Innovatiekrachtanalyse Nederlandse luchtvaartsector

Inzicht in barrières & oplossingsrichtingen op basis van 5 innovatie casussen

22-12-2022

TwynstraGudde

in samenwerking met to70 UNIFIED INTERNATIONAL Deloitte.

Impact op morgen.

Inhoud

1. Samenvatting
   - Overzicht per casus
   - Casus overstijgende bevindingen & aanbevelingen
2. Aanleiding, aanpak & cases
3. Resultaten per casus
4. Appendix
   - Uitgebreid overzicht opgehaalde barrières



Klik op een slide om direct naar het hoofdstuk te gaan

Innovatiekrachtanalyse

Samenvatting

Innovatiekrachtanalyse: overzicht per casus

Deze innovatiekrachtanalyse dient als basis en input voor een missiegerichte innovatiestrategie voor de Nederlandse Luchtvaart. Hierin staan de publieke belangen veiligheid, verbondenheid, leefomgeving en duurzaamheid centraal. Op basis van interviews, enquêtes en workshops met betrokkenen zijn voor 5 casussen (i.e. Airport Energy Hub, U-Space, Multimodaal transport, Trajectory Based Operations en Geluidadaptief bouwen) de belangrijkste barrières en oplossingsrichtingen voor innovatie in kaart gebracht.

Klik op symbool om direct naar de casus te gaan







	Airport Energy Hub	U-Space	Multimodaal transport (trein-vliegtuig verbinding)	Trajectory Based Operations	Geluidadaptief bouwen
Casusomschrijving	Ontwikkeling en implementatie van infrastructuur voor waterstof en elektriciteit voor vliegtuigen, grondafhandelingsapparatuur en andere gebruikers op de luchthaven.	Ontwikkeling en implementatie van het U-space concept om veilige, efficiënte en beveiligde toegang tot luchtruim voor grote aantallen drones en complexe operaties te ondersteunen.	Implementatie van innovaties die bijdragen aan een verbeterde trein-vliegtuig verbinding	Ontwikkeling van operationele concepten die ervoor kunnen zorgen dat vliegtuigen efficiëntere routes vliegen.	Ontwikkeling van innovaties die bijdragen aan betere en gezondere woon- en leefomgeving rondom luchthavens door gebouwen zo te ontwerpen en te positioneren dat vliegtuiggeluid minder hoorbaar wordt.
Bijdrage aan publiek belang	Duurzaamheid	Veiligheid	Verbondenheid, Duurzaamheid	Veiligheid, Duurzaamheid	Duurzaamheid, Leefomgeving
Grootste barrières	1. Beperkte financiële middelen, energie infrastructuur en personeel 2. Coördinatie en bestuur: geen gedeelde visie en versnipperde kennisontwikkeling 3. Ondernemende activiteiten: beperkte experimenteerruimte en onzekerheden zitten opschaling in de weg	1. Coördinatie en bestuur: geen gedeelde visie op stapsgewijze implementatie en geen gedeeld eindbeeld 2. Marktcreatie en ontwikkeling: ontbreekt aan standaardisatie van protocollen en technologie 3. Beschikbare middelen: Experimenteerruimte en opschaling	1. Coördinatie en bestuur: geen sturing, regie en nationale doelstellingen 2. Ondernemende activiteiten: beperkte innovatie vanwege gebrek aan prikkel 3. Beschikbare middelen	1. Coördinatie en bestuur: geen gedeelde visie en regie op implementatie en gedeeld eindbeeld 2. Beschikbare middelen: experimenteerruimte, personeel en financiën	1. Kennisontwikkeling en kennisdeling: bredere kennisdeling & opschalen van pilot naar praktijk 2. Coördinatie en bestuur: onduidelijke rol in leefomgevingsbeleid 3. Marktcreatie

Casusoverstijgende bevindingen & aanbevelingen

Een missiegerichte innovatie strategie voor de Nederlandse luchtvaart is gericht op het stimuleren, ontwikkelen en verspreiden van innovatieve oplossingen die bijdragen aan publieke belangen (i.e. veiligheid, verbondenheid, duurzaamheid en leefomgeving), het stimuleren van nationaal verdienvermogen en faciliteren van opkomende technologieën.

Een missiegerichte innovatie strategie geeft richting aan inspanningen op de vier verschillende innovatiegebieden van de Nederlandse luchtvaartsector: *Airspace design and infrastructure, Future fuels and infrastructure, Local and airport developments* en *Aircraft platforms*. Deze inspanningen dienen gericht te zijn op het wegnemen van barrières voor deze innovatiegebieden en het in beeld brengen van nieuwe oplossingsrichtingen. Hierin kan onderscheid worden gemaakt tussen inspanningen op programmaniveau (waar gewerkt wordt aan formulering en ambitieniveau van de missie) en uitvoeringsniveau (waar oplossingsrichtingen worden verkend en opgeschaald):

- De Luchtvaartnota geeft algemene richting aan de missie van de Nederlandse luchtvaartsector. De casusanalyse laat zien dat er op het niveau van innovatiegebieden behoefte is aan een gedragen visie, sturing en formulering van concretere doelstellingen.
- Verschillende cases laten zien dat betere afstemming op verschillende schaalniveaus (regionaal, nationaal en internationaal) gewenst is (i.e. energie en infrastructuur-gerelateerde opgaven vragen om koppeling met regionaal en nationaal beleid en sectorafstemming op nationaal niveau; afspraken over technische standaarden of het delen van vluchtdata vragen om internationale afstemming).
- De analyse laat zien dat er op casusniveau nog veel onzekerheden en kennisvragen spelen en dat er beperkt kennisdeling plaatsvindt. Er is behoefte aan de ontwikkeling en uitvoering van een kennisprogramma langs de vier innovatiegebieden met bijhorende kennisagenda. Daarnaast is het faciliteren en coördineren van kennisdeling tussen en binnen innovatiegebieden is gewenst.
- Uit de casusanalyse komen overstijgende inspanningen naar voren die kunnen bijdragen aan het creëren van de juiste randvoorwaarden voor ontwikkeling en opschaling van innovatie op niveau van innovatiegebied: mobiliseren van financiële middelen, opleiden van gekwalificeerd personeel en het creëren van fysieke en wettelijke experimenteerruimte.
- De casusanalyse laat zien dat er beperkt inspanningen nodig zijn om weerstand weg te nemen. De bestudeerde cases laten breed draagvlak en een duidelijke bijdrage aan publieke belangen zien.
- Het verdienpotentieel per casus is niet goed te kwantificeren, waarmee de concrete bijdrage aan het nationaal verdienvermogen onduidelijk blijft. De analyse laat voor sommige cases een goede kennispositie zien, met kansen voor internationaal verdienpotentieel.

Proces innovatiestrategie

- Zorg voor brede betrokkenheid bij totstandkoming van innovatiestrategie (gevestigde partijen én nieuwkomers)
- Sluit met inspanningen op programma- en uitvoeringsniveau aan bij bestaande overlegstructuren

Innovatiekrachtanalyse

Aanleiding, aanpak & cases

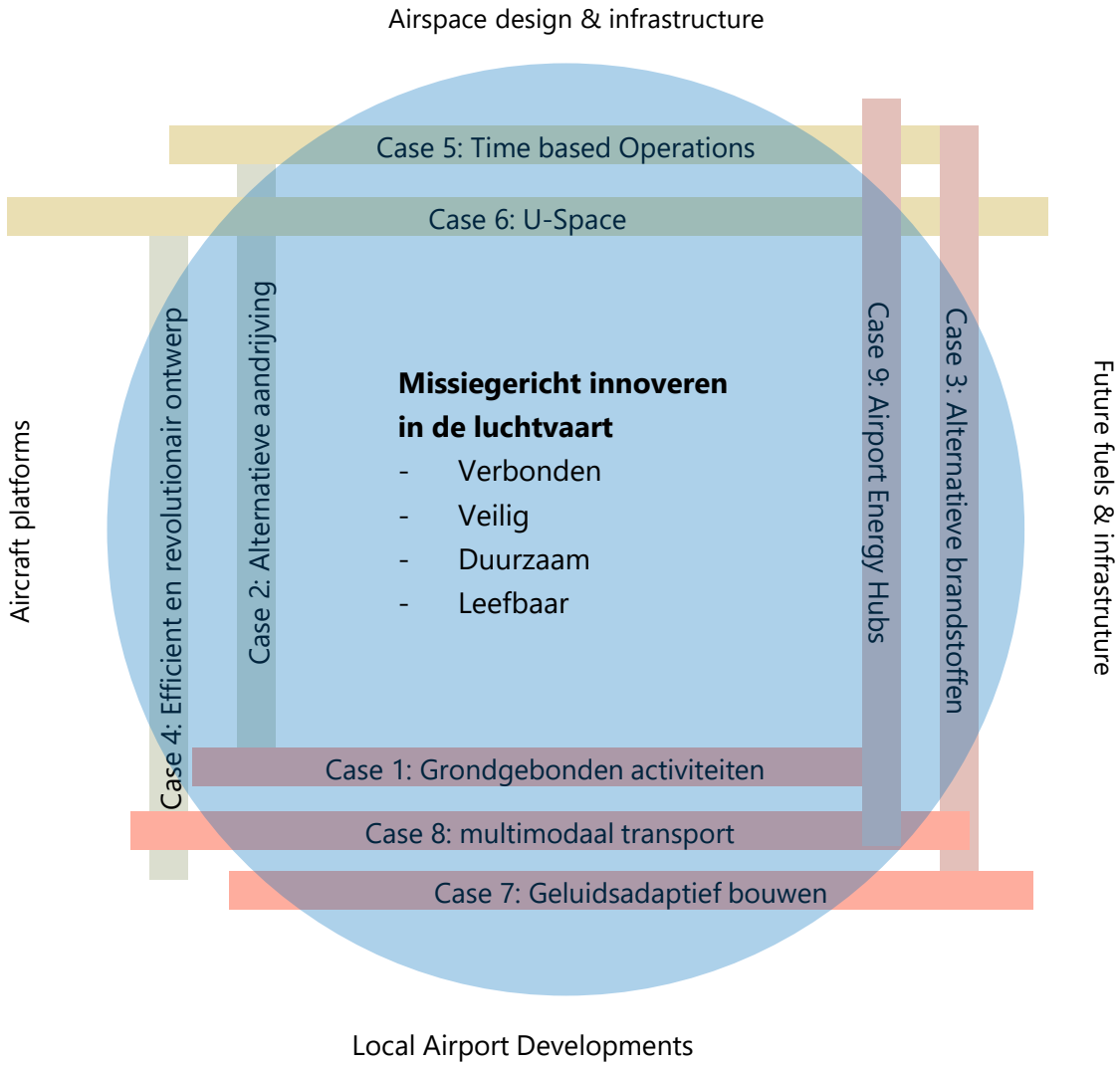
Aanleiding: Missiegericht innoveren in de luchtvaart

In de Luchtvaartnota (2020-2050) staan 4 publieke belangen en maatschappelijke uitdagingen centraal:

1. Nederland veilig in de lucht en op de grond
2. Nederland goed verbinden
3. Aantrekkelijke en gezonde leefomgeving
4. Nederland duurzaam

Innovatie wordt gezien als *''de sleutel tot succes"* om deze maatschappelijke belangen en missie na te streven. Een missiegerichte innovatiestrategie helpt als aanjager van de transitie in de luchtvaart, waarin de missie centraal staat. Een innovatiestrategie is ook gericht op het stimuleren van het nationaal verdienvermogen en het faciliteren van opkomende technologie.

Als basis voor de innovatiestrategie wordt een *innovatiekrachtanalyse* uitgevoerd. Deze rapportage gaat in op de uitkomsten hiervan. Het doel van de innovatiekrachtanalyse is het identificeren van barrières en in kaart brengen van oplossingsrichtingen voor innovatie in de Nederlandse luchtvaartsector. De analyse is uitgevoerd op basis van 5 casussen die binnen 4 innovatiegebieden vallen (zie figuur).



Uitgebreide toelichting webinar Innovatiestrategie Luchtvaart

Aanpak: innovatiekracht analyse

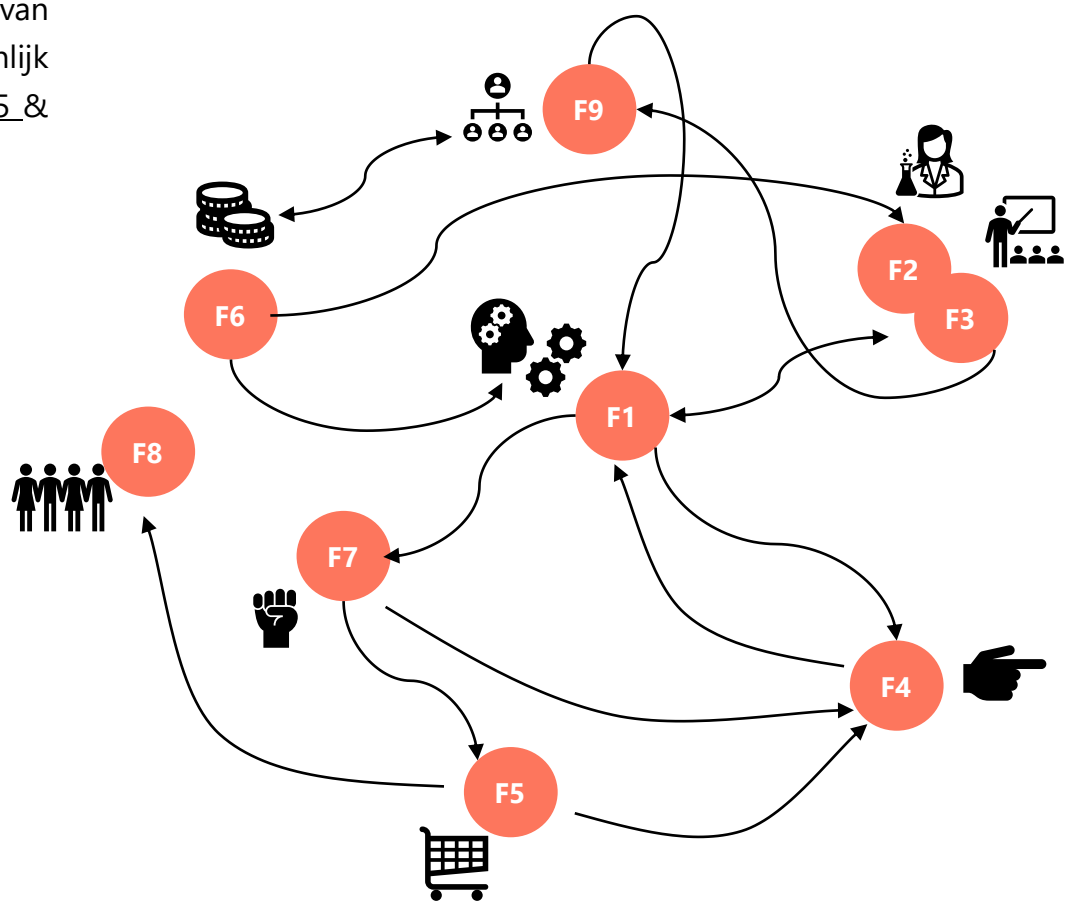
Een innovatiekrachtanalyse helpt in het identificeren van barrières en in kaart brengen van oplossingsrichtingen voor innovatie. Hierin wordt onder meer gekeken naar het samenspel van technologie, actoren, netwerken en instituties (formele en informele spelregels). Gezamenlijk bepalen deze aspecten de snelheid en richting van het innovatieproces (Hekkert et al., 2005 & 2020).

