

## Das Karlsruher bioliq®-Verfahren

Forschung und Entwicklung von Biokraftstoffen der 2. Generation aus trockener Restbiomasse

### Biokraftstoffe der 2. Generation als Beitrag zum Energiemix

Kraftstoffe aus Biomasse besitzen großes Potenzial: Sie können schon kurzfristig einen Teil fossiler Energieträger ersetzen und zu einem effizienten Mix aus erneuerbaren Energien beitragen. BTL-Kraftstoffe (Biomass-to-Liquid) der 2. Generation bieten gegenüber Bioethanol oder Biodiesel Vorteile, denn sie decken eine breite Palette von Kraftstoffarten wie Kerosin, Diesel und Ottokraftstoffen ab. Zur Herstellung kann fast jede pflanzliche Biomasse eingesetzt werden, deren Herkunft und Beschaffenheit keine Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion darstellt. Besonders geeignet ist zellulosereiche, trockene Restbiomasse (Stroh, Restholz) aus Land-, Forstwirtschaft und Landschaftspflege.

### Kraftstoffgesetzgebung, Nachhaltigkeit und Zertifizierung

Fossile Rohstoffe sind die Basis heutiger Energieversorgung, aber langfristig knapp. Lösungen für eine nachhaltige, erneuerbare Energieversorgung bekommen deshalb neue politische und wirtschaftliche Impulse. Bis 2020 sollen in der EU 10 % des Kraftstoffs im Verkehr durch erneuerbare Energie und Biokraftstoffe gedeckt werden. Darüber hinaus soll die Treibhausgasemission der Industrieländer bis 2020 um mindestens 20 % gesenkt werden. Biokraftstoffe der 2. Generation können die CO<sub>2</sub>-Emission reduzieren. Zukünftig dürfen in der EU Biokraft- und Brennstoffe nur gefördert werden, wenn sie aus nachhaltigem Biomasseanbau stammen. Dies betrifft Strom aus Biomasse (Vergütung nach EEG) und Biokraftstoffe, die in Deutschland auf die Biokraftstoffquote angerechnet werden oder von der Steuerermäßigung profitieren. Nachhaltigkeitsnachweise müssen über anerkannte Zertifizierungssysteme erbracht werden.

### Das Karlsruher bioliq®-Verfahren

In der entstehenden Pilotanlage des Karlsruher bioliq®-Verfahrens wird eine verfahrenstechnische Prozesskette realisiert, um aus Restbiomasse maßgeschneiderte Kraftstoffe herzustellen. Die BTL-Kraftstoffe werden aus vorwiegend trockenem Stroh oder Holz synthetisiert und bieten umwelt- sowie klimarelevante Vorteile durch saubere Verbrennung. Die Realisierung einer integrativen Prozesskette ermöglicht auch die Herstellung von Synthesegas

und chemischen Grundstoffen. Der Schwerpunkt des Karlsruher bioliq®-Verfahrens liegt dabei auf der Umwandlung regional in großen Mengen anfallender Restbiomasse unter Energieverdichtung. Um CO<sub>2</sub> und Transportwege zur Raffinerie einzusparen, kombiniert das Karlsruher BTL-Konzept die dezentrale Erzeugung des energiereichen Biosyncrude durch Schnellpyrolyse und zentraler Verarbeitung mit anschließender Veredelung im industriellen Maßstab zum Endprodukt. Da die Energiedichte des Biosyncrude, bezogen auf das Volumen von trockenem Stroh, um mehr als eine Größenordnung höher ist, trägt die dezentrale Energieverdichtung zur Wirtschaftlichkeit des Verfahrens bei. Die Biomasse kann so stofflich sowie energetisch vollständig verwertet und nutzbar gemacht werden.





Herstellung und Veredelung zu BTL-Kraftstoffen gliedern sich in fünf Hauptprozessschritte:

### 1. Schnellpyrolyse

Die trockene, zerkleinerte Biomasse wird bei Umgebungsdruck unter Luftausschluss in einem Doppelschnecken-Mischreaktor mit heißem Sand gemischt. Die pyrolytische Umsetzung der Biomassepartikel bei rund 500 °C sowie die Kondensation der Pyrolysedämpfe erfolgen innerhalb von Sekunden. Je nach Betriebsbedingungen und eingesetzter Biomasse entsteht zu 40-70 % flüssiges Pyrolyseöl und zu 15-40 % Pyrolysekoks. Den Rest bildet ein nicht kondensierbares Pyrolysegas, dessen Verbrennungswärme zum Aufheizen oder zur Trocknung genutzt werden kann. In der Pilotanlage werden durch Schnellpyrolyse 500 kg/h (2 Megawatt) Biomasse zu Biosyncrude umgesetzt.

