

Synthetisches Erdgas aus Holz

Holz lässt sich durch thermochemische Prozesse in Biogas umwandeln, das ins Erdgasnetz eingespeist werden kann. Damit könnte im industriellen Massstab Treibstoff für Erdgasautos auf Basis regenerativer Energieträger hergestellt werden, ohne das Klima zu belasten. Erste Pilotanlagen zeigen die Machbarkeit der Technologie.



Pilotanlage zur Reinigung, Methanisierung von Holzgas mit anschliessender Aufbereitung zu synthetischem Erdgas (SNG) in Güssing, Österreich.

Während Tausenden von Jahren war Holz die wichtigste erneuerbare Energiequelle der Menschheit. Heute deckt Holz als Brennstoff zum Heizen 3,6 % des gesamten Endenergieverbrauchs der Schweiz ab. Mit einer verstärkten Nutzung der Energieholz- und Altholzpoteziale kann der Holzanteil bei der Bereitstellung von Sekundärenergie noch erhöht werden. Insgesamt ist das Potenzial aber durch die wirtschaftlich und nachhaltig nutzbare Waldfläche begrenzt.

Holzfeuerungen sind heute die gebräuchlichste Technologie der energetischen Holznutzung und werden primär zur Bereitstellung von Wärme eingesetzt. Dank besserer Gebäudeisola-

tion und Nutzung von Erd- und Sonnenwärme ist der Bedarf an Wärme rückläufig, während die Nachfrage nach höherwertigen Energieformen wie Kraftstoffen und Strom beständig zunimmt. Ein weiterer Nachteil der Holzfeuerung sind die, im Vergleich mit anderen Brennstoffen, höheren Schadstoff-Emissionen (insbesondere beim Feinstaub). Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage nach der Entwicklung neuer Technologien, die die Ressource Holz optimal nutzen können.

Aus Holz Energie gewinnen

Während die Biogaserzeugung durch anaerobe Vergärung von nicht verholzter Biomasse (vor allem Grün- und Ernteabfälle)

bereits eine erprobte Technologie ist, können verholzte, also ligninhaltige Biomassen wie Holz und Stroh nicht durch herkömmliche biologische Prozesse wie die Vergärung in andere Energieträger umgewandelt werden. Hingegen sind thermochemische Prozesse geeignet, diese Biomassesortimente in ein brennbares Gas, in ein so genanntes Produktgas umzuwandeln. Die Vergasung von Holz und die Aufbereitung des Produktgases erlaubt, Holz energetisch sowohl zur Stromerzeugung in Gasmotoren als auch durch Umwandlung in gasförmige oder flüssige Kraftstoffe zu nutzen. Für diesen Zweck kann Holz beispielsweise in so genannten allothermen Wirbelschichtvergäsern in ein hoch-kalorisches und wasserstoffreiches Gas umgewandelt werden. Im Vergleich zur konservativen Holzverbrennung emittiert diese Technologie nur geringe Mengen an Staub und anderen Verunreinigungen. Überdies ist die Effizienz solcher Systeme bereits heute vergleichsweise hoch: etwa ein Drittel der im Holz gespeicherten Energie wird in elektrischen Strom umgewandelt. In Heizkraftwerken mit Dampfturbinen liegt der elektrische Wirkungsgrad bei max. 20 % bis 25 % und bei bestehenden Anlagen auch teilweise darunter.

Alternativ besteht die Möglichkeit, das Holzgas in ein synthetisches Erdgas umzuwandeln. Dieses so genannte Bio-SNG (Synthetic Natural Gas) bietet den grossen Vorteil, dass es direkt in das bestehende Erdgasnetz eingespeist werden kann, als erneuerbarer und CO₂-neutraler Ersatz für das konventionelle fossile Erdgas. Damit steht SNG aus Holz auch als Kraftstoff

für die Nutzung in Erdgasfahrzeugen zur Verfügung.

Flüssig oder gasförmig?

Die Erzeugung von Bio-SNG aus Holz konkurriert mit der Gewinnung von flüssigen Bio-Kraftstoffen (so genannte «BtL» – Biomass to Liquid), da beide Technologien die gleiche erneuerbare Energiequelle verwenden. Im direkten Vergleich weist die Gewinnung des gasförmigen Bio-SNG jedoch einige Vorteile auf: Der wichtigste Vorteil ist die energetische Effizienz der Bio-SNG Erzeugung von 60 – 65 %. Im Vergleich dazu ist die energetische Effizienz der BtL-Erzeugung deutlich geringer (ca. 50 %). Bio-SNG ist kaum von konventionellem Erdgas zu unterscheiden, da es zu 90 – 95 % aus Methan besteht. Dementsprechend kann es, in die bereits existierende öffentliche Erdgasnetz eingespeist, auf einfache Art und Weise zu den Verbrauchern gelangen. Dies ermöglicht, BioSNG als «Grüne Energie» zu vermarkten. Schliesslich bietet die Produktion von Bio-SNG den Vorteil, dass sie bereits im relativ kleinen Anlagenmassstab (20 MW_{SNG}) ökonomisch effizient betrieben werden kann. Anlagen zur Produktion von BtL müssten im Vergleich dazu mindestens im Bereich von einigen Hundert MW liegen. Der damit verbundene Transportaufwand für das benötigte Holz steigt auf Grund der geringen Energiedichte des Holzes mit zunehmender Anlagengrösse überproportional, da das zur Bereitstellung benötigte Einzugsgebiet immer grösser wird. Anlagen zur Bio-SNG Produktion können dagegen dezentral gebaut und durch die regionale Forstwirtschaft beliefert werden.