In de analyse wordt gekeken naar 9 innovatie systeemfuncties die bepalend zijn voor het functioneren van een innovatiesysteem:

- Functie 1: Ondernemende activiteiten (pilots, bedrijvigheid, experimenteerruimte)
- Functie 2: Kennisontwikkeling (wetenschappelijk, praktijkgericht)
- Functie 3: Kennisverspreiding
- Functie 4: Richting geven aan het zoekproces (verwachtingen, gedeelde visies t.a.v. innovatie, probleem en oplossing)
- Functie 5: Marktcreatie (financiële prikkels, subsidies, standaarden, uitfaseren oude oplossingen)
- Functie 6: Mobiliseren van middelen (financieel, personeel, grondstoffen)
- Functie 7: Tegengaan van weerstand (balans en lobby voor & tegen de innovatie)
- Functie 8: Druk op regime (activisme; afschaffen subsidies, regelgeving gericht op uitfasering)
- Functie 9: Coördinatie (leidende organisatie; coalitievorming rondom missie, interactie tussen oplossingsrichtingen)

Methode: input voor de innovatiekrachtanalyse is opgehaald door middel van

- Verkennende interviews
- Brede enquête
- Workshops gericht op valideren en prioriteren van barrières en in kaart brengen van oplossingsrichtingen en concrete suggesties



Cases: 5 innovatieve ontwikkelingen

De analyse richt zich op verschillende cases die een innovatieve ontwikkeling, nieuw concept of technologie reflecteren. De cases raken op verschillende manieren aan de publieke belangen van de luchtvaartsector en vallen binnen een van de 4 innovatiegebieden.

	Casus	Omschrijving	Innovatiegebied	Verbonden	Veilig	Duurzaam	Leefbaar
	**Airport Energy Hub**	Ontwikkeling en implementatie van infrastructuur voor waterstof en elektriciteit voor vliegtuigen, grondafhandelingsapparatuur en andere gebruikers op de luchthaven.	Future fuels and infrastructure				
	**U-Space**	Ontwikkeling en implementatie van het U-space concept om veilige, efficiënte en beveiligde toegang tot luchtruim voor grote aantallen drones en complexe operaties te ondersteunen.	Airspace design and infrastructure				
	**Multimodaal transport: trein-vliegtuig verbinding**	Implementatie van innovaties die bijdragen aan een verbeterde trein-vliegtuig verbinding	Local and airport developments				
	**Trajectory Based Operations**	Ontwikkeling van operationele concepten die ervoor kunnen zorgen dat vliegtuigen efficiëntere routes vliegen	Airspace design and infrastructure				
	**Geluidsadaptief bouwen**	Ontwikkeling van innovaties die bijdragen aan betere en gezondere woon- en leefomgeving rondom luchthavens door gebouwen zo te ontwerpen en te positioneren dat vliegtuiggeluid minder hoorbaar wordt.	Local and airport developments				

Stakeholder betrokkenheid

Input voor de innovatiekrachtanalyse is opgehaald door middel van interviews, workshops en een brede enquête.

	Airport Energy Hub	U-Space	Multimodaal (trein-vliegtuig verbinding)	Trajectory Based Operations	Geluidadaptief bouwen
Interview & workshops	• KLM Equipment Services • Schiphol • Lelystad Airport • Rotterdam The Hague Airport • Maastricht Aachen Airport • Eindhoven Airport • Groningen Airport Eelde • Min IenW • NLR • Gemeente Beek • NAG • DNATA • Zepp Solutions Workshop 1: 26 september Workshop 2: 3 november	HoldingTheDrones KNVvL Drone Council Nederland AOPA LVNL Avy NLR Rijkswaterstaat Dronehub Noord-Nederland Port of Rotterdam KPN ANWB (MAA) Space53 Min IenW Workshop 1: 13 oktober Workshop 2: 8 november	• KLM • NS International • ProRail • Corendon • Eurostar • Tui • Min IenW Workshop: 8 november	KLM NLR Min Defensie MovingDot LVNL EUROCONTROL/MUAC Schiphol Min IenW Workshop: 2 november	• TU Delft • NLR • Min IenW • Min BZK • Gemeente Haarlemmermeer • Provincie Noord-Holland • Schiphol • M+P • To70 Workshop 1: 4 oktober Workshop 2: 10 november
Enquête	Uitgezet: 60 Ingevuld: 28	Uitgezet: 76 Ingevuld: 25	Uitgezet: 49 Ingevuld: 13	Uitgezet: 16 Ingevuld: 4	-

Innovatiekrachtanalyse

Resultaten per casus

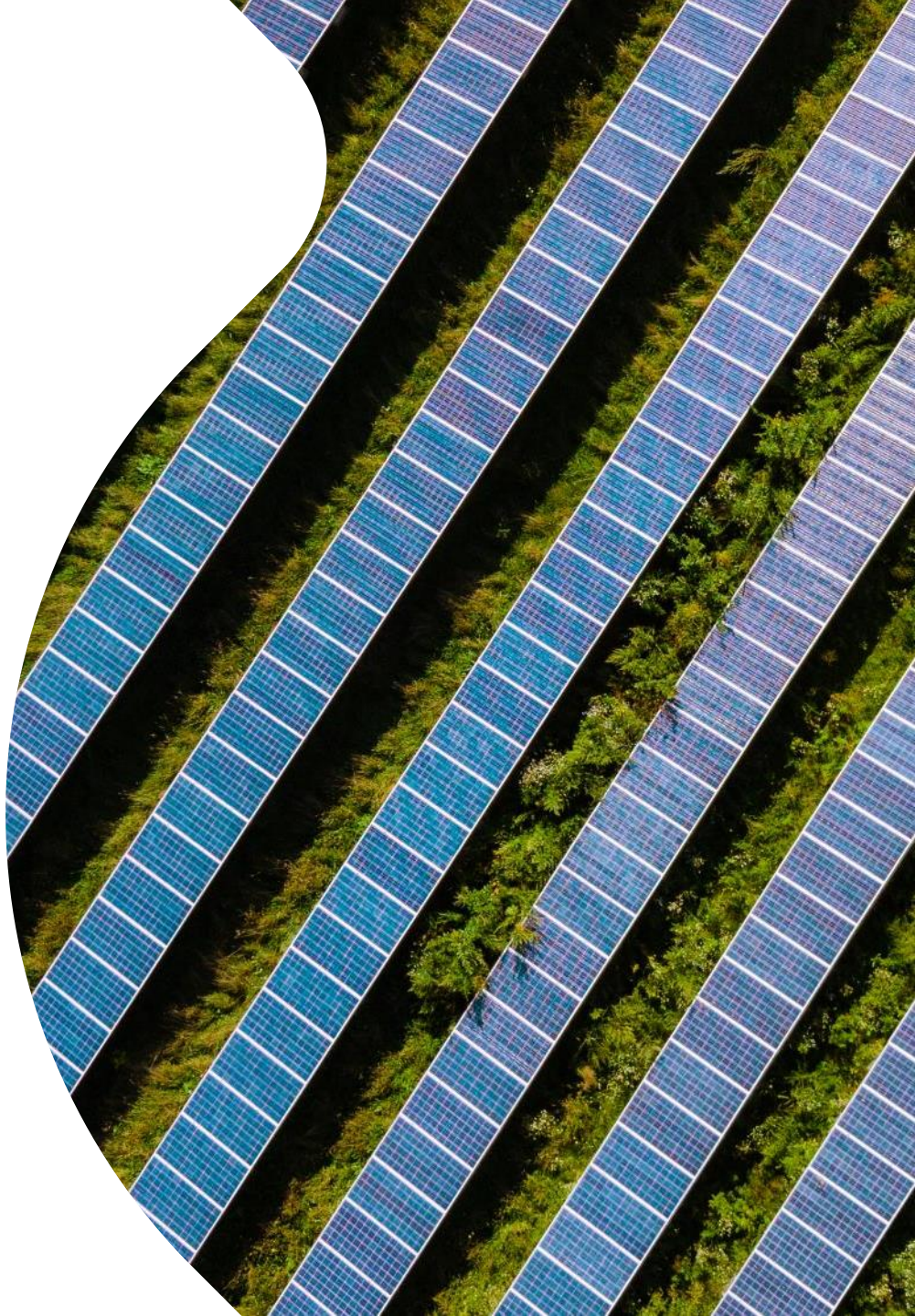
- Belangrijkste barrières
- Oplossingsrichtingen

Airport Energy Hub

Luchthavens staan voor twee belangrijke energieopgaven: de verduurzaming van de luchthaven zelf (o.a. gebouwen) en het realiseren van de energievoorziening voor toekomstige vliegtuigen.

Luchthavens hebben de mogelijkheid om zich te ontwikkelen tot *energy hubs* die hernieuwbare energie opwekken, opslaan en verdelen over de luchthaven en tussen verschillende afnemers.

Deze casus gaat in op de barrières en oplossingsrichtingen rondom de ontwikkeling en implementatie van de benodigde infrastructuur voor enerzijds het lokaal genereren en opslaan van waterstof en elektriciteit en anderzijds het tanken van waterstof en laden van batterijen voor vliegtuigen, grondafhandelingsapparatuur en andere gebruikers op en buiten de luchthaven.





Belangrijkste barrières Airport Energy Hub

Op basis van interviews, een enquête en twee workshops zijn de volgende barrières opgehaald en geprioriteerd:

1. **Beschikbare middelen**: het ontbreken van beschikbare middelen wordt als belangrijkste barrière gezien voor de verdere ontwikkeling van Airport Energy Hubs. Het gaat hierbij om **financiële middelen** voor (met name de opschaling van) onderzoek, **pilots** en investeringskapitaal voor innovatie met lange terugverdientijd, fysieke **infrastructuur** (in tijden van netschaarste), beschikbaarheid van **hernieuwbare energie** (competitie met andere sectoren) en de beschikbaarheid van voldoende gekwalificeerd **personeel** met bepaalde expertise (e.g., luchthavens missen capaciteit om geschikte technologie te beoordelen).

2. **Coördinatie en bestuur**: ondanks draagvlak voor de Airport Energy Hub krijgt deze ontwikkeling nog **onvoldoende prioriteit**. Prioriteit gaat vooralsnog voornamelijk naar de verduurzaming van vliegtuigen. Coördinatie rondom deze casus is van groot belang vanwege de **afhankelijkheid** van vliegtuigontwikkeling (afstemming coördineren met OEMs) en de energiesector (afstemming coördineren op regionaal niveau met netbeheerders en nationaal niveau energieproducenten).

    i. **Ontwikkelrichting:** Daarbij creëert het **ontbreken van een heldere visie** over Nederlandse (regionale) luchthavens in de energietransitie onduidelijkheid over de verschillende ontwikkelrichtingen en rollen van luchthavens. Belangrijk is dat er een gedeeld beeld ontstaat over de energiebehoefte en energiedrager van de luchtvaartsector in de toekomst. Volgens betrokkenen zal de energiebehoefte en energiedrager zal per luchthaven verschillend zijn (e.g. RTHA & GAE: H2; MAA: Elektrisch; EIN: SAF).

    ii. **Kennisontwikkeling & verspreiding:** Ook is er voor betrokkenen nog veel **onzeker**. Er is onvoldoende kennis en er spelen nog **veel open vragen** ten aanzien van verwachte toekomstige energiebehoefte, infrastructuur, regelgeving en business modellen. Om hier helderheid over te verschaffen is ook coördinatie nodig om de **versnipperde kennisontwikkeling** (via pilots in lokale netwerken) samen te brengen op (inter)nationaal niveau zodat luchthavens **beter leren** van elkaars pilots en ervaringen.

3. **Ondernemende activiteiten**: betrokkenen willen meer **experimenteerruimte** voor het lokaal genereren en opslaan van waterstof en elektriciteit en anderzijds het tanken van waterstof en laden van batterijen voor vliegtuigen, grondafhandelingsapparatuur en andere gebruikers op en buiten de luchthaven. De technologie is beschikbaar, maar de grote uitdaging is de **implementatie** en **opschaling** ervan. Er zijn nog veel onduidelijkheden over financiële haalbaarheid (business model), regelgeving, ruimtelijke inpasbaarheid en systeemintegratie (infrastructuur aansluiting).



Oplossingsrichtingen Airport Energy Hub

Voor de belangrijkste geïdentificeerde barrières zijn in een workshop de volgende suggesties, concrete inspanningen en acties opgehaald:

Garanderen van beschikbare middelen

Financieel:

- Subsidies en leningen voor kapitaalintensieve innovaties voor langere looptijd (>15jr).
- Subsidies voor technologie ontwikkeling.
- Subsidie voor infrastructuurverzwaring op luchthavens.

Energie & infrastructuur:

- Regionale afstemming organiseren met andere grootverbruikers van energie.
- Beter afstemmen met netbeheerders door hen actiever te betrekken bij pilottrajecten.
- Marktleiders in NL op gebied van waterstof aan elkaar verbinden om gezamenlijk waterstofproductie en infrastructuur te realiseren op luchthavens.

Gekwalificeerd personeel:

- Benut bestaande testruimte om praktijkervaring voor monteurs en operators met nieuwe technologieën op te doen.
- Stem opleidingsprogramma's (mbo & hbo's) af op dit onderwerp.
- Meerjarig onderzoeksprogramma opzetten en de bestaande onderzoeksprogramma's samenbrengen.
- Biedt technisch/inhoudelijk ondersteuning aan luchthavens om inpasbaarheid van energie-innovaties te beoordelen.

Verbetering van coördinatie en bestuur

Richting geven door visie ontwikkeling:

- Doe onderzoek naar het tijdspad (roadmap) op weg naar duurzame luchtvaart met aandacht voor implementatie van nieuwe infrastructuur en toekomstige energiebehoefte van luchthavens
- Start een verkenning naar kansen en rolverdeling van verschillende (regionale) luchthavens in de energietransitie (met uitgesproken specialisatie per luchthaven);
- Organiseer vanuit luchthavens en luchtvaartmaatschappijen een *mission statement* over waterstof op luchthavens;
- Creëer een overzicht van 'no regret moves' m.b.t. Airport Energy Hubs voor 2030.

Kennisontwikkeling:

- Initieer gezamenlijke onderzoeks-/pilotprojecten; algemene uitdagingen die voor alle luchthavens gelden gezamenlijk aanpakken (bijv. zoals in PowerUp op het gebied van elektrisch vliegen).

Kennisdeling:

- Afstemmen van pilots en coördineren van kennisdeling tussen luchthavens (gezamenlijk periodiek overleg organiseren over ambities, plannen en pilots).
- Delen van concrete beschikbare technologieën en producten (met contactgegevens leverancier).
- Overzicht creëren van alle overleggen en platformen op dit terrein in Nederland; faciliteer een verzamelplaats voor waterstof en elektrificatie gerelateerde vragen.
- Een periodieke nieuwsbrief voor alle lopende initiatieven en resultaten.
- Ondersteun ILT bij hun voorgestelde rol als vraagbaak bij nieuwe ontwikkelingen.

