



LAADVISIE LUCHTVAART

Luchthavens als energy hubs

RESEARCHING AND
TESTING SMART
AND SUSTAINABLE
CHARGING

LAADVISIE VOOR ELEKTRISCH VLIEGEN

In tegenstelling tot elektrisch rijden staat elektrisch vliegen aan het begin van de transitie. Er is slechts één operationeel toestel beschikbaar en nieuwe toestellen worden de komende jaren verwacht. Capaciteit voor certificering, inrichting van voldoende luchthavens voor elektrisch vliegen, toegang tot het luchtruim en opstellen/introduceren van internationale standaarden en wet- en regelgeving zijn belangrijke variabelen die de groei en ontwikkeling van elektrisch vliegen meebepalen. Uit een eerder gepubliceerde [QUICKSCAN](#) over elektrisch vliegen bleek dat er een elektriciteitsvraag van 0,63 TWh ontstaat als alle uit Nederland vertrekkende vluchten elektrificeren die minder dan 750 km vliegen. Dit is relatief beperkt in vergelijking met andere modaliteiten, maar de potentie van elektrisch vliegen is enorm. Als 50% van alle verplaatsingen tussen de 150 en 800 km per elektrisch vliegtuig zou plaatsvinden, is de elektriciteitsvraag 12,5 TWh. Nieuwe vormen van luchtvaart zoals drones kunnen hier ook aan bijdragen. Daarnaast komen op een luchthaven diverse modaliteiten samen, wat zowel uitdagingen geeft, als kansen biedt.

De luchtvaartsector kan versnellen door te leren van de andere sectoren en internationale samenwerking te zoeken. Denk hierbij over het invoeren van een breed platform van standaarden, regelgeving en handhaving. Concreet kunnen we deze acties samenvatten in 5 actiepunten. Na de actiepunten gaan we dieper in op de achtergrond en termen

1. Maak elektrisch vliegen op alle luchthavens mogelijk en ga vroegtijdig in gesprek met netbeheerders over de vermogensvraag. Luchthavens ontwikkelen samen met hun stakeholders een actieplan en ingroeipad waarin de vermogensvraag van traditionele en nieuwe vormen van luchtvaart zoals *Urban Air Mobility* worden meegenomen én wordt gekeken naar het laden van servicevoertuigen en bezoekende modaliteiten zoals personenauto's, bestelauto's en trucks.
2. Ontwikkel wet- en regelgeving en protocollen voor elektrisch vliegen. Het gaat hierbij onder andere om elektrische vliegtuigen, laadinfra, inrichting van luchthavens, opleidingen, slottoekenning, etc.. Ruimte om te experimenteren en leren is cruciaal: faciliteer (experimenteel) elektrisch vliegen.
3. Standaardiseer met urgentie om klaar te zijn voor het laden van vliegtuigen en servicevoertuigen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan laadinfra, stekkers, brandweer- en veiligheidsprotocollen en de inrichting van luchthavens.
4. Verken het aanpassen van het businessmodel van luchthavens en neem de financiering van laadinfra hierin mee. Energiemanagement is hierbij zowel een uitdaging als een kans.
5. Verbind de luchtvaartsector met andere sectoren om versneld te leren en synergie te creëren.

LAADINFRASTRUCTUUR VOOR ELEKTRISCHE Vliegtuigen

Momenteel wordt het enige gecertificeerde elektrische vliegtuig (de Pipistrel Velis Electro) geladen met een mobiele lader met een GB/T-plug. Pipistrel is bezig met een overgang naar CCS, de dominante standaard in Europa. Daarnaast hebben verschillende vliegtuigbouwers zich positief uitgesproken over de CCS laadstandaard (General Aviation Manufacturers Association, 2023). Aangezien elektrische servicevoertuigen ook met deze laadstandaard worden opgeladen, is het wenselijk dat elektrische voertuigen vliegtuigen ook hiermee laden. Naast CCS ontwikkelen partijen eigen standaarden, zoals het Global Electric Aviation Charging System (GEACS), met geïntegreerde koeltechnologie. Dit is ontwikkeld omdat elektrische vliegtuigen geen warmtewisselaar hebben, wat essentieel is om gewicht te besparen en de actieradius te vergroten. Snelle laadtijden vereisen voorsnog externe koeling om aan de operationele vereisten van luchtvaartmaatschappijen te voldoen.

