Luchtvaartautoriteit kan een vergunning afgeven aan een onderneming als aan een aantal voorwaarden is voldaan,¹⁸ waaronder:

- De hoofdvestiging van de onderneming is in Nederland gevestigd.
- De onderneming heeft een door de ILT-Luchtvaartautoriteit afgegeven Air Operator Certificate.
- De onderneming is eigendom (meer dan 50%) van lidstaten en/of onderdanen van lidstaten, en die er daadwerkelijk zeggenschap (controle) over uitoefenen.
- De onderneming voldoet aan uitgebreide financiële eisen die de financiële draagkracht tonen, zie artikel 5 en bijlage 1 van Verordening 1008/2008.
- De onderneming voldoet aan verzekeringsvoorschriften van artikel 11 van Verordening 1008/2008 en de verzekeringseisen van Verordening 785/2004.

Voor de aanvraagprocedure heeft de ILT-Luchtvaartautoriteit een uitgebreide [toelichting met een checklist voor mee te leveren documenten](#) op haar website gepubliceerd. Er gelden nu minder strenge eisen voor een exploitatievergunning voor vervoer met kleine luchtvaartuigen (Maximum Take-Off Mass (MTOM) < 10t en < 20 passagiers) ten opzichte van grote typen luchtvaartuigen (MTOM ≥ 10t en > 19 passagiers). Met het oog op de nieuwe luchtvaartuigtypen die nu in ontwikkeling zijn, zou het nuttig zijn dat de ILT-Luchtvaartautoriteit dit onderscheid tegen het licht houdt, alsmede de haalbaarheid van de nu geldende voorwaarden voor een exploitatievergunning voor exploitanten van nieuwe type luchtvaartuigen, mocht men de toetreding van duurzame luchtvaartuigen willen.

4.1.2.3 CAMO erkenning

Een Continuing Airworthiness Management Organisation (CAMO) is verantwoordelijk voor het waarborgen van het onderhoud en de luchtwaardigheid van de bij haar in beheer zijnde luchtvaartuigen. Luchtvaartmaatschappijen zijn verplicht een eigen CAMO-erkenning te hebben voor hun vloot. In andere gevallen mag de gebruiker of exploitant een CAMO contracteren.

De ILT-Luchtvaartautoriteit verleent een CAMO-erkenning aan organisaties met hun hoofdvestiging in Nederland, mits zij voldoen aan de voorwaarden van Verordening (EU) 1321/2014, zoals vastgelegd in Annex I (Part-M) en Annex Vc (Part-CAMO). Daarnaast kan een CAMO aanvullende nationale privileges verkrijgen op basis van Regeling erkenningen luchtwaardigheid 2008.

Een CAMO kan onderhoud uitbesteden aan een onderhoudsbedrijf dat is erkend via een Maintenance Organisation Approval (MOA). Daarnaast waarborgt een Maintenance Training Organisation Approval (MTOA) de opleidingen voor onderhoudstechnici.

Voor General Aviation kan een erkende Combined Airworthiness Organisation (CAO), op basis van Annex Vd (Part-CAO) van Verordening (EU) 1321/2014, onderhoud, luchtwaardigheidsbeheer

¹⁸ Voor een volledig overzicht, zie Art. 4 van Verordening 1008/2008 en de daarbij behorende Interpretatieve richtsnoeren - Regels inzake eigendom van en zeggenschap over EU-luchtvaartmaatschappijen (2017/C 191/01)

en -beoordelingen combineren. Dit is uitsluitend voor luchtvaartuigen die niet complex motor-aangedreven zijn en niet op een AOC staan van een luchtvaartmaatschappij

Omdat vliegtuigen met nieuwe aandrijftechnieken nog in ontwikkeling zijn en de initiële certificeringsprocedures voor luchtwaardigheid nog niet zijn afgerond, is vergunningverlening voor bedrijven die de permanente luchtwaardigheid (continuing airworthiness) van deze toestellen moeten waarborgen voorlopig niet aan de orde. Vanuit efficiëntieoogpunt is het echter wel aan te raden dat de ILT-Luchtvaartautoriteit tijdens de beoordeling van de initiële luchtwaardigheid alvast bekijkt hoe het beheer en de erkenning van de continuing airworthiness kan worden ingericht.

Voor de Pipistrel Velis Electro (SW 128) heeft de ILT-Luchtvaartautoriteit inmiddels geoordeeld dat er binnen de erkende onderhoudsorganisaties inmiddels voldoende gekwalificeerde onderhoudstechnici beschikbaar zijn om het toestel na onderhoud vrij te geven voor een volgende vlucht. Hierdoor is een verlenging van de ontheffing voor continuing airworthiness niet langer noodzakelijk.¹⁹

4.1.3 Aerodromes | Luchtvaartterreinen

Regels met betrekking tot gebruik van luchtvaartterreinen, ook wel luchthavens, in Nederland vallen onder nationale of Europese wetgeving, afhankelijk van het type luchthaven. Op basis van Artikel 8.1 van de Wet Luchtvaart kent Nederland verschillende typen luchthavens; naast Schiphol Airport waarvoor aanvullende regels gelden, betreft dit overige burgerluchthavens, waarin onderscheid wordt gemaakt tussen luchthavens van nationale en regionale betekenis, en militaire luchthavens. In deze sectie gaan we dieper in op de operationele aspecten van luchthavens en de knelpunten die hierbij naar voren komen met betrekking tot duurzame luchtvaart.

4.1.3.1 Veiligheid- en milieucertificering

Het is in Nederland verboden een luchthaven in bedrijf te hebben indien voor deze luchthaven geen luchthavenbesluit of luchthavenregeling geldt. Het luchthavenbesluit is een vergunning en bevat regels voor de vliegveiligheid, de activiteiten van de luchthaven en de bescherming van de omgeving. Voor Schiphol Airport gelden de aanvullende vereisten van een Luchthavenverkeerbesluit (LVB), bevattende normen voor de geluidsbelasting en de regels voor het gebruik van banen en het luchtruim, en een Luchthavenindelingbesluit (LIB) met regels voor de ruimtelijke indeling van de luchthaven Schiphol en de bestemming en gebruik van de gronden rondom de luchthaven. De [Regeling milieu-informatie luchthaven Schiphol](#) bevat regels omtrent het registreren en verstrekken van milieu-informatie over het luchtverkeer. Voor de overige burgerluchthavens zijn regels voor geluidbelasting en externe-veiligheidsrisico's vastgelegd in het [Besluit burgerluchthavens](#) en de [Regeling burgerluchthavens](#).

Hieronder wordt de regelgeving met betrekking tot veiligheid en certificering van Nederlandse luchthavens voor de verschillende typen luchthavens kort uiteengezet.

Nationale luchthavens, inclusief Schiphol Airport

De nationale luchthavens Schiphol Airport, Rotterdam The Hague Airport, Maastricht Aachen Airport en Groningen Airport Eelde zijn Europees gecertificeerd op basis van een EASA-veiligheidscertificaat. De EASA Basis Verordening (EU 2018/1139) Annex VII behandelt de eisen waaraan deze luchthavens moeten voldoen, en in [Verordening \(EU\) Nr. 139/2014](#) zijn deze eisen inhoudelijk verder uitgewerkt. De exploitant van de luchthaven vraagt een Europees

¹⁹ ILT-2020/51992

veiligheidscertificaat aan bij de ILT-Luchtvaartautoriteit, die toetst of aan de voorwaarde van de EASA-regelgeving is voldaan. Naast de EASA-regelgeving valt het deel omtrent milieucertificaten onder de verantwoordelijkheid van de ILT-Luchtvaartautoriteit.

Met het EASA-veiligheidscertificaat toont de exploitant van de luchthaven aan dat de luchthaven, o.a., beschikt over een veiligheidsmanagementsysteem en de vliegveiligheidsrisico's op het terrein beheert. Het veiligheidscertificaat is geldig voor onbepaalde tijd, maar als de bedrijfsprocessen, operaties of bijvoorbeeld de inrichting van de luchthaven veranderen, moet de exploitant een wijziging van het veiligheidscertificaat aanvragen voordat de wijzigingen worden doorgevoerd. In Nederland geeft de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT-Luchtvaartautoriteit) veiligheidscertificaten uit, beheert wijzigingen en houdt zowel veiligheidstoezicht als milieutoezicht op deze luchthavens. Gezien de significante wijzigingen die vliegtuigen met nieuwe aandrijftechnieken met zich meebrengen t.o.v. de operatie op de luchthaven (zie sectie 3.2), zal de ILT-Luchtvaartautoriteit, in afwachting op EASA-vereisten, zich moeten voorbereiden op het kunnen beoordelen en toetsen van de werkwijze en processen die bij deze technieken van toepassing zijn. Zonder een EASA-richtlijn zal de ILT-Luchtvaartautoriteit zelf kunnen bepalen wat de mogelijkheden zijn binnen Nederland, door gebruik te maken van de uitzonderingsregels.

Luchthaven Lelystad Airport is momenteel de enige luchthaven van nationaal belang die gecertificeerd is volgens de nationale normering voor luchthavens van regionale betekenis. De luchthaven hoeft met de huidige passagiersaantallen niet te voldoen aan de vereiste van de EU-verordening.

Regionale luchthavens

Luchthavens van regionaal belang zijn alle luchthavens in Nederland met een luchthavenbesluit of –regeling, afgegeven door de provincie. Het toezicht op milieu en externe veiligheid van regionale luchthavens valt onder verantwoordelijkheid van de desbetreffende provincie. Regionale luchthavens hebben alleen met de ILT-Luchtvaartautoriteit te maken voor de inrichting en het veilig gebruik van de luchthaven, zoals vastgelegd in de [Regeling veilig gebruik luchthavens en andere terreinen](#) (RVGLT). De Regeling is gebaseerd en verwijst naar de inhoud van ICAO Annex 14. Annex 14 Volume I regelt de luchthavens, terwijl Volume II de heliports regelt. Heliports worden in deze analyse niet behandeld.

