

HOLZVERGASUNG

STAND DER TECHNIK, WIRTSCHAFTLICHKEIT, ZUKUNFTSAUSSICHTEN

TEIL 1: GRUNDLAGEN DER TECHNOLOGIE



3D-Modell einer Joos-Vergasungsanlage für Holzhackschnittel

Spätestens seit der Novellierung des Erneuerbare Energien Gesetzes (EEG) mit seinen zahlreichen Verbesserungen bei den Förderbedingungen ist Holzverstromung das Schlagwort, das derzeit in der Land- und Forstwirtschaft, aber auch bei Erzeugern von dezentraler regenerativer Energie größtes Interesse hervorruft.

Die erhöhte Vergütung von Strom aus Holzvergaseranlagen, wenn Prozesswärme genutzt und nachwachsende Rohstoffe als Energieträger verwendet werden (Technologie-, Kraft-Wärme-Kopplungs-, und Nawaro Bonus) hat unter Anwendern und Herstellern eine Euphorie ausgelöst, die leider nicht nur funktionierende Anlagen und erfolgreiche Investoren hervorgebracht hat.

Die Verstromung von Biomasse, speziell der von Holz, stellt eine der effizientesten und umweltfreundlichsten Möglichkeiten dar, feste Biomasse durch thermochemische Umwandlung in ein brennbares Gas energetisch zu verwerten. Strom und Wärme können dann mittels Kraft-Wärme-Kopplung in Blockheizkraftwerken (BHKW) erzeugt werden. Die Hoffnung auf das große Geld ist daher eröffnet, und stellenweise scheinen Projekte und Anlagenkonzepte aus dem Boden zu schießen, die zauberhafte Renditen versprechen, auch ohne dass eine adäquate Nutzung der Wärme notwendig ist.

Komplexer Reaktionsprozess muss verstanden werden

Die bekannteste Form der energetischen Nutzung von Biomasse ist die Verbrennung. Bei der Vergasung laufen grundsätzlich die gleichen Vorgänge wie bei der Verbrennung ab. Der einzige Unterschied ist die zeitliche Trennung von der Entstehung des Holzgases und der späteren Nutzung (beispielsweise in einem Motor).

Derzeit wird an vielen Stellen erneut an der Nutzung der Vergasungstechnologie geforscht, es gibt aber bislang noch keine vollautomatische marktreife, heimische Vergasungsanlage, die störungsfrei läuft. Mit dem Prinzip der thermochemischen Vergasung wird aus fester Biomasse mit geringem Feuchtegehalt (i.d.R. bis max 25%) ein Produktgas erzeugt, das anschließend dezentral in einem BHKW in Strom und Wärme umgewandelt wird. Brennbare Bestandteile des Produktgases sind Kohlenmonoxid (CO bis zu 25%), Wasserstoff (H₂ bis 15%) und Spuren von Methan (CH₄) sowie die nicht brennbaren Bestandteile Stickstoff (N₂ bis 50%) und Kohlendioxid (CO₂ bis 10%). Die individuelle Zusammensetzung des Rohgases hängt von der Art des Brennstoffs (Stückgröße, Feuchtigkeit und chemische Zusammensetzung), dem Vergasungsmittel, der Vergasungstemperatur und den Druckverhältnissen im Reak-

tor ab und ändert sich somit ständig.

Probleme liegen vor allem noch in der Belastung des erzeugten Rohgases mit Kondensaten, beim inhomogenen Brennstoff und unterschiedlichen Randbedingungen während des komplexen Reaktionsprozesses (siehe Kasten „vom Holz zum Holzgas“). Eine konstante Gasqualität ist somit für Entwickler und Betreiber gleichermaßen eher noch Wunschdenken als Realität. Die energetische Nutzung in einem Verbrennungsmotor gestaltet sich daher trotz Motormanagement immer noch als schwierig.

Eine genaue externe Aufzeichnung der Leistungsdaten installierter Holzgasanlagen wie Sie der DGS/FvB Arbeitskreis Holzvergasung (www.dgs.de/holzgas) und die Fördergesellschaft Erneuerbare Energien (FEE) fordern, wurde bislang aber leider nur vereinzelt durchgeführt.

Vielfältige stoffliche und energetische Verwertung

Die thermochemische Vergasung von Biomasse ermöglicht eine vielfältige stoffliche und energetische Wandlung fester biogener Ausgangsmaterialien. Die drei für das Holzgas zur Zeit interessantesten Nutzungsmöglichkeiten sind:

1. die direkte thermische Nutzung zur Erzeugung von Wärme,
2. die Nutzung in einem Verbrennungsmotor und
3. die bislang nur für größere Leistungen mögliche Nutzung in einer Gasturbine bzw. Gas- und Dampfturbine zur Erzeugung von Strom und Wärme.

