

Väte som bränsle

Flygtillverkare är överens om att förmågan att producera väte i stora mängder med endast förnybara energiformer som sol- och vindkraft kommer att visa sig vara den mest kritiska faktorn i flygindustrins ansträngningar att utvecklas mot noll CO₂-utsläpp,

[Aviation International News](#)
[How Hydrogen Is Revolutionizing Aviation](#)
[Hydrogen: coming to an aircraft near you](#)

Vätgasdrivna flygplan kan visa sig vara det bästa sättet för flygindustrin att uppnå nettonollutsläpp av koldioxid senast 2050, ett mål som fastställdes 2021 av International Air Transport Association, en flygbolagsorganisation.

Molekylärt väte är ett attraktivt alternativ eftersom den huvudsakliga biprodukten är vattenånga oavsett om det kombineras med syre i en bränslecell för att skapa el för att driva motorer eller förbränns i flytande eller gasformig form. Medan både vattenånga och koldioxid bidrar till atmosfärisk uppvärmning genom att fånga värme som strålar ut från jorden, förblir vattenmolekyler i atmosfären en handfull dagar innan de försvinner eller faller till jorden som nederbörd istället för att dröja kvar i årtionden som koldioxidmolekyler gör.

Förbränning av väte producerar emellertid cirka 2,6 gånger så mycket vattenånga som jetbränsle. Så en viktig fråga handlar om huruvida den extra vattenångan som produceras som avgas genom förbränning av väte kan skapa ihållande strimor s k contrails som på natten kan värma luften och ge klimatförändringar.

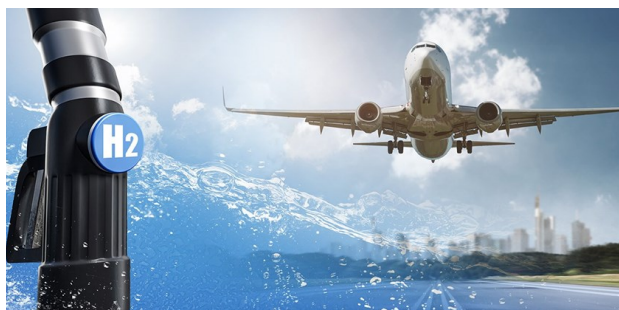
Contrails från flygplan idag utvecklas när vattenånga i avgaserna från kolvätebaserade flygbränslen skapar iskristaller i luften. Kristallerna bildar runda kärnor som tillhandahålls av kolväte-härledda delpartiklar som också emitteras i motorernas avgaser. Eftersom väte-härledda avgaser inte innehåller några kolväte-delpartiklar, kan contrailbildning av motorer som bränner väte visa sig vara mycket minimal.

Men nuvarande vetenskapliga kunskaper om väteproducerad contrailbildning är fortfarande ofullständiga, liksom kunskap om exakt hur omgivande lufttemperaturer, fuktighet och tryck på olika höjder påverkar contrailbildning. Forskare vet dock att förändringar i höjd, vindar och rutter kan minska det.

Att ändra ruten eller höjden på ett jetbränsle drivet flygplan kan också orsaka ökade CO₂ utsläpp, men ett vätedrivet flygplan skulle inte skapa några sådana utsläpp. Så att ändra rutt och höjd för att minska contrailbildning skulle ytterligare begränsa klimatförändringar.

Huruvida den extra vattenångan som produceras genom väteförbränning alls förvandlas till contrails behöver också undersökas. Det gemensamma CFM-Airbus ZeroE-projektet kommer att använda en Airbus A380 för att flygtesta en vätedriven GE Passport turbofläktmotor för att studera eventuella contrails som den producerar.

Att göra väte till ett livskraftigt alternativ till jetbränsle kommer att kräva andra områden av forskning och utveckling. Till exempel skapar förbränning av väte NO_x-bildning (och utsläpp), så forskare måste hitta sätt att minimera NO_x-bildning i vätebrännande turbojetmotorer.



Det krävs dessutom massiva investeringar för att utveckla den komplexa infrastruktur som krävs för att producera vätgas på en miljömässigt hållbar grund och för att distribuera, lagra och distribuera det som ett bränsle på ett säkert sätt, vilket allt måste ske tillsammans med en insats för att utveckla vätgasframdrivningssystem för stora och små flygplan.

