

Marten Grau und Frank Tetzlaff

Thermochemische Vergasung von Biomasse

Die verstärkte Nutzung von Biomasse zur Bereitstellung von Energie und Ausgangsstoffen für die chemische Industrie wird derzeit diskutiert. Die Prozesse der thermochemischen Umsetzung spielen hierbei eine Schlüsselrolle. In diesem Beitrag werden anhand einer Versuchsbeschreibung zu einer Anlage zur thermochemischen Gasifikation von Biomasse wichtige Kriterien der Anlagen- und Prozessführung erläutert.

Schlüsselwörter

Vergasung, Pyrolyse, Biomasse

Keywords

Gasification, pyrolysis, biomass

Abstract

Grau, Marten and Tetzlaff, Frank

Thermo chemical gasification of biomass

Landtechnik 65 (2010), no. 1, pp. 58-61, 1 table, 2 figures, 4 references

The intensified usage of biomass for generating energy and raw materials for chemical industry is discussed now. Hereby the processes of thermo chemical conversion play a key role. In this contribution important criteria for process management and facility control are shown and explained through an experiment description.

Der Aufschluss kohlenstoffhaltiger Rohstoffe unter Nutzung der thermochemischen Vergasung ist für Materialien wie Kohle oder Erdöl weitestgehend erforscht und großtechnisch im Einsatz. Für die Agrarwirtschaft ist es jedoch von Interesse, eigene Rohstoffe, primäre und sekundäre, für eine vornehmlich energetische Nutzung einzusetzen. Grund hierfür sind zum einen der Erlass des Energieeinspeisegesetzes und zum anderen die Möglichkeit einer zusätzlichen Einnahmequelle für die Landwirtschaftsbetriebe. Häufigster Einsatzstoff in bereits realisierten Bioenergienutzungsanlagen ist Holz. Im experimentellen Status ist derzeit die Verwertung von Sekundärroh-

stoffen, z.B. Festmist oder Gärrückstände aus Biogasanlagen. Durch die Vielfalt des nutzbaren Biomassespektrums aus der Agrarwirtschaft und die unterschiedlichen Vergasungseigenschaften der Rohstoffe ist die Adaptierung der Anlagentechnologie zwingend erforderlich [1].

Kenngößen und Qualitätsparameter

Für den Betrieb einer Anlage zur thermochemischen Umsetzung kohlenstoffhaltiger Rohstoffe werden zur qualitativen und quantitativen Beurteilung der Prozesseffizienz in erster Linie zwei Kriterien herangezogen: erstens der Kaltgaswirkungsgrad und zweitens die Kohlenstoffumsetzungsrate. Durch beide Parameter erhält man eine grobe Abschätzung für die Effizienz der thermochemischen Umwandlung. Die Maximierung beider Parameter ist ein Ziel. Jedoch geben die Kennzahlen keine Information über die Gaszusammensetzung oder die Gasqualität. Beispielsweise werden bei Vergasungsprozessen mit einem hohen Methangehalt meistens auch hohe Kaltgaswirkungsgrade erreicht. Die Kohlenstoffumsetzungsrate hingegen ist ein quantitatives Maß für die Ausnutzung des eingesetzten Rohstoffes. Moderne Wirbelschicht-Vergasungsanlagen arbeiten in Bereichen größer 97 % [2].

Die Entfernung fester Partikel aus dem Rohgas des Vergasungsprozesses ist obligatorisch. Dafür stehen verschiedene Technologien zur Verfügung, wie z.B. Zyklonabscheidung, Heißgasfilterung, Elektro- und Gewebefiltration und Gaswäschen. Der Anteil fester Partikel im Rohgas ist unter anderem abhängig von der Art und Weise des Vergasungsverfahrens: Gegenstrom-, Gleichstrom-, Flugstrom- und Wirbelschichtverfahren. Die Partikelkonzentrationen im Rohgas können dabei von 0,1 g/Nm³ bei Gleichstromvergäsern bis zu 100 g/Nm³ bei Wirbelschichtanlagen reichen [3].

Anlagenbeschreibung

Für die Durchführung der Versuche wurde die Biomassenutzungsanlage der Universität Halle genutzt. Die Anlage ist vorrangig für den Einsatz von Holzhackschnitzeln geeignet. Die

Kälte zu liefern. Die Anlage stellt eine praxistaugliche Konfiguration dar, wie sie typischerweise in Landwirtschaftsbetrieben eingesetzt werden kann.