In Zukunft können auch der Stirlingmotor und die Brennstoffzelle als Energieerzeuger mit Generatorgas zur Option werden. Verglichen mit den konkurrierenden Technologien sind dezentrale Vergasungsanlagen als Teil von Kraft-Wärme-Kopplungs- (KWK-) Systemen (gebunden an die Wärmeabnehmer) relativ klein. Mit ihren Endprodukten Strom und Wärme sind zwar zumindest für den Stromverkauf gute Erlöse zu erzielen, andererseits müssen relativ komplizierte thermochemische Reaktionen beherrscht werden. Das ist mit spezifisch hohen Aufwendungen verbunden. Hinzu kommt eine sehr

direkte Abhängigkeit von den Preisen der vergasenden Ausgangsstoffe. In diesem Konfliktfeld sind in den letzten drei Jahren Hersteller und Entwickler von Vergasungssystemen allerdings soweit vorgekommen, dass wieder Anlagen und nicht nur Projekte realisiert werden.

Dezentral, nachhaltig und wirtschaftlich durch Transparenz

Um eine nachhaltige Energiewirtschaft und nicht die Fortsetzung der konventionellen Energiewirtschaft mit anderen Rohstoffen zu schaffen, muss die Holzvergasung ihre Stärke ausspielen: die vollständige Wärme- und Stromerzeugung – und dies geht in der Regel nur bei dezentralen Standorten.

Insgesamt zeichnet sich so auch in der Holzgasbranche ein in der Landwirtschaft altbekannter Konflikt ab: Kann der Land- und Forstwirtschaft mit seiner Erzeugung von hochwertigen Energieprodukten gutes Geld erwirtschaften, oder verharrt er weiter in seiner Rolle als marktabhängiger Lieferant von Rohstoffen an große Konzerne?

Erfahrungen anderer Bereiche Erneuerbarer Energien zeigen, dass der Boom beim Holzgas nur nachhaltig gestaltet

werden kann, wenn am Markt Transparenz bei Leistungsdaten und Wirtschaftlichkeit herrscht und auch die Betreiber wissen, auf wie viel Arbeit und Rückschlüsse sie sich einlassen.

Holzvergasung kommt in Fahrt

Die Holzvergasung kommt trotz manchen Schwierigkeiten langsam in Fahrt: Die ersten Anlagen sind in Betrieb und das Interesse an dem Verfahren – vor allem in der Landwirtschaft – hält an.

Bislang gab es hauptsächlich Versuchs- oder Demonstrationsanlagen. Doch mittlerweile sind in Deutschland über 44 Anlagen mit einer elektrischen Gesamtleistung von 6.500 kW ans Netz gegangen. Neben den bisher aktiven ca. 10 Verfahrensträgern werden im ersten Halbjahr 2007 noch mindestens sechs weitere ihre Prototypen in Betrieb setzen.

Die Anlagen müssen nun allerdings beweisen, was sie können. Die Erwartungen sind hoch: Für einen wirtschaftlichen Erfolg sind bei den meisten Anlagen mindestens 6.500 Betriebsstunden pro Jahr nötig. Die Systeme müssen zudem weitgehend störungsfrei arbeiten und leicht zu bedienen sein. Außerdem müssen sie die gängigen Umweltstandards einhalten.

Fast 50 Anlagen bereits installiert

Im zweiten Halbjahr 2006 wurden zu mehr als 50 deutschen Anbietern, die auf ein Alleinstellungsmerkmal ihrer Konzepte verweisen können, Kontakte hergestellt. Betrachtet man zur Verdeutlichung der Entwicklung die Anlagen, die zum Zweck der Stromerzeugung und Wärmeauskopplung an Endkunden übergeben worden sind und als Prototypen bzw. Nullserienerzeugnisse mit Korrekturen und Ergänzungen an ihre Nennleistung herangeführt werden müssen, so ergibt sich (unter Ausklammerung von Versuchsanlagen bei Herstellern und Institutionen) folgende Relation:

Anfang 2005 existierten lediglich zwei Anlagen der Mothermik GmbH, wovon eine als Prototyp mit 2 x 250 kW_{el} ausgelegt war, und es gab einzelne Anlagen, die z. B. nach Plänen von Bernd Joos aus Bodnegg gefertigt worden waren und diskontinuierlich mit 12 bis 60 kW_{el} betrieben wurden.

