



Fraunhofer Institut
Umwelt-, Sicherheits-,
Energietechnik UMSICHT

Konzeptpapier

Energetische Nutzung biogener (Ersatz-)Brennstoffe durch Vergasung und emissionsoptimierte Einspei- sung mittels Gasfeuerung in (Dampf-)Kesselanlagen und Ofenprozessen

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Markus Ising
Leiter Thermische Biomassenutzung

(Tel.: 02 08/85 98-11 89)

Fraunhofer-Institut für Umwelt-,
Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT
Osterfelder Straße 3
D-46047 Oberhausen

Telefon 02 08/85 98-0, Telefax -14 23

November 2002

Alle von Fraunhofer UMSICHT im Zusammenhang mit diesem Konzeptpapier gegebenen Informationen sind Eigentum von Fraunhofer UMSICHT und vertraulich zu behandeln, und keinem unbeteiligten Dritten zugänglich zu machen, es sei denn, es wurde hierfür vorher schriftliche Zustimmung von Seiten Fraunhofer UMSICHT erwirkt.

1 Ausgangssituation

Auf dem Gebiet der thermischen Nutzung biogener Brennstoffe (z.B. Altholz) oder Ersatzbrennstoffe (z.B. Klärschlamm) ist in Deutschland eine deutlich wachsende Nachfrage nach wirtschaftlich tragfähigen Technologien zu verzeichnen. Wesentliche Gründe hierfür sind u. a. der zunehmende gesetzliche Druck zur (thermischen) Verwertung biogener Rückstände einerseits (AltholzV, TA Siedlungsabfall) sowie die deutlich verstärkten finanziellen Anreize für Errichtung und Betrieb von Bioenergieanlagen durch Förderprogramme (Marktanreizprogramm, Erneuerbare-Energien-Gesetz in Verbindung mit BiomasseV).

Obwohl die heute verfügbaren Verbrennungstechnologien die Anforderungen von Investoren und Betreibern in vielen (Standard-)Fällen zufriedenstellend erfüllen können, treten zunehmend auch Einsatzfälle zu Tage, für die noch keine zufriedenstellenden technischen Lösungen marktverfügbar vorhanden sind.

- So sind die heute angebotenen Anlagenkonzepte insbesondere im kleinen Leistungsbereich z. T. spezifisch zu teuer und, insbesondere in Verbindung mit schwierigen Einsatzstoffen (z. B. stark inhomogene Holzmischungen mit Feinfraktionen, Spanplattenshredder-Monochargen, Stroh oder Getreideganzpflanzen), mit technischen Problemen behaftet, die systembedingt nur schwer gelöst werden können. Die für Biobrennstoffe meist zum Einsatz kommenden Rostfeuerungsanlagen sind hierfür oft unzureichend regelbar, da Eingriffsmöglichkeiten im Feuerraum oft nur durch mehr oder weniger gut funktionierende komplexe Luftstufung (Ober- und Unterwindzonen, Rauchgasrezirkulation etc.) bestehen. Speziell in Verbindung mit problematischen Einsatzstoffen sind die Grenzwerte für NO_x - und CO -Emissionen daher häufig kaum einzuhalten. Außerdem sind bewegte Teile wie Rost und Entaschungseinrichtungen starkem Verschleiß unterworfen und müssen je nach eingesetztem Brennstoff zur Vermeidung von Versinterungen gekühlt werden. Derartige Feuerungsanlagen sind kaum zu standardisieren und werden i.d.R. spezifisch für den Einzelfall ausgelegt, so dass sich der ingenieurmäßige Aufwand bei kleinen und mittleren Anlagengrößen oft nicht lohnt.
- Die Verwertung von Klärschlamm auf landwirtschaftlichen Nutzflächen sieht sich aufgrund ökologischer Bedenken zunehmenden Widerständen ausgesetzt; eine Entsorgung auf Deponien wird künftig aufgrund des hohen organischen Anteils ausgeschlossen sein. Vor diesem Hintergrund könnte zukünftig u. a. auch die Verwertung von Klärschlamm in Bioenergieanlagen wirtschaftlich interessant werden; sie ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt aber nur dann zulässig (gemäß BiomasseV), wenn der Klärschlamm als Klärgas (biochemisch durch Vergärung erzeugt) bzw. Brenngas (thermochemisch durch Vergasung erzeugt) und mit einem maximalen An-