Er zijn initiatieven voor een wereldwijde laadstandaard. De SAE AE7D-commissie werkt aan de AS6968 standaard, gebaseerd op GB/T, en de SAE AIR7353 definieert een luchtvaartvariant van het *Megawatt Charging System* (MCS), dat hogere vermogens aankan voor grotere vliegtuigen. Hoewel CCS geschikt blijft voor kleinere batterijen tot ongeveer 500 kWh, zullen grotere vliegtuigen opgeladen worden in de toekomst met de MCS-standaard. Ook hier zal de koeling separaat van de lader ontwikkeld moeten worden. Bij huidige lagere laadvermogens van 22 kW is actieve koeling minder essentieel. Nieuwe batterijtechnologieën, zoals solid-state batterijen, kunnen in de toekomst mogelijk ook zonder koeling hoge efficiëntie bieden. Voor een landelijk dekkend laadnetwerk is het belangrijk dat er één dominante standaard komt. Met CCS kunnen er veel producten, diensten en ervaringen uit andere sectoren over worden genomen en beperkt de luchtvaartsector de implementatiekosten.

Het opladen van elektrische vliegtuigen kan via drie methoden: vaste laders, mobiele laders of batterijwissels. Toekomstige ontwikkelingen richten zich op vaste en mobiele laders, terwijl batterijwissels door Europese fabrikanten (nog) niet worden wordt overwogen vanwege certificeringscomplexiteit en hogere kosten. In Nederland hebben Teuge Airport en Lelystad Airport vaste laadpunten (CCS-snelladers). De vaste lader is het meest gebruikte type lader om elektrische voertuigen te laden. Vaste laders worden meer gebruikt als de CCS-versie van de Pipistrel komt en andere fabrikanten hun CCS-gebaseerde vliegtuigen op de markt brengen, naar verwachting later dit decennium. Mogelijk kunnen mobiele laders met geïntegreerde accu's later op luchthavens een rol gaan spelen.

De batterijcapaciteit van elektrische vliegtuigen neemt snel toe: van 22 kWh in huidige modellen tot 500 kWh tegen het einde van dit decennium. Grotere vliegtuigen met hybride of volledig elektrische aandrijving zullen laadbehoeften introduceren die vergelijkbaar zijn met elektrische vrachtwagens. Laden met MCS zou hiervoor zeer geschikt zijn.



KARAKTERISTIEK LUCHTHAVENS

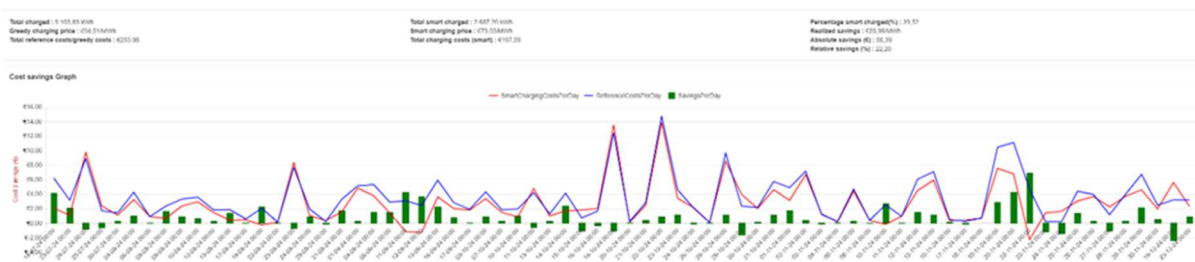
Luchthavens zijn locaties ter facilitering van de verbinding tussen grond- en luchtverkeer. Luchthavens maken deel uit van een wereldwijd netwerk en moeten voldoen aan strenge nationale en internationale wet- en regelgeving, operationele procedures en gericht op handhaving van strenge normen voor veiligheid. De rol van de luchthavenexploitant is expliciet beschreven in de wet en deze is onder meer verantwoordelijk voor uitbreiding en onderhoud van infrastructuur en faciliteiten, het opstellen en toepassen van een calamiteitenplan, toezichthouder op uitvoering activiteiten gebruikers, maar ook concessieverlener aan partijen voor het leveren van diensten aan gebruikers. De luchthaven mag voor haar taken en activiteiten havengelden in rekening brengen aan gebruikers en concessievergoedingen vragen aan concessiehouders. Bij veel (kleine) luchthavens zijn havengelden samen met de levering van vliegtuigbrandstoffen de belangrijkste bronnen van inkomsten. Het grondgebied van luchthavens in (relatief) beperkt waardoor een optimale benutting van ruimte en faciliteiten door gebruikers vereist is om al het luchtverkeer te accommoderen en een goede verbinding met grondtransport te faciliteren. Daarom is flexibiliteit en multi-use en multi-user gebruik van faciliteiten cruciaal.