Een nationaal veiligheidscertificaat is alleen noodzakelijk voor een luchthaven met luchthavenbesluit. De exploitant van een regionale luchthaven vraagt het certificaat aan bij de ILT-Luchtvaartautoriteit. De inhoudelijke eisen waaraan de exploitant van een regionale luchthaven moet voldoen, staan in de RVGLT. Voor wat betreft certificering, beschrijft artikel 4 van de regeling de vereisten van het veiligheidsmanagementsysteem waar de exploitant van de luchthaven over moet beschikken. Ook hier is het veiligheidscertificaat geldig voor onbepaalde duur en moeten wijzigingen vooraf bij de ILT-Luchtvaartautoriteit worden aangevraagd.

De RVGLT werpt niet direct blokkades op voor wat betreft de operatie van vliegtuigen met nieuwe aandrijftechnieken. Het is wel de vraag of kleinere, regionale luchthavens aan de inrichting-vereisten kunnen voldoen en zelfstandig een dergelijk en veiligheidsmanagementsysteem voor nieuwe operatie typen kunnen inrichten. Artikel 8a.1 van de Wet Luchtvaart biedt de mogelijkheid om een ontheffing te verlenen als gevolg van bijzondere omstandigheden de regels in redelijkheid geen toepassing kunnen vinden.

De RVGTL is in ieder geval van toepassing op de luchthavens van Ameland, Breda, Budel, Drachten, Hilversum, Hoogeveen, Lelystad, Midden-Zeeland, Oostwold, Teuge, Texel en Twente.

Militaire luchthavens

Voor militaire luchthavens met civiel gebruik is de [Regeling veiligheidseisen burgerexploitant militaire luchthavens](#) van toepassing. Deze zal in deze analyse niet verder bekeken worden.

4.1.3.2 Regulering van slots

[Verordening \(EEG\) nr. 95/93](#) betreft gemeenschappelijke regels voor de toewijzing van "slots" op communautaire luchthavens en biedt EU-lidstaten de mogelijkheid om luchthavens aan te wijzen als volledig (slot) gecoördineerde luchthavens. Deze bevoegdheid is in Nederland uitgewerkt in het [Besluit slotallocatie](#). Slot gecoördineerde luchthavens in Nederland zijn Schiphol, RTHA en Eindhoven Airport.

Op een slot gecoördineerde luchthaven mogen luchtvaartmaatschappijen alleen binnen een toegewezen slot landen of opstijgen. Via een uitgebreid slotallocatie proces en op basis van objectieve criteria, wijst een onafhankelijke slotcoördinator, hier de Airport Coordination Netherlands (ACNL), de slots toe en verdeelt deze onder bestaande gebruikers van de airport en nieuwe aanbieders. Als de luchtvaartmaatschappij het slot gebruikt, bouwt het een historisch recht op en mag het dit slot blijven gebruiken. Alleen slots die niet gebruikt worden, worden via het allocatieproces opnieuw toegewezen.

De hoeveelheid beschikbare slots op een luchthaven is gebaseerd op o.a. operationele capaciteit en geluidsregels en wordt door de luchthavenexploitant vastgesteld. Vanwege de beperkte beschikbaarheid en vrijkomen van slots op bijvoorbeeld Schiphol, zal het in het geval van een nieuwe operator met duurzame toestellen niet altijd eenvoudig zijn om slots te bemachtigen. Tegelijkertijd moet de beschikbaarheid van bijvoorbeeld laad- en tankfaciliteiten voor deze toestellen worden meegenomen in de berekening van de operationele capaciteit. Als toestellen stiller zijn is er binnen de geluidsregels mogelijk ook ruimte voor meer vluchten, c.q. slots.

Een optie die verder onderzocht kan worden is of het binnen deze kaders mogelijk is om (extra) ruimte te creëren voor vliegtuigtypen met nieuwe aandrijftechnieken dan al het aantal slots te verhogen.

4.1.3.3 Grondafhandeling

Grondafhandeling omvat alle activiteiten die plaatsvinden rondom een vliegtuig tussen aankomst en vertrek, met uitzondering van technische onderhoudswerkzaamheden. Dit omvat o.a. het in- en uitstappen van passagiers, het laden en lossen van bagage, post en vracht, het bijtanken, schoonmaken, verzorgen van catering, ijs- en sneeuwvrij maken van het toestel en het uitvoeren van de pushback. In het kader van vliegtuigen met nieuwe aandrijftechnieken zal met name gekeken moeten worden naar welke partij of partijen het bijtanken van waterstof of het opladen van elektrische vliegtuigen gaan verzorgen en hoe een competitieve prijs kan worden gewaarborgd.

De luchtvaartmaatschappij en de luchthaven zijn verantwoordelijk voor een veilige grondafhandeling van de door hen aangeboden vluchten. De grondafhandelingsmarkt op luchthavens binnen de EU valt onder [Richtlijn 96/67/EG](#) betreffende de toegang tot de grondafhandelingsmarkt op de luchthavens van de Gemeenschap, maar is tot nu toe grotendeels zelfregulerend. Operationele afspraken, inclusief veiligheidsaspecten, worden meestal vastgelegd in bilaterale serviceovereenkomsten tussen grondafhandelingsbedrijven en luchtvaartmaatschappijen. EASA

heeft nieuwe regelgeving voorgesteld om het toezicht op grondaafhandelingsorganisaties door bevoegde autoriteiten efficiënter te maken.

In Nederland is voor grondaafhandelingsbedrijven geen vergunning van de ILT-Luchtvaartautoriteit vereist. Specifieke regels zijn vastgelegd in de [Regeling grondaafhandeling luchtvaartterreinen](#). Tevens ligt hier een kans, duurzame luchtvaartuigen zullen naar verwachting geen of significant minder uitstoot van stoffen hebben waardoor de impact van stoffen minder relevant zal zijn op de werkomstandigheden.

4.1.4 Air Traffic Management (ATM) / Air Navigation Services (ANS) | Luchtverkeersleiding

[Verordening \(EU\) 2015/340](#) bepaalt de technische eisen en administratieve procedures met betrekking tot vergunningen en certificaten van luchtverkeersleiders. Luchtverkeersleiders staan in contact met luchtvaartuigen. Zij zijn bevoegd om luchtverkeer te leiden en om vluchtinformatie en alarmering te geven. De opleiding tot luchtverkeersleider (ATCO) moet gecertificeerd zijn volgens de Verordening.

Vluchtinformatieverstrekken geven advies, verstrekken informatie en waarschuwen zowel lucht- als grondverkeer. De opleiding tot Flight Information Service Officer (FISO) moet gecertificeerd zijn conform het [Besluit bewijzen van bevoegdheid voor de luchtvaart](#). Afhankelijk van hun bevoegdheid kunnen bedieners van een luchtvaartstation informatie verstrekken aan het luchtverkeer

Opleidingsinstellingen voor luchtverkeersleiders en vluchtinformatieverstrekken moeten gecertificeerd worden door de ILT-Luchtvaartautoriteit. Voor opleiders van bedieners van luchtvaartstations is certificering niet vereist, maar alle opleidingen moeten inhoudelijk worden goedgekeurd door de ILT-Luchtvaartautoriteit.

Regels van toepassing op het luchtruim en luchtverkeersdienstverlening zijn vastgelegd in [Verordening \(EU\) 2024/2803](#) inzake de tenuitvoerlegging van het gemeenschappelijk Europees luchtruim, en voor Nederland in het [Besluit luchtverkeer 2014](#) en de [Regeling luchtverkeersdienstverlening](#).

Omdat vliegtuigen met nieuwe aandrijftechnieken andere specificaties en procedures in het luchtruim vereisen (zie sectie 4.2), moeten deze worden geïntegreerd in de bestaande regelgeving en moeten opleidingen hierop worden aangepast.

Verder wordt er niet verwacht dat er fundamenteel iets aan de Luchtverkeersleiding moet veranderen door de invoer van nieuwe aandrijftechnieken. Het zal eerder andersom zijn, fabrikanten en exploitanten van nieuwe aandrijftechnieken zullen grotendeels moeten voldoen aan de bestaande praktijken van de huidige luchtverkeersleiding.

4.2 Operationele impact duurzame aandrijf technologieën

Operators die zich bezighouden met het vervoer van mensen en goederen dienen zich te houden aan hetgeen gesteld in Part CAT en Part NCC (in de scope van dit onderzoek). Part CAT en Part NCC leggen de wettelijke basis waaraan de vliegoperatie moet voldoen. Over het algemeen genomen zijn deze niet anders voor duurzame vliegtuigen dan voor conventionele vliegtuigen, de veiligheidseisen en administratieve handelingen veranderen niet. Het uitgangspunt in deze regelgeving is over het algemeen een conventioneel vliegtuigtype (kerosine), deze vliegtuigen kennen bepaalde typische gebruikskenmerken die een functie zijn van hun ontwerp. Andersom is dit ook van toepassing, een ontwerp wordt gemaakt in functie van het gebruik, waarbij het gebruik nu geënt is op de conventionele aandrijftechnieken en toestellen. Er bestaat straks een reële kans dat de duurzame vliegtuigtypen zich anders zullen gaan gedragen, wat uitdagingen op zal leveren voor de operators. Naar verwachting wanneer meerdere operators tegen dezelfde uitdagingen aangaan lopen zal er pas druk ontstaan om de regelgeving aan te passen in het voordeel van duurzame luchtvaartuigen. Tot die tijd is het “business as usual” en zal het duurzame toestel zich schikken naar de huidige kaders.

Deze sectie beschrijft de operationele impact van duurzame aandrijf technologieën die specifiek van toepassing is op de verschillende typen vliegtuigen zoals genoemd in sectie 2, i.e. elektrisch/hybride aangedreven beperkt commercieel vervoer/commuter (EASA part NCC) en elektrisch/hybride/waterstof aangedreven commercieel persoons- en/of vrachtvervoer (EASA part CAT). De indeling van deze sectie is echter minder gebaseerd op de verschillende use-cases en meer op de aspecten van de operatie aangezien veel aspecten breed toepasbaar zijn, ongeacht het gebruik van hybride, elektrische, of waterstof gedreven vliegtuigen.