Stimuleren van ondernemende activiteiten

Experimenteerruimte, implementatie en opschaling

- Creëer meer experimenteerruimte op luchthavens.
- Maak inzichtelijk welk type pilot op welke (regionale) luchthaven kan plaatsvinden (Lelystad Airport heeft relatief veel experimenteerruimte; KES heeft op Schiphol field lab ruimte beschikbaar in werkplaatsen voor GSE).
- Mobiliseer regionale netwerken (met lokale bedrijven) van luchthavens voor co-investeringen in pilots met energie innovaties.
- Maak afspraken met luchtvaartmaatschappijen of introduceer financiële prikkels die innovatie en het gebruik van duurzame alternatieven op luchthavens stimuleren (e.g. extra belasting op fossiele brandstof; innovatietax).
- Start met grootschalige implementatie. waterstofoplossingen voor gedeelde grondoperaties
- Werk aan certificatie van groene waterstof (bv. CertifHy project).

U-space

Drones hebben de potentie om disruptieve veranderingen teweeg te brengen, bijvoorbeeld in inspectie, monitoring, personen- en goederentransport. Om dit vliegverkeer in goede banen te leiden is een verkeersmanagementsysteem voor dit soort onbemande platformen noodzakelijk, zoals dat ook bestaat voor de bemande luchtvaart. Dit verkeersmanagementsysteem wordt ook wel *Unmanned Aircraft System Traffic Management* (UTM) genoemd. De Europese UTM heet **U-space** en kan worden gezien als het *framework* voor een in hoge mate geautomatiseerd verkeersmanagementsysteem.

Deze casus richt zich op barrières en oplossingsrichtingen rondom de ontwikkeling en implementatie van het U-space concept om veilige, efficiënte en beveiligde toegang tot luchtruim voor grote aantallen drones en complexe operaties te ondersteunen. Ook biedt U-space ondersteuning daar waar drones en bemande luchtvaart in elkaars directe omgeving vliegen. De overheid is bevoegd om U-space luchtruim aan te wijzen, waar meerdere zogeheten U-space Service Providers (USSPs) de dienstverlening verzorgen. Deze USSPs bieden initieel minimaal de vier basisdiensten aan die gebruikers van het luchtruim – drones, zullen moeten afnemen:

1. identificeren van al het onbemand en bemand luchtverkeer
2. verstrekken van geografische informatie over beperkingen in het luchtruim
3. verstrekken van luchtverkeersinformatie
4. autoriseren van vluchten om het luchtruim te betreden





Belangrijkste barrières U-space

Op basis van interviews, een enquête en workshops onder betrokkenen zijn de volgende barrières opgehaald en geprioriteerd:

1. **Coördinatie en bestuur:** Het ontbreken van **een coherente visie op de implementatie** (zoals bijvoorbeeld een roadmap) van U-space, vormt de belangrijkste barrière in de ontwikkeling van deze innovatie in Nederland. Er heerst onduidelijkheid over de rollen en verantwoordelijkheden in de ontwikkeling van U-space en het is onduidelijk wie verantwoordelijk is voor het samenbrengen van belanghebbenden in de ontwikkeling en implementatie van U-space. Bevoegdheden van betrokken overheidsorganisaties zijn onvoldoende helder en het is onduidelijk wie protocollen en procedures ontwikkelt, op welk niveau dit plaatsvindt (nationaal of internationaal) en welke rol EASA speelt vanuit Europees perspectief. Overheid en marktpartijen (zoals bijvoorbeeld USSPs en softwareontwikkelaars) werken op dit moment nog onvoldoende samen om middelen vrij te maken voor de ontwikkeling van U-space.
    i. **Ontwikkelrichting en verwachtingen:** U-space wordt gezien als een veelbelovende innovatie om grootschalig droneverkeer te faciliteren, maar is nog afhankelijk van veel onzekere ontwikkelingen. Een belangrijk voorbeeld hierin is het ontbreken van duidelijkheid rondom **de toepassing van e-Conspicuity**, een ontwikkeling die randvoorwaardelijk is voor de implementatie van U-space. Belangrijk aandachtspunt is dat er op dit moment **geen consensus is over de definitie** en Nederlandse invulling van het U-space concept en waar het nodig of nuttig is.
    ii. **Kennisontwikkeling en kennisverspreiding:** Er spelen nog veel vragen rondom U-Space. **Kennisontwikkeling is nodig** in automatisering, gebruik van U-space in de praktijk, risico's, samenwerking en standaarden en protocollen. Een belangrijke uitdaging is dat de luchtvaart in alle onderdelen met elkaar is verbonden (U-space, bemand en onbemand), maar veelal ontwikkelt in 'eilandjes'. **Kennis rondom de implementatie is gefragmenteerd** over diverse organisaties en betrokken partijen hebben moeilijk toegang tot deze kennis.

2. **Marktcreatie en ontwikkeling:** De EU (namens EASA) vaardigt richtlijnen uit voor Nederland, die binnen de gestelde vrijheden kunnen worden omgezet naar Nederlandse implementatiekeuzes. Hier worden nu de eerste stappen in gezet – samen met de Drone Council Nederland, maar is nog geen duidelijkheid in. De **ontwikkeling van wet- en regelgeving loopt achter op de ontwikkelingen in de markt** en is onvoldoende gespecificeerd voor de implementatie van U-space/UTMs in Nederland. Het ontbreekt aan duidelijke **technische standaarden, procedures en protocollen**.

3. **Mobiliseren van middelen:** Er zijn **te weinig goed opgeleide mensen en fysieke (en wettelijke) ruimte** (testomgevingen) beschikbaar om de (gefaseerde) toepassing van U-space te kunnen realiseren. Investeringen in de ontwikkeling van U-space blijven achter door heersende onduidelijkheid en onzekerheid m.b.t. wet- en regelgeving en ontwikkeling van standaarden en protocollen.

Oplossingsrichtingen U-Space

Voor de belangrijkste geïdentificeerde barrières zijn in een workshop de volgende suggesties, concrete inspanningen en acties opgehaald:

Verbetering van coördinatie en bestuur

Richting geven door visie ontwikkeling

- Ontwikkel een gedeelde definitie en eindbeeld van U-space (diensten) in Nederland. Verhelder hierin nut en noodzaak van de ontwikkeling en implementatie van U-space en in welke situatie U-space aangewezen kan worden.
- Ontwikkel een gedragen roadmap voor de gefaseerde implementatie van U-space in Nederland.
  - Beschrijf hierin rollen, bevoegdheden en verantwoordelijkheden van betrokken partijen (zoals voor *air traffic detectie,* de ontwikkeling van protocollen, en rolverdeling tussen CIS-providers en USSPs).
  - Werk in dit proces nauw samen met de bemande luchtvaart om integratie van beide domeinen te stimuleren (leer van 120 jaar ervaring).
  - Het ministerie van IenW kan hierin het initiatief en regie nemen, samen met netwerkpartners (e.g. Drone Council Nederland).
- Stimuleer samenwerking tussen overheid, onderzoek en marktpartijen, m.n. om financiële middelen te mobiliseren.

Kennisontwikkeling en kennisdeling

- Zet een kennisprogramma op met kennispartners en de onderwijssector om kennisontwikkeling en –deling voor de ontwikkeling en implementatie van U-space te stimuleren.
- Stel een kennisagenda op gericht op de volgende thema's:
  - Gebruik van UTMs in de praktijk
  - Regelgeving en protocollen
  - Technologie/dienst-ontwikkeling, bijvoorbeeld voor *detect-and-avoid*
- Stimuleer (inter)nationale samenwerking en kennisdeling rondom de opzet, uitvoering en monitoring van pilots.
- Creëer een overzicht van belanghebbenden en initiatieven in de ontwikkeling en implementatie van U-space.

Marktcreatie: beleid en standaardisatie

- Zorg voor versnelde visie- en beleidsvorming en beschikbaarheid van *guidance material* op internationaal niveau. Sluit hiervoor aan bij werkgroepen van EASA en ICAO.
- Zorg voor versnelde standaardisatie van:
  - Haalbare en geaccepteerde e-Conspicuity technieken (voor bemande en onbemande luchtvaart).
  - Protocollen en procedures (e.g. *flight rules)*
  - Diensten (e.g. geo-awareness en identificatie).
- Betrek het Kadaster t.b.v. de ontwikkeling van geo-awareness.

Middelen vrijmaken voor testruimte

Experimenteerruimte (wettelijk en fysiek)

- Stimuleer de opzet van experimenten/pilots en technologieontwikkeling financieel.
- Verhelder waar U-space wordt ingericht (in bijvoorbeeld testomgevingen).
- Creëer duidelijkheid in de benodigde fysieke ruimte t.b.v. pilots, zoals bijvoorbeeld de benodigde hoogte en mogelijkheden om 's nachts te vliegen en BVLOS.
- Versoepel regels voor testcentra of (gesloten) experimenteeromgevingen.
- Wacht niet op wet- en regelgeving en standaardisatie vanuit ICAO of EASA. De huidige regelgeving is voldoende gespecificeerd voor het uitvoeren van specifieke experimenten, zo blijkt uit praktijkvoorbeelden vanuit Duitsland, Finland en Zwitserland.

Multimodaal Transport: trein-vliegtuig

Multimodaal transport is het aangesloten gebruik van meerdere vormen van mobiliteit om een bestemming te bereiken. Het doel is om de verschillende vormen van mobiliteit zo hecht mogelijk met elkaar te verbinden zodat reizen aaneengesloten worden. De trein-vliegtuig verbinding (air to rail) is een voorbeeld hiervan. Het doel van air to rail initiatieven is om korte vliegafstanden (waar een goede trein verbinding mogelijk) te vervangen met (internationale) hoge snelheidslijnen. Door de trein beter te laten sluiten met de luchtvaart kunnen vliegreizen met een tussenstop (zogeheten multi-leg reizen) worden uitgevoerd door een combinatie van trein en vliegtuig. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW), Schiphol, ProRail, KLM en NS streven ernaar om de keuze voor de internationale trein op de middellange afstand (tot 700 kilometer) te bevorderen (Actieagenda Trein en Luchtvaart).

Deze casus richt zich op de belangrijkste barrières en oplossingsrichtingen voor innovatie rondom de trein-vliegtuig verbinding. De analyse van deze casus biedt daarnaast ook inzichten over toekomstig multimodaal transport: Advanced Air Mobility – gericht op het verbinden van de luchthaven met omliggende stedelijke omgeving (door middel van korte bemande en/of onbemande elektrische vliegtuigen).



Belangrijkste barrières Multimodaal Transport (trein-vliegtuig)

Op basis van interviews, een enquête en een workshop zijn de volgende barrières opgehaald en geprioriteerd:

1. **Coördinatie & bestuur**: ondanks eensgezindheid over dat de ontwikkeling van trein-vliegtuig verbinding cruciaal is voor de toekomst van de Nederlandse luchtvaart krijgt dit onderwerp krijgt **onvoldoende prioriteit**. Het ontbreekt op dit moment een coherente visie op de rol van de trein-vliegtuig verbinding in internationaal transport. Ook ontbreekt het aan **regie** op een verbeterde trein-vliegtuig verbinding en zijn er (in tegenstelling tot andere landen) volgens sommige betrokkenen **op nationaal niveau geen heldere ambities en doelstellingen** ten aanzien van de trein-vliegtuig verbinding. Het ministerie heeft goed contact met de gevestigde spelers terwijl nieuwe spelers met mogelijk interessante innovaties op gebied van de trein-vliegtuig verbinding nauwelijks aangesloten zijn.

2. **Ondernemende activiteiten:** In Nederland is er **beperkt bedrijvigheid en innovatie** op gebied van de trein-vliegtuig verbinding. Volgens betrokkenen wordt er in Nederland te weinig geëxperimenteerd en geïnnoveerd ten behoeve van een betere trein-vliegtuigverbinding. Innovatie is nodig op het gebied van **digitale integratie van boekingssystemen**. Er is namelijk eensgezindheid over dat digitale platforms de cruciale infrastructuur bieden om geïntegreerde trein-vliegtuig verbindingen mogelijk te maken. De uitdaging is om de consument te verleiden om voor de trein te kiezen maar deze loopt vast op **slechte samenwerking tussen vervoerders** m.b.t. ticketing. Reizigers ervaren dit nog al drempel en moet worden ontzorgt in het boekingsproces. Op dit moment wordt de planning en integratie van andere modaliteiten door individuele vervoerders geregeld voor specifieke trajecten terwijl een multimodaal systeem intensieve samenwerking vergt. Dat maakt het op dit moment niet eenvoudig om bewust te kiezen voor een trein-vliegtuig verbinding. Twee belangrijke onderliggende barrières die zijn:
   i. Een **beperkte financiële prikkel** voor de partijen die dit moeten organiseren. Zowel voor de trein als luchtvaartpartijen is het trein-vliegtuig product geen corebusiness. Het is een klein onderdeel van de bedrijfsvoering en krijgt daarom ook beperkt aandacht.
   ii. Trein- en luchtvaartpartijen opereren in een verschillend speelveld met andere regels **(marktcreatie)**. Zo verschillen de juridische kaders voor consumentenbescherming (beter geregeld in luchtvaart), zijn er geen accijnzen (BTW) op vliegen waardoor vliegen goedkoper wordt in tegenstelling tot reizen per spoor en heeft NS de concessie internationale verbindingen tot 2025.

3. **Beschikbare middelen:** een belangrijke barrière voor een betere trein-vliegtuigverbinding is de **fysieke beperking** van de ruimte op het spoor en bij luchthaven Schiphol. Extra ruimte creëren op het spoor is lastig dus deze opgave vraagt om nauwe samenwerking. Een belemmering is dat nog niet alle **internationale treinen stoppen op Schiphol**. Voor transferpassagiers (korte vluchten) is dit noodzakelijk. Het ontwikkelen van internationale treinverbindingen vraagt **substantiële investeringen in extra materieel** en (overstap)-infrastructuur. Voor een goede trein-vliegtuig verbinding is het ook belangrijk dat de aankomst en vertrektijden (trein en vliegtuig) op elkaar aansluiten. Dat kan betekenen dat sommige internationale treinen op andere tijdstippen moeten gaan rijden. Voor de transferpassagier moet het aantrekkelijker worden om met de trein te komen naar het vliegveld (met bijvoorbeeld inchecken in de trein). Dat vraagt om overstapinfrastructuur en een **goede bagage verbinding**.

Oplossingsrichtingen Multimodal Transport (trein-vliegtuig)

Voor de belangrijkste geïdentificeerde barrières zijn in een workshop de volgende suggesties, concrete inspanningen en acties opgehaald:

Coordinatie en bestuur

Ontwikkel visie en daadkracht op trein-vliegtuigverbinding

- Geef als overheid richting aan de trein-vliegtuigverbinding door het ontwikkelen van een visie en heldere doelstellingen voor de middellange termijn (2050 is te ver weg).
- Werk in dit proces samen met spoor- en luchtvaartpartijen én betrek hier innovatieve nieuwe spelers bij
- Geef sturing door keuzes te maken (bijvoorbeeld mbt internationale treinstations)
- Maak in de analyse van barrieres en oplossingen onderscheid tussen verschillende spoortrajecten/corridors (en betrek hier ook de Luchtvaart bij)

Stimuleer innovatie en ondernemende activiteiten

Gericht innoveren

- Werk aan innovaties om passagiers in te checken in de trein.
- Maak integrale service verlening mogelijk: vertragingen, gevalideerde boarding, loyalty etc.
- Nauwkeurige vertragingen voorspellen voor internationale treinreis
- Creeer vanuit sector gezamelijke vraag zodat Amadeus het juiste systeem kan ontwikkelen.

