



Foto: Jrm Medien, Fotolia

## Biokerosin hebt ab

Peter Haug, Axel Kraft

*Biogene Ausgangsmaterialien für die Kraftstoffproduktion sind knapp. Das Greasoline-Verfahren verbreitert die Rohstoffbasis für Flugzeugtreibstoff durch eine Gasphasentechnik.*

◆ Bei landgebundenen Fahrzeugen zeigt sich ein politisch gewollter Trend zu nicht flüssigen Energieträgern: Die steigende Zahl gas- oder elektrobetriebener Kraftwagen spricht eine deutliche Sprache. Bei der Luftfahrt hingegen gibt es bisher keine solchen Alternativen: Luftfahrtgesellschaften wie British Airways gehen davon aus, dass flüssige Kraftstoffe die nächsten 50 Jahre für die Luftfahrt unabdingbar sind (Kasten). Der Bedarf ist gewaltig: Allein die europäischen Fluggesellschaften benötigen jährlich 53 Mio. Tonnen Kerosin.<sup>1)</sup>

Die Branche hat sich verpflichtet, bis zum Jahr 2050 die CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber dem Jahr 2005 zu halbieren. Hierzu haben beispielsweise in Deutschland Forschungseinrichtungen, Airlines und Bioenergieproduzenten die

Luftfahrtinitiative für erneuerbare Energien (Aviation Initiative for Renewable Energy in Germany, Aireg) ins Leben gerufen.

Angesichts begrenzter Anbauflächen, wachsender Weltbevölkerung und der Verwendung von Biomasse in anderen Sektoren werden biogene Rohstoffe knapp. Jochen Flassbarth, Präsident des Umweltbundesamts, fordert, dass Biokraftstoffe vornehmlich in der Luftfahrt eingesetzt werden und für den PKW-Verkehr andere Lösungen gefunden werden müssen.<sup>2)</sup>

Im Landverkehr etablierte sauerstoffhaltige Biokraftstoffe wie Biodiesel und Bioethanol eignen sich nicht für Flugzeuge. Im Gegenteil: Biodieselsuren gelten als Verunreinigung von Jet-Fuel, das aus biobasierten Fetten und Ölen hergestellt ist. Solche Spuren sind auf

5 ppm begrenzt,<sup>3)</sup> da Biodiesel aufgrund des Sauerstoffanteils biologisch abbaubar ist und der entstehende Biofilm Wasser löst.

### Etablierte Verfahren zur Biokerosinherstellung

◆ Vorreiter für biobasierte Flugzeugturbinentreibstoffe sind Fischer-Tropsch-Kraftstoffe und hydrierte Pflanzenöle, die bereits Zertifizierungsprozeduren wie die Turbinentests nach den Vorschriften der internationalen Standardisierungsstelle ASTM erfolgreich durchlaufen haben.

Der Fischer-Tropsch-Prozess produziert aus organischen Grundstoffen zunächst Synthesegas (Kohlenmonoxid und Wasserstoff) und anschließend daraus Kohlenwasserstoffketten [*Nachr. Chem.* 2010, 58,

635]. Je nach Art des Einsatzstoffs – Kohle, Gas oder Biomasse – sind die Produkte Coal-to-Liquid(CTL)-, Gas-to-Liquid(GTL)- oder Biomass-to-Liquid(BTL)-Kraftstoffe.

CTL- und GTL-Kraftstoffe sind technisch eingeführt, nutzen jedoch fossile Rohstoffe und weisen daher nur geringe klimarelevante Vorteile gegenüber herkömmlichen Turbinentreibstoffen auf. Die Produktion der BTL-Kraftstoffe ist technisch noch schwierig. Vor allem das Problem der Aschebildung und -abtrennung ist noch nicht gelöst. Beim Prozess können lange Kohlenwasserstoffketten entstehen, die aufwendig abgetrennt werden müssen. Fischer-Tropsch-Prozesse sind zudem wegen der für die Gasreaktion erforderlichen großen Anlagen kapitalintensiv.