Er is een onderverdeling aangebracht op de verschillende aspecten van de operatie:

1. Vluchtplanning en informatievoorziening
2. Turn-around proces
3. Impact op luchthavens
4. En-route

4.2.1 Vluchtplanning en informatievoorziening

Geraadpleegde bronnen

- [ICAO Annex 15 – Aeronautical information services](#)
- [ICAO Annex 6 – Operation of Aircraft – Vol. 1](#)

Bij het plannen van vluchten wordt gekeken naar het vliegtuig, uitzonderingen onderweg/in het luchtruim, het weer en de route die naar verwachting gevlogen zal worden. De vluchtvoorbereiding zal naar verwachting geen structureel andere stappen kennen dan die voor de huidige generatie vliegtuigen van toepassing is. Tijdens voorbereiding op een vlucht wordt gekeken naar Threat and Error Management (TEM)²⁰, iets wat hoogstwaarschijnlijk zal wijzigen voor de duurzame toestellen. De operator zal in de opleidingen voor vliegers extra aandacht moeten besteden aan deze (grotendeels) gewijzigde operatie.

Informatie moet vindbaar zijn voor de piloten en crew. Iedere lidstaat van ICAO draagt zorg voor een Aeronautical Information Service (AIS), een systeem waarin volgens een vaste indeling

²⁰ TEM, in het Nederlands analyse van bedreigingen en mogelijke fouten, heeft tot doel de vliegers te laten anticiperen op de vlucht. Door goed na te denken welke mogelijke afleidingen er zijn kunnen zij zich hier beter op voorbereiden. Hiermee verkleint de kans op fouten.

informatie beschikbaar wordt gesteld aan piloten en crew. Een Aeronautical Information Publication is daar een onderdeel van. In het AIP staat alle operationele informatie van een land of vlucht informatie regio (FIR) die gebruikt wordt tijdens het voorbereiden van een vlucht. Het AIP bevat onder andere informatie over de landingsbaan, welke brandstof er getankt kan worden en welke procedures er zijn op vliegvelden. Met het oog op de gewijzigde aandrijftechnieken, zullen hier dus ook wijzigingen geïmplementeerd dienen te worden.

4.2.1.1 Brandstofbeleid

Geraadpleegde documenten

- [Part CAT + NCC](#) Commercial Air Transport Operations + Non-commercial Operations

De exploitant dient een brandstofbeleid vast te stellen ten behoeve van de vluchtplanning om te garanderen dat op elke vlucht voldoende brandstof wordt meegenomen, voor de vlucht als ook eventuele reserves voor eventuele wijzigingen van de geplande uitvoering. Het huidige beleid voor reserve brandstof is gebaseerd op het gebruik van kerosine. Voor andere energiedragers zou dit herzien kunnen worden, waarbij het beleid aansluit op de energiedrager.

De vluchtplannen zelf zullen ook op een andere wijze opgesteld dienen te worden wanneer wordt gevlogen met batterijen als energiebron. Voor de levensduur van de batterij is het namelijk gewenst deze niet tot 0% leeg te trekken, hetgeen betekent dat het percentage energie te gebruiken voor de daadwerkelijke vlucht lager ligt dan de maximale capaciteit van de batterij. Ook is de relatie van beschikbare capaciteit en beschikbaar vermogen niet lineair, dat wil zeggen, een bijna lege batterij kan minder vermogen leveren dan een volle batterij. Bij kerosine kan, zolang er brandstof aanwezig is, altijd het gevraagde vermogen worden geleverd. Alles bij elkaar roept dit de vraag op welk deel van de batterij gebruikt mag worden voor het bepalen van de beschikbare energie.

Er moeten afspraken komen over welke reservemarges aangehouden dienen te worden, hoe deze berekend worden, en welke informatie van het vliegtuig de piloten hiervoor nodig hebben. Vandaag de dag zijn ontwikkelaars van elektrische vliegtuigen van mening dat het huidige beleid omtrent brandstof en reserves onrealistisch is bij het gebruik van batterijen, omdat dit zal zorgen voor een significant groter (zwaarder) batterijsysteem waarvan een deel niet vaak gebruikt zal worden. Uiteindelijk zorgen deze aspecten ervoor dat er een groter en zwaarder, financieel onaantrekkelijk vliegtuig noodzakelijk is.

4.2.1.2 Uitwijkmogelijkheden

Geraadpleegde documenten

- [Part CAT + NCC](#) Commercial Air Transport Operations + Non-commercial Operations
- [Part 125](#) Third country operators

De route van een vliegtuig wordt bij voorkeur langs de korte route gepland. Dit is niet altijd mogelijk door de indeling van het luchtruim, militaire oefengebieden, woonkernen en de beschikbaarheid van routes door de lucht kunnen hiervoor een beperking vormen. Wanneer onderweg een vliegveld beschikbaar is als alternatief om te landen in geval van een probleem dat tijdens de vlucht ontstaat kan dit resulteren in een lagere eis voor brandstof of energie (CAT.OP.MPA.181) die meegenomen moet worden voor onvoorziene omstandigheden. Dit zal alleen kunnen voor duurzame vliegtuigen wanneer er ook daadwerkelijk voldoende vliegvelden in de buurt zijn die voorzien zijn van de infrastructuur die nodig is om het vliegtuig op te laden/van energie te voorzien. In dit verband spreken we van een 'en-route alternate'. Hetzelfde geldt voor een uitwijkvliegveld wanneer niet op de eindbestemming geland kan worden, er moet in beginsel altijd een zogenaamde 'destination

alternate aerodrome' beschikbaar zijn. Ook hiervoor geldt dat deze geschikt moet zijn om te landen en de beschikking moet hebben over oplaad/tank infrastructuur.

Luchthavens zullen informatie over de beschikbare brandstof/energie faciliteiten, hulpdiensten, services en gerelateerde beperkingen voor verschillende energiebronnen moeten delen in de Aeronautical Information Publication²¹. Dit is noodzakelijke input voor vliegmaatschappijen om routes te bepalen en de juiste hoeveelheid energy mee te nemen.

De huidige werkwijze in het AIP biedt de mogelijkheid om informatie relevant voor duurzame luchtvaart toe te voegen. Zolang de beschikbaarheid van geschikte luchthavens ten behoeve van een uitwijk laag is zal er een oplossing moeten komen om deze vluchten toch te faciliteren. De wet biedt nu al enkele aanknopingspunten voor operatie zonder uitwijkmogelijkheden in de buurt, deze zijn echter niet direct van toepassing. Een lage beschikbaarheid van vliegvelden die voldoen aan deze eisen zal resulteren in hogere reserve aan energie die beschikbaar moeten zijn tijdens de vlucht. Het ligt in de lijn der verwachtingen dat dit de operationele inzet en winstgevendheid van deze vliegtuigen nadelig zal beïnvloeden. De ontwikkelaars van nieuwe aandrijftechnieken zijn hier van mening dat de regels versoepeld dienen te worden om een financieel aantrekkelijk vliegtuig mogelijk te maken

4.2.1.3 Informatievoorziening

Geraadpleegde documenten

- [ICAO Annex 6 – Operation of Aircraft – Vol. 1](#)
- [Part CAT + NCC](#) Commercial Air Transport Operations + Non-commercial Operations

De checklists voor het besturen van vliegtuigen met niet-conventionele voortstuwing zullen afwijken van de standaard, hetgeen kan betekenen dat extra opleidingen voor piloten en cabinepersoneel noodzakelijk is (zie artikel 4.2.6). In artikel 4.2.10 wordt vermeld dat luchtvaartmaatschappijen moeten bijhouden hoeveel brandstof gebruikt is tijdens de vlucht (en welke hoeveelheid brandstof bij start en aankomst in de tanks zat); dit type eisen moet breder geformuleerd worden, zodat ook batterijen of waterstof meegenomen kan worden in een dergelijk register. Ook in procedures moet beoordeeld worden of de bewoording 'Fuel' gebruikt kan worden, of dat hier een breder begrip nodig is.

De operatie moet beschreven worden zodat deze ook toegepast kan worden op toestellen met andere energiedragers en aandrijftechnieken. Dit vergt het herzien van de eisen met betrekking tot brandstofverbruik en noodsituaties. EASA part CAT is onlangs aangepast waarbij er het woord "energie" is toegevoegd aan het woord "brandstof". Daarmee is de regelgeving uitgebreid richting alternatieve energiebronnen voor vliegtuigen, echter geldt voor veel AMC's dat deze nog steeds alleen voor kerosine gelden. Daarmee dient er nog veel werk verzet te worden voor de concrete invulling van regelgeving ten aanzien van duurzame luchtvaart.

4.2.1.4 Vervoer van gevaarlijke stoffen

Geraadpleegde documenten

- [Wet Luchtvaart](#)

Titel 6.5 van de Wet luchtvaart beschrijft dat aan het vervoer van gevaarlijke stoffen extra eisen gesteld kunnen worden. Gezien de nieuwe risico's van vliegtuigen met batterijen of waterstoftanks

kan het zijn dat dergelijk transport van gevaarlijke stoffen niet wordt toegestaan en er dus specifiek gescreend moet worden op vracht.

De regels omtrent het transport van gevaarlijke stoffen dient geëvalueerd te worden met waterstof, batterijen en elektrische aandrijfsystemen in de veiligheidsanalyse.

4.2.2 Turn-around proces

Geraadpleegde documenten

- [Part CAT](#) Commercial Air Transport Operations
- [EU 139/2014](#) Luchtvaartterreinen
- [ICAO Doc 10121](#) Manual on Ground Handling
- [ICAO Doc 9137](#) Airport Service Manual - Part 1 - Rescue and firefighting
- [Wet Luchtvaart](#)

De huidige regels en procedures voor turn-around zijn gebaseerd op het gebruiken van een conventioneel vliegtuigtype. Een vliegtuig genereert alleen inkomsten wanneer het vliegt. Hoe korter de omdraaitijd, des te efficiënter de inzet. De beïnvloeding van de omdraaitijd zit vooral in de grond operaties in en rondom het toestel.

Het berekenen van landingsgelden op de luchthavens gebeurt doorgaans op basis van het gewicht van het vliegtuig, aantallen passagiers en geluidscategorie waar een vliegtuig in valt. Wanneer er langere tijd verbleven wordt op een vliegveld wordt er ook parkeergeld gevraagd. Het resultaat van duurzame toestellen is dat ze in de huidige regelgeving een nadeel kunnen ondervinden ten opzichte van conventionele toestellen.