Creeer financiele prikkels en gelijk speelveld

- Trek financiele prikkels gelijk (i.e. luchthavenbelasting, douane, btw)
- Introduceer subsidie voor treinverbinding (nu voor international trein commercieel niet interessant om te stoppen op Schiphol)
- Stuur in consessies op partijen die bereid zijn om te investeren in IT en bagage.
- Garandeer open access bij concessies
- Marktordening moet beter worden gergeld

Trajectory Based Operations

Trajectory Based Operations staat voor een verzameling operationele concepten die ervoor kan zorgen dat vliegtuigen efficiëntere routes kunnen vliegen. Dit wordt mogelijk doordat alle betrokken stakeholders (luchtverkeersleiding, vliegtuigmaatschappijen) continue op de hoogte zijn en mee kunnen communiceren over aanpassingen aan het actuele vluchtplan (trajectory) van een vlucht.

De gevlogen vliegroute ligt dan zo dicht mogelijk bij de door de gebruiker gewenste vliegroute, door potentiële conflicten te verminderen en onbalans in vraag en capaciteit eerder en efficiënter op te lossen. TBO draagt daarmee bij aan een efficiëntere en milieuvriendelijkere gebruik van het luchtruim.

Deze casus richt zich op barrières voor innovatie en oplossingsrichtingen rondom TBO.



Belangrijkste barrières Trajectory Based Operations

Op basis van interviews, een enquête en een workshop zijn de volgende barrières opgehaald en geprioriteerd:

1. **Coördinatie en bestuur:** ondanks hoge verwachtingen en ambities rondom TBO in het behalen van efficiëntieverbeteringen, toenemende voorspelbaarheid van luchtverkeer en verduurzamingsambities voor de luchtvaart, krijgt het concept nog **te weinig prioriteit**. Op dit moment ontbreekt het aan internationale coördinatie, afstemming en regie op de gefaseerde implementatie van TBO. Rollen en verantwoordelijkheden van betrokken partijen in de ontwikkeling en implementatie van TBO zijn onvoldoende duidelijk. Er worden weliswaar kleine stappen gezet door individuele luchtverkeersleidingsorganisaties in Europa, maar onvoldoende in afstemming met elkaar.

    i. **Ontwikkelrichting en verwachtingen:** Een belangrijke barrière is het **ontbreken van een gedeelde visie op de gefaseerde implementatie** van TBO. De asynchrone uitrol van (onderdelen van) TBO en daarmee het ontstaan van mixed-mode operations – gedeeltelijke beschikbaarheid van TBO, vormt een grote uitdaging in de tussenfase. Het ontbreekt binnen de sector aan een gedeeld eindbeeld van (full) TBO. Daarnaast is het niet geheel duidelijk welke innovaties en concepten onder TBO vallen. De toegevoegde waarde van TBO (en hoe dit te bepalen) is nog niet voor alle partijen helder. Met name de duurzaamheidsbaten van TBO zijn nog een blinde vlek.

    ii. **Marktcreatie en ontwikkeling**: er is behoefte aan **internationale samenwerking en betere afstemming tussen luchtverkeersleidingsorganisaties**. De samenwerkingsuitdaging is dat deze partijen allen eigen ATM-systemen gebruiken, nieuwe ATM-systemen (vertraagd) vervangen, en een eigen werkwijze en cultuur hebben. Ook binnen landen bestaat diversiteit. De afhankelijkheid van Nederlandse ANSP's van omliggende luchtverkeersleidingsorganisaties groeit daarentegen en is een vereiste voor de succesvolle toepassing van TBO. Een belangrijke belemmering hierin is de diversiteit aan CONOPS en delen en interpreteren van data, wat compatibel gemaakt moet worden voor alle betrokken (militaire en civiele) centra. Coördinatie in ontwikkeling van standaarden en concepten verloopt via ICAO en SESAR, maar dit zijn complexe en trage processen en gewenste duidelijkheid in standaardisatie blijft achter - o.a. voor de koppeling van (communicatie) systemen. Delen van vluchtdata is mede daarom nog erg complex in de praktijk. Besluitvorming en standaardisering in eigenaarschap (en beheer) en eigenschappen van vigerende *trajectories*/vluchtplannen is gewenst.

2. **Beschikbaarheid van middelen:** ondanks de inspanningen van bijvoorbeeld het MUAC/EUROCONTROL en het SESAR-onderzoeksprogramma, is er behoefte aan concrete praktijkvoorbeelden en *best practices*. Het ontbreekt op dit moment echter aan voldoende middelen (fysieke ruimte, gekwalificeerd personeel en financiën) om te **testen in de praktijk**, wat de implementatie van TBO in Nederland vertraagd.
    i. Er is beperkte capaciteit en **ruimte** in de operatie van LVNL voor pre-operationele trials of *technology demonstrations*, met name vanwege veiligheids- en kostenoverwegingen (benodigde infrastructuur).
    ii. **Personeel:** Het ontbreekt op dit moment aan voldoende gekwalificeerd personeel (i.e. technici, luchtverkeersleiders), om stapsgewijs de gefaseerde implementatie van TBO te testen in de praktijk.
    iii. **Financieel:** De beschikbare (R&D)budgetten voor de ontwikkeling en implementatie van TBO ondersteunen de ambities in Nederland onvoldoende. De sector weet de beschikbare Europese subsidies nog onvoldoende aan te trekken. Er wordt momenteel weinig druk gevoeld bij (Europese) luchtverkeersleidingsorganisaties om middelen beschikbaar te maken voor innovatie, ontwikkeling en toepassing van TBO, mede door afnemende druk op de operatie door de coronapandemie en de focus op de vervanging van het huidige ATM-systeem (voor LVNL van AAA naar iCAS).

Oplossingsrichtingen Trajectory Based Operations

Voor de belangrijkste geïdentificeerde barrières zijn in een workshop de volgende suggesties, concrete inspanningen en acties opgehaald:

Verbetering van coördinatie en bestuur

Richting geven door visie ontwikkeling

- Ontwikkel een gedeeld eindbeeld van (full) TBO in Nederland. Bepaal de scope en beschrijf daarin welke innovaties en operationele concepten onder TBO vallen.
- Ontwikkel een gedragen roadmap voor de gefaseerde implementatie van de concepten van TBO – bij voorkeur in samenwerking met naburige ANSP's.
  - Bepaal wat de rol van Nederland kan zijn in de ontwikkeling en implementatie van TBO op internationaal niveau.
  - Neem alle betrokken stakeholders mee in het vormen van de roadmap. M.n. kleinere (low-cost) luchtvaartmaatschappijen zijn op dit moment nog onvoldoende betrokken.
  - Creëer concrete plannen met realistische tijdlijnen, i.t.t. de conceptuele plannen die er momenteel bestaan. Dit vergroot buy-in van betrokkenen.
  - Zorg dat de roadmap aansluit op (internationale) vorming van nieuwe standaarden voor concepten van TBO (zoals binnen ICAO (GANP) en het SESAR-programma).
- Start nu al nationaal met kleine initiatieven/concepten (zoals AMAN, XMAN, SWIM, FF-ICE R/1 en ADS-C). Wacht niet op de (trage) Europese standaardisatieprocessen, of tot alle vliegtuigen zijn uitgerust met de juiste apparatuur. EUROCONTROL/MUAC en LVNL nemen hier een leidende rol in voor Nederland.

Meten, waarderen en communiceren van de baten

- Ontwikkel een gedeeld beeld van de toegevoegde waarde (operationeel, financieel, maatschappelijk) van de implementatie van TBO. Communiceer deze toegevoegde waarde ook om middelen (i.e. mensen, financiën) te mobiliseren voor experimenten.
- Ontwikkel een methode om de toegevoegde waarde en procesverbeteringen bij de toepassing van TBO meetbaar te maken. Stel deze methode bij voorkeur op Europees niveau vast. Voordelen van implementatie van TBO zijn niet per ANSP, luchthaven of luchtvaartmaatschappij te bepalen, maar voor het gehele luchtvaartsysteem.

Internationale samenwerking en standaardisatie

- Stimuleer de samenwerking met internationale partners – en dan met name omliggende ANSP's.
- Zet in op compliance met de CP1-standaard (Europese Commissie) voor Nederland, maar ook voor omliggende ANSP's, aangezien TBO alleen baten kan realiseren als deze centra actief (kunnen) meewerken.
- Participeer in internationale onderzoeken op het gebied van ontwikkeling en implementatie van TBO. Actieve deelname en kennisdeling vanuit Nederlands perspectief creëert kansen om als Nederland sturend te zijn in te ontwikkelen standaarden – bijvoorbeeld via de ATMRPP.
- Zet in op versnelde standaardisatie van de uitwisseling en interpretatie van data.

Stimulering van experimenteren en opschaling

- Verbind partijen die ambities hebben voor de implementatie van TBO in Nederland. Denk hierbij aan EUROCONTROL/MUAC en LVNL, maar ook luchtvaartmaatschappijen.
- Organiseer de randvoorwaarden voor de opzet van pilots/experimenten met innovatieve TBO-concepten.
  - Creëer meer experimenteerruimte bij luchtverkeersleidingsorganisaties en luchthavens.
  - Bied technisch/inhoudelijke ondersteuning aan luchtverkeersleidingsorganisaties voor het opzetten, uitvoeren en monitoren van experimenten/pilots.
  - Ondersteun innovatie-initiatieven financieel binnen Nederland, bijvoorbeeld door het NLR en/of het KDC.
- Experimenteer met mixed-mode operations en deel leerervaringen, bijvoorbeeld via het ATMRPP.

Geluidsadaptief Bouwen

Geluidsadaptief bouwen kan bijdragen aan de ontwikkeling van een betere en gezondere woon- en leefomgeving rondom luchthavens door gebouwen zo te ontwerpen en te positioneren dat vliegtuiggeluid minder hoorbaar wordt. Geluidsadaptief bouwen kan op landschapsniveau, wijk/straatniveau (door positionering en vormgeving van gebouwen en groen), gebouwniveau (indeling van gebouw) en gevelniveau (door begroeiing en gebruik van materialen voor geluidsdemping).

Naast het tegengaan van geluidshinder biedt geluidsadaptief bouwen mogelijk ook positieve effecten (koppelkansen) op de luchtkwaliteit, klimaatadaptatie, de belasting voor het milieu en het gebruik van materialen die duurzaam en herbruikbaar zijn.

Deze casus moet helpen om inzicht te verkrijgen barrières en oplossingsrichtingen voor innovatie rondom geluidsadaptief bouwen. Inzichten zijn m.n. gebaseerd op het fieldlab Geluidsadaptief Bouwen in Hoofddorp. In dit fieldlab simuleren 120 zeecontainers een woonwijk. De pilot is onderdeel van onderzoek vanuit de TU Delft en het AMS Institute en wordt ondersteund door Ministerie van I&W, BZ, de gemeente Haarlemmermeer en stichting Leefomgeving Schiphol. De looptijd van de pilot is tot 2024.



Belangrijkste barrières Geluidsadaptief Bouwen

Op basis van interviews en twee workshops zijn de volgende barrières opgehaald en geprioriteerd:

1. **Kennisontwikkeling en kennisdeling:** Nederland is internationaal koploper wat betreft kennisontwikkeling op het thema geluidsadaptief bouwen t.b.v. beperking van geluidshinder door luchtvaart. De volgende thema's zijn geïdentificeerd voor een **kennisagenda**: mogelijkheden voor koppelkansen, rekenmethodieken voor bepaling van geluidsniveaus, impact van toekomstige luchtvaart, individuele perceptie en ervaring, procesregels voor ontwikkelaars en opschaling. Ondanks de voorlopersrol die Nederland heeft ten aanzien van geluidsadaptief bouwen bestaan er verschillende behoeftes ten aanzien van betere kennisontwikkeling en kennisdeling:

   i. Behoefte **verbeterde samenwerking tussen verschillende onderzoeksvelden** (i.e. architecten, stedenbouwkundigen, ontwerpers, vliegtuigingenieurs, etc.). Op dit moment vindt kennisontwikkeling te gefragmenteerd plaats.
   ii. Er is behoefte aan **meer experimenteerruimte** om kennispartners in de praktijk te laten samenwerken. Dit is m.n. van belang om nut en noodzaak aan te tonen, kennisdeling te stimuleren en de potentie die het concept heeft te delen d.m.v. concrete voorbeelden en *best practices*.
   iii. **Opschalen van pilot naar praktijk:** continuering van het bestaande fieldlab is gewenst, maar financiering daarvoor is nog onzeker. De **betrokkenheid van bouwpartijen** en projectontwikkelaars is essentieel in de stap naar grootschalige implementatie van het concept, maar op dit moment nog onvoldoende.

2. **Coördinatie en bestuur:** er ontbreekt een helder beeld op de rol van geluidsadaptief bouwen in het beleid rondom de verbetering van de leefomgevingskwaliteit en inperken van geluidsbelasting en –hinder. Naast het fieldlab in Hoofddorp is er geen leidende organisatie of initiatief die het concept geluidsadaptief bouwen verder brengt. Betrokkenen zijn afwachtend en rollen en verantwoordelijkheden zijn onvoldoende duidelijk. Dat geldt ook voor het beschikbaar stellen van middelen om het concept verder te ontwikkelen. Er is tevens behoefte aan duidelijkheid omtrent de bevoegdheden om geluidsadaptief bouwen mogelijk te maken in specifieke locaties waar dit kansrijk is.

3. **Marktcreatie:** geluidsadaptief bouwen wordt op dit moment niet ondersteund door bouwregelgeving en beleid omtrent ruimtelijke ordening. Overheidssturing op de toepassing van geluidsadaptieve bouwconcepten is complex, wat ook de opzet van pilots belemmert. Voor projectontwikkelaars zijn de huidige bouwnormen leidend.

Oplossingsrichtingen Geluidsadaptief Bouwen

Voor de belangrijkste geïdentificeerde barrières zijn in een workshop de volgende suggesties, concrete inspanningen en acties opgehaald:

Stimuleren van kennisontwikkeling en kennisdeling

Stimuleer samenwerking tussen verschillende onderzoeksvelden en de praktijk

- Zet een breed interdisciplinair samenwerkingsverband (e.g. denktank) op voor de doorontwikkeling van het concept geluidsadaptief bouwen en het delen van (onderzoeks-)resultaten. Koppel daarin onderzoek aan praktijk en betrek onderzoekers, overheden, ontwerpers, psychologen, (landschaps-)architecten, gezondheidswetenschappers, projectontwikkelaars en bouwpartijen.
- Introduceer financieringsprikkels gericht op interdisciplinair onderzoek.

