



Erneuerbare Energie: Effiziente Kraft-Wärme-Kopplung auf Basis gestufter Biomassevergasung

Renewable Energy: Efficient CHP systems based on staged biomass gasification

Die Vergasung von fester Biomasse (in der Regel Waldhackgut) ist aufgrund des höheren elektrischen Wirkungsgrades verglichen mit verbrennungsbasierten Verfahren eine viel versprechende KWK-Technologie - dies vor allem im stark nachgefragten kleinen und mittleren Leistungsbereich zur dezentralen gekoppelten Strom- und Wärmeversorgung. Die Vergasung ist ein Verfahren mit dem ein fester Brennstoff in ein brennbares Produktgas umgewandelt wird, welches nach einer Kühlung und Reinigung bspw. in einem Gasmotor bei hoher Stromausbeute (elektrischer Gesamtwirkungsgrad bis zu 30%) eingesetzt werden kann. Bisher haben jedoch vor allem Teerverunreinigungen (kondensierbare Kohlenwasserstofffracht, per Definition ab Naphthalin) im Produktgas und die damit verbundenen Probleme im Hinblick auf die Anlagenverfügbarkeit sowie hohe Kosten im Bereich der Gasreinigung und Rückstandsaufbereitung eine erfolgreiche Markteinführung von Festbettvergasungssystemen in kleinen Leistungsbereich dezentraler Anlagen verhindert.

Die Forschungsarbeiten an der IWT Labor-Festbettvergasungsanlage (ausgestattet mit Doppelfeuer Festbettvergaser, Gaskühlung, Entstaubung, Teerwäsche, Rückstandsaufbereitung und Gasmotor) haben zur Entwicklung eines neuen gestuften Gaserzeugungsverfahrens geführt, nachdem die Optimierungen am Schachtreaktor keine weitere Senkung der Rohgasbelastung mit Teeren erwarten ließen. Mit dem gestuften Gaserzeugungsverfahren konnte durch Primärmaßnahmen die Teerbelastung im Produktgas weit unter den Motoreintrittsgrenzwert gesenkt werden, wodurch

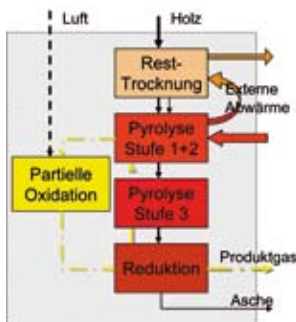


Abb. 1 Grundfließbild Gestufte Vergasung - IWT

die im Allgemeinen kostenintensive nasse Gasreinigung und die daran gebundene Abwasseraufbereitung entfallen kann. Darüber hinaus ist das gestufte Verfahren in der Lage, die Nachteile der Schachtreaktoren hinsichtlich der stark eingeschränkten Parameter wie die nutzbare Hackgutgröße und Feuchte etc. bzw. hinsichtlich der Upscaling-Problematik größtenteils zu überwinden. Der Ansatz in der gestuften Vergasung ist, die vier theoretischen Stufen des Vergasungsprozesses (Trocknung [1], Pyrolyse [2], partielle Oxidation [3] und Reduktion [4]) in getrennten Reaktoren ablaufen zu lassen, wodurch für jeden Prozessschritt optimale Prozessbedingungen erreicht werden können (Temperatur, Verweilzeit, Reaktionsmilieu etc.). Im Gegensatz dazu laufen in konventionellen Schachtreaktorvergasungssystemen die Vorgänge in mehr oder weniger ausgeprägten Zonen ab, die eine vergleichsweise schlechtere Rohgasqualität zur Folge haben. Abb. 1 zeigt ein Grundfließbild des gestuften Gaserzeugungsverfahrens. Das naturbelassene Waldhackgut wird nach einer Vortrocknung einem extern beheiztem Schneckenförderer zugeführt, in dem die Resttrocknung und langsame Pyrolyse (thermische Aufspaltung fester Biomasse unter Luftabschluss bei Temperaturen bis 600°C) stattfinden. Die dabei ausgetriebene kondensierbare Teerfracht sowie die entstehenden Permanentgase werden in einer Brennkammer partiell verbrannt, wobei Teerverbindungen bei ca. 1100°C thermisch aufgespalten werden. Die produzierte Holzkohle



Abb. 2 Versuchsanlage Gestufte Vergasung - IWT (60 kWel)

wird in einer zusätzlichen Pyrolysestufe mit einem Teilstrom der Verbrennungsgase aus der partiellen Oxidation im Gegenstrom vollständig von Teerverbindungen befreit, damit sichergestellt wird, dass alle Teere die heiße Zone der Brennkammer passieren, somit aufgespalten werden und in der Folge nicht das Produktgas verunreinigen. Den letzten Schritt stellt ein Reduktionsreaktor dar, in welchem die Holzkohle im Wesentlichen mit H_2O und CO_2 aus den Verbrennungsprodukten reduziert und somit vollständig umgesetzt wird. Als Produkt wird ein nahezu teerfreies Produktgas erzielt, das rund 80% des Heizwertes der eingesetzten Biomasse, hauptsächlich in Form von brennbarem CO und H_2 , aufweist. In Zusammenarbeit mit der Firma KWB GmbH (Kraft und Wärme aus Biomasse GmbH) aus St. Margarethen a. d. Raab, dem Technologie- und Marktführer für Pellets- und Hackgutheizanlagen, wurde mit finanzieller Unterstützung der Förderlinie Energiesysteme der Zukunft und des Zukunftsfonds Steiermark ein Prototyp (siehe Abb. 2) gebaut und inzwischen intensiv getestet, wodurch die Funktionalität des gestuften Verfahrens erwiesen und ein teerarmes Produktgas ($\sim 10 \text{ mg/Nm}^3$) erzielt werden konnte. Die Errichtung einer Demonstrationsanlage wird angestrebt.

Renewable Energy: Efficient CHP systems based on staged biomass gasification

Biomass gasification is a promising CHP technology, due to its high electrical efficiency compared to other CHP systems in the lower and middle range of power. Tar contamination of the producer gas obtained by traditional shaft reactor systems with the demand for a costly gas cleaning has been the main obstacle for the successful introduction of the technology to the market.

With the novel staged gasification process developed at the Institute of Thermal Engineering low tar loads could be realized successfully in the raw gas of the test rig. Staging the process divides the process into separated and linked reactors for each process step of gasification: drying/pyrolysis, partial oxidation for thermal tar cracking and finally reduction. Hereby every step can be operated at ideal conditions (temperature, residence time), resulting in a clean low-tar producer gas, i.e. tar far below the limits set by IC engines. Consequently, less effort is needed in gas cleaning (no wet scrubbing of tar followed by waste water treatment) and process availability is enhanced. A demonstration of the technology is intended in cooperation with the research partner KWB GmbH. (St. Margarethen, Austria), the market and technology leader for pellets and wood chip boilers.