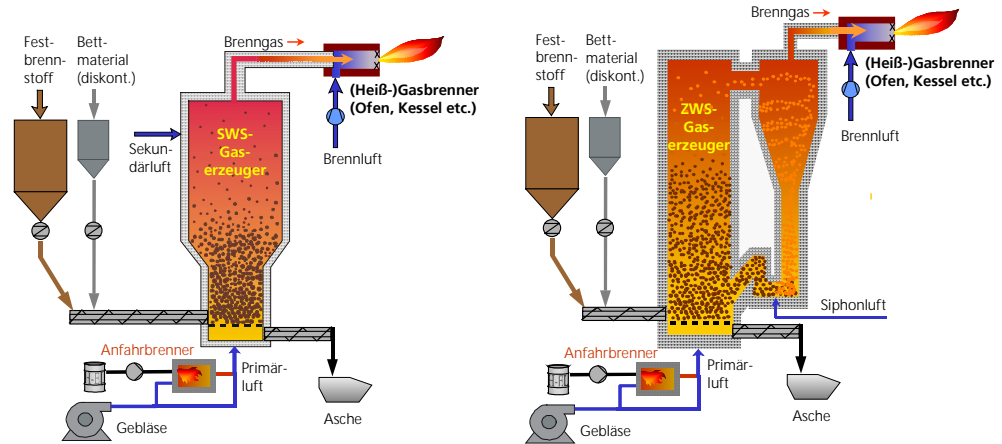
teil von 10 % an der Gesamtbrennstoffleistung eingesetzt wird. Erstere Anforderung ist mit konventionellen Feuerungsanlagen prinzipiell nicht erfüllbar.

- Die Umrüstung bestehender, bisher mit Öl oder Erdgas befeuerter Öfen (z. B. Wärmebehandlungsöfen, Brennöfen, Kalzinierung) bzw. Kessel auf den Betrieb mit biogenen Festbrennstoffen bzw. die Erweiterung des Brennstoffsortimentes bestehender Biomassefeuerungen auf „problematische“ Biomassefraktionen (z. B. stark inhomogene Holzmischungen mit Feinfraktionen, Stroh, Getreideganzpflanzen oder Klärschlamm) ist mit konventionellen Verbrennungsanlagen i.d.R. nicht darstellbar. Eine Brennstoffsubstitution und Anlagenumrüstung bestehender Ofen- bzw. Kesselanlagen wird jedoch möglich, wenn eine Gaserzeugung vorgeschaltet wird, die den festen Ersatzbrennstoff in Brenngas umwandelt.
- Bei (bestehenden) biogenen Festbrennstofffeuerungen würde eine Ausweitung des einsetzbaren Brennstoffsortimentes auf „problematische“ Biomassen häufig entweder die Errichtung einer separaten vollständigen Verbrennungslinie voraussetzen.

2 Technisches Konzept zur Nutzbarmachung „schwieriger“ Bio-/Ersatzbrennstoffe

Um die o.g. technischen Hürden und Hemmnisse auszuschalten bzw. zu umgehen, bietet sich eine kostengünstige vorgeschaltete Gaserzeugung für die Ersatzbrennstoffe und die Einspeisung des erzeugten Brenngases in die Kesselanlage mittels Gasbrenner an (Konzept der Gaszufeuern). Fraunhofer UMSICHT hat diese Anwendungen der Vergasungstechnik bereits seit 1993 in die Entwicklung innovativer Technologiekonzepte einbezogen. Den prinzipiellen Aufbau der Brenngaserzeugung aus festen Bio- und Ersatzbrennstoffen für die anschließende Einspeisung in Ofen- oder Kesselanlagen zeigt Bild 1.

