

BtL: Biokraftstoff der Zukunft

Förderung von zwei Anlagen mit unterschiedlichen Herstellungskonzepten

Angesichts sich verknappender Erdölressourcen und Klimaschutzproblemen sind alternative Kraftstoffe ein Thema, mit dem sich auch die Bundesregierung intensiv beschäftigt. In ihrer Kraftstoffstrategie hat sie vier Alternativen identifiziert, die das höchste Potenzial zur Verbrauchsminderung fossiler Kraftstoffe aufweisen. Eine davon sind BtL-Kraftstoffe. Zwei mögliche Herstellungsvarianten für die BtL-Gewinnung werden in diesem Beitrag vorgestellt.

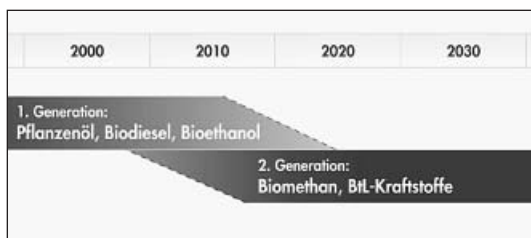


Bild 1: Biokraftstoff-Generationen

Fig. 1: Generations of bio-fuel

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Hofplatz 1, 18276 Gülzow; e-mail: info@fnr.de

Schlüsselwörter

Biomasse, BtL-Kraftstoffe, Herstellungskonzepte

Keywords

Biomass, BtL-fuel, production concept

Noch ist er an keiner Tankstelle erhältlich, aber BtL (Biomass-to-Liquid)-Kraftstoff bietet ein großes Mengenpotenzial und gute technische Eigenschaften. Theoretisch ist jegliche organische Biomasse für die Herstellung zu nutzen. Aufgrund seiner Anpassungsfähigkeit an die Motortechnik verbrennt BtL-Kraftstoff vergleichsweise emissionsarm. Zudem kann er in Form einer Beimischung oder auch als Reinkraftstoff in bestehenden Fahrzeugen ohne Änderung der Motoren eingesetzt werden.

BtL-Kraftstoff ist aber nicht nur für die Verbraucher interessant, er birgt auch für die Rohstoffproduzenten, die einheimische Land- und Forstwirtschaft, Potenziale.

Was sind BtL-Kraftstoffe?

BtL (Biomass-to-liquid)-Kraftstoffe sind synthetische Kraftstoffe aus Biomasse. Sie zählen zu den Biokraftstoffen der 2. Generation, die heute noch nicht auf dem Markt sind. Aufgrund ihrer positiven Eigenschaften werden sie die Biokraftstoffe der 1. Generation wie reines Pflanzenöl, Biodiesel und Bioethanol in den kommenden Jahren voraussichtlich allmählich ablösen (Bild 1).

Wie werden BtL-Kraftstoffe hergestellt?

Die in der Biomasse enthaltenen organischen Verbindungen sind zum Großteil sehr komplex. Um das Ziel einer Umwandlung zu vergleichsweise „einfachen“ Kohlenwasserstoffen, wie sie Otto- oder Dieselmotoren enthalten, zu erreichen, sind technisch verschiedene Verfahrenswege denkbar. Die BtL-Herstellung geht einen einfachen, aber hoch wirksamen Weg: Die komplexen Moleküle der Biomasse werden bei hohen Temperaturen und gegebenenfalls unter Druck in ihre Bestandteile zerlegt, womit – sozusagen im Zeitraffer – das Gleiche erreicht wird, was bei der Bildung fossiler Brennstoffe über Jahrmillionen stattgefunden hat. Aus den einzelnen Bestandteilen wird dann das Synthesegas, eine Mischung von CO und H₂, gebildet. Die für die Kohlenwasserstoffsynthese nicht benötigten Elemente wie Stickstoff oder Schwefel bilden eigene Verbindungen, die sich vom Synthesegas abtrennen lassen. Als Syntheseverfahren ste-

hen etwa die Fischer-Tropsch (FT)-Synthese oder die Methanol-to-Synfuels (MtS)-Synthese zur Verfügung.

In Bild 2 sind die einzelnen Schritte der BtL-Herstellung vereinfacht dargestellt: Die Biomasse wird in einen Vergasungsreaktor eingetragen und unter Zuführung von Wärme, Druck und einem Vergasungsmittel, zum Beispiel Sauerstoff, zu einem Synthesegas umgesetzt. Dieses setzt sich vor allem aus Wasserstoff, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid zusammen. Nach einer Gasreinigung und -aufbereitung werden aus CO und H₂ Kohlenwasserstoffe synthetisiert, die man zum BtL-Kraftstoff weiter verarbeiten kann. Dieser hat, je nach Verfahren, die Eigenschaften von Diesel- oder Ottokraftstoffen und kann ohne Anpassungen in der bestehenden Fahrzeugflotte eingesetzt werden.