Zur Herstellung hydrierter Pflanzenöle (hydro-processed renewable jet, HRJ) wird der in den Fett- und Ölmolekülen enthaltene Sauerstoff durch Hydrierung abgetragen. Es entstehen langkettige Kohlenwasserstoffe sowie als Nebenprodukte Propan und Wasser. Diese etablierte Technik hat einen hohen Wasserstoffbedarf, der zurzeit nur fossil zu decken ist. Die empfindlichen Katalysatoren erfordern Rohstoffe hoher Qualität. Besonders geeignet sind Pflanzenöle mit Nahrungsmittelqualität; Palmöl ist ideal, da es im Vergleich zu anderen Ölen den geringsten Wasserstoffbedarf aufweist. Daher steht gerade diese Technik oft im Mittelpunkt der Diskussionen um die Tank-oder-Teller-Frage und die Regenwaldnutzung.

### In der Entwicklung

◆ An einer Vielzahl unterschiedlicher Techniken wird derzeit gearbeitet. Einige sind bereits so weit entwickelt, dass mit den ersten Schritten des Zulassungsverfahrens begonnen wurde. Dies sind zum einen die Kondensation von fermentativ oder aus Kohlenmonoxid hergestellten Alkoholen zu längeren Alkanen (Alcohol-to-Jet, z. B. von Lanzatech und Swedish Biofuels).



Abb. 1. Das Technikum bei Fraunhofer in Oberhausen.

(Foto: Fraunhofer)

Weiterhin wird die Fermentation von Zuckern aus Energiepflanzen zu Alkoholen und Alkenen (Sugar-to-Jet), von Amyris Biotechnologies, Gevo und Cobalt verfolgt. Einzelne Anbieter behaupten, dass die Zucker aus nicht essbarer Biomasse stammen können, haben den Beweis in der Praxis hierfür aber noch nicht erbracht. Co-Prozessierung von Biomasse mit fossilem Öl ist ein weiteres Verfahren in diesem Zusammenhang, das aber noch nicht zulassungsfähig ist.

### Greasoline-Technik

◆ Die Greasoline-Technik ist ein neues Verfahren, das beim Fraunhofer Institut in Oberhausen erfunden wurde. Das Verfahren läuft dort in einer Pilotanlage (Abbildung 2), Pläne für eine Demonstrationsanlage arbeitet das Unternehmen Greasoline mit industriellen Partnern insbesondere aus der Kraftstoffindustrie aus.

Die neue Technik startet wie die Herstellung hydrierter Pflanzenöle

### ◆ Luftfahrtindustrie und Kraftstoffe

Luftfahrt ist der am stärksten wachsende Transportsektor: Um zirka 4,5% pro Jahr soll der Flugverkehr in den nächsten Jahrzehnten zunehmen. Effizientere Flugzeugtechnik ermöglicht dabei nur 3% mehr CO<sub>2</sub>. Die Luftfahrtindustrie hat sich verpflichtet, ab dem Jahr 2020 klimaneutral zu wachsen. Um die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren, fordert die europäische Renewable Energy Directive bis zum Jahr 2020 im Transport 10% erneuerbare Energien. Im Flugverkehr will die EU ab dem Jahr 2020 jährlich mindestens zwei Mio. Tonnen Biokerosin verwenden, und das europä-

sche Forschungsprogramm Clean Sky 2 will den CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Passagierkilometer bis zum Jahr 2050 um 75% senken. Außerdem sagte Joachim Szodrich, Präsident der nationalen Initiative zur Förderung alternativer Flugkraftstoffe Mitte September, die deutsche Luftfahrt wolle bis zum Jahr 2025 dem herkömmlichen Flugbenzin etwa 10% Biosprit beimischen. Mehr als 30% der Betriebskosten von Fluggesellschaften sind Kraftstoffkosten. Die im Jahr 2012 eingeführte CO<sub>2</sub>-Steuer erhöht diese, wenn auch derzeit wegen geringer Kosten für CO<sub>2</sub>-Zertifikate moderat.



## Die Welt ist voll von Halbwissen.

Uneindeutige Regelungen können Unfälle provozieren – und das nicht nur im Straßenverkehr. Besonders im sensiblen beruflichen Umfeld der Chemie ist Halbwissen fehl am Platz. Deshalb arbeiten wir seit 1947 mit Leidenschaft und Akribie daran, dass evaluierte Daten und Fakten rund um das Themenfeld Chemie zur Verfügung stehen. Immer. Und ohne Ausnahme. So wurde „Der RÖMPP“ Synonym für inzwischen über 60.000 Stichwörter und über 200.000 Querverweise, auf die man sich verlassen kann. Das sollten Sie sich am besten selbst anschauen.