Bild 1
Funktionsschema einer
Wirbelschicht-
Gaserzeugung (Prinzip
SWSV oder ZWSV) in
Verbindung mit einer
Gasfeuerung (Ofen oder
Kesselanlage).
SWSV = stationäre
Wirbelschichtvergasung,
ZWSV = zirkulierende
Wirbelschichtvergasung



Der Wirbelschichtgaserzeuger besteht technisch im Wesentlichen aus einem senkrecht stehenden Reaktorraum, der oberhalb eines Düsenbodens mit inertem wirbelfähigem Bettmaterial (z. B. Sand) angefüllt ist und der von unten mit dem Vergasungsmittel (Luft) bei nahezu atmosphärischen Druck angeströmt wird. In dieses aufgewirbelte Bettmaterial wird der feinstückig aufbereitete Brennstoff eingebracht (auch Feinfraktionen sind hier somit verwertbar). Das Verhältnis von Brennstoff- zu Luftmenge wird so eingestellt, dass Luftmangelbedingungen (Luftverhältnis $\lambda = 0,3 \dots 0,4$) vorliegen. Die infolge der teilweisen Oxidation des Brennstoffs freigesetzte Wärmeenergie wird zur Vergasung bei Betriebstemperaturen von ca. 700 bis 900 °C genutzt. Die Strömungsgeschwindigkeit der Luftanströmung ist hoch genug, um den Feststoff im Vergaser zu fluidisieren, wobei sich der Zustand einer *stationären Wirbelschicht* (SWS) einstellt. Dabei erfüllt der wirbelnde Feststoff (Bettmaterial) die Funktion eines Wärmeträgers, der für eine gleichmäßige Verteilung der Wärme und somit gleichmäßige Temperaturverteilung im Gaserzeuger sorgt.

Mit zunehmender Gasgeschwindigkeit expandiert die Wirbelschicht und es werden Feststoffpartikel ausgetragen, die in einem Zyklon vom Gasstrom getrennt werden und über eine Rückführleitung wieder in den Vergasungsreaktor eingebracht werden. Diese Variante wird als *zirkulierende Wirbelschicht* bezeichnet (ZWS).

Der Wirbelschichtvergaser zeichnet sich durch einen einfachen und damit preiswerten anlagentechnischen Aufbau aus, da er ohne innere Heizflächen und bewegte Teile im Vergasungsraum auskommt.

Mit der Wirbelschichtvergasung und der anschließenden Verbrennung des heißen Brenngases können für Festbrennstofffeuerungen typische, elementare Unzulänglichkeiten umgangen werden. Aufgrund undefinierter Brennstoffqualitäten und einem hohem Maß an Anisotropie gerade bei Bio- und Ersatzbrennstoffen führt die direkte Verbrennung dieser Einsatzstoffe (beispielsweise in Rostfeuerungen) zu Ungleichverteilungen, Zonen- bzw. Totraumbildung und in-

folge dessen zu schwankendem Ausbrand, Gasstrahlen, zeitlich und räumlich lokale Überhitzung (-> Verschlackung) etc.. Die mangelnden Eingriffsmöglichkeiten und die damit verbundene schlechtere Einstellbarkeit/Regelbarkeit der Festbrennstofffeuerung im Vergleich zu einer Gas- oder Flüssigbrennstofffeuerung können bei vorheriger Vergasung des festen Brennstoffs umgangen werden.

Ein Gasbrenner stellt prinzipiell den Idealzustand einer Verbrennungsvorrichtung dar. Der hohe Impulsaustausch im Brenner, die konstruktiv gut beeinflussbare Mischung von Brenngas und Brennluft sorgen für einen bestmöglichen Stoff- und Wärmeaustausch und somit für beste Brennstoffausnutzung. So sind Gasfeuerungen im Vergleich zu Festbrennstofffeuerungen generell besser einstellbar/regelbar, weisen ein besseres Teillastverhalten auf und sind auch für Anwendungen mit häufigen Laständerungen geeignet. Auch lässt der geringere Luftüberschuss bei Gasfeuerungen ($\lambda \approx 1,1$) und die damit verbundenen geringeren Abgaswärmeverluste generell einen höheren Wirkungsgrad zu, was sich wiederum positiv auf die Wirtschaftlichkeit auswirkt. Ferner sind hinsichtlich der Schadgasemissionen und der Breite des einsetzbaren Brennstoffspektrums signifikante Vorteile in Verbindung mit einer vorgeschalteten Wirbelschicht-Gaserzeugung zu erwarten:

- Bei der klassischen Holzverbrennung, die einen Luftüberschuss darstellt, verbindet sich der Stickstoff des Brennstoffs mit dem Sauerstoff der Verbrennungsluft zu NO_x , welches in einer nachfolgenden Entstickungsstufe (SNCR) aus dem Rauchgas entfernt werden muss, um die vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerte einzuhalten. Die Vergasung dagegen ist eine chemische Umsetzung unter Luftmangel bzw. Sauerstoffmangel. In der dort herrschenden reduzierenden Atmosphäre reagiert ein Großteil des Brennstoffstickstoff zu Stickstoff (N_2). Der nicht direkt im Vergaser zu N_2 überführte Brennstoffstickstoff wird zunächst in Ammoniak (NH_3) umgewandelt. In der anschließenden (durch Luftstufung) gut kontrollierbaren Gasflamme (und bei Verbrennungstemperaturen vergleichbar der Betriebstemperatur einer SNCR-Stufe) wird das Ammoniak NH_3 weitgehend zu elementarem Stickstoff N_2 und Wasser und nicht zu NO_x umgesetzt. Dieser Effekt ist insbesondere beim Einsatz von Brennstoffen bedeutsam, die einen erhöhten Stickstoffanteil aufweisen. So liegen beispielsweise bei Monochargen aus Span- oder Faserplattenshredder (infolge der dort enthaltenen N-haltigen Bindemittel und Leime) typische N-Gehalte um den Faktor 25-30 höher als bei Naturholz und um den Faktor 2-3 höher als bei Altholz-Mischchargen. Durch die Technik der Vorvergasung und anschließende Gasfeuerung im gestuften Low- NO_x -Brenner kann hingegen auch bei solchen Brennstoffen die NO_x -Bildung deutlich gesenkt werden und somit die Notwendigkeit des kostenintensiven Einsatzes von Sekundärmaßnahmen entfallen.

- Die Wirbelschichtvergasung liefert auch bei Brennstoffen variabler Feuchte und Stückigkeit sowohl über den gesamten Strömungsquerschnitt als auch über den zeitlichen Verlauf ein sehr homogenes Gas. Bei der konventionellen Rostfeuerung sind im Rauchgas dagegen immer - zeitlich schwankend - Strahlen von nur unvollständig verbranntem, gasförmigen Material vorhanden. Diese Schadstoffstrahlen mit erhöhten Kohlenmonoxid- oder Kohlenwasserstoffkonzentrationen bilden sich z. B., wenn auf dem Rost Bereiche mit sehr feuchtem Brennstoff existieren. Bei einer der Wirbelschichtvergasung nachgeschalteten Gasfeuerung ist dagegen durch die Gleichmäßigkeit des Produktgases, die hohe Turbulenz der Gasströmung und durch konstruktive Möglichkeiten der Strömungsführung die Voraussetzung für eine optimale Vermischung und Kontrolle des Verbrennungsvorgangs gegeben. Daraus resultiert ein weiter gesteigerter Wirkungsgrad, verbunden mit einem geringen Schadstoffausstoß.