Versuchsbeschreibung

Für den Versuch wurden Holzhackschnitzel der Größe G30 verwendet. Die Größe des Materials beeinflusst maßgeblich die Umsetzungsgeschwindigkeit. Für den hier vorgestellten Reaktortyp sind Einsatzstoffe mit einer mittleren Kantenlänge von 5-30 mm gut geeignet. Der Durchsatz des Rohstoffes wurde auf 38 kg/h (atro) eingestellt. Bei diesem Durchsatz und einem Heizwert von 5,1 kWh/kg entspricht dies einer Eingangsleistung von 194 kW. Die Holzfeuchte wurde mit 28 % bestimmt. Durch die Konstruktion des Vergasungsreaktors ist der Einsatz dieses feuchteren Materials problemlos möglich. Die Holzhackschnitzel werden im Reaktor vor Beginn der Entgasungsreaktionen getrocknet. Der freigesetzte Wasserdampf wird mit den Pyrolysegasen in das Wirbelbett gefördert. Der Gesamtprozess wurde in Richtung eines möglichst hohen Kohlenstoffumsetzungsgrades und einer Maximierung des Kaltgaswirkungsgrades eingestellt.

Ergebnisse

In **Abbildung 2** ist der zeitliche Verlauf der Gaszusammensetzung dargestellt. Es handelt sich hierbei um ein Schwachgas mit einem mittleren Heizwert von 5,4 MJ/Nm³ im stationären Bereich. Der Volumenstrom des Produktgases betrug 95 Nm³/h.

Der erreichte Heizwert liegt im mittleren Bereich für Reaktoren, welche mit Außenluft als Prozessgas arbeiten. Der niedrige Heizwert ist auf den hohen Anteil an Stickstoff im Gas zurückzuführen. Höhere Heizwerte werden bei der Verwendung von reinem Sauerstoff oder auch Wasserdampf als Vergasungsmittel erreicht.

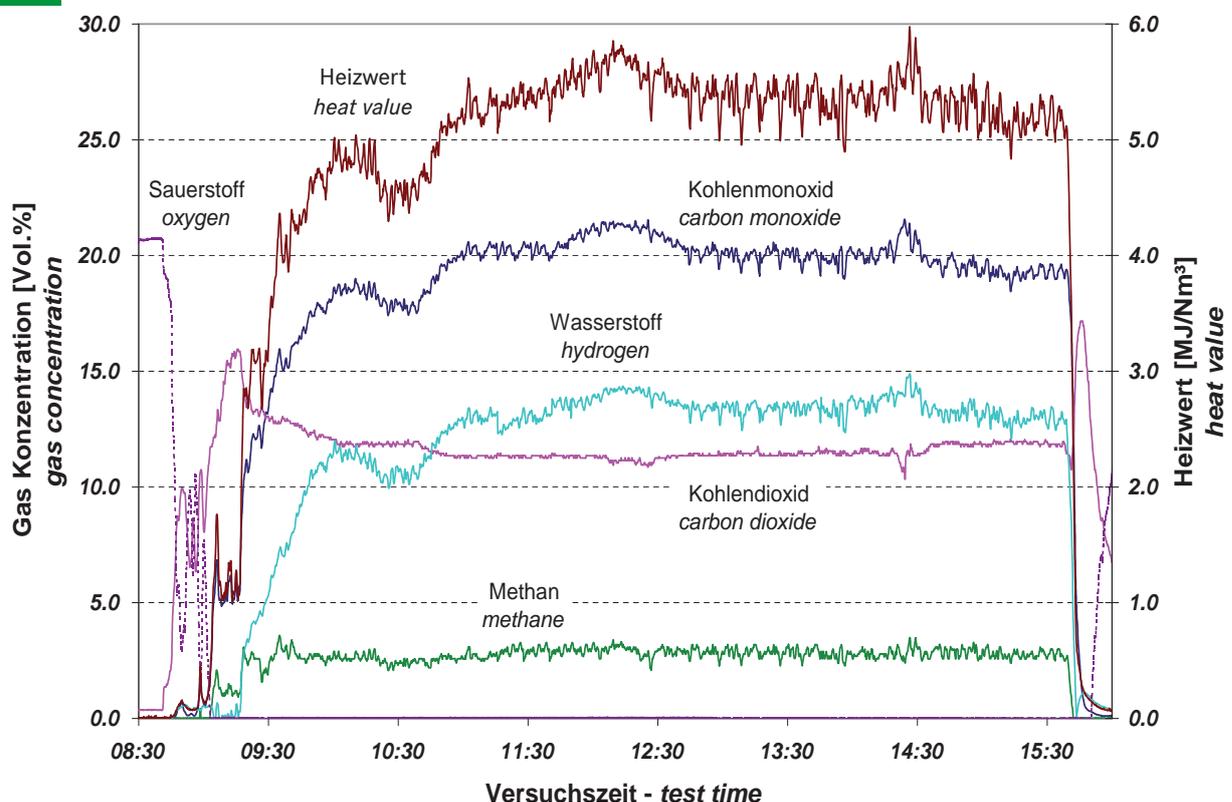
In **Tabelle 1** sind die gemessenen Gesamtstaubgehalte vor und nach den Gasreinigungsstufen dargelegt. Der Vergaser weist hierbei für einen Wirbelbettreaktor einen niedrigen Partikelgehalt in Höhe von 3,7 g/Nm³ auf. Dieser Wert konnte auch in anderen Versuchen annähernd erreicht werden. Am eingesetzten Zyklon werden überwiegend Grobpartikel abgeschieden. Die Abscheiderate betrug 2,55 g/Nm³.