Het bijtanken en/of opladen van vliegtuigen zal de grootste wijzigingen met zich meebrengen voor wat betreft het turn-around proces²². Waar het tanken van kerosine vrij snel gedaan kan worden, is het waarschijnlijk dat dit bij batterijen of waterstof meer tijd zal vragen. Ook moet nog worden onderzocht of het vanuit een veiligheidsperspectief mogelijk is om meerdere processen tegelijkertijd uit te voeren, denk bijvoorbeeld aan het tanken/opladen en gelijktijdig boarden van passagiers. Voor conventioneel kerosine gebruik is dit al ingeregeld.

Bij vliegtuigen op batterijen is de voornaamste impact op het platform te verwachten in de operationele impact van het opladen en de benodigde stroomvoorzieningen bij de gate (inclusief de totale energiecapaciteit op het vliegveld). Ook is het mogelijk dat batterijen op de juiste temperatuur gebracht moeten worden voor het opladen in het geval van lage buitentemperaturen.

Praktische uitdagingen bij het tanken van waterstof houden o.a. in dat voor vloeibaar waterstof een dikkere en zwaardere brandstofslang nodig is om snel genoeg te tanken en de waterstof op lage temperatuur te houden. Waarschijnlijk kan en mag (gerelateerd aan Arbowetgeving) deze slang niet door een enkele persoon bediend worden. Verder is er onderscheid in de manier waarop de voortgang van het tanken wordt gemeten: voor gasvormig waterstof op hoge druk gaat dit door middel van druksensoren, terwijl dit bij vloeibaar waterstof wordt bijgehouden door een flow meter. Druksensoren zijn ook nodig om eventuele lekkages op te sporen. Tot slot moet worden nagedacht over hoe om te gaan met de eventuele geventileerde waterstof; het is niet wenselijk dit in het milieu vrij te laten (o.a. vanwege veiligheidsrisico's).

²² Zie [Concept of Operations of Battery and Hydrogen-Powered Aircraft at Aerodromes](#) voor meer details.

Om interoperabiliteit te verbeteren dienen dus internationale standaarden en processen ontwikkeld en geaccepteerd te worden in relatie tot het veilig tanken en/of opladen van vliegtuigen op een luchthaven. Daarnaast moeten mogelijk ook andere procedures aangepast worden bij de introductie van elektrische of waterstof gedreven voortstuwing, zoals bijvoorbeeld de engine start-up en het taxiën naar de startbaan.

De huidige regels voorzien in een aantal zaken die maken dat de omdraaitijd verkort kan worden. Om een gelijk speelveld te creëren voor alle type vliegtuigen zal ook naar de grondoperatie voor de nieuwe aandrijftechnieken gekeken moeten worden en dienen deze in de overwegingen meegenomen te worden. De grondoperatie worden gevat in regels van luchthavens omtrent veiligheid en de inrichting van de airside.

Het is niet aannemelijk dat de procedures door de regelgever opgesteld moeten worden, maar mogelijk is hier wel extra toezicht op veiligheid nodig vanuit de toezichthouder (ILT-Luchtvaartautoriteit).

4.2.3 Impact op Luchthavens

4.2.3.1 Veiligheid

Geraadpleegde documenten

- [Wet Luchtvaart](#)

Artikel 8a.3 van de Wet Luchtvaart meldt dat luchthavens een luchthavenbedrijfshandboek moeten opstellen, inclusief een beschrijving van het veiligheidsmanagementsysteem. De introductie van waterstof en/of batterijen zal hier implicaties voor hebben. De toezichthouder zal in staat moeten zijn om een dergelijk handboek te kunnen beoordelen, inclusief de manier waarop veiligheidsrisico's worden beoordeeld en gemitigeerd. Er moet dus kennis zijn bij de ILT-Luchtvaartautoriteit van deze grond operaties, opdat zij hier een oordeel over kunnen vellen.

4.2.3.2 Brandveiligheid

Geraadpleegde documenten

- [Part CAT](#) Commercial Air Transport Operations
- [EU 139/2014](#) Luchtvaartterreinen
- [ICAO Doc 9981](#) Procedures for Air Navigation Services – Aerodromes
- [ICAO Doc 9137](#) Airport Service Manual - Part 1 - Rescue and firefighting

Er is nog veel onduidelijk rondom incidenten bestrijding waarbij vliegtuigen met batterijen of waterstof betrokken zijn. Momenteel wordt de categorie van het vliegveld gebaseerd op het langste vliegtuig en de breedte van de romp (proportioneel voor het aantal passagiers en hoeveelheid brandstof). Dit bepaalt hoeveel blus- en redding voertuigen aanwezig dienen te zijn, en welk type brandblussers beschikbaar moeten zijn. Voor elektrisch/hybride/waterstof aangedreven vliegtuigen gaat dit wellicht anders zijn. In ieder geval gaat de verhouding van de grootte van het vliegtuig en aantal passagiers veranderen vanwege de grotere brandstof volumes die benodigd zijn. Als dezelfde categorisering wordt gebruikt kan dit eventueel duurzamere vliegtuigen uitsluiten van het gebruik van een luchthaven, en daardoor het gebruik limiteren.

Ook het gedrag van een brandstof/energie in het geval van nood gaat anders zijn in vergelijking met kerosine, i.e. batterijen en waterstof ontbranden anders dan kerosine. Vanwege de risico's op

thermal runaway bij een batterij en bijbehorende ontsnappende gassen is er voor het afhandelen van noodsituaties met batterij-elektrische vliegtuigen extra materieel nodig op luchthavens. Hierbij gaat het om onder andere investeringen in extra Rescue and Firefighting Services (RFFS), hittecamera's ter detectie en ander materieel ter beperking van de brandverspreiding. Het doven van een batterijbrand kan dagen duren. Het risico van een thermal runaway bij grote batterijpakketten bestaat niet alleen tijdens het opladen. Wanneer een vliegtuig gedurende de nacht geparkeerd staat bij een gate zal er ook rekening gehouden moeten worden met het ontstaan van brand als gevolg van een thermal runaway. Dit zou impact kunnen hebben op de personele bezetting van de brandweer op een luchthaven. Er zal dus nagedacht moeten worden over hoe men omgaat met de operatie op het vliegveld als hier een vliegtuig met brandende batterij staat. Er is ook extra regelgeving nodig om vliegtuigen met grote elektrische (voortstuwings)systemen veilig af te voeren. Denk hierbij aan het aarden en voorkomen van schokken. Daarnaast zal tijdig begonnen moeten worden met het aanpassen van de trainingen van personeel betrokken bij het bestrijden van incidenten en rampen.

Voor vliegtuigen met waterstof doen zich ook een aantal extra uitdagingen voor. Allereerst moet worden bepaald hoe om te gaan met lekkend waterstof; als er een ontstekingsbron in de buurt is, bestaat er een risico van ontbranding. Deze ontbranding is niet zichtbaar met het blote oog. Er zullen voorzieningen moeten zijn om gasvormige lekkages en ontbrandingen te detecteren, en actieplannen geformuleerd voor als de lekkage brandgevaarlijke groottes bereikt.

Verder speelt de vraag of verschillende typen vliegtuigen (verschillende energiedragers) naast elkaar bediend kunnen worden, of dat dit gescheiden moet worden (denk aan aparte secties per energiedrager). Lekkend cryogeen waterstof kan ook de grond beschadigen. Specifiek voor waterstof brandstofcel aangedreven vliegtuigen kan water als product van de brandstofcel ook de grond beschadigen als het bevroert bij temperaturen onder nul. Hoe ben je hierop voorbereid?

Alle intrinsieke risico's gerelateerd aan het gedrag van een bepaalde brandstof/energie vraagt om aandacht voor benodigde training van personeel, protocollen, veiligheidseisen aan zowel het vliegtuig als de omgeving. Voor het creëren hiervan en toezicht houden op, is kennis en ervaring met het werken met deze brandstof/energie nodig.

De procedures en maatregelen rondom brandveiligheid op luchthavens zullen een grote verandering moeten ondergaan gezien de verschillende vormen van brand die kunnen ontstaan bij de introductie van batterij- en waterstof gedreven vliegtuigen²³. Mogelijk moet ook het brandstoftype worden gecommuniceerd richting ATC tijdens verplaatsing op de airside, zodat men in geval van nood weet welke brandbestrijding nodig is. Hier is echter nog niets over vastgelegd.

4.2.3.3 Infrastructuur

Geraadpleegde documenten

- [CS-25](#) Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Large Aeroplanes
- [EU 139/2014](#) Luchtvaartterreinen
- [ICAO Doc 9137](#) Airport Service Manual - Part 1 - Rescue and firefighting

De ontwikkeling van batterij- en waterstof elektrische vliegtuigen kan ertoe leiden dat de gemiddelde belasting van landingsbanen vergroot wordt. Vliegtuigen met batterijen of waterstof als energiebron

²³ Zie [Concept of Operations of Battery and Hydrogen-Powered Aircraft at Aerodromes](#) voor meer details.

hebben een groter startgewicht dan vergelijkbare toestellen op kerosine voor hetzelfde aantal passagiers. Tegelijkertijd hebben ze ook een kleinere hoeveelheid massa aan brandstof die tijdens de vlucht verbrand wordt, waardoor het landingsgewicht dicht bij het startgewicht zit dan voor conventionele vliegtuigen op kerosine. Mogelijk betekent dit dat er vaker baanonderhoud nodig zal zijn, of dat vliegbewegingen beperkt moeten worden. Luchthavenexploitanten zullen ook criteria moeten opstellen voor 'overload operations' als verwacht wordt dat er vaak te zware vliegtuigen zullen landen.

Dit zal naar verwachting vooral spelen bij regionale vliegvelden waar de landingsbanen ontworpen zijn op een lager gewicht. Een vliegveld werkt met Pavement Classification Numbers (PCN), deze geven het maximale gewicht aan waar een landingsbaan of taxibaan voor ontworpen is. Grote internationale vliegvelden zijn ontworpen op grote en zware vliegtuigen

Naast de impact op landingsbanen is er ook een impact te verwachten op de opstelplaatsen voor vliegtuigen, hetzij aan de gate hetzij los op het platform. Naast de eerdergenoemde potentiële scheiding van standplaatsen voor verschillende energiebronnen vanwege veiligheidsrisico's, is er ook een praktische reden om niet elk vliegtuigtype op elke standplaats af te handelen.