### 2. Energieverdichtung: Herstellung des Biosyncrude

Pyrolysekoks und Pyrolyseöl werden zu einer Suspension (Biosyncrude) vermischt. Dabei ist auch die Größenverteilung der Kokspartikel entscheidend, um die Mischung während der Vergasung schnell und effizient umzusetzen. Die Schnellpyrolyse ermöglicht ein für die Suspension ideales Mischungsverhältnis von Pyrolysekondensaten zu Pyrolysekoks. Dadurch wird bei der Weiterverarbeitung zu Produkten die Ausbeute optimiert.

### 3. Flugstromvergasung

Der Biosyncrude wird im Flugstromvergaser mit technischem Sauerstoff zerstäubt und bei über 1 200 °C zu einem teerfreien, methanarmen Rohsynthesegas umgesetzt. Der eingesetzte Vergasertyp eignet sich besonders für die aschereiche Biomasse. Der Prozess erfolgt unter Drücken, die von der nachfolgenden Synthese be-

stimmt werden, eine aufwendige Gas-Kompression kann vermieden werden. Fischer-Tropsch-Synthesen erfordern Prozessdrücke bis zu 30 bar, Methanol- oder Dimethylether-Synthesen (DME) bis zu 80 bar. Der bioliq®-Pilotvergaser ist für 5 Megawatt (1 t/h) und zwei Druckstufen von 40 und 80 bar ausgelegt.

### 4. Gasreinigung und -konditionierung

Reinigung des Rohsynthesegases: Partikel, Alkalisalze, H<sub>2</sub>S, COS, CS<sub>2</sub>, HCl, NH<sub>3</sub> und HCN werden entfernt, um eine Katalysator-Vergiftung während der Kraftstoffsynthese zu vermeiden. In der Pilotanlage kommt eine innovative Heißgasreinigung zum Einsatz, in der Partikelfiltration, Schadstoffabbau und -adsorption bei 500 °C erfolgen.

### 5. Kraftstoffsynthese

Kraftstoffe aus Synthesegas sind Stand der Technik: Fischer-Tropsch-Synthese, Methanol- und Dimethylether-Synthese sind bereits etablierte Verfahren, die aus Steinkohle jährlich mehrere Millionen Tonnen Kraftstoff produzieren. Vor allem durch neue Katalyseverfahren können verschiedene, umweltverträgliche Biokraftstoffe in großen Mengen hergestellt werden. In der bioliq®-Pilotanlage werden innovative Ansätze zur Prozessverkürzung umgesetzt, um die Wirtschaftlichkeit kontinuierlich zu erhöhen. Dazu zählt die einstufige DME-Synthese, nach der direkt die Kraftstoffsynthese erfolgt.

#### Vorteile von BTL-Kraftstoffen gegenüber herkömmlichen Biokraftstoffen

- Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emission
- Schonung fossiler Rohstoffe
- Teilweise Unabhängigkeit von Energieimporten
- Beitrag zur Stärkung regionaler Landwirtschaft
- Breites Rohstoffspektrum
- Keine Nutzungs- bzw. Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion
- Infrastrukturen: Tankstellen und Verteilerwege weiterhin nutzbar
- Maßschneidern („Designer-Kraftstoffe“) auf verschiedene Motorentypen möglich
- Abdecken einer breiten Palette von Kraftstoffarten

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
 Institut für Katalyseforschung und -technologie  
 Hermann-von-Helmholtz-Platz 1  
 76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Prof. Dr.-Ing. Jörg Sauer | Sprecher bioliq®-Projekt  
 Telefon: +49 721 608-22400  
 E-Mail: j.sauer@kit.edu

Prof. Dr. Nicolaus Dahmen | Wissenschaftliche Koordination  
 Telefon: +49 721 608-22596  
 E-Mail: nicolaus.dahmen@kit.edu

Karlsruher Institut für Technologie (KIT) · Präsident Professor Dr.-Ing. Holger Hanselka · Kaiserstraße 12 · 76131 Karlsruhe · www.kit.edu



Investition in die Zukunft  
 Gefördert durch die Europäische Union Europäischer  
 Fonds für regionale Entwicklung und das Land  
 Baden-Württemberg



Dipl.-Ing. (FH) Christina Ceccarelli, MSC  
 bioliq® Kommunikation, Marketing & PR  
 Telefon: +49 721 608-22614  
 E-Mail: christina.ceccarelli@kit.edu