

Synthesekraftstoffe und Wasserstoff aus Biomasse

N. Dahmen, E. Dinjus, ITC

Fossile Energieträger stellen die Basis der heutigen Energieversorgung dar. Auch wenn die Prognosen über den Zeitraum ihrer vollständigen Ausbeutung sich deutlich unterscheiden, so ist an ihrer langfristigen Verknappung nicht zu zweifeln. Kurz- und mittelfristige Probleme betreffen die Versorgungssicherheit, Kosten von Erschließungen und Transport sowie die Forderung nach einem umweltschonenderen Umgang mit Ressourcen. Wie die aktuellen Entwicklungen der Weltmarktpreise für Erdöl oder -gas zeigen, reichen bereits kleine Ursachen aus, die im globalen Maßstab gravierende Preiserhöhungen mit entsprechenden Folgen für die Weltwirtschaft nach sich ziehen.

Die konsequente Nutzung erneuerbarer Energieträger reduziert diese Unsicherheiten und leistet darüber hinaus einen Beitrag zur Reduktion der CO₂-Emissionen. Während Wasserkraft, Geothermie, Solarenergie und Windkraft primär zur Erzeugung von Strom und Wärme geeignet sind, kommt Biomasse als einzigem erneuerbaren Kohlenstoffträger eine besondere Bedeutung zur Herstellung von Kraft- und Brennstoffen sowie organischen Grundchemikalien zu. Der effizienten Nutzung dieser einzigartigen Eigenschaft von Biomasse kommt daher eine besondere Bedeutung zu [1].

Das Forschungszentrum leistet in diesem Zusammenhang zwei zukunftsweisende Beiträge: die Herstellung von Synthesekraftstoffen aus trockener Biomasse und die Erzeugung von Wasserstoff aus nasser Biomasse.

Mit dem sogenannten bioliq-Verfahren können aus trockener Restbiomasse synthetische Kraftstoffe hergestellt werden [2,3]. Diese sind reiner und daher umweltverträglicher und leistungsstärker als erdölstämmige Kraftstoffe und lassen sich auf die Anforderungen der Automobil-Hersteller auch im Hinblick auf die strenger werdenden Abgas-Normen maßschneidern. Die Entwicklung ist primär auf die Nutzung von relativ preisgünstiger, bisher weitgehend ungenutzter Biomasse wie Getreidestroh, Pflegeheu oder Restholz ausgerichtet. Diese enthalten mehr Asche und Heteroatome als etwa rindenfreies Holz und machen die Entwicklung entsprechend angepasster Verfahren notwendig. Allein die vorhandenen ungenutzten

Mengen an Stroh oder Holzabfällen könnten über 10 % des derzeitigen Kraftstoffbedarfs in Deutschland decken. Einer effizienten Nutzung von Biomasse standen oft ihre niedrige Energiedichte und das regional verteilte Aufkommen im Wege, wodurch weite Transportwege unwirtschaftlich werden. Das bioliq-Konzept löst dieses Problem, indem aus der Biomasse in dezentral aufgestellten Anlagen zunächst ein energiedichtes Zwischenprodukt erzeugt wird (s. Abb. 1 und 2). Dazu wird die zerkleinerte, trockene Biomasse, z. B. Strohhäcksel, zur schnellen Pyrolyse mit heißem Sand als Wärmeträger gemischt. Die Aufheizung und Pyrolyse der Biomassepartikel auf etwa 500 °C sowie die Kondensation der Pyrolysedämpfe er-