Stel een kennisagenda op met de volgende onderzoeksthema's:

- Onderzoek naar mogelijkheden voor koppelkansen (klimaatadaptatie; verbetering leefbaarheid)
- Onderzoek naar rekenmethodieken voor bepaling van geluidsniveaus
- Inzichten over de impact van toekomstige luchtvaart (aantal vliegbewegingen en technologische innovatie zoals bijvoorbeeld stillere vliegtuigen)
- Kennis over de perceptie (omgevingsfactoren) en individuele ervaring van geluidshinder (impact niet akoestische factoren)
- Helderheid over procesregels voor projectontwikkelaars en gemeenten; communicatie- en participatiestrategieën
- Onderzoek, kwantificering en monitoring van gezondheidseffecten van geluidsbelasting – gekoppeld aan geluidsadaptief bouwen
- Leren van andere industrieën/sectoren (bijvoorbeeld mobiliteit: spoor, weg) op het gebied van geluidsadaptieve concepten
- Leren van andere regio's in de wereld, waar het concept meer praktijkvoorbeelden kent, zoals bijvoorbeeld Scandinavië

Stimulering van experimenteren en opschaling

Creëer experimenteerruimte om nut en noodzaak te tonen

- Ontwerp een experimenteerprogramma met diverse parallelle pilots. Maak voor verschillende pilots onderscheid in locatie (LIB4-, LIB5- of buiten hindergebied), verschillende hindersituaties en type bouw (nieuwbouw of bestaande bouw). Een dergelijk programma vormt de basis om gebieds-specifieke tools te ontwikkelen voor geluidsadaptieve bouwconcepten. Ontwikkel een aanpak om verschillen in resultaten tussen de pilots te monitoren.
- Verken en ontwikkel mogelijkheden (Rijksoverheid) voor financiële ondersteuning voor gerichte experimenten om zo financiële risico's voor ontwikkelaars in te beperken.
- Pas belemmerende regelgeving tijdelijk aan om pilots te stimuleren (met name voor LIB4- en LIB5-gebieden)
- Zorg voor aansluiting van innovatieve startups (e.g. DeNoize) bij experimenten/pilots.

Opschaling van pilot naar grootschalige implementatie in de praktijk.

- Betrek actief bouwpartijen en projectontwikkelaars en informeer deze partijen over de mogelijkheden en baten van geluidsadaptief bouwen en hoe geluidsadaptieve concepten meegenomen kunnen worden in de ontwerpfase van bouwprojecten. Informeer bouwpartijen over (komende) wet- en regelgeving – zoals de Omgevingswet, wat de noodzaak en businesscase voor geluidsadaptief bouwen beïnvloedt.
- Stel heldere procesregels op voor bouwpartijen, projectontwikkelaars en gemeenten om onduidelijkheid in de toepassing van geluidsadaptieve bouwconcepten weg te nemen. Betrek de provincies en het ministerie van BZK, m.n. in het kader van ruimtelijke ordening.
- Onderzoek de mogelijkheid voor het verplichten van geluidsadaptieve bouwconcepten in de ontwerpfase van (woning)bouwprojecten in specifieke gebieden.
- Onderzoek de mogelijkheden voor het toestaan van woningbouw in specifieke LIB4- en LIB5-gebieden

Garandeer voldoende beschikbare middelen:

- Sluit aan bij het NOVEX-traject (BOK) wat voor Schiphol is opgezet door ministeries en de provincie. In dit programma zijn middelen vrijgemaakt voor verbetering van de leefomgevingskwaliteit, wat mogelijkheden biedt voor de implementatie van geluidsadaptieve bouwconcepten.
- Onderzoek de mogelijkheden voor het opzetten van een omgevingsfonds, waarbij projectontwikkelaars bijdragen aan (geluidsadaptieve) ontwikkeling van de naaste omgeving, volgens het principe: '*de vervuiler betaalt*'.
- Onderzoek de mogelijkheden voor het opzetten van een fonds t.b.v. onderzoek, wat ingezet kan worden t.b.v. de ontwikkeling van geluidsadaptief bouwen – evt. met cofinanciering vanuit deelnemende partijen.

Verbetering van coördinatie en bestuur

Creëer helderheid over rol van geluidsadaptief bouwen in het beleid rondom verbetering van de leefomgevingskwaliteit en inperken van geluidshinder.

- Verhelder nut en noodzaak van geluidsadaptief bouwen: in welke situatie (nieuwbouw, bestaande bouw) en/of locatie (gebieden waar nu niet gebouwd mag worden versus gebieden waar dit wel mag) is dit concept relevant en toepasbaar?
- Creëer duidelijkheid in rollen, verantwoordelijkheden en bevoegdheden van betrokken partijen in de ontwikkeling van geluidsadaptief bouwen en het beschikbaar stellen van middelen.

Innovatiekrachtanalyse

Appendix

- Uitgebreid overzicht van geïdentificeerde barrières

Barrières Airport Energy Hubs

F1

- Ondanks veel bedrijvigheid, beschikbare innovaties in de markt en pilots op luchthavens is **implementatie en opschaling** een uitdaging vanwege onduidelijkheden over financiële haalbaarheid (business model), regelgeving, ruimtelijke inpasbaarheid en systeemintegratie (infrastructuur aansluiting).
- Betrokkenen ervaren **beperkte fysieke experimenteerruimte** om te leren over deze praktische implementatievraagstukken.

F6

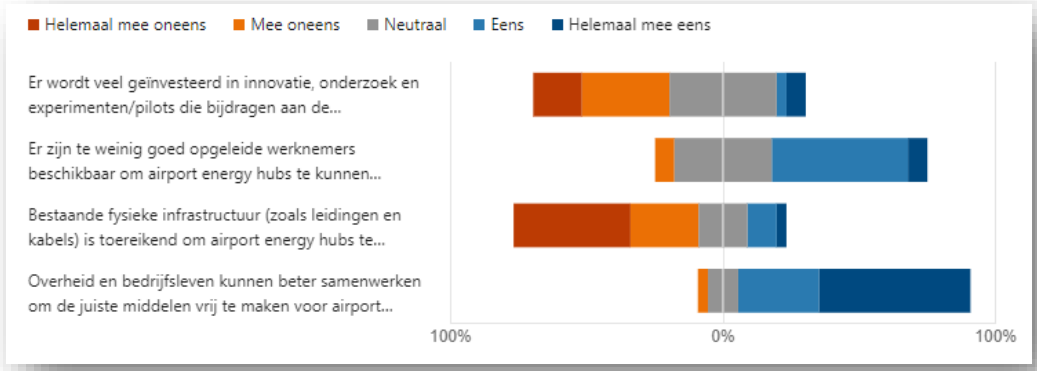
- Weinig financiële ondersteuning: energieprojecten op luchthavens vragen om substantiële **investeringen** en hebben daarmee een **lange terugverdientijd** waardoor investeringen uitblijven.
- Toegang krijgen tot geschikte subsidietrajecten voor energietransitie op luchthavens is uitdaging voor regionale luchthavens vanwege beperkte capaciteit.
- Huidige **fysieke infrastructuur** voor transport en opslag **ontoereikend** (zie figuur 1). Voldoende capaciteit van het elektriciteitsnetwerk is cruciaal maar doorlooptijden voor verzwaarde aansluitingen bij netbeheerders zijn lang. Zonder geschikte laad- en tankinfrastructuur kan overstap naar elektrisch en waterstof vliegen niet worden gemaakt.
- Op luchthavens is **beperkte fysieke ruimte** voor energieopwekking.
- Beschikbaarheid en toegang tot **voldoende hernieuwbare energie** (waterstof en elektriciteit) is niet vanzelfsprekend vanwege toekomstige behoefte elders (concurrentie met andere sectoren: verdelingsvraagstuk).
- Gekwalificeerd **personeel** (i.e. technisch, energie) aantrekken is voor luchthavens een uitdaging.

F8

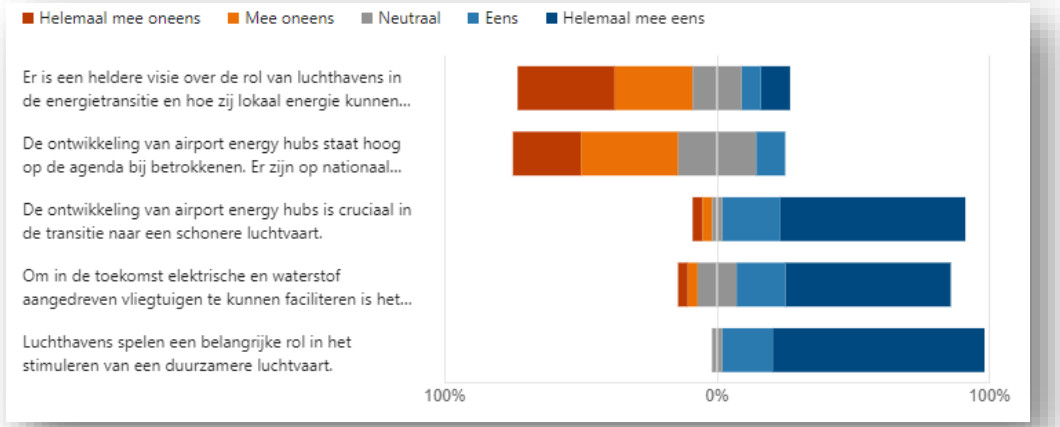
- Eensgezindheid over het belang van Airport Energy Hubs maar krijgt door betrokkenen tegelijkertijd nog **onvoldoende prioriteit: ondanks draagvlak** vanuit de sector **beperkt belangstelling** vanuit overheid voor luchthavens als aanjager van de energietransitie (i.t.t. VK, Frankrijk).
- **Heldere visie over de rol van luchthavens in energietransitie ontbreekt** (zie figuur 2): duidelijkheid over verschillende rollen van Nederlandse luchthavens.
- Ontwikkelrichting 'Airport Energy Hub' verschilt per luchthaven i.v.m. markt (verschilt) en afhankelijkheid van vliegtuigontwikkeling (onzeker).

F4

- Gedeeld beeld over **belangrijke rol van elektrificatie, waterstof en SAF** als energiedragers (voor verschillende luchtvaartbehoeften).
- Luchthavens zullen niet zelfvoorzienend worden vanwege toenemende toekomstige energiebehoefte van de luchtvaart. Luchthavens zullen moeten worden aangesloten op de 'waterstofbackbone' en netcapaciteit verzwaren.



Figuur 1: Resultaten uit de enquête voor vragen m.b.t. de functie 'mobiliseren van middelen', voor de casus Airport Energy Hubs.



Figuur 2: Resultaten uit de enquête voor vragen m.b.t. de functie 'richting geven aan het zoekproces' voor de casus Airport Energy Hubs.

Barrières Airport Energy Hubs

F2

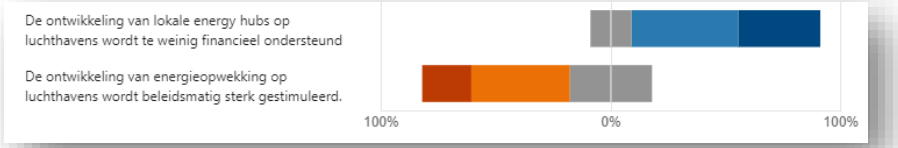
- Veel kennisontwikkeling in praktijkpilots op (regionale) luchthavens: **versnippering en belangrijk om eindgebruiker te betrekken.**
- Onvoldoende **capaciteit en adequate kennis** over energie innovaties en infrastructuur: luchthavens missen kennis om te beoordelen welke technologie het meest geschikt is.
- Concurrentie zit kennisuitwisseling in de weg. Op dit moment **beperkte kennisuitwisseling** op nationaal niveau: gebeurt veelal in eigen lokale netwerken met eigen industriepartners en relaties met kennisinstellingen.
- Er is weinig internationale kennisuitwisseling en er wordt niet geleerd van andere sectoren (o.a. automotive).

F3

- Onder betrokkenen leven nog veel open vragen. Er **ontbreekt kennis** op het gebied van:
  - Energievraag: *hoe ziet de energiebehoefte van luchthavens er in de toekomst uit? Wat is de vraag vanuit gebruikers? Welk aandeel kunnen luchthavens zelf voorzien en hoeveel energie zal er naar luchthavens getransporteerd moeten worden in de vorm van elektronen of moleculen?*
  - Infrastructuur: *hoe kunnen luchthavens anticiperen op waterstof en elektriciteitsbehoefte van vliegtuigen en wat zijn de gevolgen hiervan voor luchthaveninfrastructuur?*
  - Regelgeving: *regels voor waterstof innovaties ontbreekt*
  - Business model: *hoe kan een nieuw verdienmodel voor luchthavens eruit zien?*
  - Inzichten over de opschaling van pilots

F5

- Huidig **verdienmodel** van luchthavens is o.a. gebaseerd op fossiele brandstoffen, wat de inzet van alternatieve technologie in de weg kan zitten.
- Het is onduidelijk voor luchthavens of er een verdienmodel in hernieuwbare energieproductie en infrastructuur zit (terwijl deze nu wel moet investeren).
- Prikkel om te investeren in emissieloos grondafhandelingsapparatuur ontbreekt nog (o.a. vanwege lange levensduur huidig materieel).
- **Weinig beleidsmatige ondersteuning** (zie figuur 3).



Figuur 3: Resultaten uit de enquête voor vragen m.b.t. de functie 'marktcreatie en -ontwikkeling', voor de casus Airport Energy Hubs.

Barrières trein-vliegtuig verbinding



F1

- In Nederland is er **beperkt bedrijvigheid en innovatie** op gebied van de trein-vliegtuig verbinding. Ondanks individuele inspanningen wordt er volgens betrokkenen te weinig geëxperimenteerd met nieuwe vormen van multimodaal transport zoals de trein-vliegtuig verbinding
- De aansluiting van de luchtvaart met trein wordt voornamelijk voor enkele reizen gedaan door individuelen luchtvaart maatschappijen of reisbureaus. Belangrijke pilot: Amsterdam-Brussel (KLM/Thalys)
- De grote uitdaging is dat voor beide partijen (trein & luchtvaart) een trein-vliegtuig product **geen corebusiness** is. Het is een klein onderdeel van de bedrijfsvoering en krijgt daarom ook beperkt aandacht.
- Vooral **innovatie nodig op vlak van ticketing** (geïntegreerd aankopen van trein-vliegtuig ticket). Op dit moment zijn boeking en informatievoorziening zijn nog niet dermate gekoppeld dat een trein-vliegtuig ticket makkelijk gaat. Een makkelijker boekingsproces waarin een reiziger via 1 platform een multimodale reis kan plannen, boeken en betalen, met 1 aanspreekpunt
- Innovatie moet vanuit de spoorsector komen om zo aantrekkelijker te worden voor de luchtvaart. **Spoor loopt achter op luchtvaart** om klanten te binden. Op dit moment is er nauwelijks concurrentie op het spoor.