Endast om utvecklingen av produktion av grön vätgas och den infrastruktur som behövs för att få den in i flygplanets bränsletankar på ett säkert sätt sker parallellt med utveckling av primära och hybridelektriska former av vätgasframdrivning kan luftfarten uppfylla sitt mål att ersätta Jet-A som bränsle för stora transportflygplan.

Hur den kryogent kalla temperaturen vid vilken flytande väte lagras påverkar material behöver också studeras. Flytande väte, den enda formen med tillräcklig energitäthet som är lämplig för att driva stora, långväga flygplan, orsakar "materialförsprödning" i olika material. Hur försprödning kommer att påverka materialval för bränsletankar och bränslehanteringssystem för flygplan, och dess effekter på delar av livslängden, måste förstås.

Airbus och andra företag som bedriver aluminium och andra metallkonstruktioner satsar på att dessa allmänt använda material erbjuder den snabbaste vägen för att få vätedrivna flygplan till marknaden, medan andra tror att komposittankar är det bästa. Kolfiberkompositer verkar särskilt lämpliga. Komposittankar är på gång hos en handfull företag och tävlar mot metallversioner som den bästa metoden för att lagra molekylärt väte som flygbränsle.

I samarbete med DARPA och NASA har Boeing utvecklat en kryogen raketbränsletank med reducerad massa som är en av de största som någonsin tillverkats och testats. GKN Aerospace har under tiden startat tre vätebränsletankprojekt. En, i Storbritannien, centrerar på värmehärdade kompositbränsletankar. En annan, i Nederländerna, involverar termoplast-komposittankar. Den tredje, i Sverige, fokuserar på metallbränsletankar. GKN planerar att jämföra resultaten för att se vilket material som verkar bäst för lagring av flytande väte.

Tankarna är komplicerade. Att packa vätemolekylerna i flytande form och hålla dem på det sättet kräver extremt låga temperaturer - minst minus 253 grader Celsius. Detta kräver i sin tur en flerskiktstank som för långdistansflygningar behöver ett aktivt kylsystem som i princip fungerar som ett kylskåp genom att cirkulera kryogen vätska som heliumgas genom höga och låga tryck. Och för att avhålla tankens innertemperatur från att stiga under flygningen, vilket skulle resultera i kokning och förvandla det flytande vätet till gas, är tanken dubbelväggig med ett vakuum mellan skikten för att minska värmeöverföringen från tankens yttre.

Tankarna måste också vara stora. Väte ger tre gånger mängden energi per kilo jämfört med traditionellt jetbränsle. Men den fördelen kompenseras av ökad volym. Det skulle ta 3000 liter tryckfritt gasformigt väte med omgivande temperatur för att frigöra samma mängd energi som en liter konventionellt jetbränsle, enligt Airbus, som studerar aluminiumbränsletankar för ett framtida vätepassagerarflygplan. Denna volym kan minskas genom att trycksätta vätet eller lagra det vid kryogena temperaturer för att hålla det i flytande tillstånd. Men även då skulle det ta fyra liter väte för att leverera samma som en liter jetbränsle. Bränsletankarna skulle fortfarande vara för stora för att passa in i ett flygplans vingar och mittsektion som idag.

Vanligtvis kommer endast 5% till 7% av den totala vikten av en tank från själva bränslet. Resten beror på tankstrukturen. Ju lättare tanken är, desto mer bränsle kan flygplanet bära, vilket skulle minska driftskostnaden per passagerare för flygbolagen. Framgången kommer till stor del att bero på att designa och bygga lätta tankar som kan bära stora mängder flytande väte och uppfylla branschens höga standarder för passagerarsäkerhet. Kolfiberkomposit är ett sätt att hålla tankarna tillräckligt lätta för flygplan i alla storlekar, från turbopropplan och jetplan som utför regionala flygningar till de stora passagerarflygplan som behövs för långdistansresor.

Trots potentialen för lättare konstruktioner som kompositger, är Airbus ett av de företag som håller fast vid metalltankar för tillfället. Som en del av sitt ZEROe-initiativ för att designa och bygga ett vätepassagerarflygplan som skulle börja fungera 2035 utvecklar företaget kryogena aluminiumtankar vid sina olika utvecklingscentra i hela Europa.

