

Peter Pickel und Ulrich Klee, Halle

# Vergasung von Biomasse

*Die Energieselbstversorgung ist eine Perspektive für landwirtschaftliche Betriebe. Eine ökologische und ökonomische Bewertung kann jedoch nur am Gesamtverfahren erfolgen unter Berücksichtigung aller technischen und landwirtschaftlichen Aspekte und unter Einbeziehung der langfristigen Auswirkungen aus dem Verfahren. In einem Verbundprojekt soll diese Thematik wissenschaftlich untersucht und im Sinne einer Pilotanwendung demonstriert werden.*

Prof. Dr.-Ing. Peter Pickel ist Direktor des Institutes für Agrartechnik und Landeskultur, Ludwig-Wucherer-Str. 81, 06108 Halle (Saale); e-mail: [pickel@landw.uni-halle.de](mailto:pickel@landw.uni-halle.de)  
Dr. rer. nat. Ulrich Klee ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am selben Institut und Ansprechpartner für die BENA 200; e-mail: [klee@landw.uni-halle.de](mailto:klee@landw.uni-halle.de)

## Schlüsselwörter

Nachwachsende Rohstoffe, thermo-chemische Vergasung, Versuchsanlage

## Keywords

Renewable resources, thermo-chemical gasification, pilot bio power station

## Literatur

[1] -: Industrie-Rohstoffe vom Acker. Landtechnik 55 (2000), H. 5, S. 328

In Deutschland werden inzwischen auf rund 7% der landwirtschaftlichen Nutzfläche nachwachsende Rohstoffe für Industrie und Energieerzeugung produziert [1]. Die wichtigsten Rohstoffe sind Öle aus Raps und Lein gefolgt von Stärke aus Kartoffeln. Aber auch andere Industrierohstoffe vom Acker gewinnen immer mehr an Bedeutung, so Sonnenblumenöl, Zucker, Heilstoffe, Pflanzenfasern und andere. Neben der Erzeugung von Industrierohstoffen dürfte in der Landwirtschaft auch die Energieerzeugung zur betrieblichen Selbstversorgung eine immer größere Rolle spielen.

Dezentrale Energieerzeugungsanlagen auf der Basis der Kraft-Wärme-Kopplung können im ländlichen Raum durch die Nutzung nachwachsender Biomasse und pflanzlicher Rest- und Abfallstoffe aus der Land- und Forstwirtschaft für Betriebe und Kommunen eine sinnvolle ökonomische und ökologische Alternative zum gebräuchlichen Bezug von Fremdprimärenergie in Form von Strom und Wärme sein. Die technische Nutzung dieser Bioenergieträger zur Energiesubstitution von fossilen Brennstoffen oder der Atomkraft hängt jedoch von den realen Aufwendungen sowohl für die Bereitstellungskette als auch von den Investitionen und von den laufenden Betriebskosten für die dazu notwendigen Anlagen und Ausrüstungen ab. Ein weiterer Aspekt ist die Umwelteinwirkung des Anbaus nachwachsender Energieträger. Eine technische, ökologische und betriebswirtschaftliche Bewertung ist deshalb nur an konkreten Objekten sinnvoll. Die Anlagenkosten für Errichtung und laufenden Betrieb werden entscheidend durch die Wahl der Technologie und dem erreichbaren exergetischen Gesamtwirkungsgrad des Systems bestimmt. Hier liegen unter Einbeziehung innovativer Energietechniken (geeignete Konversionsverfahren, Wärmetransformationsprozesse, Brennwertnutzung) Einsparpotenziale, die eine energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe in dezentralen Anlagen vor dem Hintergrund großräumiger Agrarstrukturen wettbewerbsfähig gegenüber dem Fremdbezug von Energie erscheinen lassen. Als landwirtschaftliche Fakultät in Mitteldeutschland, dem landwirtschaftlich strukturstärksten Raum Deutschlands, sehen wir für uns

eine besondere Verantwortung, sich diesen Aufgaben zu stellen.

Entsprechende wissenschaftliche Untersuchungen werden in einem Verbundprojekt in Sachsen-Anhalt durchgeführt. Einer seiner Kerngedanken ist die Nutzung von drei Energieformen, nämlich

1. Strom,
2. Wärme und
3. Kälte

in einem landwirtschaftlichen Betrieb. Die Bereitstellung dieser drei Energieformen hat hohe Exergie-Wirkungsgrade zum Ziel sowie eine hohe und kontinuierliche Auslastung der Anlage, denn insgesamt betrachtet werden alle drei Energieformen ganzjährig gleichmäßiger benötigt als nur eine oder zwei von ihnen. Insofern ist dieses Konzept der bekannten Kraft-Wärme-Kopplung überlegen. Kernstück der Untersuchungen bildet eine Anlage zur Nutzung von Bioenergieträgern mittels thermo-chemischer Vergasung und Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung.

