

Jens Koenen Frankfurt

Ein Flugzeug ohne Kerosin scheint heute kaum vorstellbar. Doch Josef Kallo hat dafür eine klare Vision: 2025 will er eine vollgepackte Dornier 328 zu Testflügen abheben lassen – angetrieben von Wasserstoff. Und 2029 will sein Start-up H2Fly die ersten Tests mit Passagieren an Bord starten. „40 Fluggäste und bis zu 2000 Kilometer, das ist der Plan“, sagt Kallo.

Seit 2014 arbeitet H2Fly bereits am Thema Wasserstoff – zunächst als Ausgründung des Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrums (DLR), heute als Tochter des Flugtaxi-Start-ups Joby Aviation. 2016 flog erstmals der Viersitzer HY4 mit Wasserstoff und hob seitdem über 100 Mal ab. Nach langer Forschung hofft das Unternehmen nun auf den Durchbruch.

Am neuen „Hydrogen Aviation Center“, das am Flughafen Stuttgart gebaut wird, will das Unternehmen an der Weiterentwicklung des Wasserstoffflugzeugs arbeiten. „Mit dem Hydrogen Aviation Center erschafft H2Fly einen Kristallisationspunkt für das gesamte Ökosystem emissionsfreies, elektrisches Fliegen mit Wasserstoff“, gibt sich Kallo optimistisch. Dabei sorgt allein die Idee, Flugzeuge mit Wasserstoff anzutreiben, für teils heftige Debatten unter Experten. Auf der einen Seite sind die Skeptiker, die die Wasserstoff-Technologie für die Luftfahrt als Illusion abtun. Auf der anderen Seite stehen jene, die argumentieren: was auf der Straße funktioniert, werde auch in der Luft möglich sein.

Die Zeit drängt. Der Luftverkehr ist für 3,1 Prozent der weltweiten CO₂-Emissionen verantwortlich. Bis 2050 soll die Branche CO₂-neutral unterwegs sein. Für René Obermann, Aufsichtsratschef von Airbus, steht fest: „Aus heutiger Sicht ist Wasserstoff der einzige Weg, wie ein Flugzeug komplett ohne CO₂-Ausstoß fliegen kann.“

Auch die großen Hersteller forschen am Wasserstoffantrieb

Nicht nur Kallo von H2Fly hat ehrgeizige Ziele mit Wasserstoff. Vor wenigen Wochen ist es dem britisch-amerikanischen Jungunternehmen ZeroAvia gelungen, eine umgebaute Dornier 228 mit einem Brennstoffzellenantrieb abheben zu lassen. Universal Hydrogen aus Kalifornien ließ Anfang März eine umgerüstete Dash 8 elektrisch und gespeist mit Wasserstoff in den USA abheben und 15 Minuten lang fliegen.

Unter dem Namen Project Freon arbeitet Cranfield Aerospace Solutions aus Großbritannien seit 2019 an einem Wasserstoffflugzeug. Im vergangenen Jahr holte man sich das deutsche Start-up Evia Aero als Partner, um einen 19-Sitzer zu entwickeln. Und auch bei den großen Flugzeugherstellern wird am Wasserstoffantrieb geforscht. Airbus will 2035 einen Demonstrator in die Luft bringen. Auch Boeing hat die Technologie nicht aus den Augen verloren, wengleich das Unternehmen vor zu hohen Erwartungen warnt.

Aktuell setzt die Branche beim Klimawandel vor allem auf den synthetisch hergestellten Kraftstoff SAF. Der etwa aus Biomasse, CO₂ und Strom produzierte E-Treibstoff lässt sich relativ einfach auch in Flugzeugen mit herkömmlichen Turbinen einsetzen. Doch SAF soll am Ende vor allem eine Brückentechnologie auf dem Weg zu anderen Antriebskonzepten sein.