Tankens vikt kan minskas genom att bli av med det aktiva kylsystemet och ändra typen av isolering inuti tanken. Planerna kräver att fyra av dessa aluminiumtankar installeras på ett A380-provflygplan som Airbus modifierar till ZEROe-demonstratorn. I den första omgången provflygningar som planeras till slutet av 2026 skulle flytande väte i tankarna förbrännas direkt i en modifierad turbofläktmotor från CFM International, ett joint venture mellan GE och Safran.

Det betyder dock inte att företaget släpper kompositmaterial helt. I slutändan kommer beslutet om att välja metaller eller kompositger att komma ner till en mängd olika faktorer. Vissa företag kan anse att komposittekniken inte är tillräckligt mogen och därför riskabel för kortsiktiga applikationer, eller att ett material fungerar bättre än det andra för en viss flygplansmarknad.

Metalltankar är väl förstådda, men oavsett vad de är gjorda av finns det åtminstone en sak som de olika vätetankarna kommer att ha gemensamt: deras former.

Tillverkare föredrar cylindriska tankar för lagring av många typer av gas eftersom formen jämnt fördelar trycket över tanken, vilket förbättrar lagringseffektiviteten.

Denna nya form kräver en avvikelse från den sekellånga metoden att placera bränsletankar i vingarna på regionala jetplan och, när det gäller passagerarflygplan, även i mittsektionen. Istället skulle vätetankar behöva placeras i flygkroppen. Airbus nuvarande plan är att placera tankarna i den bakre delen av flygkroppen, vilket i så fall kräver att man minskar antalet passagerare.

Uppstartföretaget Universal Hydrogen i Kalifornien planerar att använda aluminium för att konstruera de flytande vätetankarna som skulle ingå i företagets första produkt: eftermonteringssatser för att konvertera dagens turboprop regionala plan till hybrid-elektriska. För regionala jetplan planerar Universal Hydrogen också att göra detsamma genom att ta bort några platser från flygplanetets baksida. Då reduceras ett flygplan med 70 passagerare till ett flygplan med 55 passagerare.

Universal Hydrogen konstruerar också komposittankar för gasformigt väte. Eftersom det inte behöver förvaras vid kryogena temperaturer är bränslet lättare att lagra och transportera i den formen. De gasformiga tankarna kan också driva samlingar av bränsleceller eller elmotorer för regionala flygplan som utför flygningar med kortare räckvidd. Dessa högtryckskärl skulle bestå av inre och yttre skikt gjorda av kolfiber, antingen lindade eller flätade runt ett plast- eller metallfoder.

Man måste också få allmänheten att acceptera att flyga på väte. Även om det har funnits framgångsrika vätedrivna flygplan tidigare - framför allt Sovjetunionens Tu-155, som först flög på väte 1988 - framkallar frasen "väteflyg" bilder av Hindenburg-luftskeppskatastrofen 1937 som dödade 36 personer. Att lagra vätetankar i ett flygplans flygkropp kan låta skrämmande för passagerare eftersom väte, liksom andra bränslen, är mycket brandfarligt och lätt kan antändas.

Vätemolekylernas extremt lilla storlek innebär att vissa kan undkomma behållaren, till och med glida genom det tätaste potentiella tankmaterialet av alla, ett lager av stål. Men andra industrier har använt väte säkert i årtionden.

För att säkerställa säkerheten planerar Airbus att placera aktiva detekteringssensorer för väte och syre i ZEROe-demonstratorn som skulle kunna upptäcka eventuella läckor på millisekunder. Dessutom kommer väteventilerna att isoleras för att förhindra läckage, och det kommer att finnas aktiva och passiva väteventilationssystem för att undvika att väte koncentreras i någon del av flygplanet.

ZEROe-demonstratorn, ett modifierat A380-flygplan kommer att hjälpa till att styra utformningen av Airbus framtida passagerarflygplan. Planerna kräver flygningar 2026 där en väteförbränningsmotor på demonstratorns bakkropp skulle bränna flytande vätebränsle från fyra hundrakilos tankar som ligger inuti flygkroppen. Airbus baserar sin uppskattning för 2035 för ibruktagande av vätegasdrivna stora transportflygplan på sin förmåga att mogna och flygtesta den nödvändiga tekniken tillräckligt för att senast 2026 börja designa vätedrivna flygplan. Flygplansutveckling, produktion och certifiering skulle sedan ta ytterligare nio år. Först 2035 lär vi få se vätedrivna plan.