



Multifunktionale Brennstoffzelle

Technical Showcase des Luftfahrtclusters Metropolregion Hamburg



Der internationale Luftverkehr befindet sich in einer Wachstumsphase

Die prognostizierten Steigerungen beim Flugaufkommen von etwa 5% pro Jahr erfordern emissionssenkende Neuentwicklungen, wie beispielsweise hocheffiziente elektrische Systeme. Brennstoffzellen als Energieversorger dieser Systeme bieten ein großes Potential zur umweltschonenderen elektrischen Energieerzeugung. Einerseits können die Triebwerke im Flug von der parasitären Energieentnahme für elektrische, hydraulische und Zapfluft-Systeme befreit werden. Andererseits könnte dadurch eine autarke Versorgung der Kabine am Boden erfolgen, was auch zu einer erheblichen Reduzierung der heutigen Emissionen und des Lärmpegels auf Flughäfen beitragen würde. Das Ziel sind Verkehrsflugzeuge von Morgen, die die ACARE2020 Vision von der Halbierung der CO₂-Emissionen, des Verbrauchs und des Lärmpegels sowie einer Reduktion der Stickstoffemissionen um 80% erfüllen.

Projektziel

Das Projekt „Spitzencluster Luftfahrt - Metropolregion Hamburg - Verbundprojekt: Kabinentechnologie und multifunktionale Brennstoffzelle; TP1: Kabinentechnologie und multifunktionale Brennstoffzelle“ zielt darauf ab, das Gesamtsystem einer multifunktionalen Brennstoffzelle aufzubauen, in die Flugzeugsystemarchitektur zu integrieren und zu testen. Der von Airbus beschrittene neue Ansatz zur ökologisch-effizienten Anwendung von Brennstoffzellen in Verkehrsflugzeugen liegt in der Multifunktionalität (Abbildung 1). Das bedeutet, dass neben der Versorgung der Verbraucher im Flugzeug mit elektrischer Energie auch die Nebenprodukte des Wasserstoffes, das Wasser als Nutzwasser und das Abgas zum Brandschutz genutzt werden können. Damit reduziert sich zum einen der Frischwasserbedarf und zum anderen kann auf den Einbau eines sogenannten Inertisierungssystems verzichtet werden. Ein solches System, das in modernen Verkehrsflugzeugen heute vorgeschrieben ist, unterdrückt durch permanentes Belüften der Kraftstoffanlagen und der angrenzenden Bereiche mit sauerstoffarmer Luft die Bildung eines explosiven Kraftstoffgemisches. Werden die gesamten Vorteile dieses multifunktionalen Ansatzes genutzt, führt die daraus resultierende Gewichtsreduzierung des Flugzeuges zudem zu einer Kraftstoffeinsparung.