3 Marktsituation, Anwendungsgebiete/-beispiele

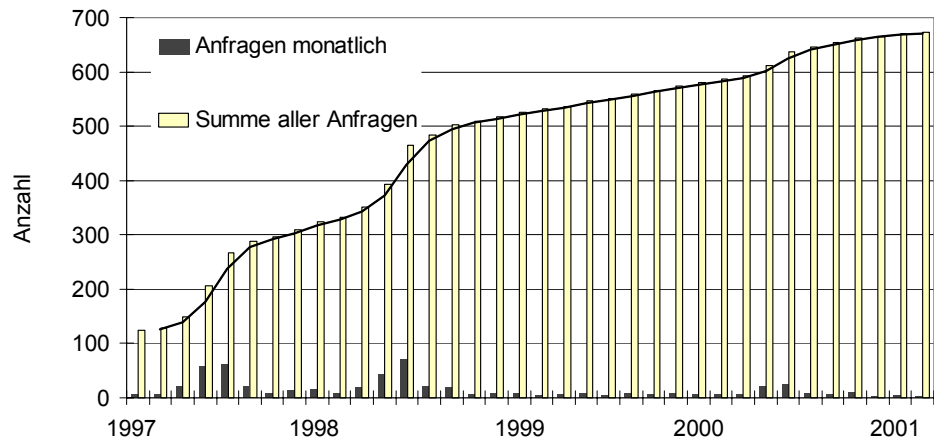
Ein zentrales Ziel der Entwicklungsarbeit von Fraunhofer UMSICHT auf dem Gebiet der Wirbelschichtvergasung ist vor dem geschilderten Hintergrund die Einführung und vermehrte Anwendung der Wirbelschichtvergasungstechnik für Bio- und Ersatzbrennstoffe in Verbindung mit festbrennstoffgefeuerten (Dampf-)Kesselanlagen, Ofenprozessen oder vergleichbaren Anwendungen in der Energie- und Verfahrenstechnik. Die beiden zuvor gezeigten Varianten der Wirbelschichtvergasung sind, neben spezifischen Unterschieden im Einzelfall, für unterschiedliche Leistungsbereiche geeignet:

- SWSV-Technik (stationäre Wirbelschicht): $0,5 - 5 \text{ MW}_{\text{Feuerungswärmeleistung}}$
- ZWSV-Technik (zirkulierende Wirbelschicht): $5 - 20 \text{ MW}_{\text{Feuerungswärmeleistung}}$

Für Verfahrensentwicklung und Komponentenerprobung ist bei Fraunhofer UMSICHT am Standort Oberhausen seit 1996 eine 500 kW-ZWSV-Pilotanlage in Betrieb. Bei dieser Anlage steht die Brenngaskonditionierung für Gasmotoren-BHKW-Anwendung im Vordergrund. Aus dem mehrjährigen Versuchsbetrieb liegen umfangreiche Erfahrungen mit der Vergasung fester Brennstoffe aus mehr als 2.000 Betriebsstunden vor.

Dass mit dieser Entwicklungsarbeit von Fraunhofer UMSICHT der bestehende Bedarf der Energie- und Entsorgungswirtschaft getroffen wird, zeigt die große Anzahl bisher eingegangener konkreter Anfragen. So wurden in den vergangenen Jahren über 600 Interessenten mit umfangreichen Informationen zur laufenden Entwicklungsarbeit versorgt (Bild 2). Meist mussten konkrete Kaufinteressen mit Verweis auf die noch ausstehende Entwicklungsarbeit unbefriedigt bleiben.

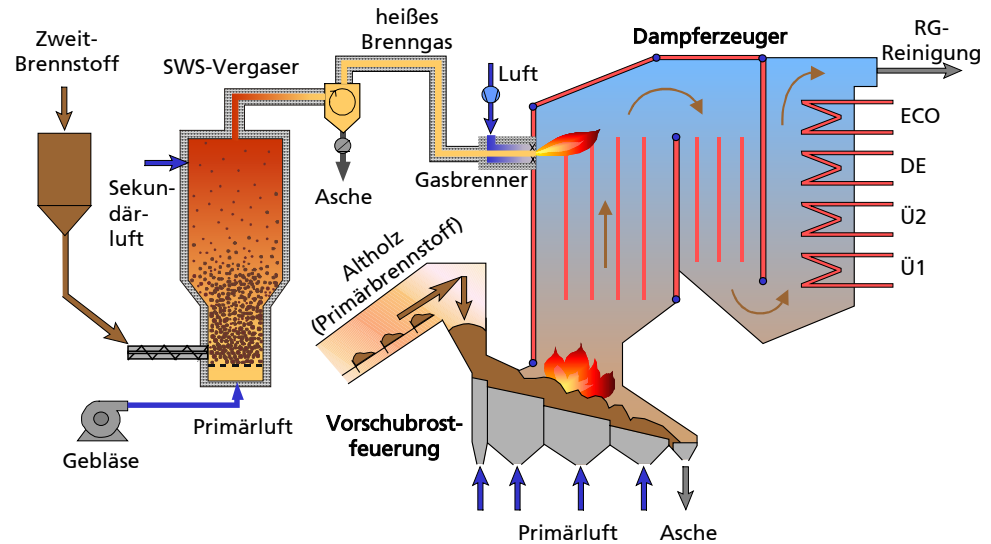
Bild 2
Anzahl der Anfragen
zum Thema Holzver-
gasung bei Fraunhofer
UMSICHT im Zeitraum
1997 bis 2001