Der Einsatz von Biomasse für die Herstellung von Synthesekraftstoffen ist neu. Synthesekraftstoffe auf Kohle-Basis (Coal-to-liquid, CtL) werden jedoch schon seit langem hergestellt, die erste Produktion im industriellen Maßstab fand in Deutschland bereits ab 1927 statt. Die heute angewandte Fischer-Tropsch-Synthese stammt ebenfalls aus Deutschland, sie war 1925 am Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohleforschung entwickelt worden.

Technische Eigenschaften

Allen Synthesekraftstoffen gemeinsam ist, dass ihre Eigenschaften bei der Herstellung und der anschließenden Aufarbeitung genau eingestellt, also maßgeschneidert werden können. Damit sind sie an moderne Motorenkonzepte optimal anzupassen und ermöglichen eine effiziente und vollständige Verbrennung mit geringen Abgasemissionen.

Auch die heute gültigen Kraftstoffnormen DIN EN 228 für Otto- und DIN EN 590 für Dieselmotoren sind mit BtL-Kraftstoffen problemlos einzuhalten. Damit kann die derzeit existierende Fahrzeugflotte und die heutige Verteilungsinfrastruktur für Kraftstoffe ohne Änderungen weiterverwendet werden.

CO₂-Minderung

Im Gegensatz zu CtL-Kraftstoffen versprechen BtL-Kraftstoffe aufgrund ihrer pflanz-

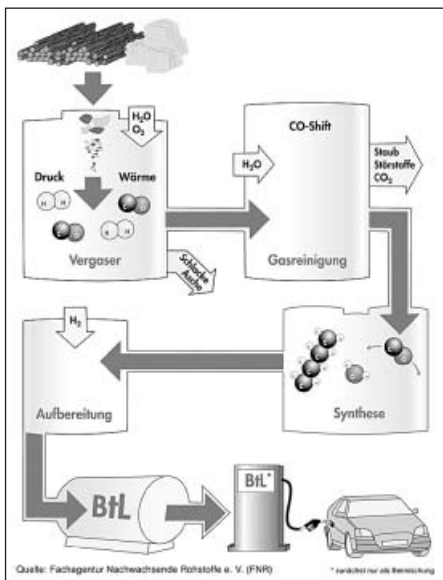


Bild 2: BtL-Produktionsprozess

Fig. 2: BtL production process

lichen Rohstoff-Basis ein großes CO₂-Minderungspotenzial. Das Treibhausgas wird bei ihrer Verbrennung nur in der Menge frei, in der es die Pflanzen zuvor im Wachstum gebunden haben. Berücksichtigt werden muss jedoch der Energieverbrauch, der zur Herstellung der Kraftstoffe notwendig ist.

Erträge

Für die Herstellung nutzbar ist ein sehr breites pflanzliches Spektrum. Es reicht von eigens angebauten Energiepflanzen über Wald- oder Schnellwuchsholz bis hin zu Reststoffen wie Stroh und Restholz. Organische Abfälle sind ebenfalls einzusetzen. Außerdem können nicht nur einzelne Inhaltsstoffe oder Pflanzenteile, sondern die gesamten Pflanzen verwertet werden. Dadurch sind die Erträge pro Flächeneinheit bei BtL-Kraftstoffen deutlich größer als bei den Biokraftstoffen der ersten Generation, für deren Herstellung zum Beispiel nur das Öl oder der Zucker genutzt wird. Nach Schätzungen von Fachleuten können mit den Rohstoffen von einem Hektar Ackerfläche rund 3 900 l BtL-Kraftstoff erzeugt werden.

Herstellungskonzepte

Zur großtechnischen Realisierung der BtL-Produktion wurden verschiedene Verfahrensrouten vorgeschlagen. Welche davon sich letztlich durchsetzen wird oder ob langfristig verschiedene Verfahren nebeneinander zum Einsatz kommen, ist nach dem heutigen Stand der Entwicklung noch nicht abzusehen. Das BMELV fördert deshalb zwei Projekte, in denen unterschiedliche Verfahrensrouten verfolgt werden.

An den beiden Standorten Freiberg und Karlsruhe werden im ersten Schritt nur ein Teil der einzelnen Verfahrensstufen gebaut, im Folgenden werden jedoch die Gesamt-

konzepte erläutert. Zum Vergleich sind zunächst die grundlegenden Schritte der BtL-Produktion dargestellt:

- die Rohstoffaufbereitung
- die thermochemische Vergasung (Synthesegas-Erzeugung)
- die Gasreinigung und -aufbereitung
- der Syntheseschritt
- die Produktaufbereitung

Methanol-to-Synfuels-Verfahren

An der TU Bergakademie Freiberg ist eine Demonstrationsanlage geplant, bei der das Synthesegas zunächst zu Methanol umgewandelt wird. Das energiereiche, transport- und lagerfähige Methanol dient als Zwischenprodukt, die eigentliche Kraftstoffsynthese kann dann in einer anschließenden, zentralisierten Stufe über die Methanol-to-Synfuel-(MtS)-Technologie erfolgen. Im MtS-Verfahren kann das Methanol wahlweise zu Benzin- oder Dieselmotorkraftstoffen umgewandelt werden. Durch den Zwischenschritt Methanol lassen sich die Biomassevergasung und die eigentliche Kraftstoffherstellung räumlich voneinander entkoppeln. Die Biomassevergasung kann so in dezentralen Anlagen mit kleinerer Leistung erfolgen, ein Ansatz, der aufgrund der großvolumigen und im Vergleich zu fossilen Energieträgern weniger energiereichen Biomasse logistische Vorteile verspricht. Das deutlich energiereichere Methanol wird dann an zentralen Raffinerie-Standorten, an denen bereits die erforderliche Infrastruktur vorhanden ist, zu Kraftstoffen umgewandelt.