Voor waterstof of batterij-elektrische vliegtuigen is namelijk een geheel nieuwe tank- of laadinfrastructuur nodig. Oplaadprocedures dienen ontwikkelt te worden en laad infrastructuur zal moeten worden ingericht. Voor vliegtuigen die gebruik maken van waterstof moeten er leidingen en tanks voor waterstof worden aangelegd, of moeten er uitwisselbare waterstof modules beschikbaar gesteld kunnen worden. Ook is er onderscheid te maken tussen vloeibaar en gasvormige waterstof. Kortom, er is een grote verscheidenheid aan laad- en tankopties te verwachten, maar elk van deze brengt hoge investeringen met zich mee.

4.2.3.4 Slots en grond-emissies

Geraadpleegde documenten

- [EU 95/93](#) common rules for the allocation of slots at Community airports

Het is te verwachten dat het motorgeluid van elektrische vliegtuigen minder luid zal zijn dan dat van toestellen met een gasturbine. Dit kan impact hebben op de limieten van de operaties van de nieuwe toestellen als ook de concurrentie met de traditionele. Denk hierbij aan nachtvluchten of het limiteren van de vliegoperaties op luchthavens die hierdoor beïnvloed kunnen worden, e.g. bij stillere vliegtuigen zal er een verandering van de geluidscontour plaatsvinden. Een slot wordt nu afgegeven op basis van beschikbaarheid en de geluidscontour die rondom een luchthaven ligt. Wanneer er te veel zware vliegtuigen landen kan het zijn dat er minder vliegbewegingen beschikbaar zijn op een luchthaven omdat er te veel geluid gemaakt is gedurende een jaar. Wanneer stillere vliegtuigen hun intrede doen zal dit meer ruimte in de geluidscontour opleveren. Hier ontstaat een voordeel waarvan bepaald zal moeten worden aan wie het toekomt, de keerzijde van de medaille is dat er naar verwachting stevige investeringen nodig zijn om duurzame luchtvaart te gaan faciliteren op een luchthaven.

Tevens zullen stikstofdeposities veranderen/verdwijnen afhankelijk van de gekozen energiebron. Milieueffectrapportages zullen in de toekomst herzien moeten worden wanneer duurzame vliegtuigen hun intrede doen op een grotere schaal. De huidige databases ten behoeve van het berekenen van vliegtuiggeluid zullen eveneens up-to-date gemaakt moeten worden.

De nieuwe type vliegtuigen met innovatieve aandrijftechnieken zijn anders in de operatie op de luchthavens. Hier dient rekening mee gehouden te worden op het vlak van slots, emissies en

luchthavengelden. De maatstaaf van het conventionele vliegtuig gaat niet meer op en een nieuwe dient gedefinieerd te worden.

4.2.3.5 Onderhoud

Geraadpleegde documenten

- [EU Opinion NO 04/2024](#) New air mobility - Continuing airworthiness rules for electric- and hybrid-propulsion aircraft and other non-conventional aircraft
- [FAA Part 145](#) Repair stations

Bestaande eisen voor continuing airworthiness zijn niet geschikt voor niet-conventionele vliegtuigen. Vereisten voor continuing airworthiness zijn soms te prescriptief en van toepassing op onderdelen van conventionele vliegtuigen. De situatie is vergelijkbaar met betrekking tot vliegtuigmotoren, aangezien in de meeste gevallen alleen zuigermotoren en turbines onder de eisen vallen.

Daarnaast bestaan er ratings voor het certificeren van reparatiestations, waarvan er een gerelateerd is aan de voortstuwingstechniek. Voor nieuwe voortstuwingstechnologieën bestaan nog geen ratings, en onder de huidige criteria worden deze ook niet apart herkend.

Ten slotte voorziet het licentiesysteem van Part 66, voor bepaalde aspecten, alleen in conventionele vliegtuigen of vliegtuigen met een turbine als motor. Voor elk van die vliegtuigen worden verschillende licentiecategorieën vastgesteld. Voor niet-conventionele vliegtuigen zijn er geen gedefinieerde subcategorieën voor vliegtuigonderhoudslicenties (AML) en daarom staan de huidige subcategorieën niet toe dat bepaalde onderhoudswerkzaamheden, die zijn uitgevoerd aan vliegtuigen die niet in een van de bestaande subcategorieën/privileges worden behandeld, worden vrijgegeven voor gebruik.

Het niet beschikbaar hebben van regels omtrent onderhoud voor deze vliegtuigen, zou een situatie van rechtsonzekerheid voor die vliegtuigen en de betrokken belanghebbenden impliceren, want vluchtuitvoeringen met dergelijke vliegtuigen zouden dan alleen toegestaan zijn als uitzondering op de regel, volgens het kader van de Basisverordening voor uitzonderingen.

Het eerste vliegtuig waarvoor werd vastgesteld dat de vereisten niet volledig geschikt waren was de elektrische variant van Pipistrel Virus SW121. Voor dit vliegtuig hebben sommige lidstaten een vrijstelling verleend in overeenstemming met artikel 71 'Flexibiliteitsbepalingen' van de basisverordening, waardoor gebruikers kunnen afwijken van de naleving van bepaalde toepasselijke vereisten, terwijl ze hen enkele maatregelen opleggen die zijn afgestemd op een klein elektrisch vliegtuig.

4.2.4 En-route

4.2.4.1 Luchtruimindeling

Geraadpleegde documenten

- [Regeling luchtverkeersdienstverlening](#)

Tijdens de opleiding van een luchtverkeersleider wordt uitgebreid aandacht besteed aan het herkennen van de verschillende vliegtuigtypen. Dit leidt tot betere communicatie, immers een vliegtuigtype kan benoemd worden in een klaring. Ook heeft het een veiligheidsimpact, diverse vliegtuigtypen kennen eigen limieten. Snelheden en wendbaarheid kunnen onderling verschillen. Door vroegtijdig aandacht te besteden aan duurzame vormen van luchtvaart in de opleiding van luchtverkeersleiders kan hier op een goede manier mee om gegaan worden.

De huidige procedures vragen van piloten om direct bij het eerste contact met de luchtverkeersleider melding te maken wanneer er niet aan operationele eisen voldaan kan worden. Wanneer de

stijgsnelheid van een duurzaam aangedreven vliegtuig lager is dan die van een conventioneel aangedreven vliegtuig zal hier in de planning van de luchtverkeersleider rekening mee gehouden moeten worden. Indien dit incidenteel (meteorologische omstandigheden/energie besparing) is bestaan daar regels voor. Wanneer het structureel is (gevolg van ontwerpkeuze) zal er rekening mee gehouden moeten worden in het ontwerp van routes door het luchtruim.

De regelgeving omtrent luchtverkeersdienstregeling bevat informatie over hoe het luchtruim is opgedeeld en welke instanties verantwoordelijk zijn voor het verstrekken van benodigde informatie. De impact van toestellen met innovatieve aandrijftechnieken moet in acht genomen worden, zeker als er technologische limitaties bestaan om te opereren in het huidige systeem.

4.2.4.2 Emissies

Geraadpleegde documenten

- [ICAO Annex 16](#) Environmental Protection

Nieuwe aandrijf technologieën worden ontwikkeld met de verwachting dat de uitstoot van CO₂ verminderd wordt. Het is te verwachten dat de directe uitstoot door vliegtuigen met elektrische voortstuwing of waterstof verbranding te verwaarlozen is. Dit betekent dat operators eenduidiger verslag kunnen doen van hun uitstoot, zoals gemeld in hoofdstuk 2 van ICAO Annex 16. Echter valt ook te verwachten dat er in de nabije toekomst niet-duurzame energie gebruikt zal worden voor het opwekken van elektriciteit of de productie van waterstof. Een vraag is of deze indirecte uitstoot meegerekend moet worden bij de totale CO₂ uitstoot van een luchtvaartmaatschappij.

Daarnaast is de huidige regelgeving gebaseerd op enkel de CO₂-emissies, terwijl bij nieuwe voortstuwingstechnieken ook andere emissies signifikanter zullen worden. Zo kan er ook waterdamp vrijkomen bij het gebruik van waterstof. Gezien dit bij kan dragen aan de vorming van contrails (waarvan het effect op klimaatverandering nog onderzocht wordt), is het ook relevant om na te denken over het al dan niet beperken van deze waterdamp emissies. Bij gebruik van waterstof in een verbrandingsmotor komen bovendien NO_x emissies vrij, wat schadelijk kan zijn voor de luchtkwaliteit. De vraag is hoe en waar dit gereguleerd zou moeten worden, landelijk of internationaal. Breder kijkend geldt dat de huidige regelgeving te beperkt is doordat voornamelijk op CO₂ gefocust wordt, terwijl andere schadelijke uitstoot niet wordt gereguleerd.

Mogelijk worden ook (hybride) vliegtuigen ontwikkeld die gedurende bepaalde vluchtfasen weinig tot geen uitstoot genereren, maar wel tijdens andere vluchtfasen. Daarom dient gekeken te worden naar hoe de regelgeving hier mee om dient te gaan en of er bijvoorbeeld onderscheid gemaakt moet worden tussen landing and take-off (LTO) of cruise emissies.

Uitstoot en emissies bij nieuwe toestellen met innovatieve aandrijftechnieken zijn niet eenduidig. Er zijn onbekende aspecten die onderzoek vergen en keuzes die gemaakt moeten worden. De regelgeving is nu geënt op het reduceren van de CO₂ uitstoot voor conventionele toestellen. De diversiteit aan innovatie en vernieuwing maakt dat er een breder kader geschetst moet worden en een beleid wat hierop aansluit.