## Die wichtigsten Anlagenkomponenten

Der in der Zeit zwischen August und Dezember 2001 auf dem Gelände der Landwirtschaftlichen Fakultät durch die Thüringer Firma T&M ENGINEERING errichtete Anlagenkomplex umfasst folgende Hauptaggregate (*Bild 1*):

### Vorratsbehälter und Fördereinrichtung

Der Vorratsbehälter mit automatischer Massebestimmung zur Kontrolle des aktuellen Brennstoffverbrauches ist so gestaltet worden, dass er mit der üblichen landtechnischen Transport- und Fördertechnik (etwa Frontlader mit Schaufel) problemlos befüllt werden kann. Ein Rührwerk im Inneren des Behälters sorgt für gleichbleibende Schütt- und Transportfähigkeit des Materials.

Über eine Entnahmeschnecke erfolgt der mehrstufige Transport der zu verarbeitenden pflanzlichen Materialien in den Vergasungsreaktor. Die Mehrstufigkeit der Förderung und die Möglichkeit einer Notwässerung garantieren einen hohen Sicherheitsstandard für die Anlage bei möglichen Havarien. Während der Förderung erfolgt durch erwärmte Abluft eine Vortrocknung des Energieträgers („Brennstoff“).

### Vergasungsreaktor

Der in enger Zusammenarbeit mit der Firma BHF Verfahrenstechnik Kulkwitz (bei Leipzig) und dem Lehrstuhl Energietechnik des Fachbereiches Ingenieurwissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg entwickelte Gegenstromvergaser mit aufsteigender Vergasung hat eine thermische Gesamtleistung von 200 kW bei einem Brennstoffverbrauch von maximal 100 kg

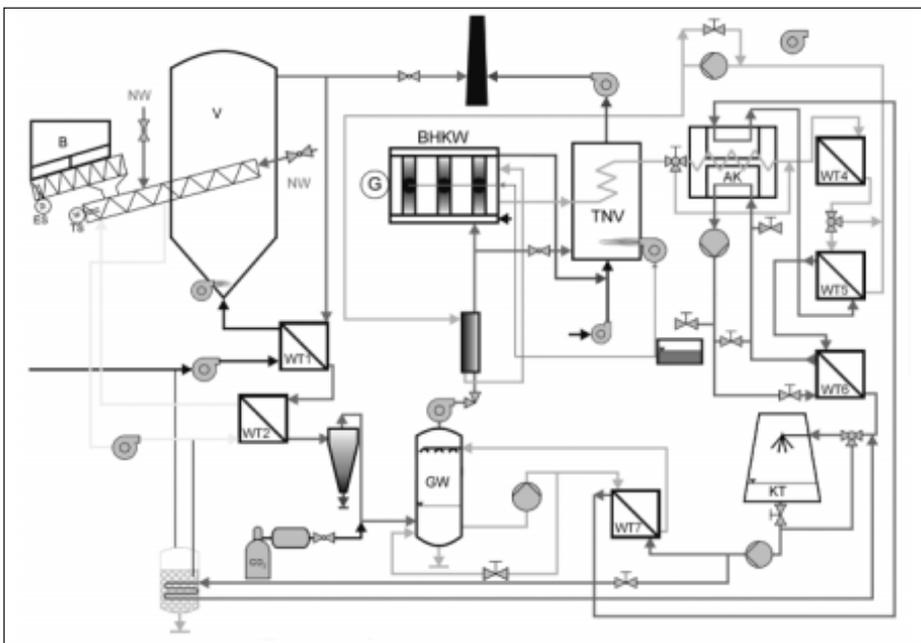


Bild 1: Schema der Bioenergienutzungsanlage (B: Behälter, ES: Einzugschnecke, TS: Trocknungsschnecke, NW: Notwasser, V: Vergaser, BHKW: Blockheizkraftwerk, KT: Kühlturm, AK: Absorptionskälteanlage, GW: Gaswäscher, WT: Wärmetauscher)

Fig. 1: Scheme of the bio power station (B: container, ES: first worm conveyer with dryer, TS: second worm conveyer with dryer, NW: emergency water, V: gasification unit, BHKW: Block-type thermal power unit, KT: cooling tower, AK: absorption cooler, GW: gas washer, TNV: thermal post burner, WT: heat exchanger)

pro Stunde. Im reduzierten Betrieb liegt der Verbrauch bei ~40 kg/h, was einer Gasrate von ~100 m<sup>3</sup>/h entspricht .

#### Gasreinigungsstrecke

Das ~ 700 °C heiße Rohgas verlässt den Vergasungsreaktor und wird zunächst in einem Zyklon von Staubpartikeln gereinigt, bevor es in einem Nasswäscher von den noch verbliebenen zyklischen und polyzyklischen Kohlenwasserstoffverbindungen wie Teeren getrennt und auf ~60 °C abgekühlt wird.

#### Thermische Nachverbrennung (TNV)

Sollte das Produktgas nicht die erforderliche Qualität für eine motorische Nutzung besitzen, etwa während der An- und Abfahrprozesse der Gesamtanlage, dann ist für diese Zeit eine thermische Nutzung in einer Nachverbrennung vorgesehen. Dabei handelt es sich um einen handelsüblichen Heizkessel mit Ölbrenner und einer Leistung von 50 kW thermisch. Das im Kessel mit einem Fassungsvermögen von 0,5 m<sup>3</sup> erzeugte Warmwasser steht dann zur Nutzung (Heizung, Warmwasser) zur Verfügung.