Nur 100% sind 100%.  
www.roempp.com

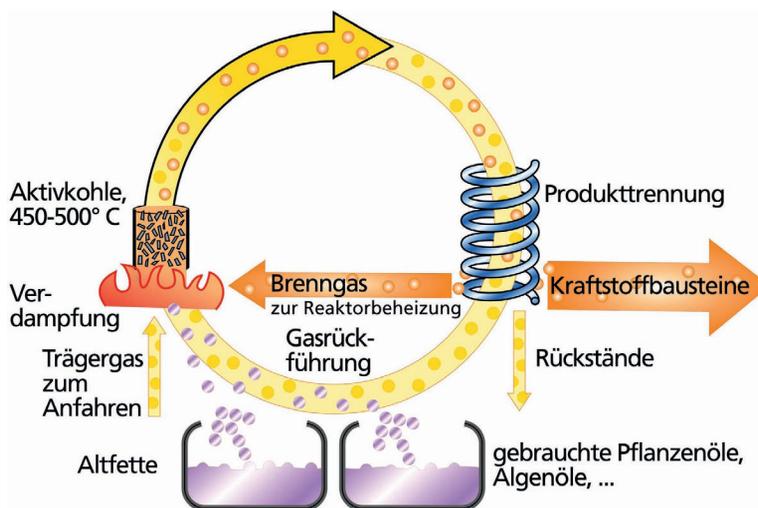


Abb. 2. Die Greasoline-Technik.

mit biobasierten Fetten und Ölen (Abbildung 2). Für diese Gasphasentechnik eignen sich aber Rohstoffe von geringerer Qualität: Sie trennt bei der Verdampfung Verunreinigungen ab, bevor ein Katalysator mit hoher Vergiftungstoleranz die Säuregruppe der Einsatzstoffe abspaltet. So lassen sich biobasierte Reststoffe und Koppelprodukte der Pflanzenölverarbeitung verwenden.

Das Basisverfahren benötigt keine Wasserstoffzugabe, denn der Wasserstoff kommt aus der Ausgangsverbindung. Als Nebenprodukt bildet sich im Katalysator Koks, was die Kohlenstoff-Wasserstoff-Bilanz ohne Hilfsstoffzugabe ausgleicht. Lediglich um eine bestimmte Produktqualität zu erreichen, kann eine nachgelagerte Sicherheitshydrierung mit geringem Wasserstoffverbrauch notwendig sein. Der Aktivkohlekatalysator wird nach der Reaktion durch Reaktivierung in einem industriell eingeführten Verfahren zurückgewonnen.

Als primäre Produkte entstehen Kohlenwasserstoffketten, wie sie als Hauptbestandteile in fossilen Diesel- und Kerosinkraftstoffen vorkommen. Die meisten der Dieselbestandteile lassen sich durch Isomerisierung ebenfalls in den Kerosin-Siedeschnitt überführen. Daneben entstehen im Greasoline-Verfahren biobasierte alkylierte Benzole, die für die Kerosine-

geschäften, insbesondere als Quellmittel für die Dichtungen im Flugzeug wichtig sind. Diese Produkte entstehen beim bisher üblichen Hydrieren nicht und müssen daher beim Kerosin aus hydrierten Pflanzenölen aus fossilem Material stammen.

### Literatur

- 1) K. Maniatis, „2 million tons per year: a performing biofuels supply chain for EU aviation“, Technical Paper of European Commission/ DG ENER, 2011.
- 2) N. Fichtner, Financial Times Deutschland, 27.12.2012.
- 3) ASTM International, Standard Specification for Aviation Turbine Fuel Containing Synthesized Hydrocarbons, ASTM-Norm D7566 – 11a, 2011.

**Peter Haug** ist promovierter Chemiker und Geschäftsführer von Greasoline, Oberhausen. Als Founding Angel gründet er Start-up-Unternehmen zusammen mit technischen Gründern aus Forschungsorganisationen und kommerzialisiert so neue Techniken.



peter.haug@greasoline.com

**Axel Kraft** ist promovierter Chemiker und Leiter des Geschäftsfelds Biofuels beim Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik in Oberhausen. Sein Geschäftsfeld sind mehreren Projekte zu Biokerosin, und er ist Mitglied der Arbeitsgruppe Conversion der europäischen Biokraftstoff-Technologieplattform www.biofuelstp.eu.



axel.kraft@umsicht.fraunhofer.de