4.3 Analyse knelpunten Operatie

Samenvattend zijn er een aantal categorieën van knelpunten op operationeel vlak die relevant zijn voor het gebruik van duurzame vliegtuigen. In sectie 4 en 4.2 zijn alle ontdekte knelpunten benoemd, samen met verwante regelgevingsdocumenten en de context van de oorsprong en reden van het knelpunt. Deze sectie somt alle knelpunten bondig op, met benoeming van de meest relevante partij voor potentiële actiepunten.

Regelgeving

De implementatie van nieuwe toestellen met innovatieve aandrijftechnieken binnen de Europese regelgeving omvat vier hoofdpunten die in deze analyse zijn aangestipt: bemanning, vluchtuitvoering, luchtvaartterreinen en luchtverkeersleiding.

Voor de bemanning geldt dat piloten die deze nieuwe toestellen besturen, over een geldig bewijs van bevoegdheid moeten beschikken, aantonend dat ze de vereiste kennis en vaardigheden bezitten. Aangezien de huidige regelgeving nog geen training en certificering voor piloten van vliegtuigen met nieuwe aandrijftechnieken voorziet, zullen ontheffingen van de ILT-Luchtvaartautoriteit noodzakelijk zijn om piloten toch met deze toestellen te laten vliegen om de nodige kennis op te doen.

Exploitanten dienen te beschikken over een geldig Air Operator Certificate (AOC) voor de vluchtuitvoering. Omdat nog niet bekend is wie vluchten met deze nieuwe toestellen gaat uitvoeren, is het is nog onduidelijk of er een wijziging van een bestaande AOC nodig is, of dat er een volledig nieuwe AOC vereist zal zijn. In het geval van bijvoorbeeld nieuwe, kleinere operators, zullen ook de exploitatievergunningen mogelijk herzien moeten worden omdat nieuwe operators mogelijk niet kunnen voldoen aan de strenge economische en financiële vereisten. Ook zal gekeken moeten worden naar de vergunningverlening van Continuing Airworthiness Management Organisations (CAMO's). Omdat vliegtuigen met nieuwe aandrijftechnieken nog in ontwikkeling zijn, zal in het kader van de beoordeling van de initiële luchtwaardigheid, zie sectie 3.1.1.1, ook de inrichting van het beheer en de erkenning van permanente luchtwaardigheid moeten worden meegenomen.

Voor de certificering van luchthavens geldt dat vliegtuigen met nieuwe aandrijftechnieken significante wijzigingen met zich meebrengen t.o.v. de huidige operatie op de luchthaven. De ILT-Luchtvaartautoriteit zal in afwachting op internationale normen of EASA-regelgeving, zich moeten voorbereiden op het kunnen beoordelen en toetsen van de werkwijze en processen die bij deze technieken van toepassing zijn.

Vliegtuigen met nieuwe aandrijftechnieken vereisen ook andere specificaties en procedures in het luchtruim, die geïntegreerd moeten worden in de bestaande regelgeving. Opleidingen voor luchtverkeersleiding en de certificering van opleidingsinstellingen dienen hierop te worden aangepast.

Voor alle terreinen geldt dat de autoriteiten, in dit geval met name de ILT-Luchtvaartautoriteit, moet inzetten op het kunnen beoordelen van vergunnings- en certificeringsaanvragen of het wijzigen van bestaande certificaten op basis van nieuwe technieken. Omdat deze technieken nog volop in ontwikkeling zijn, zal het nog jaren duren voor internationale of Europese normen zijn vastgesteld. Als Nederland in de ontwikkelingsfase een rol wil spelen zal geïnvesteerd moeten worden om inhoudelijke, technische kennis van deze technieken in huis te halen en samen op te trekken met betrokken partijen op de diverse terreinen om de ontwikkelingen te faciliteren.

Vluchtplanning en informatie voorziening

Vliegtuigen met andere energiedragers, zoals waterstof en batterijen, zullen (significant) verschillen hebben in vliegbereik in vergelijking met conventionele vliegtuigen. Hoe om te gaan met brandstofreserves en marges zal dus ook verschillen. De huidige regelingen zullen tegen het licht gehouden moeten worden om rekening te houden met de andere energiedragers en variatie op reserves. Daarnaast moet er in het geval van variërende reserves, afhankelijk van de energiedrager, een regeling opgesteld worden voor hoe ATC deze moet behandelen.

Aan de kant van vluchtplanning zal er beter/strikter nagedacht moeten worden over uitwijkmogelijkheden, doordat er per energiedrager variërende reserves gehanteerd kunnen worden. Hierbij gaat het dan om de faciliteiten op het uitwijkvliegveld per energiedrager. Er dienen tevens procedures opgesteld te worden. Dit zal zich wellicht vertalen naar aangepaste checklists voor vliegtuigen met duurzame aandrijftechnologieën. Ook vanwege andere (veiligheids)aspecten zullen de checklists moeten worden herzien.

Als laatste dienen de regels omtrent het transport van gevaarlijke stoffen geëvalueerd te worden met de nieuwe energiedrager centraal.

Turn-around

De turn-around van elektrische en/of waterstof aangedreven vliegtuigen heeft ook te maken met verschillen ten opzichte van kerosine toestellen. Zo is de kans groot dat opladen en/of waterstof tanken langer zullen duren dan kerosine tanken. Een ander aspect dat gevolgen kan hebben voor de turn-around snelheid is het paralleliseren van tanken/laden en het off- en on-boarden van passagiers. De infrastructuur op luchthavens dient ook gewijzigd te worden en meerdere energiedragers te faciliteren. Dit zal gevolgen hebben voor vliegveld operaties en het verdienmodel van een luchthaven en operator, en dus kan het een knelpunt vormen voor de implementatie van de nieuwe technologieën.

Impact op luchthavens

De grondoperatie worden gevat in regels van luchthavens omtrent veiligheid en de inrichting van de airside. Het is niet aannemelijk dat deze procedures door de regelgever opgesteld moeten worden, maar mogelijk is hier wel extra toezicht op veiligheid nodig.

Veiligheid en brandbestrijding is een breder thema voor de introductie van alternatieve energiedragers. Omdat waterstof en batterijen heel andere soorten branden kunnen creëren, is er nieuwe kennis nodig voor effectieve brandbestrijding. Daarnaast moeten de nieuwe vliegtuigen ingepast worden in de bestaande RFF categorieën, of er moeten juist nieuwe categorieën opgesteld worden. Elektrische vliegtuigen vragen hierbij extra aandacht door de aard van batterij branden: deze kunnen dagen duren.

Luchthavens zullen criteria moeten opstellen voor 'overload operations' als verwacht wordt dat de innovatieve aandrijftechnieken zal leiden te zwaardere vliegtuigen. Verder zijn er nog grote vraagstukken rondom het ontwikkelen van de nieuwe tank- en laadinfrastructuur op een veilige manier.

De nieuwe type vliegtuigen met innovatieve aandrijftechnieken zijn anders in de operatie op de luchthavens. Hier dient rekening mee gehouden te worden op het vlak van slots, emissies en luchthavengelden. De maatstaaf van het conventionele vliegtuig gaat niet meer op en een nieuwe dient gedefinieerd te worden.

Als laatste zijn de onderhoudsfaciliteiten gebaseerd op en gekeurd voor de conventionele vliegtuigen. Regels en richtlijnen voor nieuwe toestellen met innovatieve aandrijftechnieken dienen nog opgesteld te worden, ten behoeve rechtszekerheid voor veilige vluchttuitvoeringen.

En-route

De huidige luchtruimindeling tijdens de kruisvlucht is in beginsel gericht op conventionele vliegtuigen. De impact van toestellen met innovatieve aandrijftechnieken zal in de toekomst in acht genomen moeten worden, zeker als er technologische limitaties blijken te ontstaan tijdens het opereren in het huidige systeem. Denk hierbij aan kruissnelheden en kruishoogtes, als ook klim en daal patronen die limiterend kunnen worden.

Vervolgens zijn uitstoot en emissies bij nieuwe toestellen met innovatieve aandrijftechnieken nog deels onbekend. Er zijn onbekende aspecten die onderzoek vergen en keuzes die gemaakt moeten worden. De regelgeving is nu geënt op het reduceren van de CO₂ uitstoot voor conventionele toestellen. De diversiteit aan innovatie en vernieuwing maakt dat er een breder kader geschetst moet worden en een beleid wat hierop aansluit.

Bijlage 1 Knelpunten in de regelgeving op technisch gebied

B 1.1 Knelpunten voor CS-23 vliegtuigen

Technologie	Wet- en regelgeving		Risico's
	EASA	CS 23.2005	Gewicht en passagiers limitatie kan uit balans raken door nieuwe aandrijftechnologie. i.e. zwaar systeem waardoor klein toestel uit CS 23 categorie valt.
	EASA	CS 23.2135 CS 23.2405	Exceptional pilot skills zijn niet helder als het aankomt op een nieuwe vorm van aandrijving. Het begrip is te breed interpreteerbaar en dient in de means of compliance beter beschreven te worden
	EASA	CS 23.2340	Nieuwe aandrijftechnologieën brengen nieuwe manieren van weergave van de systeem status met zich mee. De vraag wat dan noodzakelijke informatie is voor de veilige operatie dient nog vastgesteld te worden.
	EASA	CS 23.2270	Emergency conditions en noodprocedures zullen veranderen, gezien de intrinsieke gevaren veranderen bij nieuwe energiedragers en de aandrijftechnologieën. Hierbij is er geen historische informatie beschikbaar, waarbij veiligheid op een andere manier aangetoond dient te worden
	EASA	CS 23.2315 CS 23.2320	Emergency exits en occupants safety dienen herzien te worden indien er nieuwe brandstof gebruikt wordt, zoals batterijen of waterstof. De regels blijven staan, waar primair de means of compliance aangepast dienen te worden, als ook de safety assessments
Waterstof	EASA	CS 23.2325	Brand en bescherming tegen brand dient herzien te worden, aangezien een waterstof brand zich anders zal gedragen dan een gewone brand. Denk hierbij aan andere temperaturen en ontvlam condities
Batterijen	EASA	CS 23.2325 CS 23.2330 MOC-3 SC-VTOL.2240	Elektrische branden gedragen zich anders en zijn soms niet eenduidig te doven. Dit bemoeilijkt ook het brandbestendig maken van de omgeving rondom deze systemen.
Waterstof	EASA	CS 23.2430 (b) (5)	Het toelaatbaar maken van jettisoning van waterstof in de lucht dient onderzocht te worden. Lokale wet en regelgeving kunnen een keuze afdwingen.