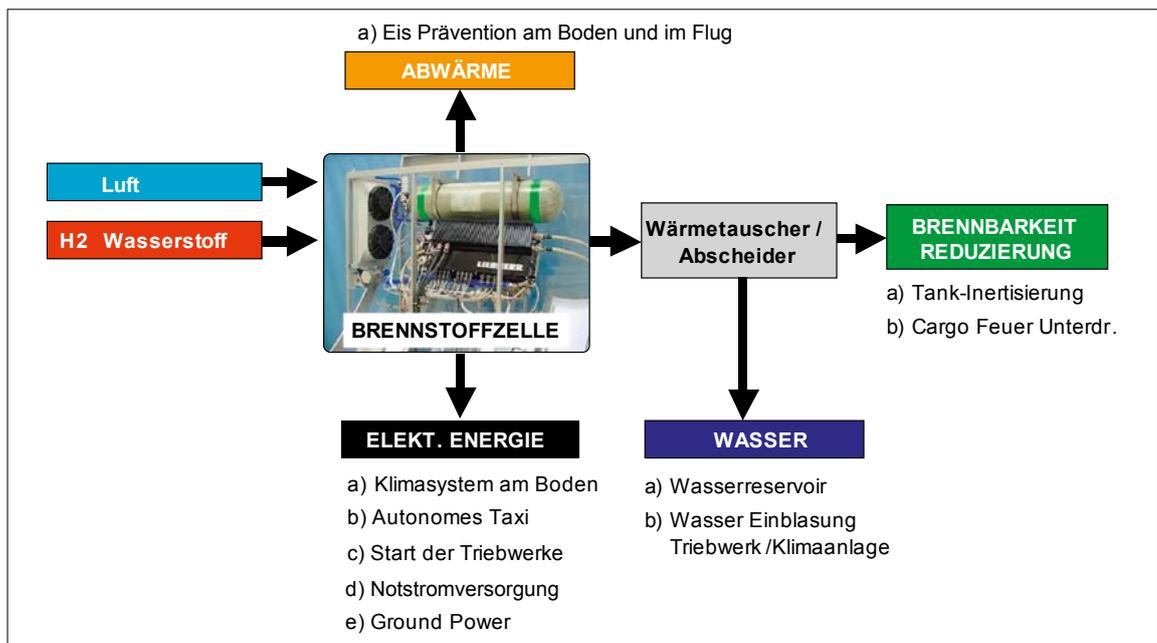


Abb. 1: Betrieb einer multifunktionalen Brennstoffzelle im Flugzeug

Als Vorbereitung zu den geplanten Flugversuchen mit einem multifunktionalen Brennstoffzellensystem werden zwei wesentliche Anforderungen im Projekt bearbeitet. Es muss die Funktion dieses Systems sichergestellt sowie die Frage nach dem Einbau eines solchen Systems in einem bestimmten Umfang dargestellt werden (siehe Abbildung 2). Neben einem festen Einbau wäre z. B. auch eine mobile Brennstoffzelle denkbar, beispielsweise auf einer Palette im Cargobereich. In diesem Fall müssen andere sicherheitsrelevante Bestandteile des Systems, wie der Tank für den flüssigen Wasserstoff, außerhalb des Druckrumpfes installiert werden. Diese Installation kann nicht provisorisch erfolgen, sondern muss entsprechend der erforderlichen technischen Zulassung für Flugzeuge geschehen, d.h. alle notwendigen Sicherheitsrichtlinien müssen befolgt werden. Diese Installationsarbeiten werden parallel zu den Testaktivitäten auf dem Prüfstand vorangetrieben.

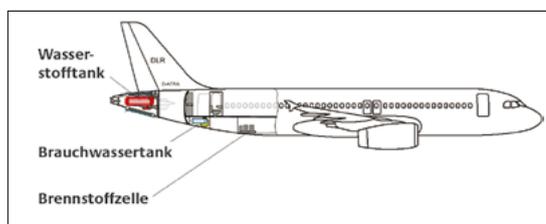


Abb. 2: Einbau eines multifunktionalen Brennstoffzellensystems für den Flugversuch im Flugzeug

Versuchsanlage multifunktionale Brennstoffzelle

Für die Prüfung des multifunktionalen Systems wurde ein Brennstoffzellensystem mit einer Leistung von 2 x 45 kW in das multifunktionale System integriert. Das Bild in Abbildung 3 zeigt eine Übersicht über die Versuchsanlage. In der rechten Bildhälfte sind die Brennstoffzellenprüfstände zu sehen. Die erzeugte elektrische Energie wird von zwei unabhängigen Lasten mit kombinierten elektrischen Generatoren verbraucht, die den erzeugten Strom anschließend in das öffentliche Netz einspeisen. Das multifunktionale System besteht im Weiteren aus dem Trocknersystem, bei dem ein elektrischer Trockner in Kombination mit einer Wärmepumpe das Kathodenabgas der Brennstoffzelle über einen Wärmetauscher trocknet und die Wasseranteile vom Abgas trennt. Das Prinzip des Trockners (Abbildung 4) basiert auf einem gegenläufigen Luftstromsystem, bei dem die Abgasseite aus Kapazitätsgründen in diesem Prüfstand mit einer Wärmepumpe zusätzlich gekühlt wird. Ziel des Trocknerprozesses ist es, unter eine Restfeuchtigkeit von 2 g/kg der Luft zu kommen. Da die sauerstoffarme Luft anschließend in den Kraftstofftank geleitet werden soll, ist diese Grenze einzuhalten. Ansonsten würde es im Flug zu einer Vereisung der Feuchtigkeit im Tank kommen. Das kondensierte Wasser wird aufgefangen und kann als Nutzwasser oder – bei entsprechender Aufbereitung – auch als Trinkwasser benutzt werden. Das getrocknete Abgas



