



Mit der Kraft von Pflanzen und Algen

Alternative Treibstoffe in der Luftfahrt

Von Dr. Marina Braun-Unkhoff und Dr. Patrick Le Clercq

Abschmelzende Gletscher, Erderwärmung und Treibhauseffekt sind in aller Munde. Klimaschutz ist das Gebot der Stunde. Die Reduzierung der Emissionen von Kohlendioxid (CO₂) wird als Königsweg betrachtet. Aber wie sieht dieser Weg aus? Gelingt das mit den derzeitigen Treibstoffen? Gibt es Alternativen zum Kerosin? Welche Eigenschaften sollten alternative Treibstoffe haben? Und wie könnte die Zukunft aussehen? – Fragen, denen sich auch DLR-Wissenschaftler des Instituts für Verbrennungstechnik in Stuttgart stellen.



© www.pixelio.de



© Airbus S.A.S.

Erstflug eines zivilen Verkehrsflugzeugs mit synthetischem Treibstoff

Bereits heute werden erheblich weniger Schadstoffe in die Atmosphäre emittiert als in den 80er Jahren. Flugzeugantriebe sind in den vergangenen Jahren zunehmend sparsamer geworden. Moderne Jets verbrauchen pro Passagier und 100 Kilometer weniger als drei Liter Kerosin, was einem Ausstoß von 200 bis 400 Gramm CO₂ pro Passagier und hundert Kilometer entspricht.

Trotz der bisherigen Erfolge: Eine weitere Reduzierung des Treibstoffverbrauchs ist unverzichtbar. Der Kerosinverbrauch hat sich seit 1970 verfünffacht. Der Flugverkehr wächst von Jahr zu Jahr.

Die EU-Kommission hat – ausgehend von Internationalen Vereinbarungen wie dem Kyoto-Protokoll von 1997 – vorgeschlagen, die durch die Luftfahrt bedingten CO₂-Emissionen zu

begrenzen und sie mit einzubeziehen in den Emissionshandel. Die Suche nach zukünftigen, alternativen Treibstoffen hat Fahrt aufgenommen.

Die Anforderungen

Die Herausforderung besteht darin, einen Treibstoff zu finden, der preisgünstig mit gleich bleibender Qualität weltweit verfügbar ist, außerdem über ein erhebliches CO₂-Minderungspotential verfügt und nahezu dieselben physikalischen Eigenschaften aufweist wie der derzeitige Flugtreibstoff Kerosin. Alternative Treibstoffe müssen zahlreiche Anforderungen erfüllen, um die Zulassung für den Luftverkehr nach einem aufwändigen Zertifizierungsprozess zu erhalten, unter besonderer Berücksichtigung der Flugsicherheit. Ein neuer Flugtreibstoff sollte ebenso wie Kerosin eine hohe Energiedichte aufweisen,

selbst bei Umgebungstemperaturen von minus 50 Grad Celsius flüssig sein und einen niedrigen Frostpunkt haben. Wichtig ist auch die Kompatibilität mit Triebwerken und Triebwerkskomponenten – sowohl derzeitigen als auch zukünftigen, hinsichtlich Emissionsverhalten, Lärm und Effizienz.

Derzeitige alternative Treibstoffe, auch synthetischer Treibstoff oder Biokerosin genannt, werden vor allem aus Kohle, Biomasse sowie Erdgas hergestellt.

Synthetischer Treibstoff – auch Fischer-Tropsch-Kerosin genannt – basiert auf der Vergasung von Kohle und Biomasse unterschiedlichster Ausgangsmaterialien (Pappel, Weide, Stroh, Getreide, Mais, Soja, Zuckerrohr, Algen).



© Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen

Modell einer Bioraffinerie

Diese Treibstoffe werden auch als CtL (Coal to Liquid) beziehungsweise BtL (Biomass to Liquid) bezeichnet. Biokerosin ist eine Mischung von herkömmlichem Kerosin mit bis zu 15 Prozent Biodiesel, welcher derzeit vor allem aus Nahrungspflanzen wie Raps (Deutschland) oder Sojabohnen (USA) hergestellt wird. Im Prinzip eignet sich aber jedes pflanzliche Material. Auch synthetische Treibstoffe auf Erdgas-Basis werden eingesetzt (GtL-Treibstoffe, Gas to Liquid).

Zunächst wird mittels unterschiedlichster Vergasungsverfahren das Ausgangsmaterial in ein Gemisch von Kohlenmonoxid (CO) und Wasserstoff (H₂) umgesetzt. Diese CO-H₂-Gemische werden dann durch die Fischer-Tropsch-Synthese in flüssige Kohlenwasserstoffe umgewandelt. So können Treibstoffe gezielt designet werden, die ähnliche Eigenschaften aufweisen wie herkömmliches Kerosin.

Die Produktion

Das Potential von Biomasse als nachhaltige Energiequelle lässt sich nur

schwer abschätzen. Der Anbau so genannter Energiepflanzen hat zahlreiche Vorzüge: weniger Anbaufläche und Dünger, geringe Anforderungen an die Bodenqualität, kaum Konkurrenz zum Anbau von Lebensmittelpflanzen und vermindertes Treibhauspotential. Derzeit gibt es Versuche, aus Meeresalgen BtL-Treibstoff zu gewinnen. Fettsäuremethylester können herkömmlichem Kerosin beigemischt werden, wenn auch nur zu einem geringen Anteil (Biokerosin).