Technologie	Wet- en regelgeving		Risico's
	EASA	CS 23.2400	Vorming van gassen en vloeistoffen in de aandrijving veranderen, tijdens normale operatie of tijdens noodsituaties (Thermal runaway en gasvormige waterstof). Het aantoonbaar maken dat de passagiers te allen tijde veilig zijn zal moeten veranderen.
Elektrisch	EASA	CS 23 Subpart F CS 23.2515 CS 23.2520	Er dient onderscheid gemaakt te worden in propulsive electrical systems en andere electrical systems. Het is namelijk de vraag of men dezelfde regels wil toepassen wanneer de systemen een andere functie vervullen en onder Subpart E ook behandeld worden.
	EASA	CS 23	Er dienen nog steeds updates gedaan te worden om al de nieuwe ASTM standaarden te implementeren zodra deze beschikbaar worden.
	EASA	SC E-18 SC E-19 EPHS.90	Innovatieve aandrijfsystemen en de identificatie van de bijhorende critical parts en faalmechanismes zijn complex, gezien er geen historische informatie is over de operatie of over incidenten en ongevallen waaruit lessen getrokken zijn.
Waterstof	EASA	SC E-19 EHPS	De waterstof-elektrische oplossing kan nu niet geëvalueerd worden, gezien deze special condition zich limiteert tot enkel het elektrische systeem.
Elektrisch	EASA	SC E-19 EPHS.20	Configuratie is open voor interpretatie, omvat dit enkel de elektrische motor, of ook de batterij en andere omliggende systemen die de elektrische aandrijving ondersteunen?
Elektrisch	EASA	SC E-19 EHPS.40	Operationele limieten na veelvuldig cyclisch batterij gebruik worden nu niet meegenomen in de regelgeving.

B 1.2 Knelpunten voor CS-25 vliegtuigen

Technologie		Wet- en regelgeving	Risico's
Algemeen	FAA EASA	DOT/FAA/TC-19/16 CS-25 CS-25 Subpart E CS-25.901 CS-25.951 CS-25.952 CS-25.955 CS-25.957 CS-25.959 CS-25.963 CS-25.967 CS-25.957 CS-25 Subpart F CS-25.1309	Regelgeving is geschreven vanuit het perspectief van een traditioneel vliegtuig. Terminologie voor (waterstof) elektrisch vliegen ontbreekt. De Means of Compliance vormen een uitdaging bij nieuwe voortstuwingstechnieken, omdat aangetoond moet worden dat de systemen het vliegtuig als geheel niet in gevaar zullen brengen.
Algemeen – test	EASA	CS-25 Subpart E CS-25.952 CS-25.965	Testen worden voorgeschreven vanuit de regelgeving, maar deze zijn nog gebaseerd op traditionele brandstofsyste men. Voor waterstof en/of batterijen zullen andere testen ontwikkeld moeten worden. Hier is nog geen standaard voor beschikbaar voor CS-25 vliegtuigen.
Algemeen – analyse	ASTM EASA	ASTM F3338-18 CS-25	Doordat er sprake is van nieuwe manieren van aandrijving, zijn er geen referenties waar analyse tools mee gevalideerd kunnen worden. Veel Means of Compliance kunnen niet langer 'analyse' zijn, maar zullen 'test' moeten worden. Dit brengt extra uitdagingen mee voor OEMs.
Waterstof en batterij – brandeigenschappen	EASA	CS-25 Subpart D CS-25.851 CS-25.853 CS-25.859 CS-25.863 CS-25.869 CS-25 Subpart E CS-25.981 CS-25.1181 CS-25.1187 CS-25 Subpart J CS-25J1185-J1203 Appendix M Appendix N	Waterstof en batterijen hebben andere brandeigenschappen dan kerosine. Dit betekent dat veiligheidseisen moeten worden heroverwogen.

Technologie		Wet- en regelgeving	Risico's
Waterstof	FAA EUROCAE EASA	DOT/FAA/TC-19/16 Eurocae ED-219 CS-25 Subpart D CS-25.831 CS-25 Subpart E CS-25.945 CS-25.954 CS-25.963 CS-25.971-979 CS-25.991-1001 CS-25.1011-1025 CS-25.1189 CS-25 Subpart F CS-25.1309 CS-25.1435 CS-25.1436 CS-25.1438 CS-25.1453 CS-25 Subpart H CS-25.1707 CS-25 Subpart J CS-25J951-J997	De opslag en het transport van waterstof brengt technische uitdagingen met zich mee. Dit betekent dat de toezichthouder ook expertise moet opbouwen in deze technische gebieden om te kunnen beoordelen of een systeem veilig is. DOT/FAA/TC-19/16 raadt aan een nieuwe paragraaf toe te voegen aan CS-25 voor Fuel Cell System Safety.
Batterij en waterstof – elektrische systemen	FAA SAE EASA	DOT/FAA/TC-19/16 AIR8678 CS-25 Subpart E CS-25.1165 CS-25 Subpart F CS-25.1353 CS-25 Subpart H CS-25.1711-1731	Zogenaamde thermal runaway, short-circuit, over-voltage, over-current, over-discharge, en failure propagation zijn extra risico's die zich in conventionele vliegtuigen op kleine schaal voordoen. Bij het gebruik van batterijen voor voortstuwing dient goed gekeken te worden naar bovenstaande risico's (dit geldt ook voor EWIS componenten), en ook naar het mogelijk ontkoppelen van voortstuwing en andere elektrische systemen.
Waterstof en batterij – koeling	SAE EASA	AIR8678 CS-25 Subpart E CS-25.1041-1045 CS-25.1121 CS-25 Subpart J CS-25J1043-J1045	Zowel systemen op waterstof als batterijen hebben meer koeling nodig dan traditionele voortstuwingssystemen. Hier zal gekeken moeten worden naar regelgeving rondom relevante testen, koelvloeistoffen en andere thermal management items.
Elektrische aandrijving	EASA	CS-25 Subpart E CS-25.1141-25.1155	Nieuwe vormen van elektrische voortstuwing vereisen andere manieren van omgaan met failures.
Waterstof en batterij – informatievoorziening	ASTM EASA	ASTM F3338-18 CS-25 Subpart F CS-25.1337	Nieuwe aandrijftechnieken brengen nieuwe vormen van informatie met zich mee voor de piloten. Welke informatie moet worden weergegeven en op welke manier?

Technologie		Wet- en regelgeving	Risico's
Elektrisch/ Hybride aandrijving systeem	EASA	SC E-19	De SC E-19 is niet van toepassing op CS-25 vliegtuigen, wat betekent dat vergelijkbare regelgeving omtrent elektrische en/of hybride voortstuwing ontwikkeld dient te worden.

Bijlage 2 Knelpunten in de regelgeving voor de operatie

Technologie		Wet- en regelgeving	Risico's
	EASA	Part CAT CAT.OP.MPA.150 Part CAT CAT.OP.MPA.151	Het bepalen van energie reserves bij het gebruik van andere energiedragers dient herzien te worden. De regels omtrent het bepalen van de reserves kunnen veranderen namelijk.
	EASA	Part CAT CAT.OP.MPA.105 Part CAT CAT.OP.MPA.107 Part CAT CAT.OP.MPA.175 Part CAT CAT.OP.MPA.180 Part CAT CAT.OP.MPA.181	Het bepalen van uitwijkmogelijkheden, in combinatie met innovatieve aandrijftechnieken en andere energiedragers dient herzien te worden.
	ICAO	ICAO Annex 6 Vol. 1 4.3.6 ICAO Annex 6 Vol. 1 4.3.10	Er zijn nog onvoldoende regulaties over het vermelden van de energiedrager en de hoeveelheid aan boord. De informatievoorziening omtrent beschikbare energie (brandstof) dient bepaald te worden voor andere energiedragers.
	ICAO	ICAO Annex 6 Vol. 1 4.3.6 ICAO Annex 6 Vol. 1 4.3.7	De eisen en procedures rondom het vastleggen van brandstofgebruik als ook wat te doen in noodsituaties moeten herzien worden. De huidige regelgeving is primair geënt op kerosine toestellen.
	IenW	Wet Luchtvaart Titel 6.5	Er behoeft een evaluatie van de regelgeving voor het vervoeren van gevaarlijke stoffen in combinatie met de nieuwe energiedragers.
	ICAO	ICAO Annex 6 Vol. 1 4.3.8 ICAO Doc 9137 Part 1 Hoofdstuk 15 ICAO Doc 10121 5.3.7	Er moet onderzocht worden of tanken/laden van nieuwe energiedragers kan met passagiers aan boord.
	EASA ICAO	Part CAT SPA.ETOPS.110 EU 139/2014 ADR.OPS.B.005 EU 139/2014 ADR.OPS.B.010 ICAO Doc 9137 Part 1 Hoofdstuk 2 ICAO Doc 9137 Part 1 Hoofdstuk 5 ICAO Doc 9137 Part 1 Sectie 12.2.19	De eisen aan de brandbestrijdingscapaciteiten moeten herzien worden voor de nieuwe energiedragers. De nieuwe energiedragers kunnen namelijk andere brandeigenschappen vertonen, in combinatie met het toestel en het ontwerp.
	IenW	Wet Luchtvaar Artikel 8a.3	Wetten over de veiligheid rondom de nieuwe energiedragers moeten beoordeeld worden.
Waterstof	EASA	EU 139/2014 ADR.OPS.C.010	De gevolgen van lekkend vloeibaar waterstof moeten onderzocht en beoordeeld worden.

