

9. Vergasung und Pyrolyse

Was die Vergasung von Stroh interessant macht, ist der Wunsch, in kleinen Anlagen mit einer Leistung von 0,2-3 MW_{el} sowie in Kraftwerksanlagen in der Größenordnung 50-100 MW_{el} fossile Brennstoffe durch Biomasse zu ersetzen. Das Gas aus einer kleinen Vergasungsanlage kann einen Motor antreiben, der wiederum einen Stromgenerator antreibt. Das Kühlwasser liefert Warmwasser für das Fernwärmenetz. In einem Kraftwerk kann das Gas in einem Hochdruckkessel verbrannt werden, wobei der Dampf eine Turbine/einen Generator antreibt.

Seit 1988 haben u.a. im Kyndby-Werk verschiedene Versuche mit der Vergasung von Stroh stattgefunden, die vom Energieversorgungsunternehmen ELKRAFT, der dänischen Energiebehörde und der Firma Völund finanziert wurden. Dabei wurden bestimmte Problembereiche aufgedeckt, die mit den besonderen Eigenschaften von Stroh als Brennstoff zusammenhängen. Bei der Gegenstromvergasung (das Gas durchdringt das Stroh von unten) wurden Probleme in folgenden Bereichen festgestellt:

- Brennstoffbeschickung
- Inhomogenität der Brennstoffschicht, das Stroh verklumpt in kalten Zonen
- Nicht umgesetzter Strohkoks wird aus dem Vergaser geblasen

Ersteres führte zu zahlreichen Problemen mit Verstopfungen im Brennstoffbeschickungssystem. Eine ungleichmäßige Brennstoffzufuhr beeinflusst natürlich den Vergasungsprozeß negativ, da Durchbrenntendenzen gefördert werden. Die Folge sind schlechte Gasqualität und große Schwankungen in der Gaszusammensetzung.

Versucht wurde, die Ungleichmäßigkeit mit Hilfe eines Rührwerksystems zu beheben, dies löste das Problem allerdings nicht. Möglicherweise hat das Rührwerk dazu beigetragen, daß pyrolysiertes Strohkoks zu einem sehr feinen Pulver vermahlen wurde, das in den warmen Zonen fluidisierte und aus dem Vergaser geblasen wurde. In kalten Zonen staute sich das Stroh zu nassen Klumpen, die mehr oder weniger undurchdringlich für das Gas waren. Die Wärmeübertragung auf den Brennstoff wurde hierdurch unterbrochen, so daß keine gleichmäßig verteilte Glutschicht aufgebaut werden konnte.

Versuche mit der Vergasung von Holzhackschnitzel, die über einen kürze-



foto: reto hummelshøj/cowi

Die Pyrolyseanlage im Heizkraftwerk Haslev. Die Anlage wurde als Demonstrationsanlage an das Werk angebaut und ist daher baulich nicht integriert. Die Lage im Freien reduziert zudem die Gefahr von Schäden bei etwaigen Gasaustritten.

ren Zeitraum auf der gleichen Anlage vorgenommen wurden, haben ergeben, daß sich Holzhackschnitzel aufgrund seiner Granulatstruktur und der Bildung von relativ stabilem Holzkoks weitaus besser für die Vergasung eignet.

Der Kyndby-Vergaser war das Modell für einen Gegenstromvergaser in Harboøre, wo Holzhackschnitzel wegen der besseren Erfahrungen als Brennstoff genutzt wird. Nach Abschluß des Versuchsprogramms wurde der Kyndby-Vergaser stillgelegt und 1997 beim Abriß der alten Blöcke des Kyndby-Werkes demontiert.