Die nachfolgende Gaswäsche wird mit Rapsmethylester (Biodiesel) betrieben. Dort werden neben Restpartikeln und Feinstäuben auch kondensierbare Bestandteile abgeschieden. Der Reststaubgehalt im Produktgas wurde mit 46 mg/Nm³ bestimmt.

Neben der Ascheabscheidung an der Gasreinigung wird auch aus dem Wirbelbett ausgeglühte Asche ausgetragen. Der Zyklon stellt die Abreinigungsstufe mit dem höchsten Anteil an Asche bzw. Partikeln in Höhe von 52 % dar.

Der Einsatz des gereinigten Gases in Gasturbinen oder in Brennstoffzellen ist aufgrund des Restpartikelgehaltes nicht zu empfehlen. Hierfür wären weitere Reinigungsmaßnahmen notwendig.

Abb. 2



Produktgaszusammensetzung
Fig. 2: Product gas composition

Tab. 1

Gesamtstaubgehalte [mg/Nm³]Table 1: Particle loads [mg/Nm³]

Vergaserausgang Gasifier outlet	Zyklonausgang Cyclone outlet	Ausgang Gaswäsche Gas scrubber outlet
3700	1150	46

Der Kaltgaswirkungsgrad betrug im Mittel des Versuches 73 %. Die Biomasse wurde mit einem Kohlenstoffumsetzungsgrad von 98 % konvertiert. Eine Verbesserung des Kaltgaswirkungsgrades wäre durch eine weitere Auskopplung von Wärme aus dem Produktgas für den Vergasungsprozess theoretisch möglich. Die dafür zusätzlichen Wärmeübertrager würden jedoch den zu überwindenden Druckverlust im Gasstrom vergrößern. Für die Gasförderung müsste durch die zusätzlichen Einbauten mehr Energie aufgewendet werden als man durch den verbesserten Kaltgaswirkungsgrad im Vergaser erhalten würde. Aus diesem Grund wird der reduzierte Kaltgaswirkungsgrad für diese kleine Anlage akzeptiert.

Schlussfolgerungen

Die thermochemische Vergasung landwirtschaftlicher Biomassen in kleinen Anlagen unter gutem Wirkungsgrad und sehr guter Brennstoffausnutzung ist technisch möglich. Eine dezentrale Anwendung in Landwirtschaftsbetrieben ist denkbar [4].

Für eine Überführung in die breite Praxisanwendung sind jedoch Langzeitversuche notwendig, welche eine hohe Betriebsverfügbarkeit der vorgestellten Vergasungstechnologie belegen. Des Weiteren ist die Verwendung anderer Rohstoffe außer konventionellem Holz zu untersuchen.

Literatur

- Bücher sind durch ● gekennzeichnet
- [1] Schüssler, I. et al: Schwachstellenanalyse an BHKW-Vergaseranlagen. Abschlussbericht, TU Dresden, 2009
 - [2] ● Higman, C. and van der Burgt, M.: Gasification. 2nd Edition. Elsevier Inc., 2008
 - [3] ● Kaltschmitt, M. und H. Hartmann: Energie aus Biomasse. Springer Verlag, Berlin, 2001
 - [4] Grau, M.: Thermo Chemical Processes for Biomass Conversion. Proceeding of BECOTEPS Workshop 2 "Opportunities for new business concepts with the combined non-food biomass chains under the KBBE umbrella", Brussels, October 7-8, 2009

Autoren

Dipl. Ing. agr. Marten Grau ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften der Universität Halle-Wittenberg, Julius-Kühn-Str. 23, 06112 Halle, E-Mail: marten.grau@landw.uni-halle.de

Dr.-Ing. Frank Tetzlaff ist Wissenschaftler am Forschungs- und Beratungszentrum für agrartechnische Systeme (FBZ AS e.V.) Halle, Julius-Kühn-Str. 23, 06112 Halle

Danksagung

Die Untersuchung ist Teil des Projektes „Phytoremediation schwermetallbelasteter Auenböden“, welches aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), Karlsruhe, finanziert wurde, Förderkennzeichen 02WT0871.