Entsprechend ist in Freiberg zunächst nur der Bau der ersten vier Verfahrensschritte bis zur Methanolsynthese geplant. Die nachfolgenden Anlagenteile werden zu einem späteren Zeitpunkt an einem noch nicht feststehenden Standort verwirklicht oder in einen bereits bestehenden Raffineriestandort integriert.

Weitere Besonderheiten des Freiburger Verfahrens bestehen bei der Synthesegas-Erzeugung und beim Syntheseschritt. Für die Vergasung ist ein verbesserter autothermer Wirbelschichtvergaser vom Typ Winkler vorgesehen, der in späteren großindustriellen Anlagen auf eine Leistung von 100 bis 500 MW_{th} gebracht werden kann. Der Vergaser kann unterschiedliche Brennstoffe wie diverse Biomassen, Kohlen und andere kohlenstoffhaltige Materialien verarbeiten, arbeitet bei Drücken von ≥ 20 bar sicher und verspricht eine Verfügbarkeit von mindestens 80 Prozent.

Bei der anschließenden MtS-Synthese reagiert Methanol über Zwischenprodukte wie Dimethylether und Olefine an Katalysatoren zu langkettigen Kohlenwasserstoffen. Durch Hydrierung werden daraus Diesel und Benzin.

Als Rohstoffe sollen in Freiberg vor allem Energiepflanzen und Stroh zum Einsatz kommen. Die Biomasse wird aus der Region Freiberg bezogen.

Das Engineering läuft zurzeit und soll Ende 2006 abgeschlossen sein, der Bau der Demonstrationsanlage ist für 2007 geplant.

Die Anlage wird ohne weitere Zwischenschritte in den großtechnischen und wirtschaftlich zu betreibenden Maßstab überführt werden können.

Bioliq-Verfahren

Auch die Realisierung und Förderung der Pilotlinie für BtL-Kraftstoffe des Forschungszentrums Karlsruhe erfolgt in mehreren aufeinander folgenden Schritten. Im ersten Schritt wird die Bioslurry-Erzeugung verwirklicht, bei der die Biomasse, in diesem Fall hauptsächlich Stroh, zu einem energiereichen Slurry umgewandelt wird. Der Slurry ist ein pump- und transportfähiges Gemisch von Biokoks und Pyrolyseflüssigkeit, mit dem der Transportaufwand für die großvolumigen pflanzlichen Rohstoffe verringert wird. Die Umwandlung erfolgt durch Schnellpyrolyse bei 500 °C in einem Doppelschnecken-Mischreaktor, der entstehende Slurry hat eine etwa zehnmal höhere Energiedichte als Stroh und ist damit Erdöl vergleichbar.

Wenn sich das vom Forschungszentrum Karlsruhe auf den Namen „Bioliq“ getaufte Verfahren bewährt, könnte künftig nicht nur – wie in Freiberg geplant – die Biomassevergasung dezentral erfolgen, sondern schon die Aufbereitung der Biomasse. Dafür sind Pyrolyse-Einheiten mit einer Leistung von je 40 bis 50 MW angedacht, die 50 000 t Biomasse pro Jahr aus einem Umkreis von etwa 25 km verarbeiten könnten. Zum Vergleich: Bei geplanten BtL-Anlagen mit Anlieferung unverdichteter Biomasse rechnet man mit einem jährlichen Bedarf von 1 Mio. t Rohstoffe und einem damit deutlich größeren Einzugsradius.

Die Weiterverarbeitung des Slurrys erfolgt nach einem mit anderen BtL-Routen vergleichbaren Konzept: Der Slurry wird vergast, aus dem Synthesegas Methanol erzeugt und über die MtS-Synthese in Kraftstoffe umgewandelt. Diese Weiterverarbeitung wird voraussichtlich am Standort Freiberg oder an einem Raffinerie-Standort erfolgen, an dem auch das Methanol aus der Freiburger Anlage zu Kraftstoffen aufbereitet wird.

Mit dem Bau der Biomasse-Aufbereitungsanlage in Karlsruhe wurde im November 2005 begonnen, die Inbetriebnahme ist für 2006 geplant. Die insgesamt 5,6 Mio. € umfassende Erstinvestition wird über die FNR mit gut 2 Mio. € gefördert.