An der Dänischen Technischen Universität (Danmarks Tekniske Universitet - DTU) wurde ein Zwei-Stufen-Vergaser entwickelt. Von 1994-1998 konzentrierte sich der Einsatz auf die Holzvergasung, da es einfacher war, Holzvergaser von kleineren auf größere Versuchsanlagen zu übertragen. Durchgeführt wurden u.a. längerdauernde Versuche mit der Vergasung brikkettierten Brennstoffs. Seit 1998 hat die Strohvergasung mehr Gewicht. Dabei zielt die Entwicklungsarbeit auf zwei Anlagentypen:

1. Kleine Vergaser von 0,2-3 MW_{el} mit einer Wärmeerzeugung von 0,5-8 MW als Ersatz für existierende Kessel in Fernwärmewerken, wo heute kein Strom erzeugt wird.
2. Große Vergaser von 50-100 MW_{el} in Kraftwerken, wo der geringe Alkali-

und Chlorgehalt des Gases die Verbrennung in einem Hochdruckkessel erlaubt. Das Konzept wird als "vorgesalteter Vergaser" bezeichnet und wurde für die Holzvergasung in Finnland entwickelt.

Haslev Pyrolyseanlage

Wegen seines hohen Chlor- und Alkali-gehaltes eignet sich Stroh schlecht für die direkte Verbrennung in Kesseln mit hohen Dampfwerten. Hohe Dampfwerte sind erforderlich für einen hohen Stromwirkungsgrad. Bei der Pyrolyse wird der größte Teil des Chlors und Alkalis im Koksrest zurückgehalten, solange die Temperatur 550°C nicht übersteigt. Außerdem werden Partikel in einem Zyklon aus dem heißen Gas abgeschieden. Das Pyrolysegas kann somit ohne größeres Risiko von Korrosion, Erosion und Belagbildung am Überhitzer für das Überhitzen von Dampf genutzt werden.

Im Herbst 1992 wurde beschlossen, im Anschluß an das Heizkraftwerk Haslev eine Demonstrationsanlage in natürlichem Maßstab für die Erzeugung von Strohpyrolysegas zu errichten. Finanziell gefördert wurde das Projekt außer von ELKRAFT durch das THERMIE-Programm der EU, die dänische Energiebehörde, die Firma Ansaldo Völund und das beratende Ingenieurbüro COWI Rådgivende Ingeniører.