F2

- Voor kennisontwikkeling kan beter worden samengewerkt met onderzoek, overheid en praktijk (spoor & lucht). Ook nieuwkomers worden onvoldoende betrokken.
- Kennisontwikkeling vooral door *learning by doing*. Uitdaging is de **beperkte ruimte voor pilots** omdat luchtvaartmaatschappijen zich geen 'zwak trial and error product' kunnen aanbieden: jaagt klanten weg.
- Kennisbehoefte:
  - hoe vertaal je breed publiek belang (verbondenheid & duurzaamheid) van de trein-vliegtuigverbinding in positief belang voor individu?
  - stakeholdersbehoeften en voorkeuren van air-rail passagier
  - integratie van boekingssystemen
  - integrale belastingaanpak (door vliegtax kiezen reizigers luchthavens buiten NL; Belgen per trein naar Schiphol worden daarmee ontmoedigt)
  - opschaling van pilots & implementatie
  - prijsverschillen tussen trein en vliegtuig
  - klantenservice bij ontregeling
  - Bagage-afhandeling
- Toegang tot kennis over de trein-vliegtuig verbinding kan beter. **Competitie** tussen luchtvaartmaatschappijen zit kennisdeling in de weg. Kennisdeling gebeurt beperkt en vooral binnen eigen netwerken.

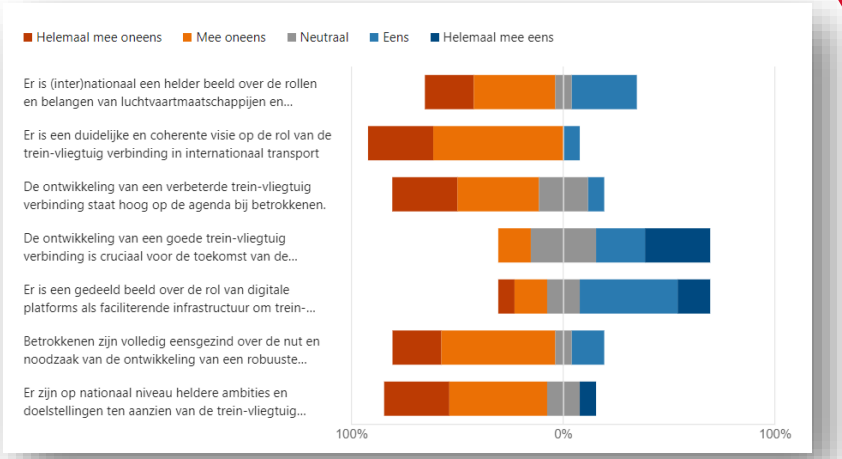


F3

Barrières trein-vliegtuig verbinding

F4

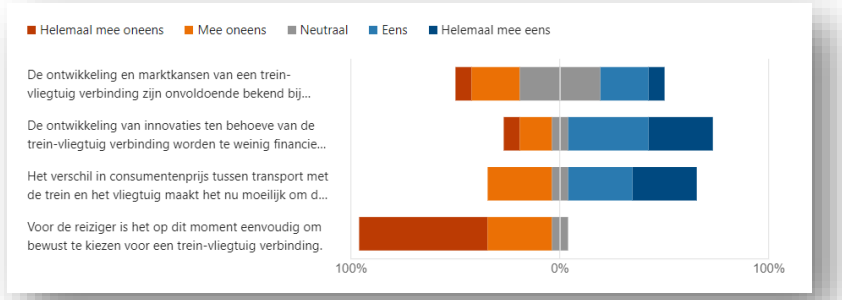
- **Eensgezindheid** over dat de ontwikkeling van trein-vliegtuig verbinding cruciaal is voor de toekomst van de NLse luchtvaart maar dit onderwerp krijgt **onvoldoende prioriteit.**
- Er **ontbreekt een coherente visie** op de rol van de trein-vliegtuig verbinding in internationaal transport. Op nationaal zijn er **geen heldere ambities en doelstellingen** ten aanzien van de trein-vliegtuig verbinding.
- Prioriteit op 6 steden: Brussel, Parijs, Londen, Düsseldorf, Frankfurt en Berlijn.
- Ook op internationaal niveau is er geen eenduidige ontwikkelrichting. **Verschillen in prioriteiten tussen landen** maakt samenwerking lastig (sommige landen prioriteren hun nationale netwerk over het internationale verkeer).
- Betrokkenen **niet volledig eensgezind over nut en noodzaak** (zie figuur 4) van de ontwikkeling van een robuuste trein-vliegtuig verbinding. Als doel is om korte-afstandsvluchten door snelheidstreinen te vervangen dan beter focussen op internationaal hogesnelheidsnetwerk i.p.v. koppelen aan luchthavens.
- Eensgezindheid over dat **digitale platforms** de cruciale infrastructuur bieden om trein-vliegtuig verbindingen mogelijk te maken.
- **Verschillende belangen** voor luchtvaartmaatschappijen tussen *point to point* (vervangt de hele reis) en *transfer* passagiers (vervangt de aanvoer van passagiers die een intercontinentale vlucht maken).



Figuur 4: Resultaten uit de enquête voor vragen m.b.t. de functie 'richting geven aan het zoekproces', voor de casus Multimodaal Transport – trein-vliegtuig verbinding.

F5

- NL overheid **faciliteert** gesprek tussen stakeholders (Actieagenda) maar stuurt niet (zoals Frankrijk met verbod op korte afstandsvluchten).
- Goed contact met KLM en NS maar **beperkte betrokkenheid van innovatieve nieuwe spelers** (i.e. Flixtrain, Easyjet, etc.).
- **Ongelijk speelveld**:
  - Juridische kaders voor consumentenbescherming verschillen voor trein en luchtvaartpartijen (beter geregeld in luchtvaart)
  - Geen accijnzen op vliegen waardoor vliegen goedkoper wordt in tegenstelling tot reizen per spoor (Btw invoeren op vliegtickets of afschaffen voor treinreizen)
  - NS heeft concessie internationale verbindingen tot 2025
- De uitdaging is om de consument te verleiden om trein te kiezen, maar deze loopt vast op slechte samenwerking tussen vervoerders m.b.t. ticketing. Op dit moment niet eenvoudig om bewust te kiezen voor trein-vliegtuig verbinding (zie figuur 5).
- Ander business model:
  - luchthaven als multimodale transport hub
  - Luchtvaartmaatschappij als reizigersvervoerder



Figuur 5: Resultaten uit de enquête voor vragen m.b.t. de functie 'marktcreatie en -ontwikkeling', voor de casus Multimodaal Transport – trein-vliegtuig verbinding.

Barrières trein-vliegtuig verbinding

F6

- **Financiële prikkel ontbreekt** om te investeren in trein-vlieg product. Voor beide partijen geen corebusiness dus krijgt beperkt aandacht en middelen.
- **Fysieke ruimte** op het spoor en de luchthaven zijn **beperkt** (zie figuur 6). Het is lastig om extra ruimte te krijgen op het spoor.
- Niet alle internationale treinen stoppen op Schiphol.
- Ontwikkelen van internationale trein vraagt **substantiële investeringen** in extra materieel en (overstap)-infrastructuur. Investering om infrastructuur geschikt te maken (Schiphol) kan mogelijk slimmer besteed worden.
- **Personeelskrapte**: douane capaciteit (VK-NL), bagage afgifte op stations.

F7

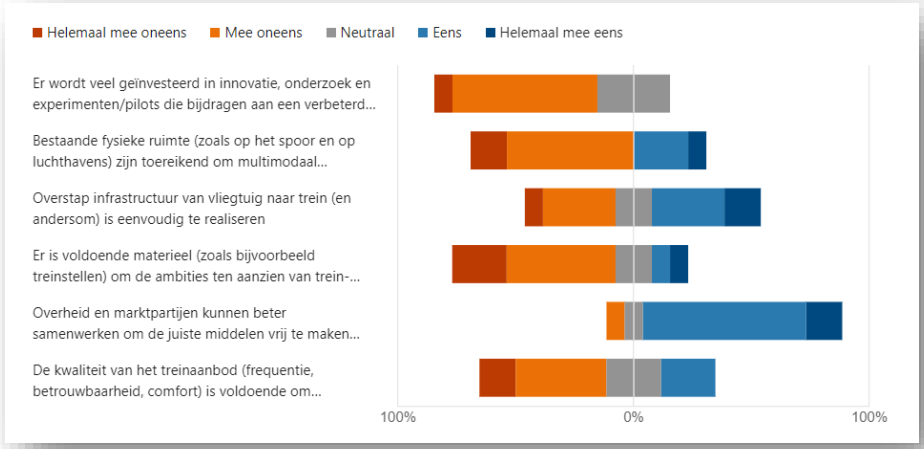
- Toenemende weerstand tegen luchtvaart. Toenemend besef onder consumenten dat vliegen grote milieudruk heeft en zoeken daarom alternatieven zoals treinreizen (maar lopen tegen slechte samenwerking tussen internationale spoorbedrijven m.b.t. ticketing).
- Verbeterde trein-vliegtuigverbinding lijkt **hoger op de agenda te staan bij treinmaatschappijen dan bij luchtvaartmaatschappijen** (zie figuur 7).

F8

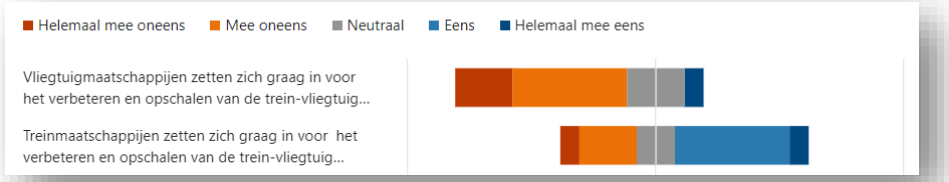
- Luchtvaartmaatschappijen willen hoog comfortniveau blijven bieden. Mogelijk weerstand tegen meerdere keren overstappen en zelf bagage meenemen (past niet in model luchtvaartmaatschappijen).
- Voor treinen wegen investeringen in hoger comfort niet op tegen de inkomsten.
- **Geen open spoor** in Europa: mogelijk verzet van spoorpartijen tegen nieuwkomers.

F9

- **Beperkte regie** op verbeterde trein-vliegtuig verbinding: geen (internationaal) samenwerkingsverband of coalitie die leiding neemt in coördineren van activiteiten rondom trein-vliegtuigverbinding.
- Op dit moment organiseert iedere stakeholder de planning en integratie voor zichzelf terwijl een **multimodaal systeem intensieve samenwerking** vergt.
- Internationale samenwerking lastig: nationaal spoor planning gaat voor internationaal treinen.
- Coördinatie een uitdaging o.a. vanwege concurrentie tussen luchtvaartmaatschappijen en grensoverschrijdend samenwerken.



Figuur 6: Resultaten uit de enquête voor vragen m.b.t. de functie 'mobiliseren van middelen', voor de casus Multimodaal Transport – trein-vliegtuig verbinding.



Figuur 7: Resultaten uit de enquête voor vragen m.b.t. de functie 'draagvlak', voor de casus Multimodaal Transport – trein-vliegtuig verbinding.

Barrières Trajectory Based Operations

F1

- Er zijn een aantal initiële, maar heel verschillende, vormen van TBO operationeel. Bijvoorbeeld: London XMAN, Zurich iStream.
- De Britten (NATS) zijn koploper, samen met de VS – m.n. door de beschikbaarheid van Oceanic Airspace – groot luchtruim met 1 ANSP. Frankrijk, Zuid-Afrika en Singapore volgen daarachter v.w.b. de implementatie van TBO.
- In Nederland is **MUAC** koploper – het Maastricht Upper Area Control – EUROCONTROL/MUAC, waarbij veel wordt samengewerkt met Zweden, Denemarken, Duitsland, Frankrijk en de UK. **EUROCONTROL** is direct betrokken bij de ontwikkeling van TBO in zowel ICAO (leidend in **ATM Requirements en Performance Panel**) als in de Network Manager.
- Transatlantische table top exercise wordt op dit moment voorbereid, met luchtvaartmaatschappijen, ANSPs, EUROCONTROL NM, om operationele TBO scenario's te verkennen. Belangrijk voor de acceptatie en buy-in van TBO.
- **Indra (Spanje) en Thales (Frankrijk)** zijn de belangrijkste consortia voor de ontwikkeling van ATM-systemen. **Airbus** is leidend vanuit de vliegtuigleveranciers en stelt de industriestandaard af. Vliegtuigen zijn op dit moment niet allemaal met dezelfde apparatuur uitgerust, waardoor TBO niet voor alle vliegtuigen toepasbaar is.

F2

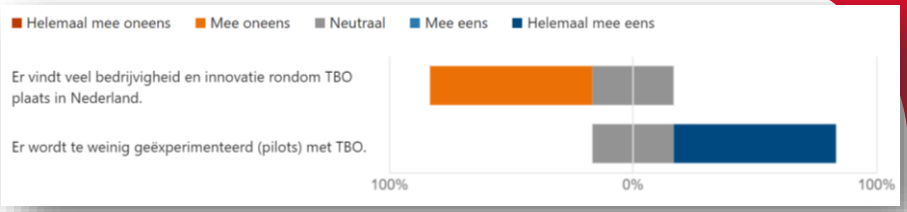
- **Behoefte aan implementatie** in plaats van onderzoek. Het TBO-concept is volwassen, en dus niet meer academisch – de markt zorgt nu voor doorontwikkeling van TBO. **De TU Delft en NLR zijn koploper** in Nederland op het gebied van onderzoek naar de ontwikkeling en toepassing van TBO – m.n. in optimaliseren van trajectories/vluchtplannen.
- Er zijn beperkt mogelijkheden om te **testen met innovaties** rondom TBO in de praktijk (zie figuur 8). Uitdagingen:
  - Beperkte capaciteit in de operatie van LVNL voor pre-operationele trials.
  - Complex en kostbaar om in de lopende operatie nieuwe innovaties te testen (technology demonstrations of Tabel Tops bijvoorbeeld) vanwege veiligheidsoverwegingen en de benodigde infrastructuur.

F3

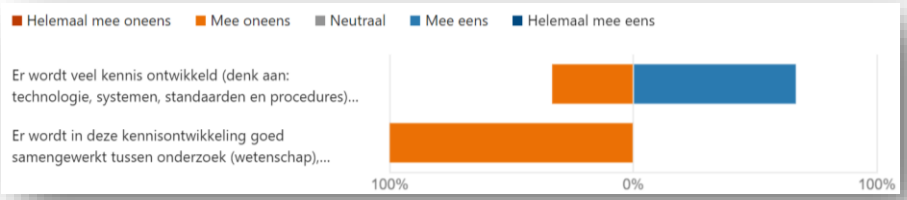
- Single European Sky Airspace Research **(SESAR)** is een groot onderzoeksprogramma van de Europese Commissie, waar veel kennisontwikkeling en -deling plaatsvindt over TBO. Andere belangrijke initiatieven m.b.t. kennisontwikkeling zijn iTEC, US NextGen (VS), het KDC Centre of Excellence en iLabs. Kennisdeling vormt op dit moment echter nog een barrière (zie figuur 9).