Bis Ende 2006 waren ca. 44 Anlagen mit insgesamt ca. 6.500 kW_{el} von mindestens 10 Herstellern bzw. Importeuren installiert worden. Das entspricht einer Vergasungsleistung von ca. 26.000 MW Feuerwärmeleistung.

Regionale Verteilung realisierter Holzvergasungssysteme

Standorte und Unternehmen, die bis I/2007 für die Wiederbelebung der dezentralen Biomassevergasung in Deutschland stehen
- ohne Anspruch auf Vollständigkeit, ohne handbeschriftete Anlagen -



- ▲ AHT Pyrogas Vertriebs GmbH / Gürtner GmbH / SHK Marketing & Vertriebsberatung / Produktprogrammentwicklung
- ▲ Bernd Joos
- bioenergy Systems GmbH, München/Merseburg
- Biomass Energiesysteme GmbH & Co. KG / Stadtwerke Düsseldorf AG / DWK Biomass Projekt Wildhausen KG
- ▲ Choren Industries GmbH
- DreBe GmbH
- G & A Industrieanlagen GmbH
- ▲ Hörmann Energietechnik GmbH & Co. KG
- ▲ Ife Privat-Institut für Entsorgungswirtschaft und Recycling GmbH
- ▲ Kopf AG Umwelt und Energietechnik (Klärschlamm)
- Kuntschar Energieerzeugung GmbH & Co. KG / Rohmer & Stimpfig Maschinen + Apparatebau GmbH Holzenergiehof Burgheim
- Mothermik GmbH
- ProCone GmbH / ASAD GmbH
- Scultura Engineering and Consulting GmbH / Reg Energy GmbH

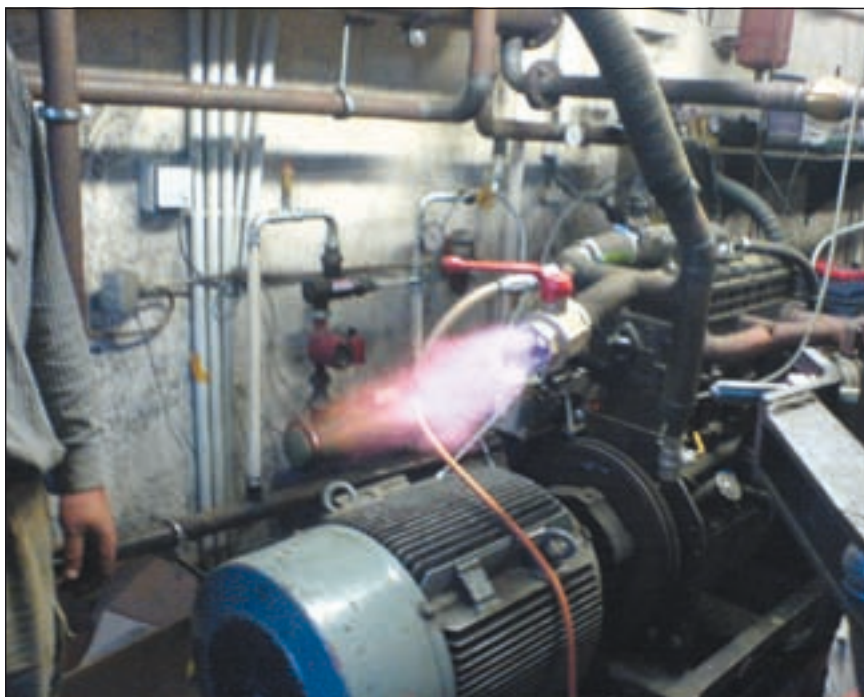
Quelle: Förderungsgesellschaft Erneuerbare Energien, www.fee-ev.de

Zu den akkumulierten Betriebsstunden liegen in der Regel noch keine durch Dritte überprüften Daten vor. „Aussagen zu laufenden Anlagen werden von den meisten Herstellern noch mit großer Zurückhaltung bekannt gegeben“, so Dieter Bräkow von der Fördergesellschaft Erneuerbarer Energien (FEE).

Die Karte auf S. 41 zeigt alle Unternehmen, die 2006 Anlagen in Betrieb gesetzt haben, die überwiegend im kommerziellen Geschäftsverkehr entstanden bzw. markante Lösungen bei der industrienahe Wiederbelebung der Biomassevergasung darstellen und Kontakt zur FEE oder der DGS pflegen.

Handbeschickte Anlagen blieben außer Betracht.

