

LEBERKÄS, SCHNUPFTABAK UND HACKSCHNITZEL

Holzvergasungs-Anlage nach innovativem Rezept



Bild 1: Vergasungskraftwerk mit einem Heatpipe-Reformer im bayerischen Achenal

Quelle: Agnion

Bayern ist wohl kaum irgendwo bayerischer als im Chiemgau: Stattliche Dörfer inmitten saftiger Wiesen und wie eine Kulisse die Alpenkette im Hintergrund! Unweit des Chiemsee-Südufers führt Bernhard Schaubberger gerade eine Besuchergruppe über den Biomassehof Achenal, als Leberkäse und Schnupftabak zur Sprache kommen. Klar, diese Nahrungs- und Genussmittel sind für einen gestandenen Bayern unverzichtbar, doch was haben sie mit Bioenergie zu tun?

Leberkäse

„In unserem Heizwerk wird nach Megawattstunden abgerechnet“, erklärt der Mitarbeiter des Biomassehofes, „bei jeder Holzlieferung muss ich Gewicht und Feuchtigkeit wissen“. Folglich werde eine Probe entnommen und in eine Leberkäseform gefüllt. Anstatt der bayerischen Leberkäse kommen die Hackschnitzel in den Ofen und durch die Verdampfung kann hinterher der Wassergehalt bestimmt werden. Dann geht die Gruppe hinüber ins Kesselhaus, wo der 3 MW-Biomassekessel steht. Heizwerk und Nahwärme werden seit 2010 von einem Kommunalunternehmen der Gemeinde Grassau betrieben. Jährlich 17.000 Schüttraummeter Hackschnitzel aus der Region sorgen dafür, dass es über 11 km Leitungstrassen in 550 Grassauer Haushalten sowie einigen kommunalen und gewerblichen Liegenschaften warm wird.

Schnupftabak

Vorbei führt der Weg am Brennstoffbunker, wo waldfrische Hackschnitzel mit mittlerem bis hohem Rindenanteil eingelagert sind. Der Geruch erinnert an Schnupftabak. „Wir haben drei Qualitäten“, sagt Schaubberger, „Hackschnitzel von hoher Qualität nach EN-Norm gehen in den Verkauf im Biomassehof, zum Teil an Privatleute. Die mittlere Qualität wird im Heatpipe-Reformer vergast und die geringste Qualität im Kessel verbrannt“. Das Hightech-Vergasungskraftwerk besteht aus einem Brennstofflager, dem Heatpipe-Reformer als Vergasungseinheit und dem BHKW. Der Gasmotor leistet 400 kW_{el}. Die Wärmeauskopplung liegt bei 630 kW und soll zur ganzjährigen Grundlastabdeckung des Wärmenetzes dienen. Bei einem Jahresbedarf von 2.500 t und einer Brennstoffwärmeleistung von 1,3 MW werden damit ein Gesamtwirkungsgrad von 80 % und ein elektrischer Wirkungsgrad von 30 % erreicht. Solche Effizienzwerte waren bisher wesentlich größeren Anlagen vorbehalten.

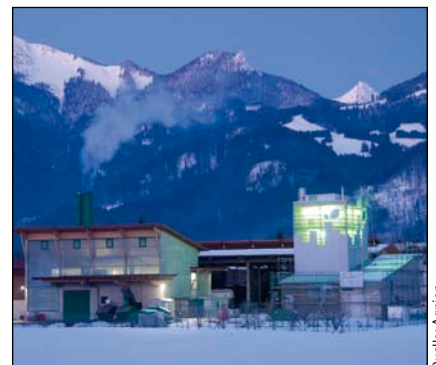
Hackschnitzel

Auch bei der Gestaltung des Vergaserhauses wurde nichts dem Zufall überlassen: Der obere Teil des 15 m hohen Gebäudes ist transparent. Dadurch kann nachts die grüne Beleuchtung von außen wahrgenommen werden, die die neue „grüne Energie“ symbolisiert. Für den Bau der rund 2,5 Mio. Euro teuren Anlage flossen knapp eine Mio. Euro Zuschüsse vom Bundesumweltministerium. Schaubberger übergibt die Gruppe an Mehmet Göksaltik von der Agnion Technologies GmbH, die den Heatpipe-Reformer gebaut hat und ihn auch betreibt. Am Firmensitz in Hettenshausen steht seit 2009 die mit Pellets betriebene Pilotanlage. In Grassau soll sich nun der Betrieb mit Hackschnitzeln unter 20 Prozent Wassergehalt bewähren. Göksaltik erklärt zunächst den Bauablauf: „Auf der Betonplatte als Fundament wird zuerst der Heatpipe-Reformer errichtet.“ Erst danach fange der Stahlbau an mit der Peripherie und den vier Etagen für Kontrollgänge. Die Fassade und Decke des

Vergaserhauses komme als Letztes. „Von der Auftragsvergabe bis zur Inbetriebnahme hat es neun Monate gedauert“, sagt Göksaltik.