Das hat zwei Gründe. Zum einen wird es wohl niemals ausreichend E-Fuels geben. Björn Fehrm vom Luftfahrtfachdienst Leeham News hat sich ausgiebig mit dem Thema nachhaltige Luftfahrt beschäftigt. Seine Erkenntnis: Selbst wenn die industrielle Fertigung zügig hochgefahren wird, werden 2030 maximal acht Prozent des Kerosins durch Beimischung von SAF ersetzt werden können.

Die technisch machbare und erwünschte Quote von 50 Prozent werde erst weit nach dem Jahr 2050 erreicht. Spätestens dann muss die Luftfahrt aber klimaneutral sein. Zum anderen sind E-Fuels nicht sehr wirtschaftlich. Es wird viel Strom gebraucht, zudem muss CO₂ aufwendig aus der Atmosphäre abgetrennt



Handelsblatt Insight
— Innovation —

Die neuen Wasserstoff-Jets

Zu aufwendig, zu teuer: Wasserstoffantriebe galten in der Luftfahrt lange als unrealistisch. Nun aber absolvieren Start-ups erfolgreich erste Testflüge – schon ab 2029 wollen sie sogar Passagierflugzeuge in die Luft bringen. Kann das gelingen?



werden. Denn industrielles CO₂ wird über die Jahre knapp werden, wenn andere Industrien ebenfalls grün werden müssen. Noch wichtiger aber: Eine Vorstufe der E-Fuels ist Wasserstoff, dem in einem finalen Schritt der Kohlenstoff zugesetzt wird. Es wäre also viel sinnvoller, direkt den Wasserstoff für den Antrieb zu nutzen.

Das Problem mit dem Volumen und dem Gewicht

Aber das ist leichter gesagt als getan. Eine der größten Herausforderungen ist die Speicherung des Wasserstoffs. Die ist bei Kerosin unproblematisch, man nutzt heute freie Flächen im Flugzeug, etwa die Flügel. Bei fossilem Treibstoff ist es kein Problem, die Form der Tanks der jeweiligen Umgebung anzupassen. Bei Wasserstoff gibt der Treibstoff jedoch die Form der Tanks vor.

Gasförmiger Wasserstoff kann gut und lange gelagert werden, die Verluste sind gering. Dafür braucht er allerdings sechs Mal so viel Platz wie Kerosin, um die gleiche Menge an Energie zu speichern. Zudem haben die Tanks ein hohes Gewicht, weil sie einem sehr hohen Druck von 700 bar standhalten müssen.

Flüssiger Wasserstoff kann dagegen bei rund 1,2 Bar gespeichert werden, das Gewicht des Tanks könnte deutlich kleiner ausfallen. Allerdings muss der flüssige Wasserstoff auf minus 253 Grad gekühlt werden. Wegen der starken Kühlung müssen die Tanks so eingebaut sein, dass sie möglichst wenig Wärme abbekommen. Sie können also nicht einfach dort platziert werden, wo sie reinpassen. Unter Umständen ist eine völlig neue Flugzeugstruktur notwendig. Darüber hinaus sind die Verluste bei längerer Lagerung deutlich höher.

Die aktuellen Projekte arbeiten zwar überwiegend mit Wasserstoff als Gas, weil das verfügbar

ist. Zudem können die Ingenieure auf Erfahrungen aus dem Automobilbau zurückgreifen. Doch Luftfahrtexperte Fehrm von Leeham News ist überzeugt, dass in der Luftfahrt aus Platz- und Gewichtgründen lediglich flüssiger Wasserstoff eingesetzt werden kann. Wasserstoff kann auf zwei Wegen ein Flugzeug fliegen lassen. Eine Variante ist die Brennstoffzelle, die Strom für einen elektrisch getriebenen Propeller liefert. Das hat einige Vorteile: Es entstehen keine CO₂-Emissionen, es wird lediglich Wasser ausgestoßen, kein Wasserdampf. Letzterer ist für die sogenannten Contrails verantwortlich, die Kondensstreifen am Himmel. Sie haben ebenfalls Einfluss auf das Klima.