Technologie	Wet- en regelgeving		Risico's
	EASA	EU 139/2014 ADR.OPS.C.010	De impact van zware en grote toestellen op regionale luchthavens dient geëvalueerd te worden. Duurzame toestellen kunnen significant zwaarder worden dan hun kerosine variant, waarbij hetzelfde type toestel in een andere categorie valt.
	ICAO	ICAO Annex 16 Vol. 1 Hoofdstukken 9, 10 en 14 ICAO Annex 16 Vol. 2 Part 3 Hoofdstuk 2 en appendix 2	Het toekennen van slot kan herzien worden, in acht genomen wat de verschillen en voordelen zijn van kerosine en duurzame toestellen. Het creëren van een 'level playing field'.
	FAA EASA	FAA 145.59 FAA 145.61 EU Opinion NO 04/2024 Hoofdstukken 2 en 5 en secties 4.1, 7.1 en 8.1	Nieuwe energiedragers en innovatieve aandrijftechnieken brengen een wijziging op het vlak van onderhoud voor deze technologisch vernieuwing. Regelgeving voor de verantwoordelijk organisaties van het onderhoud van de innovatieve technologie dienen opgesteld te worden.
	IenW	Regeling Luchtverkeersdienstverlening	LVLN moet de nieuwe technologieën en hun impacts meenemen in de opleidingen en hun manier van werken. Primair aangezien de duurzame toestellen zich anders zullen gaan gedragen tijdens de operatie, in tegenstelling tot de kerosine toestellen, waar nu al de focus op ligt.
	IenW	Regeling Luchtverkeersdienstverlening	LVLN moet onderzoek doen naar de impact van verschillende vliegkarakteristieken op de indeling van het luchtruim.
Elektrisch	EASA	Part CAT CAT.POL.A.410	Het is van belang inzichtelijk te maken indien de prestaties van hybride elektrische toestellen anders zal zijn dan de kerosine en waterstof toestellen. Denk hierbij aan klimmen en kruisen. Indien er wijzigingen zijn, dienen deze ook meegenomen te worden in de overwegingen.
	ICAO	ICAO Annex 16 Vol. 2 Part 3 hoofdstukken 1 en 2	De regels omtrent uitstoot en emissies dienen herzien te worden, nu nieuwe aandrijftechnieken en energiedragers andere vormen van uitstoot en emissies met zich meebrengen. De eenzijdige focus op CO ₂ is niet meer van toepassing.

Bijlage 3 Scenario Cariben

Vraagstukken rondom certificering en toezicht in de Cariben en de relatie met Nederland zorgen voor een extra, complexe dimensie. De toepasselijke regelgeving hangt af van tussen welke eilanden vluchten worden beoogd. Sinds de opheffing van de Nederlandse Antillen op 10 oktober 2010 worden de eilanden die deel uitmaken van het Caribisch deel van het Koninkrijk der Nederlanden opgedeeld in twee categorieën:

1. Bonaire, Sint-Eustatius en Saba (de **BES-eilanden**) zijn openbare lichamen, ook wel bijzondere gemeenten, van Nederland en worden Caribisch Nederland genoemd.
2. Curaçao, Aruba en Sint-Maarten (de **CAS-eilanden**), zijn naast Nederland, autonome landen binnen het koninkrijk der Nederlanden met hun eigen luchtvaart wetgeving.

Dit onderscheid is nadrukkelijk niet te verwarren met die tussen de 'bovenwindse eilanden', bestaande uit Sint-Maarten, Saba en Sint-Eustatius, en de 'benedenwindse eilanden', zijnde Aruba, Bonaire en Curaçao, of ook wel de ABC-eilanden.

B 3.1 BES-eilanden

De nieuwe status van de BES-eilanden betekent dat de Antilliaanse wetgeving stapsgewijs is vervangen door Nederlandse wetgeving. Dit geldt o.a. voor: het [Besluit luchtvaartuigen 2008](#) voor bijvoorbeeld inschrijving in het Nederlandse luchtvaartuigregister en toepassingsbereik van bewijzen van luchtwaardigheid. Ook is er specifieke wetgeving voor de BES-eilanden:

- [Luchtvaartwet BES](#) (2020)
- [Besluit toezicht luchtvaart BES](#) (2021)

Verder zijn op de BES-eilanden ook van toepassing verklaard de EASA Basisverordening, voor zover het Hoofdstuk III, Afdeling I en Deel II betreft, EU Verordening 1321/2014 en Verordening 748/2012 die betrekking hebben op luchtwaardigheid van luchtvaartuigen en onderdelen.

B 3.2 CAS-eilanden

Curaçao, Aruba en Sint-Maarten hebben als autonome landen binnen het Koninkrijk der Nederlanden ieder hun eigen nationale regelgeving en luchtvaartautoriteit. Zij zijn zelfstandig verantwoordelijk voor de implementatie van ICAO-verplichtingen in hun wet- en regelgeving. Nederland heeft hierbij slechts een coördinerende rol om ervoor te zorgen dat het Koninkrijk als geheel voldoet aan de verplichtingen ten aanzien van ICAO. Hoewel ICAO de landen op basis van het verdrag als integraal onderdeel van het Koninkrijk beschouwt, functioneren zij juridisch en operationeel onafhankelijk binnen hun eigen luchtvaartkaders.

In de praktijk betekent dit dat de luchtvaartautoriteiten van deze landen hun eigen regelgeving ontwikkelen op basis van ICAO-standaarden, zij kunnen ervoor kiezen om bepaalde aspecten van EASA- of FAA-regelgeving over te nemen of te harmoniseren, afhankelijk van hun eigen beleidskeuzes en internationale samenwerkingen. De landen hanteren ook een eigen luchtvaartregister. Dat van Aruba staat bekend om zijn internationale reputatie en bevat zowel commerciële als privé-luchtvaartuigen. Curaçao en Sint-Maarten beschikken over een relatief klein gezamenlijk luchtvaartuigenregister (ongeveer 25 vliegtuigen in 2022).

Hieronder is voor elk van de CAS-eilanden kort weergegeven hoe zij hun luchtvaartregelgeving op het gebied van veiligheid hebben ingericht.

- **Aruba** had al vóór de ontbinding van de Nederlandse Antillen op 10 oktober 2010 een bijzondere positie binnen het Koninkrijk der Nederlanden. Dit kwam door de Status Aparte, die het eiland op 1 januari 1986 verkreeg. Hierdoor kreeg Aruba al in een vroeg stadium een eigen luchtvaartautoriteit en luchtvaartregister, onafhankelijk van de rest van de Nederlandse Antillen, en heeft de luchtvaartwetgeving zich onder leiding van het Department of Civil Aviation Aruba (DCA Aruba) al verder kunnen ontwikkelen.
 - o Een volledig overzicht van veiligheidsregelgeving, waaronder 'Acceptable Means of Compliance' is [hier](#) te vinden, zie bijv. de [Airworthiness Regulation](#) (1995)
- **Curaçao** heeft middels de *Curaçaoese Civil Aviation Regulations* (CCAR), die als bijlage bij de Regeling nadere voorschriften toezicht luchtvaart (2015) zijn toegevoegd, de SARP's van ICAO geactualiseerd en geïmplementeerd. Samen maken zij deel uit van de regelgeving die de Curaçao Civil Aviation Authority (CCAA) in staat stelt te voldoen aan haar verantwoordelijkheden op het gebied van regelgevend veiligheidstoezicht, bijvoorbeeld voor registratie en luchtwaardigheid van luchtvaartuigen. Een volledig overzicht van de regelgeving op het gebied van veiligheid is [hier](#) te vinden. Zie ook:
 - o [Landsbesluit toezicht luchtvaart](#) (2010)
 - o [Beschikking luchtwaardigheid van luchtvaartuigen](#) (2010)
 - o [Regeling nadere voorschriften toezicht luchtvaart](#) (2015)
- **Sint-Maarten** heeft in aanvulling op ondergenoemde regelgeving, luchtvaartwetgeving vastgelegd in de *Sint Maarten Civil Aviation Regulations* (SMCAR). De SMCAR zijn primair gebaseerd op de SARP's van ICAO. De regelgeving inzake de veiligheid van de burgerluchtvaart is daarnaast zoveel mogelijk afgeleid van het Amerikaans luchtvaart systeem, de "*Federal Aviation Administration (FAA) Model Regulations*". Luchtvaart in Sint-Maarten valt onder het Department of Civil Aviation, Shipping & Maritime Affairs (DCASMA). Voor relevante wetgeving, zie:
 - o [Landsbesluit toezicht luchtvaart](#) (2019)
 - o [Regeling inschrijving en registratie van luchtvaartuigen](#) (2014)
 - o [Regeling luchtwaardigheid van luchtvaartuigen](#) (2014)
 - o [Regeling luchtvaartpersoneel](#) (2014)
 - o [Regeling voorbereiding en uitvoering van vluchten](#) (2015)

Het is belangrijk op te merken dat de FAA een classificatiesysteem hanteert om de luchtvaartveiligheid van andere landen te beoordelen. Curaçao en Sint-Maarten hebben momenteel een Categorie 2 status, wat betekent dat de FAA van mening is dat de luchtvaartautoriteiten niet volledig voldoet aan de ICAO-standaarden. Als gevolg hiervan mogen luchtvaartmaatschappijen uit deze landen geen nieuwe vluchten naar de Verenigde Staten starten of hun bestaande diensten uitbreiden, hoewel ze hun huidige operaties mogen voortzetten. Het verkrijgen van een Categorie 1 status vereist aanzienlijke inspanningen, waaronder het aannemen en opleiden van gekwalificeerd personeel en het versterken van de luchtvaartautoriteit. Hierdoor kunnen zij minder bereid zijn om mee te werken aan het realiseren van vluchten met nieuwe aandrijftechnieken die nog niet volledig gecertificeerd zijn.

B 3.3 Dutch Caribbean Air Navigation Service Provider²⁴

Op Curaçao zetelt de Dutch Caribbean Air Navigation Service Provider (DC-ANSP). Deze organisatie is belast met de luchtverkeersleiding in het luchtruim van Curaçao en op de luchthaven van Curaçao. De Nederlandse overheid heeft de luchtverkeersleidingstaken van Bonaire echter ook belegd bij de DC-ANSP.

De DC-ANSP voert eveneens de Aeronautical Information Service taken uit voor alle zes eilanden die de Nederlandse Cariben vormen. De opleidingen tot flight information service officer voor de eilanden Saba en Sint Eustatius worden eveneens door Curaçao verzorgd.

²⁴ Dutch Caribbean Electric Aviation Initiative Final Report (Ampaire, 2023)