F4

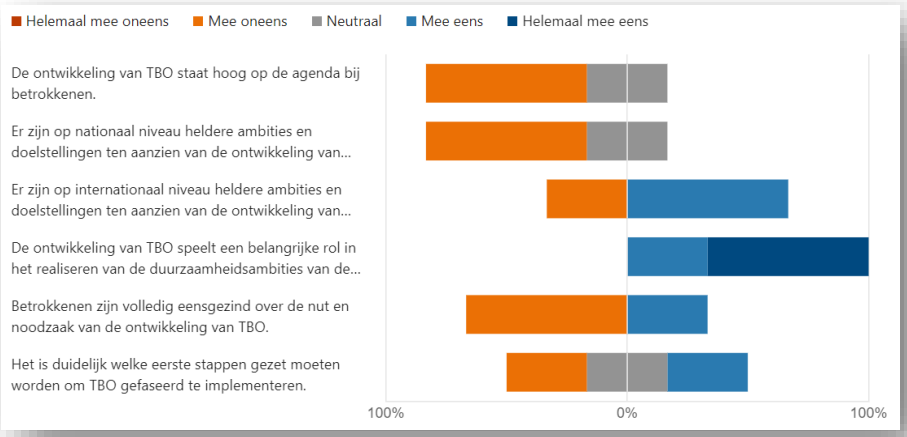
- **De implementatie van TBO heeft op dit moment geen prioriteit** bij de Nederlandse luchtverkeersleidings-organisaties (zie figuur 10). De vervanging van het luchtverkeersleidingssysteem (AAA) voor iCAS heeft op dit moment prioriteit – en is randvoorwaardelijk voor de implementatie van TBO.
- **Gedistribueerde implementatie** is een uitdaging. De ANSPs zien het concept in de context van de eigen operatie en daarom zijn de concepten allemaal net anders voor iedere ANSP in de praktijk.
- Over het algemeen is men positief over de ontwikkeling en kansen van TBO. Het eindbeeld is echter nog niet geheel duidelijk.
- **Toegevoegde waarde TBO niet voor iedereen duidelijk.** TBO wordt als een ***enabler*** gezien voor planmatiger werken, maar m.n. de duurzaamheidsbenefits zijn 'een totale blinde vlek'.
- Er heerst nog onduidelijkheid over hoe om te gaan met ***mixed mode operations*** (TBO en niet-TBO).



Figuur 8: Resultaten uit de enquête voor vragen m.b.t. de functie 'ondernemende activiteiten', voor de casus Trajectory Based Operations.



Figuur 9: Resultaten uit de enquête voor vragen m.b.t. de functie 'kennisontwikkeling', voor de casus Trajectory Based Operations.

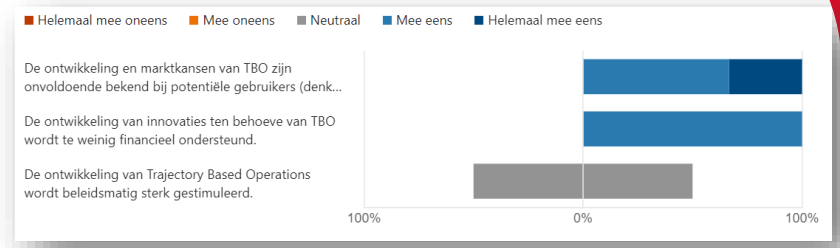


Figuur 10: Resultaten uit de enquête voor vragen m.b.t. de functie 'richting geven aan het zoekproces', voor de casus Trajectory Based Operations.

Barrières Trajectory Based Operations

F5

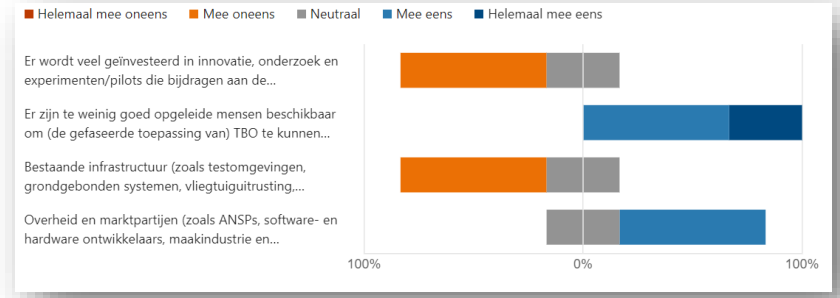
- De Federal Aviation Authority (FAA) heeft de grootste invloed op de standaarden en protocollen voor de implementatie van TBO. Coördinatie vindt plaats via het ICAO ATMRPP.
- De **Implementing Rules** van de Europese Commissie (opdrachtgever SESAR) zijn leidend in de (gefaseerde) implementatie van TBO in Europa.
- **Besluitvorming en standaardisering in eigenaarschap (en beheer) en eigenschappen** van vigerende trajectories/vluchtplannen is gewenst – vanuit de European Working Group – ICAO ATMRPP, Eurocae WG-59. Zo moeten landen bij de toepassing van TBO hun soevereiniteit opgeven. Hier is nog geen overeenstemming over bereikt in Europa.
- **CP/1** regelgeving betreft de implementatie van FF-ICE Release 1 – de eerste stap in de implementatie van TBO.
- Veel **technische industrie-standaarden** voor de koppeling van (communicatie) systemen zijn nog niet uitgekristalliseerd. Indra en Thales zijn hierin leidend.
- **Delen van vluchtdata is complex** en zijn nog geen concrete handvatten (protocollen, standaarden) voor. Dit houdt de ontwikkeling en toepassing van TBO tegen – '*de brokjes data moeten nog aan elkaar worden geknoopt*'.
- Vanaf 2027 is ADS-C (Automatic Dependent Surveillance – Contract) verplicht voor nieuwe vliegtuigen – een industriestandaard die bijdraagt aan de ontwikkeling van TBO.



Figuur 11: Resultaten uit de enquête voor vragen m.b.t. de functie 'marktcreatie en -ontwikkeling', voor de casus Trajectory Based Operations.

F6

- **De beschikbare budgetten ondersteunen de grote ambities en verwachtingen niet.** In Nederland is er beperkt budget voor de ATM-sector (zie figuur 11). Zo is het jaarbudget bij het Knowledge & Development Centre van Schiphol is €6ton (op een jaaromzet van de luchthaven van €20-25 miljard).
- De **NLR** (KaV en KvB) is een belangrijke bron in de financiering van innovatie, onderzoek en experimenten/pilots.
- Nederlandse luchtverkeersleidingsorganisaties zijn terughoudend om **Europese subsidies** aan te trekken voor de ontwikkeling en implementatie van TBO, omdat men zich dan committeert aan een externe planning. Omringende landen zijn effectiever in het aantrekken van subsidies.
- Er zijn **te weinig luchtverkeersleiders** om te testen met innovaties rondom o.a. TBO (zie figuur 12).
- De succesvolle toepassing van TBO vraagt om een relatief **nieuw ATM-systeem – zoals iCAS** voor LVNL. De invoering van dit nieuwe systeem bij veel grote Europese ANSPs is vertraagd door o.a. corona en de aard van de vervangingsinvestering, wat de implementatie van TBO ook vertraagt.
- Er zijn nauwelijks resources beschikbaar voor de **voorbereiding van de transitie naar TBO**, na invoering van het iCAS-systeem. De focus op de vervanging van het luchtverkeersleidings-systeem (AAA) eist alle resources op.
- Als gevolg van **de coronapandemie** zijn er minder middelen (mensen, financiën) beschikbaar voor het uitvoeren van projecten in de luchtvaartsector in het algemeen. Dit vertraagd ook de ontwikkeling van TBO.



Figuur 12: Resultaten uit de enquête voor vragen m.b.t. de functie 'mobiliseren van middelen', voor de casus Trajectory Based Operations.

Barrières Trajectory Based Operations

F7

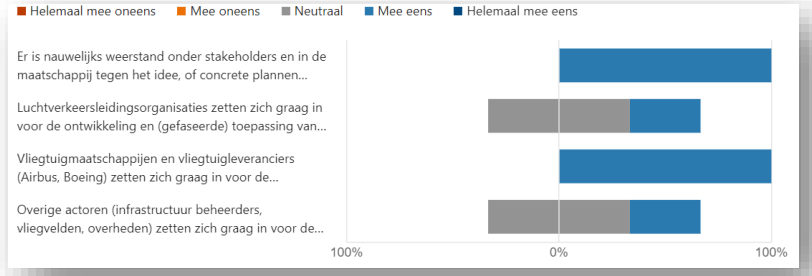
- De ontwikkeling van TBO wordt **breed gedragen** (zie figuur 13). Luchtverkeersleidingsorganisaties zijn nieuwsgierig naar hoe het eruit kan zien, maar het **eindbeeld (Full TBO)** is nog niet geheel duidelijk.
- Succesvolle trials/pilots en **concrete praktijkvoorbeelden** kunnen de acceptatie en het begrip van wat TBO inhoudt, vergroten.
- Met name op management niveau is het draagvlak groot. Op **operationeel niveau is draagvlak minder groot**, omdat de operations aangepast moeten worden. Dat is zeer complex en kostbaar in de praktijk. De benodigde transformatie is beter in beeld bij de operatie.
- Als gevolg van de coronapandemie is de **operationele push** om TBO in te voeren fors afgenomen – daar waar het vliegverkeer drastisch is verminderd. We zitten minder vaak op de rand van de beschikbare capaciteit bij de luchtverkeersleiding.

F8

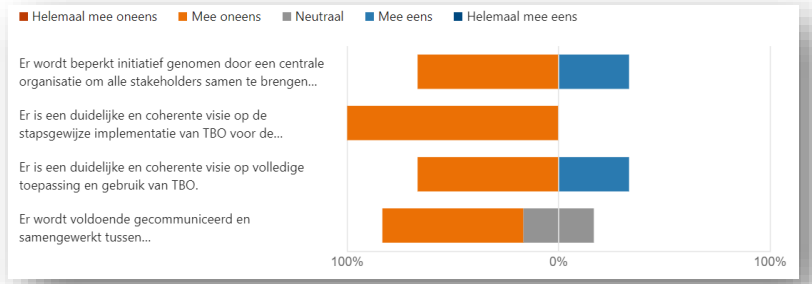
- TBO is niet een in detail gespecificeerd plan, maar een concept waaraan nog invulling gegeven kan worden. De **toepassing vindt mede daarom gefragmenteerd plaats**, zowel geografisch als de diversiteit in operationele concepten die onder TBO worden geschaard. Convergentie in het concept is gewenst (zie figuur 14).
- **De rollen en verantwoordelijkheden in de implementatie van TBO zijn onvoldoende duidelijk.** Dit is ook complex, aangezien TBO als concept breed, complex, nog niet volledig ontwikkeld is en veel stakeholders kent.

F9

- Cross-center (internationaal) plannen en managen van trajectories op basis van internationale samenwerking is nodig. Nationale implementatie van TBO is niet zinvol en dient op Europees niveau (EUROCONTROL) plaats te vinden, in coördinatie met andere regio's.
- Er zijn **63 luchtverkeersleidingscentra** in Europa die allemaal hun eigen ATM-systemen gebruiken, en unieke werkwijzen en cultuur hebben. Zelfs binnen landen is de diversiteit groot. Ook de ontwikkeling en implementatie van nieuwe ATM-systemen verloopt per centrum anders. Op globale schaal is dat nog complexer en is de ICAO leidend.
- Nederlandse luchtverkeersleidingscentra worden steeds afhankelijker van omliggende centra (ANSPs) in de toepassing van TBO.
- De **Concept of Operations** (CONOPS) moet compatibel worden gemaakt voor alle betrokken luchtverkeersleidingscentra. Dat is op dit moment een grote barrière in de opschaling van TBO.
- Compatibiliteit van grond coördinatie (bijvoorbeeld SWIM Yellow, de set aan protocollen waar data-uitwisseling wordt gefaciliteerd) is op dit moment een belangrijke barrière in de verdere uitrol van TBO. De technologie is beschikbaar, toepassing in de praktijk ontbreekt.
- Afstemming tussen militaire- en civiele luchtverkeersleiding is essentieel in de succesvolle implementatie en gebruik van TBO binnen Nederland. TBO is daarmee ook relevant voor de Nederlandse Luchtmacht (CLSK).



Figuur 13: Resultaten uit de enquête voor vragen m.b.t. de functie 'weerstand', voor de casus Trajectory Based Operations.

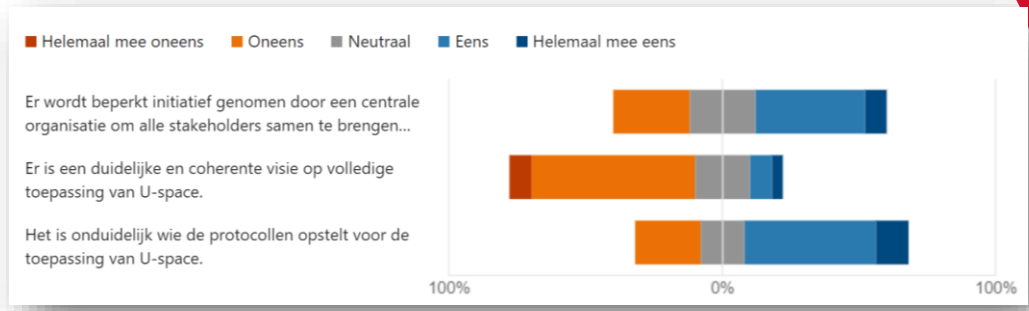


Figuur 14: Resultaten uit de enquête voor vragen m.b.t. de functie 'coördinatie', voor de casus Trajectory Based Operations.

Barrières U-space

F9

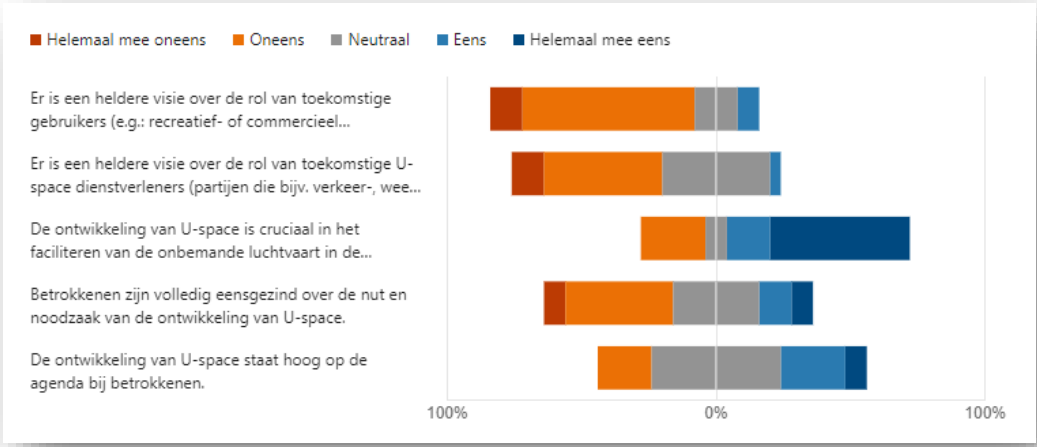
- Er ontbreekt een duidelijke en **coherente visie** op U-space in zijn volledige vorm in Nederland (zie figuur 15). Er is behoefte aan duidelijkheid rondom de definitie van U-space, een gedeeld eindbeeld en (gefaseerde) implementatie van U-space (roadmap) in Nederland.
- Er heerst onduidelijkheid over de **rollen en verantwoordelijkheden** (zie figuur 16) in de ontwikkeling van U-space.
  - Er ontbreekt een helder beeld van de rol van toekomstige U-space gebruikers en U-space dienstverleners (bijvoorbeeld van LVNL en KNMI). Zo is het bijvoorbeeld onduidelijk wie de protocollen opstelt voor de toepassing van U-space en is het onduidelijk wie verantwoordelijk is voor het samenbrengen van belanghebbenden.
  - Er ontbreekt een helder beeld van toekomstige interactie en integratie tussen ATM en UTM en wie hierin eindverantwoordelijk is (voor dat deel van het luchtruim waar deze samenkomen).