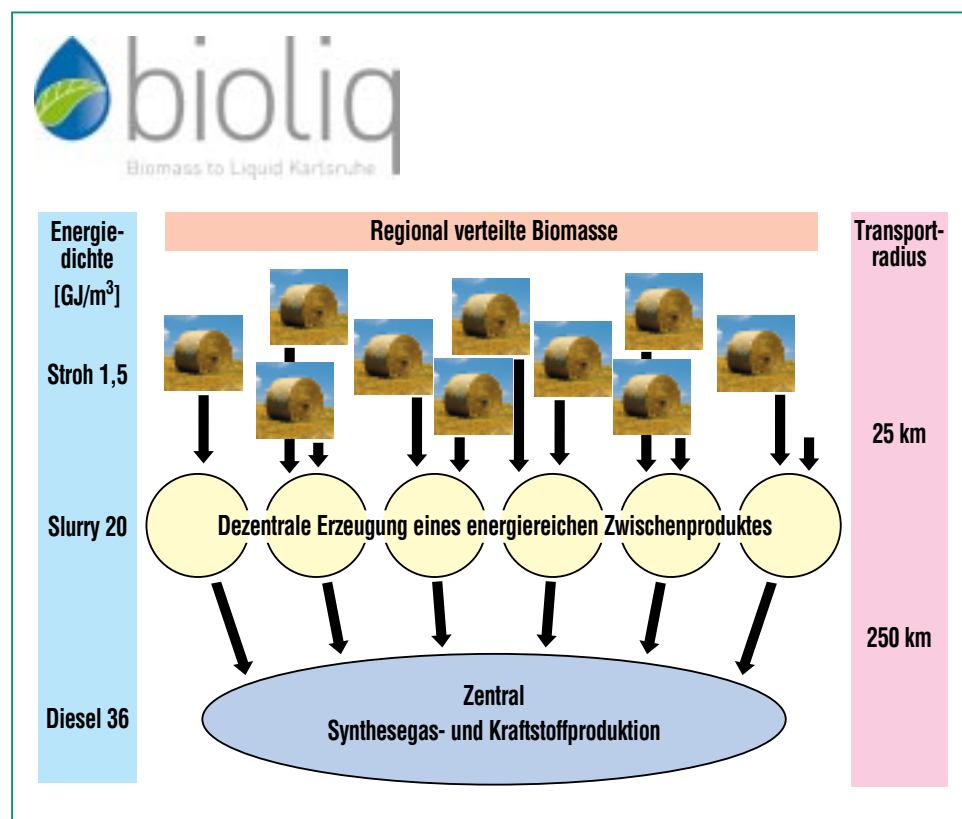


Abb. 1: Das zweistufige bioliq-Konzept zur Nutzung von Biomasse.

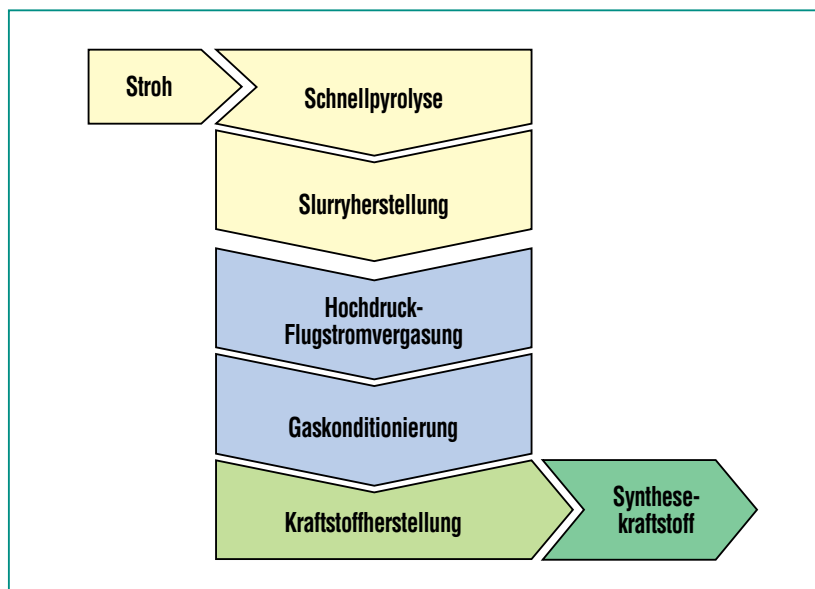


Abb. 2: Die Verfahrensschritte der Synthesekraftstoffherstellung.

folgen im Verlauf von Sekunden. Es entsteht hauptsächlich ein flüssiges Kondensat, das Pyrolyseöl, Koks und nicht kondensierbares Gas, das prozessintern zur Aufheizung des Wärmeträgers genutzt werden kann. Der Pyrolysekoks wird zermahlen und mit Pyrolyseöl vermischt. Diese Mischung, der sogenannte Slurry, wird dann in einem großen, zentralen Flugstrom-Druckvergaser bei Drücken bis zu 80 bar und Temperaturen über 1200 °C zu Synthesegas (einer Mischung aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff) umgesetzt, aus dem über gängige chemische Verfahren Kraftstoffe hergestellt werden können.

Nachdem die technische Machbarkeit des Verfahrens in eigenen und in Versuchsanlagen der beteiligten Industriepartner nachgewiesen wurde, wird im Forschungszentrum nun eine Pilotanlage für einen Durchsatz von 500 kg/h Biomasse errichtet. Zielprodukt ist Methanol, das zu Kraft-

stoff weiterverarbeitet werden kann. Die Anlage hat Demonstrationscharakter und wird Bestandteil eines F+E-Programms, an dem derzeit fünf Institute des Forschungszentrums beteiligt sind. Hierdurch wird die Weiterentwicklung, Erweiterung und Optimierung des Verfahrens, gestützt auf wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse, sichergestellt.