Erste Testflüge

Noch ist Kerosin auf Erdölbasis der Treibstoff der Wahl für Turbofan- und Turboproptriebwerke. Doch dies kann sich ändern. Airbus hat mit einem A380 Anfang 2008 den ersten Flug eines zivilen Verkehrsflugzeugs mit einem GtL-Treibstoff in einem der vier Triebwerke (Rolls Royce) durchgeführt. Virgin Atlantic flog einen Jumbo, bei dem eines von vier General Electric-Triebwerken mit BtL-Treibstoff betankt wurde. Air New Zealand will gemeinsam mit Rolls Royce die Beimengung von Agrotreibstoffen an einer Boeing 747-400 testen.

Die Vorzüge

Alternative Treibstoffe eröffnen neue Möglichkeiten, die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern (Rohöl) sowie negative Auswirkungen auf die Umwelt zu verringern. Letzteres soll durch geringere Emissionen von Kohlendioxid, das als hauptverantwortlich für den Klimawandel angesehen wird, sowie von Stickoxiden, Wasser, Aerosolen und Rußpartikeln erreicht werden.

Folgende Fragen sind – neben der Erfüllung des Zertifizierungsprozesses – für die Bewertung von alternativen Treibstoffen wichtig: Wie ist ihre Verfügbarkeit und wie groß ist das CO₂-Einsparpotential? Handelt es sich um fossile Energieträger wie Kohle und Erdgas oder um Biomasse, einen nachwachsenden Rohstoff? Gibt es eine Nutzungskonkurrenz, beispielsweise mit der Lebensmittelherzeugung?



Meeresalgen als Ausgangsmaterial für zukünftige Biotreibstoffe

© Dr. Ralf Wagner



Bewertung

CtL-Treibstoffe werden nach einer erprobten, allerdings energieaufwändigen Technik produziert, besitzen aber ein nur geringes CO₂-Einsparpotential. Ihr großer Vorteil ist die langfristige weltweite Verfügbarkeit. Sie sind bereits als Flugtreibstoff zugelassen (als 50-prozentige Beimischung zu herkömmlichem Kerosin).

GtL-Treibstoff hat im Vergleich zu Kerosin eine höhere Energieeffizienz und ist praktisch schwefel- und aromatenfrei. Er könnte bereits in naher Zukunft an bestimmten Orten der kommerziellen Luftfahrt zur Verfügung stehen. Der CO₂-Ausstoß liegt allerdings auf dem Niveau von Kerosin.

BtL-Treibstoff kann aus einer Vielzahl unterschiedlichster Biomasse erzeugt werden. Die Nutzungskonkurrenz und die Energieeffizienz spielen eine wichtige Rolle. Das Ideal ist eine Bio Raffinerie, die die gesamte Pflanze nutzt: zur Produktion von Lebensmitteln (Samen), zur Herstellung von Treibstoff (Zellulose), und zur stofflichen Verwertung. Auch die orga-

nische Trockensubstanz aus biogenen Rest- und Abfallstoffen könnte genutzt werden. Algen als Ausgangsmaterial stellen keine Nahrungskonkurrenz dar. Sie bieten ein erhebliches CO₂-Einsparpotential und einen um bis zu 70 Prozent höheren Ertrag pro Anbaufläche im Vergleich zu anderer Biomasse. Algen-Anbau benötigt weniger Wasser als Pflanzen und könnte auch in Gebieten erfolgen, die sonst kaum nutzbar sind, wie Wüsten und wüstenähnliche Gebiete.

Wasserstoff könnte CO₂-frei mittels Solarenergie aus Wasser produziert werden, beispielsweise in Anlagen wie dem Sonnenofen des DLR. Schwieriger zu beurteilen ist hier indessen der Einfluss auf das Klima.

Der Ausblick

Kurzfristig können vor allem Biokerosin in geringer Beimischung zu herkömmlichem Kerosin sowie CtL- und GtL-Treibstoffe als alternative Treibstoffe dienen. Allerdings ist ihr CO₂-Reduktionspotential nur gering. Mittelfristig gesehen, erscheint die Herstellung von synthetischem Treib-

stoff aus Mikroorganismen (Algen) sehr vielversprechend, sowohl hinsichtlich CO₂-Bilanz und Ertrag als auch hinsichtlich seiner Nutzungskonkurrenz. In fernerer Zukunft könnten CO₂-freie Energieträger wie flüssiges Methan (LCH₄) oder Wasserstoff (LH₂) im Fokus stehen. Das DLR ist im Rahmen des EU-Projekts ALFA-BIRD an der Erarbeitung einer Roadmap für alternative Flugtreibstoffe maßgeblich beteiligt.

Der Einsatz von alternativen Treibstoffen erscheint machbar. Industrie und Wissenschaft haben die Herausforderung angenommen und bereits erste spektakuläre Erfolge erzielt. Weitere Innovationen werden folgen. Der Einsatz von BtL-Treibstoff in der Luftfahrt könnte so wesentlich früher machbar sein als bisher geplant. Das klimafreundliche Flugzeug ist keine Utopie mehr.

Autoren:

Dr. Marina Braun-Unkhoff und Dr. Patrick Le Clercq bearbeiten im DLR-Institut für Verbrennungstechnik in Stuttgart das Thema Alternative Brennstoffe.