Figuur 15: Respons op de enquête voor vragen m.b.t. de functie 'coördinatie', voor de casus U-space.

F5

- De ontwikkeling van U-space wordt zowel financieel als beleidsmatig te weinig ondersteund.
- De **ontwikkeling van wet- en regelgeving loopt achter op de ontwikkelingen in de markt** en is onvoldoende gespecificeerd voor de implementatie van U-space/UTMs.
- Het ontbreekt aan duidelijke **technische standaarden, procedures en protocollen** zoals: flight rules, of de e-Conspicuity techniek.
- De ontwikkeling en **marktkansen van U-space** zijn onvoldoende bekend bij potentiële dienstverleners en gebruikers. De **financieringsstructuur** van USSPs is in heel Europa nog onduidelijk (tarieven gebruik U-space luchtruim, en interactie CIS en USSPs bijvoorbeeld). Ook zijn de risico's, met name op het gebied van aansprakelijkheid, nu nog te hoog voor USSPs.



Figuur 16: Respons op de enquête voor vragen m.b.t. de functie 'richting geven aan het zoekproces', voor de casus U-space.

F4

- Ondanks eensgezindheid over de functie van U-space (faciliteren van grootschalige en/of complexe toepassing van onbemande luchtvaart), is er **beperkte overeenstemming over nut en noodzaak**.
- Er is **geen consensus** over de definitie van het concept U-space en waar het nuttig is. Internationaal zijn er bijvoorbeeld uiteenlopende visies ten aanzien van of U-space op nationale schaal toegepast zal worden.
- Het is nog onduidelijk hoe **e-Conspicuity** (technologie die de positie van drones deelt met andere luchtruimgebruikers) vorm gaat krijgen. Deze ontwikkeling is randvoorwaardelijk voor de succesvolle implementatie van U-space.

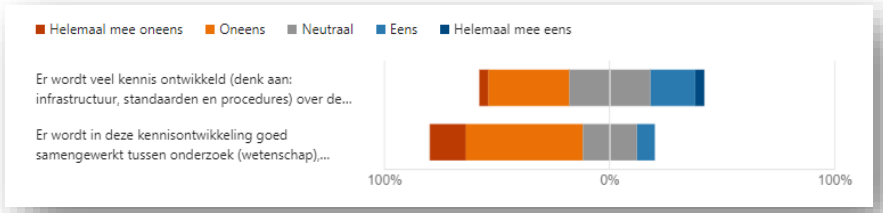
Barrières U-space

F2

- Het TRL-niveau van het concept U-space is nog laag. Er spelen nog veel onduidelijkheden en vragen onder betrokkenen. **Kennisontwikkeling** is nodig:
  - Toepassing van UTMs, waarbij de samenwerking tussen onderzoek, overheid en de markt aandacht verdient.
  - automatisering: er zijn diensten voorzien door USSPs - zoals *detect-and-avoid* - waarvoor nog geen technologie beschikbaar is.
  - Regelgeving, protocollen, (inter)nationale standaarden
  - Samenwerkingen met luchthavens en luchtruimgebruikers
  - Risico's en mitigerende maatregelen (van autonoom vliegen)

F3

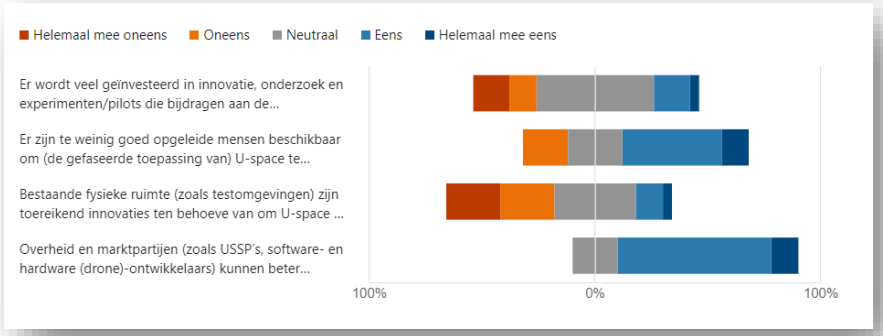
- Er zijn veel initiatieven waarin wordt getest en gedemonstreerd met autonome drones en UTMs – zoals Drone2Go, Port of Rotterdam. Echter, betrokken partijen ervaren dat het **moeilijk is toegang tot de beschikbare kennis te verkrijgen** (zie figuur 17) over U-space/UTMs. Deze is versplinterd aanwezig over diverse organisaties.
- **(Internationale) kennisdeling tussen betrokken partijen is nog niet optimaal**, ondanks de vele initiatieven die op dit vlak worden georganiseerd: SESAR, Amsterdam Drone Week, Kennisplatform U-space.



Figuur 17: Respons op de enquête voor vragen m.b.t. de functie 'kennisontwikkeling', voor de casus U-space.

F6

- Er zijn **beperkte middelen** beschikbaar voor de ontwikkeling van U-space.
  - Regelgevende en controlerende instanties (RDW, ILT, de Politie) hebben beperkte middelen (**mensen, kennis, financiën**) beschikbaar voor de implementatie van U-space. Er zijn te weinig goed opgeleide mensen beschikbaar om de toepassing van U-space te kunnen realiseren. M.n. ILT heeft te weinig capaciteit voor beoordeling van vluchtplannen, certificeren en controleren van USSPs en CIS-providers.
  - Er zijn te weinig middelen beschikbaar voor grootschalige pilotprojecten met UTMs in Nederland. Overheid en marktpartijen (zoals bijvoorbeeld USSPs en softwareontwikkelaars) werken op dit moment nog onvoldoende samen om middelen vrij te maken voor de ontwikkeling van U-space.
  - Er is te weinig fysieke (en wettelijke) ruimte (e.g. testomgevingen) om stappen in de ontwikkeling van U-space goed te kunnen testen en opschalen in de praktijk (zie figuur 18).



Figuur 18: Respons op de enquête voor vragen m.b.t. de functie 'mobiliseren van middelen', voor de casus U-space.

F7

- **Publieke acceptatie** van autonoom vliegen is laag. **Privacy** is een belangrijk issue.
- **Lagere overheden** worden op dit moment nog onvoldoende betrokken bij de ontwikkeling en implementatie van U-space. Voor een succesvolle implementatie is ieder niveau benodigd: Europees, nationaal, provinciaal en gemeentelijk niveau.

F8

- De grote (potentiële) gebruikers – zoals bijv. Amazon, van U-space worden op dit moment nog onvoldoende betrokken bij de ontwikkeling en implementatie van U-space.
- De **bemande en onbemande luchtvaart** zijn nog onvoldoende onderling in contact.

Barrières Geluidsadaptief Bouwen



F2

- Nederland is internationaal koploper wat betreft kennisontwikkeling voor geluidsadaptief bouwen – en meer specifiek voor geluidsbelasting van luchtvaart. Desondanks vindt **kennisontwikkeling gefragmenteerd** plaats. Dat komt onder meer omdat de verschillende relevante onderzoeksvelden die raken aan geluidsadaptief bouwen (i.e. architecten, stedenbouwers, ontwerpers, vliegtuigingenieurs, etc.) nog niet goed met elkaar verbonden zijn.
- Er is geen **coördinatie van onderzoeksactiviteiten** (bijv. binnen technische universiteiten, RIVM, NLR) rond het thema geluidsadaptief bouwen.
- Er is behoefte aan een **kennisagenda**, met als belangrijkste thema's:
  - Inzicht in de mogelijkheden van koppelkansen van geluidsadaptief bouwen aan bredere thema's (zoals bijvoorbeeld klimaatadaptatie). Deze koppeling kan mogelijk positief bijdragen aan de businesscase van geluidsadaptief bouwen.
  - Verdere ontwikkeling van rekenmethodieken om geluidsniveaus te bepalen voor specifieke locaties.
  - Inzicht in de impact van toekomstige vliegtuigen en vliegbewegingen: naast de route van vliegtuigen heeft ook het aantal vliegtuigen en het type vliegtuigen (stillere) impact op geluidshinder.
  - Onderzoek, kwantificering en monitoring van gezondheidseffecten van geluidsbelasting – gekoppeld aan geluidsadaptief bouwen.
  - Inzicht in de individuele ervaring en perceptie van geluidshinder door omwonenden. Geluidsadaptief bouwen is namelijk niet alleen een technische oplossing.
  - Ontwikkeling van procesregels (e.g. bouwnormen) voor gebieds- en projectontwikkelaars en gemeenten m.b.t. de omgang met geluidsnormen voor specifieke locaties.
  - Opschaling van 'container-niveau' (fieldlab Hoofddorp) naar (bestaande) wijkniveau in de praktijk.



F3



F9

- Naast het fieldlab zijn er **weinig mogelijkheden of initiatieven** om kennispartners te laten samenwerken op het gebied van geluidsadaptief bouwen. Het netwerk wat zich richt op geluidsadaptief bouwen is compact en klein (maar groeiend). **Het concept heeft nog geen podium**. Kennisdeling verdient meer aandacht.
- Naast het fieldlab geluidsadaptief bouwen is er geen leidende organisatie die het concept geluidsadaptief bouwen verder brengt. Projectontwikkelaars, gemeenten, partijen met innovatieve bouwconcepten zijn afwachtend in de ontwikkeling en toepassing van geluidsadaptief bouwen. Rollen en verantwoordelijkheden van deze betrokkenen zijn onvoldoende duidelijk.
- Het is onduidelijk waar de bevoegdheden liggen om geluidsadaptief bouwen mogelijk te maken in gebieden waar dit kansrijk is.
- Het is onduidelijk wie verantwoordelijk is voor het beschikbaar stellen van middelen voor de ontwikkeling van geluidsadaptief bouwen.

- Geluidsadaptief bouwen wordt niet ondersteund door bouwregelgeving en bestaand beleid omtrent ruimtelijke ordening. Huidige wet- en regelgeving verbiedt bouwen in de nabijheid van luchthavens. Sommige betrokkenen ervaren dit als rigide. De kansen voor woningbouwontwikkeling (ook de bestaande bouw) worden hierdoor namelijk onvoldoende benut.
- De overheid kan op dit moment moeilijk sturen op de toepassing van geluidsadaptieve bouwconcepten, wanneer het geen grondposities heeft. De huidige bouwnormen zijn leidend en deze zijn wettelijk verankerd in anterieure overeenkomsten.
- Naast het fieldlab is er op dit moment geen (wettelijke) ruimte om te experimenteren met geluidsadaptief bouwen.

Barrières Geluidsadaptief Bouwen

F5

- Het is nog onduidelijk of geluidsadaptief duurder is ten opzichte van regulier bouwen. De **businesscase** dient verder uitgewerkt te worden.
- Een uitdaging ten aanzien van de business case van geluidsadaptief bouwen is dat de **maatschappelijke baten** (i.e. verbeterde leefbaarheid) **lastig te kwantificeren** zijn.
- Voortgang en opschaling van het fieldlab wordt als cruciaal gezien in de ontwikkeling van geluidsadaptief bouwen. Echter loopt de **financiering voor het fieldlab** in Hoofddorp tot 2024. Het ministerie van IenW ondersteunt een mogelijk vervolg, maar de invulling daarvan is afhankelijk van de benodigde middelen en mensen en nieuwe onderzoeksdoelen. Het fieldlab wordt bemenst door een kleine organisatie. Het **ontbreekt op dit moment aan de juiste middelen** (i.e. financiën, mensen) om langdurig, grootschalig te experimenteren en op te schalen en hiervoor de huidige organisatie voor staande te houden.



F1

- Naast de pilot wordt geluidsadaptief bouwen in Nederland nog nergens in de praktijk toegepast. Concrete voorbeelden van innovaties op het gebied van geluidsadaptief bouwen zijn op dit moment nog schaars.
- De directe betrokkenheid van projectontwikkelaars bij de ontwikkeling van geluidsadaptief bouwen is beperkt. In algemeenheid zijn bouwpartijen zijn nog onvoldoende betrokken bij de ontwikkeling van geluidsadaptief bouwen, ondanks dat zij een cruciale rol spelen in de ontwikkeling en toepassing ervan. Dat maakt dat de stap van onderzoeksresultaten en advies uit het fieldlab, naar overname en grootschalige implementatie in de praktijk nog (te) groot is.
- Ontwikkelaars hanteren de huidige bouwnormen als uitgangspunt, waardoor geluidsadaptieve bouwconcept beperkt worden toegepast in de praktijk.



F6

- Geluidsadaptief bouwen wordt als een kansrijke ontwikkeling gezien (o.a. in de woningbouwopgave voor Nederland). Het fieldlab heeft aangetoond dat het concept kan bijdragen om de leefbaarheid in specifieke gebieden te verbeteren, doorgeluidsniveaus effectief te verlagen. Echter is de potentie nog onvoldoende bekend bij het brede publiek (o.a. omdat onderzoeksresultaten nog onvoldoende breed bekend zijn) doordat er nog maar een kleine groep hiermee bezig is.



F4

- Ondank draagvlak voor de pilot is de nut en noodzaak van geluidsadaptief bouwen is nog niet voor iedereen duidelijk. Sommige betrokkenen zijn van mening dat de huidige bouwnormen al voldoende rekening houden met geluidsnormering.
- Het is onbekend of geluidsbelasting in de toekomst strikter gereguleerd gaat worden voor specifieke gebieden, wat de kansen voor het concept geluidsadaptief bouwen beïnvloedt.



F8

- Rigide wet- en regelgeving houden de bestaande situatie in stand waarin huidige normen de bouw van nieuwe woningen in geselecteerde gebieden rondom luchthavens verbieden.
- Er is een toenemend besef, ook bij overheden, dat het effect van geluidsadaptief bouwen meegenomen dient te worden in de rekenmodellen voor bepaling van lokale geluidsniveaus.
- In het buitenland wordt vaak anders omgegaan met woningbouw en wonen rondom luchthavens. In bijv. Zuid-Europa is dichtbij een luchthaven wonen geen nadeel. Omgang met geluid en compensatie van gedupeerden is in Nederland meer op de voorgrond. Belangrijke oorzaak hiervoor is dat Nederland op een relatief klein oppervlak een zeer grote luchthaven heeft.

TwynstraGudde adviseert overheid en bedrijfsleven op veel van de grote en urgente thema's van deze tijd. Denk aan veiligheid, diversiteit, digitale transformatie, mobiliteit, duurzaamheid, energie, financiën en gezondheid. We bieden onze opdrachtgevers unieke, werkbare oplossingen en brengen complexe projecten en programma's tot een goed einde. Iets creëren van blijvende waarde, daar gaan we voor. Daardoor hebben we een directe impact op (toekomstige) maatschappelijke en economische ontwikkelingen. En dus een grote impact op morgen.

Dr. ir. Arnoud van Waes
awa@tg.nl

Mike van Moerkerk MSc.
mvm@tg.nl

Alle intellectuele eigendomsrechten met betrekking tot deze presentatie berusten bij TwynstraGudde. Niets uit deze presentatie mag worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt zonder schriftelijke toestemming van TwynstraGudde.

TwynstraGudde

Impact op morgen.