Abb. 3: Übersicht über den Brennstoffzellen-Prüfstand

wird in einem Messbehälter aufgefangen. Ziel der Trocknung als ein Teil des Projektes ist es, ein Gas zu erhalten, bei dem der Sauerstoffgehalt niedriger als 11 % Vol ist. Die beiden benannten Randbedingungen (Feuchtigkeit und Sauerstoffgehalt) konnten in den letzten Testreihen am Prüfstand erfolgreich gemessen werden.

Projektergebnis

Das Projektergebnis ist eine Bestätigung der generellen Einsatzfähigkeit eines multifunktionalen Brennstoffzellensystems bei der Energieversorgung, der Wasserversorgung und der Tank-Inertisierung im ersten Schritt unter Versuchsbedingungen. Allerdings müssen noch eine Vielzahl von anderen Untersuchungen durchgeführt werden, bevor das System in ein Flugzeug integriert werden kann. Dazu gehören die gesamte Kette der elektrischen Energieversorgung und Aufbereitung sowie die Steuerung des gesamten Systems, angepasst an die Flugbedingungen des Flugzeuges.

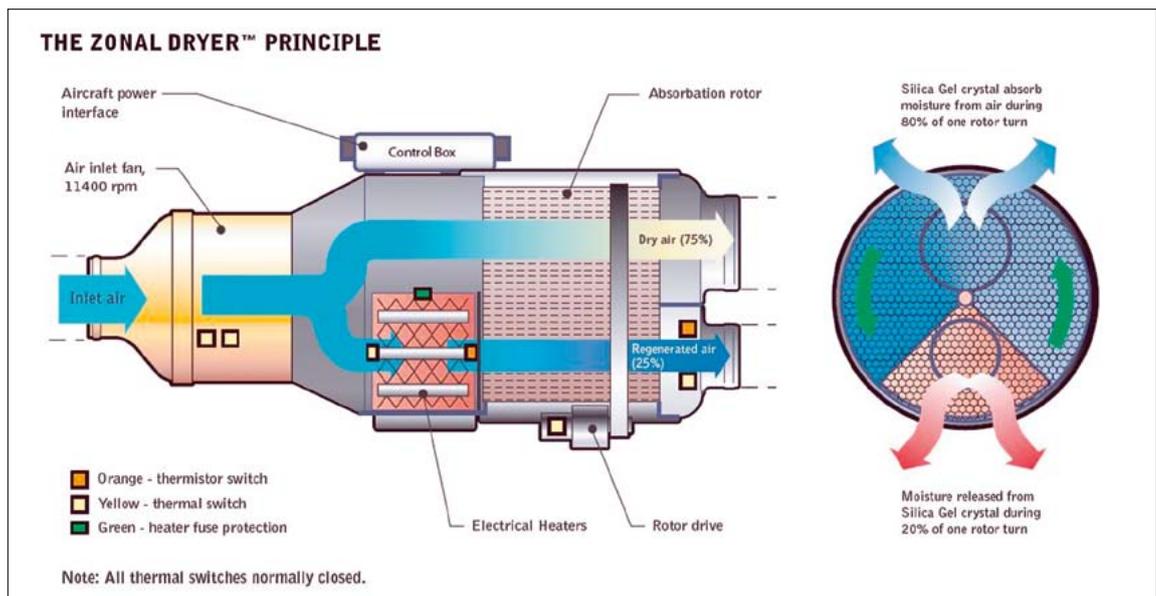


Abb. 4: Funktionsschema eines Trockners (Quelle: CTT Systems)

Kontakt

Dr. Dirk Kastell
 Airbus Operations GmbH
 Kreetslag 10, 21129 Hamburg
 Tel.: 0 40 / 74 38 40 71
 Fax.: 0 40 / 74 37 47 55
 E-Mail: dirk.kastell@airbus.com

Weitere Infos zum Cluster unter: www.luftfahrtstandort-hamburg.de
 Alle Infos zum Wettbewerb unter: www.spitzencluster.de