Die Nachteile: Die Brennstoffzelle produziert mehr Hitze als Energie, besitzt also eine begrenzte Effizienz. Zudem bringt das Wärme-Management viel zusätzliches Gewicht mit sich. In Summe braucht die Brennstoffzelle also viel Platz und reduziert die Zuladung des Flugzeugs.

Bei der zweiten Variante wird Wasserstoff direkt in die Gasturbine eingespeist. Bei stationären Turbinen ist das eine erprobte Technologie. Die Vorteile: Das System emittiert kein CO₂ und reduziert auch andere Emissionen wie etwa Stickstoff. Zudem kann dabei eine Gasturbine genutzt werden, die als sehr effizient gilt.

Die nötige Infrastruktur am Boden muss geschaffen werden

Die Nachteile: Es entsteht Wasserdampf, der die klimaschädlichen Kondensstreifen formt. Die Eiskristalle sind größer als bei herkömmlichen Kondensstreifen. Die Folgen für die Erderwärmung müssen erst noch erforscht werden. Außerdem werden weiterhin Stickoxide ausgestoßen, wenngleich auch weniger als bei Kerosin.

Mittlerweile haben Ingenieure einige Ideen, diese Probleme zu lösen. So könnte beim Einsatz einer Gasturbine der Wasserdampf aufgefangen werden. Dieser wird dann in Wasser umgewandelt und wieder in die Turbine eingespritzt. Das steigert deren Leistung und vermeidet den klimaschädlichen Contrail.

Der Dax-Konzern MTU Aero Engines arbeitet an einer solchen sogenannten „Wet Engine“. Dabei kooperiert das Unternehmen mit dem Triebwerkskonzern Pratt & Whitney und dessen Projekt HySite. Das hat gerade von der US-Regierung Fördermittel in Höhe von 3,8 Millionen Dollar bewilligt bekommen, um in den kommenden zwei Jahren die Basistechnologien für einen solchen Antrieb zu entwickeln.

Das Konzept: Der auf minus 253 Grad gekühlte Wasserstoff dient als Kühlmittel für den Kondensator, der aus dem Wasserdampf wieder Wasser macht. Die im Flugzeug vorhandene Kälte könnte zudem genutzt werden, um in dem elektrischen System mit Supraleitern zu arbeiten. Diese verteilen die Energie widerstandslos und verringern die Energieverluste.

Es dauert noch einige Jahre, bis klar wird, ob Wasserstoff die erste Wahl für die Luftfahrt sein wird. Vor allem der Einsatz direkt in einer Turbine ist aussichtsreich. Aber auch der Einsatz einer Brennstoffzelle in Verbindung mit einem elektrischen Antrieb sollte nicht abgeschrieben werden – vor allem nicht bei kleineren Flugzeugen.

Bis dahin müssen aber nicht nur die Probleme im Flugzeug gelöst werden. Mindestens ebenso groß ist die Herausforderung, die nötige Infrastruktur am Boden zu schaffen. Wie gelangt zum Beispiel flüssiger Wasserstoff aus den unterirdischen Tanks in das Flugzeug bei konstant minus 253 Grad?

Probleme, die H2Fly-Gründer ganz konkret lösen muss – bis in zwei Jahren die ersten Flieger abheben.

Insight Innovation



Innovation ist Wirtschaft der Zukunft. Daher lohnt sich ein genauer Blick auf neue Produkte, Technologien und Verfahren. In der Serie „Insight Innovation“ will das Handelsblatt im Detail analysieren, wie Innovationen in Unternehmen funktionieren, welche Technologietrends auf uns zukommen und wie diese Branchen, Geschäftsmodelle und ganze Volkswirtschaften verändern.

Wenn nichts mehr sicher ist, ist dann wieder alles möglich?

BEREIT FÜR NEUES DENKEN.



Mehr erfahren und testen unter handelsblatt.com/neuesdenken

Handelsblatt
Substanz entscheidet.