De introductie van elektrisch vliegen zorgt voor een aantal fundamentele veranderingen en kansen op luchthavens. Ten eerste de stap van fossiele brandstoffen naar nieuwe energiedragers die voor lange tijd naast elkaar gebruikt zullen blijven worden. Alle bestaande infrastructuur moet hierop aangepast worden en investeringen moeten voor de vraag uit gedaan worden, wat tot financieringsvragen voor deze investeringen leidt. Tegelijkertijd biedt dit kansen om energie te verkopen aan alles wat over de grond naar een luchthaven komt (personenwagens, bestelauto's, trucks, etc.). Ten tweede ontstaat 'vermenging' met elektrificering van de servicevoertuigen; niet alleen de infrastructuur voor het laden van vliegtuigen zal benut worden voor het laden van de servicevoertuigen, maar de beschikbare elektriciteit zal mogelijk een nieuw capaciteitsbeperkend item voor luchthavens worden. Deze capaciteit moet beheerst en toegewezen worden aan gebruikers op basis van heldere criteria; vergelijkbaar met de toewijzing van runway slots aan luchtvaartmaatschappijen. Ten derde kunnen elektrische vliegtuigen onderdeel worden van nieuwe mobiliteitsnetwerken (*Regional Air Mobility en Urban Air Mobility*) ter verbinding van regio's in aansluiting op rail- en snelwegnetwerken. Deze netwerken maken gebruik van alle soorten luchthavens. Al deze luchthavens moeten ingericht worden voor het accommoderen van elektrisch vliegen. Regionale luchthavens veranderen in mobiliteits- en energiehubs voor de regio.



ENERGIETOEVOER EN -MANAGEMENT OP LUCHTHAVENS

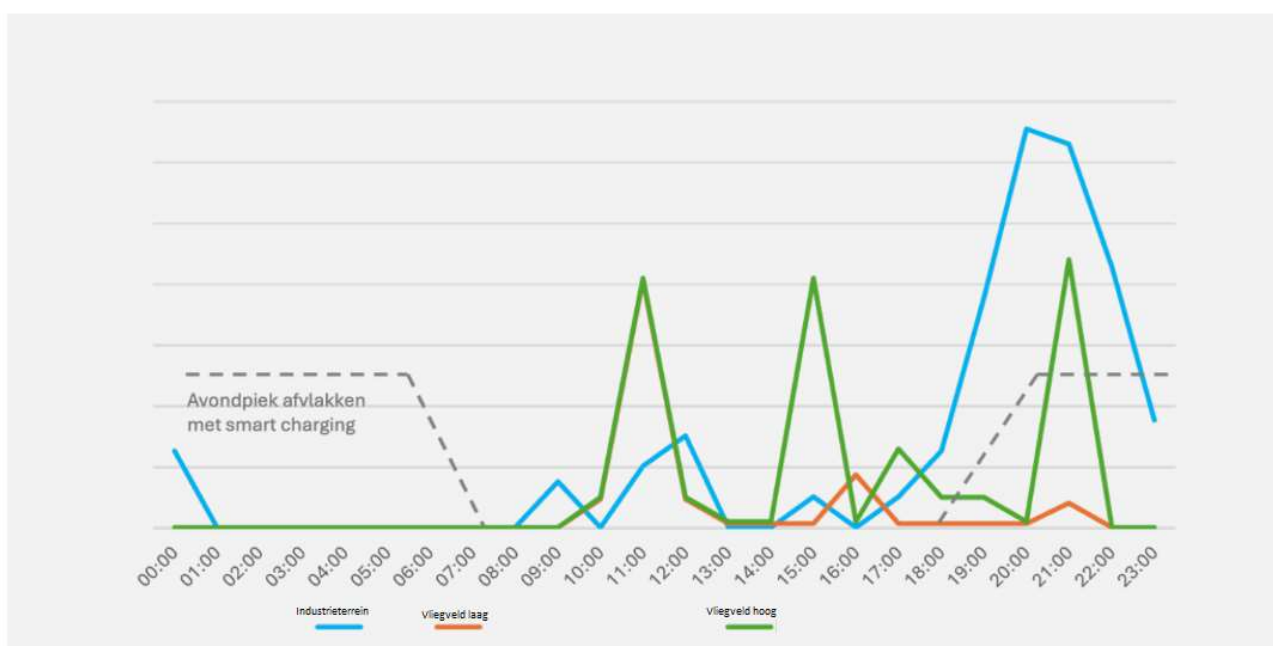
Net als op andere locaties in Nederland kampen luchthavens op dit moment met netcongestie. Hoewel er momenteel slechts enkele elektrische vliegtuigen operationeel zijn, en deze doorgaans met lage vermogens (22 kW) worden opgeladen, is het essentieel dat luchthavens nu al beginnen met het optimaliseren van hun energie-infrastructuur om de groei van elektrische luchtvaart, servicevoertuigen én bezoekende voertuigen te ondersteunen. De inschatting van NRG2Fly is dat de meeste luchthavens op dit moment een te kleine netaansluiting hebben om de opschaling van elektrisch vliegen te faciliteren. Het is daarom essentieel tijdig een ingroeipad te ontwikkelen, hierin alle modaliteiten op en rondom een luchthaven mee te nemen en dit te bespreken met de netbeheerder. Daarnaast is het essentieel slim om te gaan met deze aansluiting door gebruik te maken van slim laden (met de simplificering dat goedkope(re) stroom altijd gunstiger is voor het net). Dit is als proef op Teuge Airport als onderdeel van het Green Transport Delta Elektrificatie project al zeer succesvol gebleken; men heeft 22% kosten bespaard door te laden op momenten met goedkope stroom. In onderstaande grafiek in het groen alle besparingen over een periode van 6 maanden.