#### Blockheizkraftwerk (BHKW)

Beim BHKW handelt es sich um ein Dieselaggregat (Zündstrahlmotor) mit nachgeschaltetem Generator, der die erzeugte elektrische Leistung von 30 kW in das Niederspannungsnetz des Versuchsfeldes der Landwirtschaftlichen Fakultät einspeist.

Im Normalfall wird bis zu 10% Dieselmotor dem Gas zugegeben.

Sollte die erzeugte Produktgasqualität nicht ausreichend sein, kann der Motor auch

zu 100% beispielsweise mit Biodiesel betrieben werden.

#### Absorptionskälteanlage

Durch die Nutzung der am BHKW anfallenden Wärme (Motor- und Abgaswärme) ist der Betrieb einer Kälteanlage möglich. Bei einer notwendigen Vorlauftemperatur von 85 bis 90 °C kann eine Kälteleistung von 30 kW<sub>el</sub> bereitgestellt werden. Der eigentliche Kühlkreislauf hat eine Vorlauftemperatur von 12 °C und verlässt die Kälteanlage mit einer Kühltemperatur von ~ 6 °C. Damit sind zahlreiche Einsatzfälle für landwirtschaftliche Prozesse denkbar, etwa in der Milchkühlung oder in der Lager- und Vorratshaltung.

#### Gasanalytik

Um eine optimale Prozessführung zu garantieren, werden im Produktgas die Komponenten Methan, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Wasserstoff durch eine Online-Analytik kontinuierlich bestimmt und protokolliert. Aus Emissionsschutzgründen erfolgt parallel dazu eine ebenfalls kontinuierliche Bestimmung und Aufzeichnung von möglichen Anteilen an Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Sauerstoff, Schwefeldioxid und Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) im Abgas.

#### Prozessleitsystem

Ein Bildschirmarbeitsplatz, an dem insgesamt 56 Mess- und Steuerstellen gleichzeitig angezeigt und die Betriebszustände von der Beschickung bis zur Kälteerzeugung aufgezeichnet werden, komplettiert die Gesamtanlage. Alle Prozesse des An- und Abfahrens

der Anlage sowie der laufende Betrieb werden über ein Prozessleitsystem von diesem Arbeitsplatz aus angezeigt, gesteuert und protokolliert.

Die Gesamtanlage zur Bioenergienutzung kann in Abhängigkeit von der erzeugten Gasqualität über das Prozessleitsystem unterschiedlich betrieben werden, so dass nachfolgende Teilanlagen in ihrer Funktionsweise nicht gestört werden. Für den Fall, dass die Gasqualität bei bestimmten Bioenergieträgern und Betriebszuständen nicht für den Motorbetrieb geeignet ist, besteht die Möglichkeit der Umstellung auf den Biodieselbetrieb. Damit können sowohl die Stromerzeugung als auch die Kältebereitstellung aufrecht erhalten werden.

### Was soll mit dem Bioenergienutzungs-system erreicht werden ?

Der Untersuchungsansatz ist ganzheitlich und umfasst somit alle energie- und umweltrelevanten Stoffströme der hier eingesetzten nachwachsenden Energiepflanzen. Der Untersuchungsansatz umfasst somit den Anbau der Pflanzen, deren Ernte, Transport sowie Aufbereitung und Lagerung zum effektiven Einsatz von Strom, Wärme und Kälte im Agrarbetrieb. Als Ergebnis wird angestrebt:

1. eine Modellierung der Energie- und Massenströme
2. eine Bewertung des energetischen und exergetischen Nutzens sowie
3. eine ökonomische und ökologische Wertung des Gesamtverfahrens.

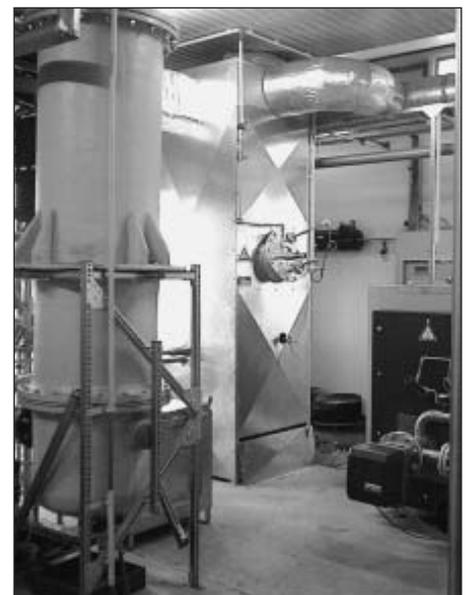


Bild 2: Vergaser (links: Gaswäscher GW, rechts: thermische Nachverbrennung TNV)

Fig. 2: Gasification system (left side: gas washer GW, right side: thermal post burner TNV)