

Vliegveld Teuge (samenvatting)

Duurzame energiedragers

Casper Verhaak, Michiel Beekman & Bas Pakkert

Mensen denken dat we steeds bewuster om gaan met het milieu en milieuvriendelijker te werk gaan. Maar nog steeds is er een stijgende lijn te zien in de luchtvaart. De luchtvaart is een van de meest vervuilende manieren van transport, de luchtvaartsector stoot namelijk 2% van de totale emissie uit. Om de opwarming van de aarde te stoppen, moeten we gaan kijken naar duurzame energiedragers in de luchtvaartsector. Wij hebben dus onderzoek gedaan naar de duurzame energiedragers voor de luchtvaartsector.

Wij hebben een plan opgezet om 3 soorten duurzame energiedragers te vergelijken, namelijk gasvormige waterstof, vloeibare waterstof en accu's. Van deze duurzame energiedragers gaan we een afweging maken op verschillende gebieden. Na het vergelijken van de uitkomsten van elk van deze energiedragers zal de afweging worden gemaakt en gaan wij kijken hoe dit te realiseren is op vliegveld Teuge. Wij hebben een afweging gemaakt van de verschillende energiedragers en wij hebben gekeken naar deze verschillende punten:

- Gewicht
- Efficiëntie
- Duurzaamheid
- Kosten
- Productie
- Opslag
- Transport
- Bruikbaarheid
- Veiligheid

Conclusie

Alle 3 de vormen van energie hebben voor- en nadelen. De winnaar op het gebied van gewicht is gasvormige waterstof. Met een hele lage dichtheid is het een stuk lichter dan lucht. Gewicht speelt in de luchtvaart een grote rol waardoor het belangrijk is een vliegtuig zo licht mogelijk te maken. Accu's vielen daardoor op dit punt gelijk af doordat deze erg zwaar zijn en niet in gewicht afnemen.

Vloeibare waterstof wint het in de efficiëntie, dit bevat namelijk de meeste energie per kubieke meter. Beide waterstof vormen bevatten 3 keer zo hoge energiedichtheid als kerosine. Maar er moet ook gekeken worden naar de energie per volume eenheid. De energie per volume-eenheid is van vloeibare waterstof is hoger dan die van gasvormige waterstof, dus dat betekent dat vloeibare waterstof de grootste efficiëntie heeft.

Waterstof (vloeibaar of gasvormig) wint het ook op duurzaamheid mits het groen wordt geproduceerd. Groene waterstof wordt puur gemaakt uit water en elektriciteit. Accu's daarentegen bestaan uit verschillende chemicaliën die uit de aarde worden gehaald.

Qua kosten wint waterstof ten opzichte van de accu's. Accu's zijn weliswaar een eenmalige aanschaf, maar de accu's dienen te worden vervangen na een x aantal jaar. Waterstof kan worden getankt bij een pompstation en naar mate er meer waterstof in omloop is, wordt de prijs alsmaar lager. De prijs van 1 kilo groene waterstof bedraagt €3 tot €6. Hiervoor krijg je dus 120 MJ aan energie. Als we de vergelijking maken met kerosine, een huidige luchtvaartbrandstof, dan kost dat gemiddeld per kilo met accijnzen in Nederland €2,1 Hiervoor krijg je 43 MJ per kg aan energie.

De opslag van waterstof is een aardige onderneming. Vloeibare waterstof moet onder de kritische temperatuur gehouden worden en gasvormige waterstof wordt bewaard onder hoge druk. Hier zijn speciale tanks voor nodig. Accu's hoeven maar eenmalig in een vliegtuig te worden gemonteerd en bieden verder geen hinder op het vliegveld zelf.

Dit geldt ook voor het transport. Bij accu's is er een eenmalig installatie proces en de stroom wordt simpelweg geleverd via het elektriciteit net. Waterstof moet via tankwagens worden vervoerd naar de vliegvelden. Gasvormige waterstof biedt echter wel mogelijkheden om de stof via pijpleidingen te vervoeren.

De bruikbaarheid van waterstof loopt achter op de bruikbaarheid van accu's, maar er wordt veel onderzoek naar gedaan. Accu's worden al grootschalig toegepast in de auto-industrie en zijn eigenlijk

per direct leverbaar voor de luchtvaart. Zo zijn er al enkele op waterstof aangedreven auto's die rondrijden in Nederland. Waterstof heeft meer potentie om te groeien en zal in de nabije toekomst meer en meer toegepast worden. De onderzoeksvraag richt zich ook op de nabije toekomst van 30 jaar en daarom wint waterstof het van accu's als er wordt gekeken naar bruikbaarheid.

Voor de veiligheid moet er gekeken worden naar de huidige technieken en de verwachtingen naar de toekomstige technieken. Nu zijn accu's de veiligste oplossing voor een duurzaam energiebron, want er zijn al veel ontwikkeling in de veiligheid. Waterstof, zowel vloeibaar als gasvormig, zit nog redelijk in de beginfase. Bij beide stoffen geldt een explosiegevaar en de stof is niet waar te nemen met menselijke zintuigen.

Als je de voor- en nadelen afweegt, concluderen wij dat waterstof de beste duurzame energiedrager is voor de General Aviation op vliegveld Teuge in de komende 30 jaar.

Realisatie op Teuge

Uit onderzoek van Clean Sky 2 and FCH 2 blijkt dat vliegtuigen met een 500km bereik, met vloeibaar waterstof aangedreven motoren, 80-90% impact vermindering op het klimaat hebben. Ook zorgen ze voor een 100% CO2 vermindering. Jaarlijks zijn er op vliegveld Teuge zo'n 56.000 vliegbewegingen, elk van deze vluchten zou dus een 100% CO2-vermindering hebben en een 80-90% impact vermindering hebben op het klimaat.

Op vliegveld Teuge wordt er gebruik gemaakt van kleine passagiersvliegtuigen tot 10 personen. Deze vliegtuigen hebben niet zo'n groot bereik als de vliegtuigen uit het onderzoek. Uit onderzoek van ZeroAvia blijkt dat het grensaantal passagiers waarbij je met vloeibare waterstof en niet met gasvormige waterstof moet vliegen, waarschijnlijk tussen de 20 en 40 passagiers ligt.

Deze twee onderzoeken gecombineerd, laat ons concluderen dat op vliegveld Teuge, in de komende 30 jaar, gebruik gemaakt zal moeten worden van gasvormig waterstof. Dit komt omdat het voordeel van vloeibare waterstof op korte vluchten nog niet geldt.

Ook heeft gasvormige waterstof het voordeel dat het huidige gas netwerk in de toekomst kan worden aangepast voor de gasvormige waterstof. Dit zal in de maquette goed te zien zijn. Het realiseren zal geleidelijk aan gebeuren. Het waterstof station komt op dezelfde plaats als de huidige brandstofpomp. De huidige brandstofpomp zal dienen als backup want de veranderingen zullen niet op de een op andere dag worden ingevoerd.

Contactgegevens

Auteurs:	Casper Verhaak, Michiel Beekman & Bas Pakkert Michiel Beekman Bas Pakkert
Functies:	Onderzoekers
Organisatie:	Veluws College Walterbosch
E-mail adressen:	casperverhaak@leerling.veluwscollege.nl michielbeekman@leerling.veluwscollege.nl baspakkert@leerling.veluwscollege.nl