Aanvullend op de netaansluiting kunnen zonnepanelen zorgen voor extra elektriciteitsopwekking. Luchthavens beschikken vaak over uitgebreide vlakke en open terreinen, die bij uitstek geschikt zijn voor de opwekking van zonne-energie. Omdat de zon niet altijd beschikbaar is en commerciële elektrische vliegtuigen voor korte omdraaitijden hogere vermogens vereisen, zullen batterijen een cruciale rol spelen in de energievoorziening van luchthavens. Een batterij kan overtollige zonne-energie opslaan en bij piekbelastingen fungeren als buffer om de benodigde laadsnelheden te garanderen. Waar luchthavens momenteel inkomsten genereren door de verkoop van brandstoffen, wordt de verkoop van elektriciteit een integraal onderdeel van hun verdienmodel. Opgeslagen energie kan worden ingezet tijdens het laadproces van vliegtuigen bij publiek toegankelijke laadpunten, beschikbaar worden gesteld bij openbare laders voor bezoekend verkeer, of worden verhandeld op de onbalansmarkt wanneer de energie niet direct wordt gebruikt. Dit biedt luchthavens de mogelijkheid om investeringen in nieuwe energiesystemen (deels) terug te verdienen. Dergelijke systemen, gebaseerd op decentrale elektriciteitsopwekking en opslag, bieden luchthavens een schaalbare oplossing om gelijke tred te houden met de groei van elektrische mobiliteit.

Luchthavens kunnen in de toekomst de rol van Energy Hubs vervullen, waarbij energie-uitwisseling met de omgeving mogelijk wordt. Elektrische luchtvaart heeft een andere energiebehoefte gedurende de dag dan andere elektrische modaliteiten. Voornamelijk overdag zullen vliegtuigen in een zo kort mogelijke tijd, met een zo hoog mogelijk vermogen opgeladen

moeten worden om elektrisch vliegen commercieel haalbaar te maken. Door slim energie te verdelen tussen de luchthaven en de omgeving kunnen luchthavens die eigen energie opwekken nu en in de toekomst meer energie vrijspelen voor zichzelf. De positie van luchthavens in Energy Hubs vergroot niet alleen hun maatschappelijke relevantie, maar verbetert ook het duurzame imago van de luchtvaartsector. Aangezien luchthavens gelijkmatig verspreid zijn over Nederland, sluit het concept van Energy Hubs naadloos aan bij de trend van decentrale energieopwekking. Het is belangrijk dat luchthavens in een vroeg stadium hiermee aan de slag gaan en verbinding zoeken met andere sectoren, bijvoorbeeld via de Nationale Agenda Laadinfrastructuur of Luchtvaart in Transitie. In onderstaande afbeelding is te zien hoe verbruik van een regionale luchthaven (groen, inclusief laden vliegtuigen) afgestemd kan worden met een industrieterrein (blauw) met vooral logistieke bedrijven. Ter vergelijking in oranje verbruik van hetzelfde vliegveld zonder laden van vliegtuigen.



Als laatste is het aan te raden dat de luchthavens de beschikbare energie slim verdelen over de verschillende energiegebruikers op de luchthaven. Niet elke gebruiker heeft altijd dezelfde hoeveelheid energie nodig. Wanneer luchthavens slimmer hun energie toevoer en gebruik aansturen ontstaat er meer flexibiliteit om op sommige momenten met hogere vermogens voertuigen op te laden.

Deze visie is mede tot stand gekomen dankzij het Green Transport Delta (GTD-E) project met RVO als subsidieverstrekker.

The logo for Elaadnl is centered within a white circular graphic. It features the company name 'Elaadnl' in a blue, sans-serif font. Below the text is a stylized yellow lightning bolt icon. The background of the entire image is a green-tinted photograph showing a white electric car parked on a road, with a large wind turbine visible in the distance under a clear sky. In the foreground, there are green plants with small white flowers.

Elaadnl