Die zweite Verfahrensentwicklung des Forschungszentrums dient der Erzeugung von Wasserstoff durch hydrothermale Vergasung nasser Biomasse [4-6]. Wasserstoff ist als sekundärer Energieträger insbesondere vor dem Hintergrund seiner Nutzung in Brennstoffzellen von großem Interesse. Beim Umgang mit Wasserstoff stellen sich auch Fragen nach der Sicherheit oder seiner Speicherung auf der Basis von Nanomaterialien. Sie werden in der interdisziplinären Forschungsgruppe des Forschungszentrums, der HyTech-Group, bearbeitet. Für die Was-

serstoffherzeugung sind auf lange Sicht auch hier biogene Rohstoffe anstelle des bisher eingesetzten Erdöls oder -gases einzusetzen. Die Ausgangsstoffe der hydrothermalen Vergasung sind Biomassen mit einem Wassergehalt bis zu 90 %. Dies können Rückstände aus der Landwirtschaft, aber auch aus der Lebensmittel- oder Getränkeindustrie sein. Bei Temperaturen bis zu 700 °C und Drücken bis zu 300 bar reagiert die Biomasse mit Wasser nahezu vollständig und es entstehen die Hauptprodukte Wasserstoff, Methan und Kohlendioxid. Chemisch gesehen findet hier eine Wasserspaltung durch Biomasse statt; der gewonnene Wasserstoff stammt also zum überwiegenden Teil aus dem Wasser. Das Kohlendioxid lässt sich effizient durch eine Druckwasserwäsche bis auf geringe Restgehalte aus dem Produktgas entfernen. Abb. 3 zeigt die so erzielten Gasausbeuten nach der Umsetzung von Mais-silage. In der Versuchsanlage VERENA wird die technische Entwicklung dieses Verfahrens vorangetrieben. Parallel dazu werden grundlegende Fragen zum chemischen Ablauf der hydrothermalen Umsetzung von Biomasse bearbeitet. Ergebnisse dieser Arbeiten erlauben die reaktionstechnische Verbesserung des Verfahrens und seine Übertragung auf andere Anwendungen, etwa die der Direktverflüssigung von Biomasse, die zu anderen Nutzungsmöglichkeiten führen kann.

Thermochemische Verfahren wie die hier beschriebenen sind großtechnisch einsetzbar. Mit ihnen kann die Nutzung von trockener und nasser Biomasse substantielle

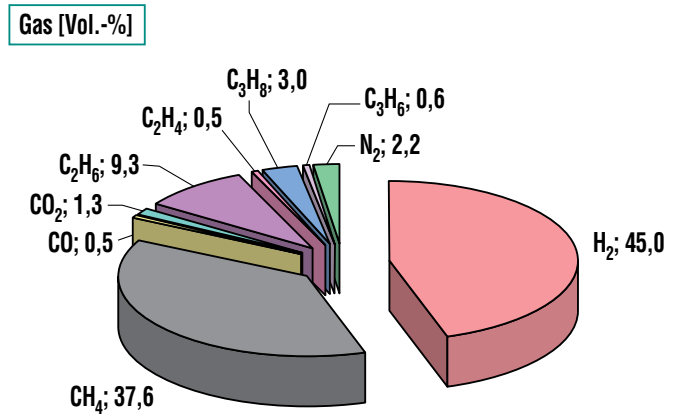


Abb. 3: Maissilage als Ausgangsprodukt für die Hydrothermale Vergasung und die Produktgasverteilung nach der CO₂-Abtrennung.

Beiträge zur Energieversorgung, zu der auch die Erzeugung von Kraft- und Brennstoffen zu rechnen sind, leisten. Im Verbund mit anderen Formen der Nutzung von

Biomasse lassen sich Stoff- und Energieverbünde aufbauen, wie sie schon lange für die Erdölverarbeitung existieren. Auf der Basis solcher Bio-Raffinerien wird Bio-

masse effizient und wirtschaftlich für die Großtechnik erschlossen.

Literatur

- [1] L. Leible, S. Kälber, G. Kappler, S. Lange, E. Nieke, P. Proplesch, D. Wintzer, B. Fürniß, *Nachrichten* 36 (2004) 206-212
- [2] E. Henrich, E. Dinjus, *Schriftenreihe "Nachwachsende Rohstoffe", Band 24, Landwirtschaftsverlag Münster, 2004, 298-337*
- [3] E. Henrich, E. Dinjus, K. Raffelt, R. Stahl, F. Weirich, *Nachrichten* 35 (2003) 92-98
- [4] N. Boukis, V. Diem, U. Galla, P. d'Jesus, A. Kruse, H. Müller, E. Dinjus, *Nachrichten* 37 (2005) 116-123
- [5] N. Boukis, A. Kruse, U. Galla, V. Diem, E. Dinjus, *Nachrichten* 35 (2003) 99-104
- [6] A. Kruse, E. Dinjus, *Z. Phys. Chem.* 219 (2005) 341-366