Der Heatpipe-Reformer hat nur etwa 850 mm Innendurchmesser. Er arbeitet nach dem Prinzip der allothermen Vergasung in einer zirkulierenden Wirbelschicht. Im Vergaser wird durch einen Gasstrom eine Schicht aus Sand und Brennstoffen in der Schwebelage gehalten (fluidisiert). In dem hochturbulenten Sandbett vermischen sich die Brennstoffpartikel gut und beginnen sich bei Temperaturen um 800°C in ein überwiegend aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid bestehendes Gasgemisch umzusetzen. Sand und größere, nicht vergaste Partikel werden wieder in den Vergaser zurückgeführt. Der Gasstrom wird mit Wasserdampf hergestellt. Im Gegensatz zur Vergasung mit Luft entsteht so ein – im trockenen Zustand circa um den Faktor 2,25 – energiereicheres Synthesegas. Allerdings benötigt eine allotherme Vergasung mit Wasserdampf eine äußere Wärmezufuhr. Die Krux des Heatpipe-Reformers ist hierbei die effiziente Wärmeübertragung von der Brennkammer in die Vergasungskammer über Heatpipes (siehe Infokasten).

Die Brennkammer ist in einem 8 m hohen Zylinder unterhalb des Vergasers angeordnet: „Ein Drittel der Höhe ist Brennkammer, zwei Drittel sind Vergasungskammer“, erläutert Göksaltik. Etwa drei Viertel der eingesetzten Biomasse werden



Quelle: Agnion

Bild 2: Grün leuchtet der Holzvergaser vor der Bergkulisse, links der Biomassehof Grassau

Energiewende vor Ort

direkt in den Reformer, ein Viertel in die Brennkammer eingebracht. Während die Vergasung unter 4 bis 5 bar Druck erfolgt, findet unten die Verbrennung mit Luft aus einem Saugzuggebläse drucklos statt. Außer für den Vergaser muss Wärme auch zur Dampferzeugung bereitgestellt werden.

„Wir haben eine rekuperative Wärmenutzung. Sonst wäre der hohe Gesamtwirkungsgrad nicht möglich“, erklärt Göksaltik. Über Wärmetauscher entzieht der Dampferzeuger dem Rauchgas aus der Brennkammer und dem Produktgas aus dem Vergaser Wärme, um Dampf bereitzustellen. Dabei wird das Produktgas auf etwa 300°C gekühlt, bevor es in den Produktgasfilter strömt. Dieser Kerzenfilter separiert Sand und Feinpartikel, vor allem Restkoks, ab und leitet sie zurück in die Brennkammer. Zur Auswaschung langkettiger Kohlenwasserstoffe, wie den verschiedenen Teerverbindungen, setzt man einen RME-Wäscher ein. Das von unten anströmende Produktgas wird darin mit Raps-Methyl-Ester, also Biodiesel, berieselt. In dem Gas-Flüssigkeits-Kontaktapparat kommt es durch Verdunstung zu einer schnellen Abkühlung des heißen Gases bis auf 120°C und im weiteren bis auf circa 75°C. In der Folge kondensiert der Wasserdampf aus, der einen Anteil von 35 bis 40 % am Produktgas hat. Sowohl Wasser als auch Biodiesel werden zwar im Kreislauf geführt, müssen dem Prozess aber auch neu zugeführt werden. Der Verbrauch von RME liegt bei etwa vier, der von Frischwasser bei 60 Liter pro Stunde. Ein Rest von etwa drei % Wasserdampf verbleibt im Produktgas und wird letztlich mit dem Abgas über den Kamin freigesetzt. Der mit Teeren beladene RME wird in der Brennkammer thermisch verwertet.

Das Holzgas-Kraftwerk hat einen sogenannten Kaltgaswirkungsgrad von 70 %. Das ist auch der elektrische Wirkungsgrad des Gasmotors (Brennstoffwärmeleistung des produzierten Gases im Verhältnis zur eingesetzten, festen Biomasse). Beim reinen Erdgasbetrieb würde er 42 % betragen. Mit dem Synthesegas sind es ganzheitlich gesehen 30 %. Der Gasmotor kommt auf eine Leistung von 400 kW_{el} und 420 kW_{th}. Durch die effiziente Wärmenutzung können zudem 210 kW Wärme aus dem Vergasungsprozess ausgekoppelt werden.