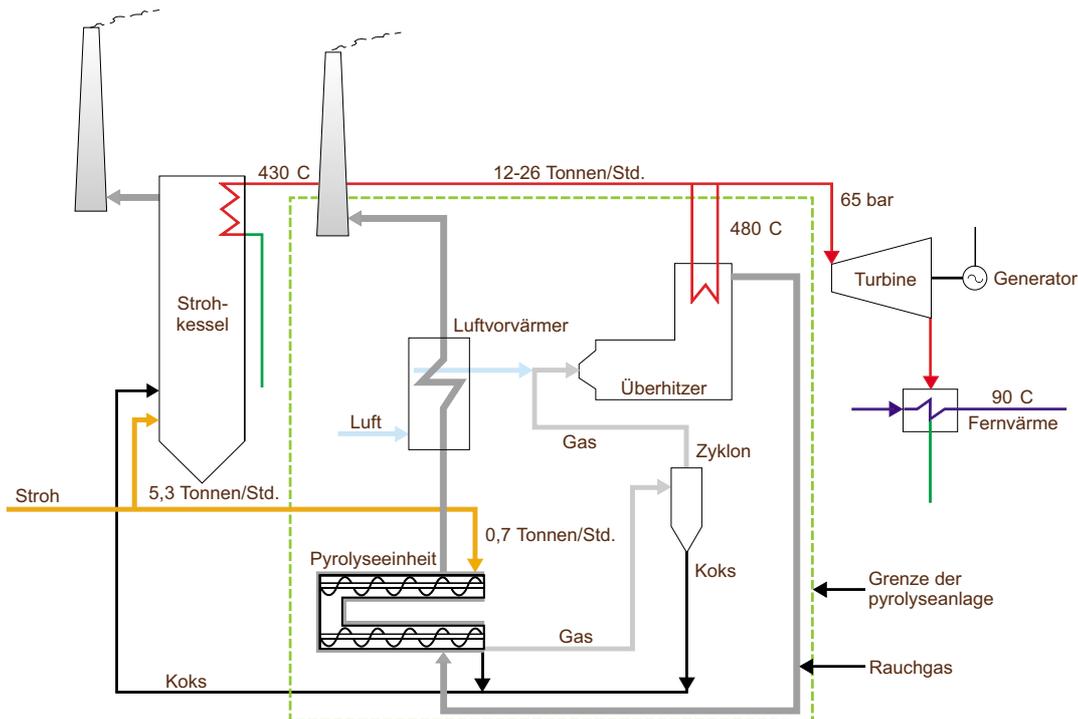


Schaubild 23: Prinzipdiagramm der Pyrolyseanlage im Heizkraftwerk Haslev

Übergeordnetes Ziel des Projektes war es, die Funktion der Hauptkomponenten und das Konzept selbst zu demonstrieren, da es den Stromwirkungsgrad in haushälterischen und biomassebefeuerten Heizkraftwerken verbessern kann.

Bereits 1987 gewann COWI mit dem oben beschriebenen Konzept den ersten Preis bei einem von ELKRAFT ausgeschriebenem Ideenwettbewerb zum Thema Vergasungstechnologie. Das Projekt begann 1989 mit Laborversuchen an der DTU. Im Anschluß daran wurde ebenfalls an der DTU eine Pilotanlage gebaut, die 1991 insgesamt 1000 Stunden in Betrieb war und äußerst vielversprechende Ergebnisse erbrachte. Auf dieser Grundlage wurde beschlossen, in Haslev eine Pyrolyseanlage zu errichten.

Der Versuchsbetrieb wurde im Herbst 1996 aufgenommen, und nach ca. 800 Betriebsstunden, hiervon ca. 200 mit Pyrolysegas, wurde die Anlage

in mehreren Punkten geändert und optimiert. Im separaten Überhitzer (siehe Schaubild 23) erhitzt das Gas einen Teilstrom des Dampfes von ca. 430°C auf ca. 480°C. Danach wird das Rauchgas zum Doppelmantel der Pyrolyseeinheit geleitet, wodurch Energie auf den Prozeß übertragen wird. Die Pyrolyseeinheit ist eine schneckenbasierte Einheit, bei der die maximale Manteltemperatur auf ca. 600°C gehalten wird. Dadurch kann die maximale Temperatur in der Pyrolyseeinheit bei ca. 550°C gehalten werden. In einem Luftvorwärmer werden die Rauchgase weiter abgekühlt und zum Schornstein weitergeleitet. Der Koksrest aus dem Pyrolyseprozeß wird zum Strohkessel geführt und zusammen mit dem Stroh verbrannt. Die Pyrolyseanlage hat eine Kapazität von 675 kg Stroh pro Stunde, entsprechend ca. 2,7 MW Brennstoffenergie. Die Pyrolysegasleistung beträgt ca. 1 MW. Die restlichen 1,7 MW liegen im Koks, der im Kessel genutzt wird.

Außer mit Stroh kann die Pyrolyseeinheit mit Trockenschlamm beschickt werden, der Koks kann als Ergänzungsbrennstoff anstelle von Erdgas und Öl benutzt werden. Strohkoks kann verwendet werden, um Schwankungen der Strohqualität auszugleichen, so daß die Kessellast konstant bleibt. Ein Teilstrom des Kokses kann außerdem im Rauchgasreinigungssystem genutzt werden, so daß weniger aktive Kohle gekauft werden muß.

In neuen Anlagen kann das Konzept den Stromertrag um 10-15% auf einer gegebenen Wärmegrundlage steigern, das entspricht einer Verbesserung des Stromwirkungsgrades um 2-3 Prozentpunkte. In Haslev wurde das Zusammenwirken von Kessel und Pyrolyseanlage noch nicht endgültig optimiert, da es sich um eine Versuchsanlage mit vermutlich begrenzter Betriebsdauer handelt.