Methanisierung von Holzgas

Der vorgestellte Prozess zur Gewinnung von Bio-SNG aus Holzgas wurde von Wissenschaftlern des Paul-Scherrer-Instituts (PSI) in Villigen entwickelt. Dabei wird das durch die Vergasung von Holz erzeugte Holzgas (Hauptbestandteile: Wasserstoff, Kohlenmonoxid, Methan, Kohlendioxid und Wasserdampf) in einem katalytischen Prozess – der so genannten Methanisierung – in ein methan- und kohlendioxidreiches Gas umgewandelt. Methan bildet den Hauptbestandteil von Erdgas. Das enthaltene Kohlendioxid muss dagegen abgetrennt werden, um die benötigte Erdgasqualität zu erreichen. Weiterhin ist es wichtig, das Holzgas vor seiner Umwandlung von Verunreinigungen wie z.B. Teeren und schwefelhaltigen Komponenten zu befreien, um den Katalysator vor einer möglichen Desaktivierung zu schützen. Gemeinsam haben Mitarbeiter des PSI und der CTU AG in Winterthur einen katalytischen Wirbelschichtreaktor entwickelt, der eine Verkokung des Katalysators verhindert, wie sie bei der Umsetzung des Olefin-haltigen Holzgases in konventionellen Festbettreaktoren auftritt. Der Vorteil des entwickelten Methanisierungsreaktors ist, die während der exothermen Reaktion entstehenden Wärmemengen schnell und effizient abführen zu können. Die Erzeugung von Bio-SNG aus Holz lässt sich mit Hilfe der folgenden Prozessschritte beschreiben: Holz wird im Vergaser bei ca. 850 °C zu Holzgas umgewandelt, das aber noch Problemstoffe wie Teere und schwefelhaltige Komponenten enthält. In einer Gasreinigung werden diese Schadstoffe entfernt, bevor das gereinigte Holzgas in die Synthesestufe, die Methanisierung geleitet wird. In der Methanisierung wird das Holzgas bei 300 °C bis 400 °C über einem Nickelkatalysator in ein methan- und kohlendioxidreiches Roh-Bio-SNG umgewandelt. Um Erdgasqualität zu erreichen, wird das Roh-Bio-SNG noch durch Wasser- und Kohlendioxid-Abtrennung auf-

bereitet, bevor es schliesslich als Bio-SNG in das bestehende Erdgasnetz eingespiesen wird.

Pilotanlage in Güssing

Dieser Prozess wurde im Labor und bei Feldversuchen mit Kleinanlagen im Teilstrom des Biomassekraftwerks in Güssing (Österreich) entwickelt und dann von beiden Partnern hochskaliert. Eine Pilotanlage mit einer Kapazität von etwa 1 MWSNG wurde im Rahmen des EU-Projekts BioSNG von der CTU AG entworfen, errichtet und 2008/2009 in Betrieb genommen. Während mehrerer Testreihen konnte gezeigt werden, dass die Hochskalierung vom Labormassstab in den Pilotmassstab gelungen ist: Im Juni 2009 konnte erstmals synthetisches Erdgas mit hoher Qualität entsprechend dem H-Gas (HHV=10,7 MJ/Nm³; Wobbe Index 14.5) erzeugt werden, das zur Füllung einer Erdgastankstelle verwendet wurde. Nach dieser erfolgreichen Demonstration der gesamten Prozesskette stehen nun die nächsten Schritte an auf dem Weg, die CO₂-neutrale und effiziente Technologie in den Markt einzuführen: die Planung und Errichtung einer Produktionsanlage. Die Projektentwicklung für ein erstes kommerzielles Projekt wurde bereits initiiert. Daneben wird die technische Entwicklung vorangetrieben. Mit dem Bau zweier weiterer Pilotanlagen am PSI und in Frankreich wird es möglich sein, im Pilotmassstab einerseits die Methanisierung im Dauerbetrieb und bei hohen Drücken, und andererseits die Umwandlung verschiedener Vergaser-Produktgase untersuchen zu können. Zur Weiterentwicklung und Kommerzialisierung der Methanisierungstechnologie haben das PSI und die CTU eine weltweite, exklusive Kooperations- und Lizenzvereinbarung geschlossen. ☺

Tilman J. Schildhauer und Serge Biollaz, Paul-Scherrer-Institut
www.psi.ch
Judith Krautwald und Martin Schaub, CTU Clean Technology
Universe AG, www.ctu.ch



IR-TEMPERATUR SENSOREN

für berührungslose Temperaturmessung von -50°C bis 1800°C

- Messfleck ab 0,45 mm
- Serie CTlaser mit Laser-Justierung
- Temperaturbeständigkeit der Sensoren bis zu 250°C
- Erfassungszeit 1 ms
- Analog- & Digitalausgänge inkl. Profibus DP
- Spezielle Serien für Glasproduktion, Metallproduktion und Keramikherstellung



SENSOR+TEST / Nürnberg
07.06.2011 - 09.06.2011
Halle 12 / Stand 12/219

www.micro-epsilon.ch

MICRO-EPSILON (Swiss) AG
CH-9300 Wittenbach
Tel. 071 250 08 38
info@micro-epsilon.ch