Im Vorgriff der Anlagenbesichtigung hatte Agnion ein „Fachforum Holzvergasung“ veranstaltet, auf dem der Motorenexperte Dr. Günther Herdin über moderne, mit Holzgas betriebene Motoren referierte. Der Inhaber der PGES GmbH, Berater von Agnion und frühere Entwicklungsleiter der Jenbacher-Motoren AG hob den Wasserstoff im Holzgas als „clean fuel“ heraus: „Holzgas ist ein wunderbarer Kraftstoff, um saubere Emissionen erreichen zu können“. Das Emissionsverhalten sei aber stark abhängig von der Kraftstoff-Luft-Mischung. Mit seiner Version der „Port Injection“ nehme Agnion die Gemischaufbereitung erst direkt vor der Einblasung in den Motor vor. Damit lasse sich die Teer-Problemik an Gasregelstrecke, Turbolader und Ladeluftkühler umgehen und der Wirkungsgrad steigern. Voraussetzung sei eine Druckaufladung des Synthesegases auf 5 bar. Andere Konzepte würden das Gemisch vor dem Turbolader aufbereiten.

Mit der Weiterentwicklung von der Multiple zur Single Port Injection, bei der alle Zylinder eines Motors von einer zentralen Aufbereitung und Einblasung mit Gemisch versorgt werden, lasse sich die Effizienz nochmals verbessern: „Durch die Single Port Injection bekommt jeder Zylinder exakt die Kraftstoffmenge für den Lastpunkt. Das ist das modernste Regelkonzept, das möglich ist. Aber es ist sehr aufwendig“, erklärte Herdin. Der Wirkungsgrad lasse sich gegenüber dem Originalmotor um fünf Prozent steigern. Die NO_x-Emissionen könnten auf 36 ppm gesenkt werden in Relation zum Richtwert von 180 ppm nach TA-Luft.

Weitere Wirkungsgradsteigerungen seien gemäß Herdin zwar noch mit Gas/Diesel-Konzepten möglich, hier müsse aber der hohe „parasitische Anteil“ des Stromverbrauchs für die Gasverdichtung gegengerechnet werden. Aus diesem Grund falle auch der Wirkungsgrad von Mikrogasturbinen gegenüber Gasmotoren deutlich ab. Für Herdin ist die Vergasung der Biomasse und Verstromung durch einen Gasmotor die effektivste Form der Konvertierung. Der Heatpipe-Reformer findet bereits außerhalb Bayerns Anklang: Ein Vergasungskraftwerk mit zwei Heatpipe-Reformern ist im Dezember in Südtirol in Betrieb gegangen. In der Schweiz und im Schwarzwald sind je eine weitere Anlage geplant.

Heatpipes: Hightech fürs Holzgas

Eine allotherme Vergasung mit Wasserdampf benötigt eine Wärmezufuhr von außen. Das Kernproblem ist deshalb ein effizienter Wärmeeintrag in den Vergaser. Die wesentliche Innovation ist die besonders einfache, kompakte und kostengünstige Wärmeübertragung zwischen Brennkammer und Reformer mit sogenannten Heatpipes; das sind geschlossene Rohre, die mit einem Arbeitsfluid – beispielsweise Natrium oder Kalium – gefüllt sind. In der unten liegenden Brennkammer (Verdampferzone) verdampft das Arbeitsfluid, steigt in den Reformer (Kondensationszone) auf, wo es Wärme abgibt, kondensiert und wieder nach unten fließt.

Mit Heatpipes ist es möglich, Wärmeströme bei wesentlich geringeren Temperaturgefällen und höherer spezifischer Leistung als mit rauchgasdurchströmten Rohren zu übertragen. Ihr Funktionsprinzip wird in vielen Technikbereichen genutzt – im Kleinst- und Niedertemperaturbereich zum Beispiel häufig zur Kühlung von Mikroprozessoren in PCs und Notebooks. Heatpipes mit innenliegender Kapillarstruktur können durch den kapillaren Rückfluss des Kondensats auch lageunabhängig – also nicht unbedingt senkrecht – eingesetzt werden.



ZUM AUTOR:

► Christian Dany

Freier Journalist im Themenkomplex Landwirtschaft, Umwelt und Erneuerbare Energien

christian.dany@web.de