Im ersten Quartal 2007 konnte festgestellt werden, dass mindestens 10 weitere Verfahrensträger an der unmittelbaren Vorbereitung von Prototypen arbeiten, die noch dieses Jahr in Betrieb gehen sollen.

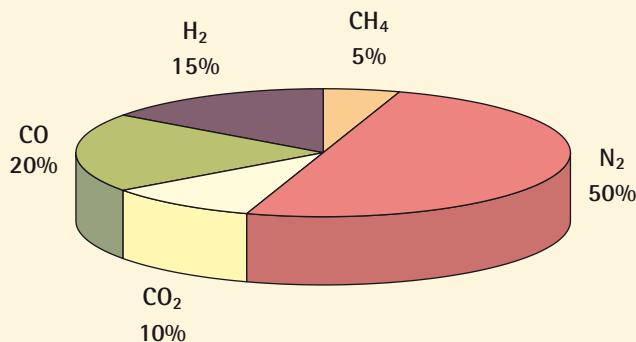
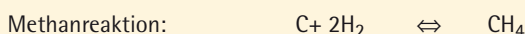
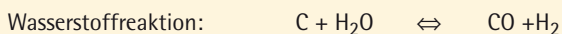
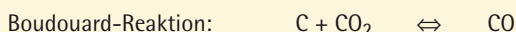


Holzgasflamme vor der energetischen Nutzung in einem Motor

www.solutions.de

Vom Holz zum Holzgas

Bei der Vergasung wird Biomasse (z.B. Holz) bei hohen Temperaturen (über 600°) und Luftzufuhr möglichst vollständig thermochemisch in einen gasförmigen Energieträger umgewandelt. Hierzu wird die Biomasse in einem Festbettvergaser in unterschiedlichen Reaktionszonen getrocknet, pyrolysiert, oxidiert und reduziert. Das mit dem Brennstoff eingetragene Wasser wird im Reaktor zunächst bei einer Temperatur von 100°C–200°C verdampft (*Trocknung*). Danach erfolgen Entgasung und thermische Zersetzung der Inhaltsstoffe in überwiegend gasförmige Bestandteile. Die *Oxidation* des im Holz enthaltenen Kohlen- und Wasserstoffs findet zur Deckung des Wärmebedarfs der endothermen Reduktionsreaktion und der Aufspaltung der in der *Pyrolysezone* gebildeten Kohlenwasserstoffe statt. Die endgültige Entstehung des eigentlichen Holzgases findet bei Temperaturen von ca. 500°C durch die *Reduktion* der Oxidationsprodukte CO₂ und H₂O an der glühenden Kohle statt. Grundlage sind hierbei das Boudouard'sche Gleichgewicht der Kohlenstoffreaktion und weitere Gleichgewichtsreaktionen wie das Wassergas- und Methangleichgewicht, die stark von der Temperatur und dem Druck beeinflusst sind.



Das niederkalorische Produktgas besteht dann aus den brennbaren Gasen Kohlenmonoxid (CO), Wasserstoff (H₂), Spuren von Methan und dem nichtbrennbaren Stickstoff (N₂) und Kohlendioxid (CO₂).

Nächste Zwischenziele: 200h-Test und 3.000h-Test

Die Entwicklung marktreifer und somit störungsfrei laufender Holzvergasungsanlagen liegt noch ein Stück vor ihrer Vollendung. Dennoch ist es abzusehen, dass Entwicklungsgemeinschaften aus Firmen und Anwendern in naher Zukunft Anlagen errichten werden, die große Schritte bei der Marktreife vorankommen. Hierbei ist zu betonen, dass es nur in gemeinsamer Anstrengung möglich ist, die restliche Entwicklungsarbeit für eine Serienfertigung zu erledigen. Tests wie die von der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie und der Fördergesellschaft Erneuerbare Energien vorgeschlagenen 200- und 3.000-Stunden-Tests (extern überwacht) sollen hierbei Zwischenziele definieren, die Projekten ein dokumentiertes Fortkommen und gemeinsame Erfolge ermöglichen. Allein auf vertraglicher Basis gegebene finanzielle Sicherheiten sind zu dieser Marktlage derzeit verfrüht, schließlich ist es für beide Seiten unfair, voneinander Garantien zu verlangen, die wegen des unbekanntem Terrains Dauerbetrieb nicht auf seriöser Basis gegeben werden können.

In der nächsten Ausgabe erfahren Sie mehr über aktuelle Entwicklungen, Wirtschaftlichkeit und Trends.

ZUM AUTOR:

► *Dipl.-Ing. Gunnar Böttger MSc*
Vorsitzender des DGS/FVB Arbeitskreises Holzvergasung

boettger@sesolutions.de