Die Bilder 3-6 zeigen konkrete technische Konzepte, die teilweise in der Planung sind, teilweise bereits ausgeführt wurden. So stellt Bild 3 eine bestehende Altholz-Rostfeuerung dar, die um eine vorgeschaltete Gaserzeugungsanlage (SWSV-Prinzip) erweitert worden ist. Ein derartiges Konzept ist bei Fraunhofer UMSICHT bereits mehrfach angefragt worden. Dabei handelte es sich (beispielsweise) um folgende Anwendungen (Auswahl):

- a) 1,5 MW SWS-Vergasung für abgeseibte Altholz-Feinfraktion und Einspeisung in eine vorhandene 6 MW Rostfeuerung. Ziel: Verminderung/Beseitigung betriebstechnischer Probleme (Verschmutzung, Verschlackung) und Verlängerung der Reisezeit. Status: Vorplanungsphase.
- b) 2,0 MW SWS-Vergasung für getrockneten Klärschlamm und Einspeisung des Brenngases in ein Altholzkraftwerk. Ziel: energetische Nutzung eines kostengünstigen Ersatzbrennstoffs unter Ausnutzung von Synergien der mit der Kraftwerksanlage. Status: Angebotsphase.

Bild 3
Funktionsschema
einer Rostfeuerungs-
anlage, die um eine
SWS-Vergasungs-
anlage erweitert ist.

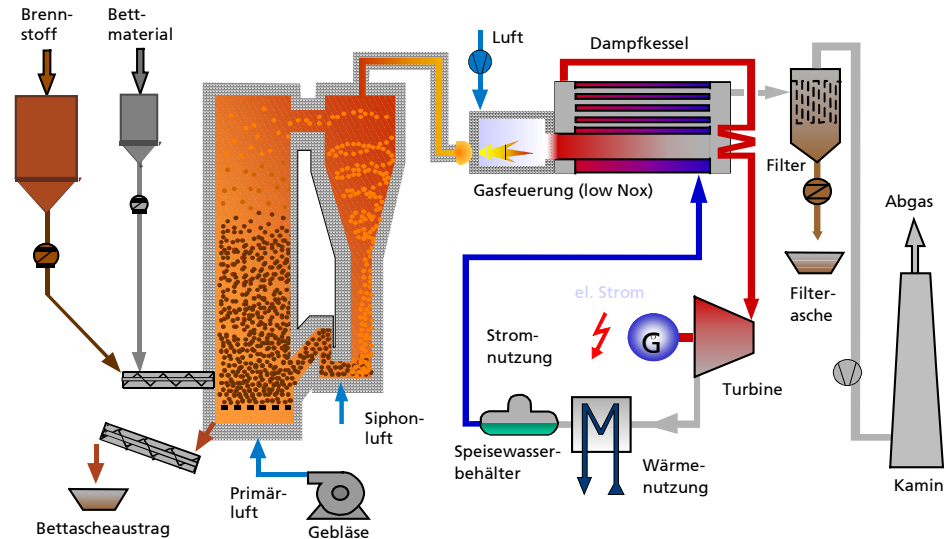


Das in Bild 4 gezeigte Konzept einer gasgefeuerten Kesselanlage sieht den ausschließlichen Betrieb mit Gas aus der vorgeschalteten Vergasungsanlage vor. Beispiele konkreter Projekte bei Fraunhofer UMSICHT:

- c) 12 MW ZWS-Vergasung von MDF-Plattenresten (für Rostfeuerung ungeeignete Feinfraktion) zur Einspeisung der Gaswärme in einen umzurüstenden Erdgas-Kessel (Großwasserraumkessel). Status: nach vorgelegter Grundplanung vom Kunden aufgrund Insolvenz nicht weiter verfolgt.
- d) 10,5 MW ZWS-Vergasung von Rest- und Altholz zum Betrieb einer Dampfkesselanlage. Ziel: Bereitstellung werksintern benötigter Prozesswärme und Verstromung von Restdampf. Status: Genehmigungsphase.

Bild 4

Gasbefeuerte Dampfkesselanlage einfacher Bauart mit vorgeschalteter ZWS-Gaserzeugung aus Rest- und Altholz.

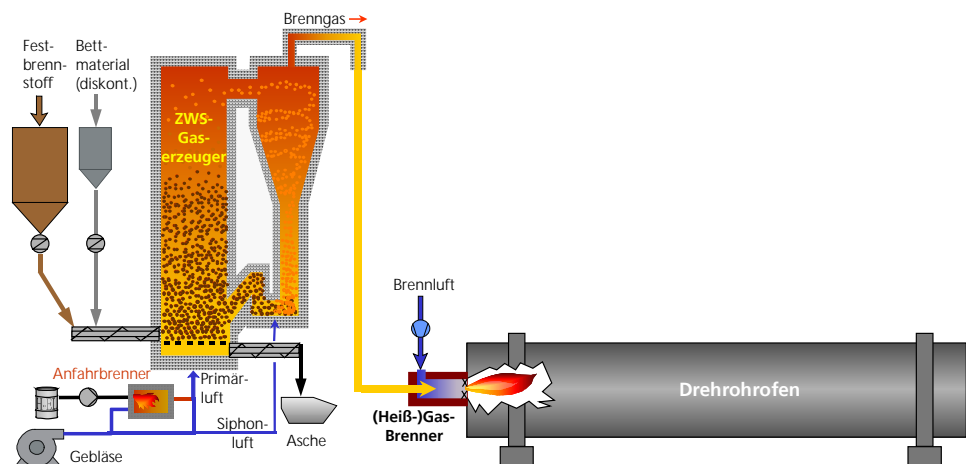


Weitere Anwendungsgebiete sind Ofenprozesse, bei denen die Qualität des im Ofen behandelten Produktes durch die Verbrennung von (verglichen mit Erdgas) „unsauberem“ Brenngas nicht entscheidend beeinträchtigt wird. Beispiele aus Anfragen bei Fraunhofer UMSICHT:

- e) 2,5 MW SWS-Vergasung von Altholz zur Einspeisung der Gaswärme in einen Schmelzofen. Ziel: kostengünstige Erschmelzung von Sekundäraluminium. Status: nach vorgelegter Konzeptplanung aufgrund nicht darstellbarer Finanzierung nicht weiter verfolgt.
- f) 5 MW ZWS-Vergasung von Altholz zur Nutzung der Gaswärme in einem gasbefeuerten Klinkerbrennofen. Status: in Konzeptplanungsphase aufgrund von QS-Aspekten und fraglicher Finanzierung eingestellt.

Bild 5

Gasbefuertes (Drehrohr-)Ofen mit vorgeschalteter ZWS-Gaserzeugung.



Vergleichbare Konzepte zu dem in Bild 5 dargestellten Schema zur Gasversorgung von Brennöfen sind beispielsweise in Finnland und Österreich in der Zellstoff-/Papierindustrie realisiert worden. Dort handelt es sich jeweils um Drehrohröfen zur Kalzinierung von Kalk.

Auch Anwendungen zur unterstützenden Schachtofenbeheizung in der Kalk-/baustoffindustrie wurden bei Fraunhofer UMSICHT nachgefragt und auf prinzipielle Machbarkeit grundsätzlich positiv geprüft.

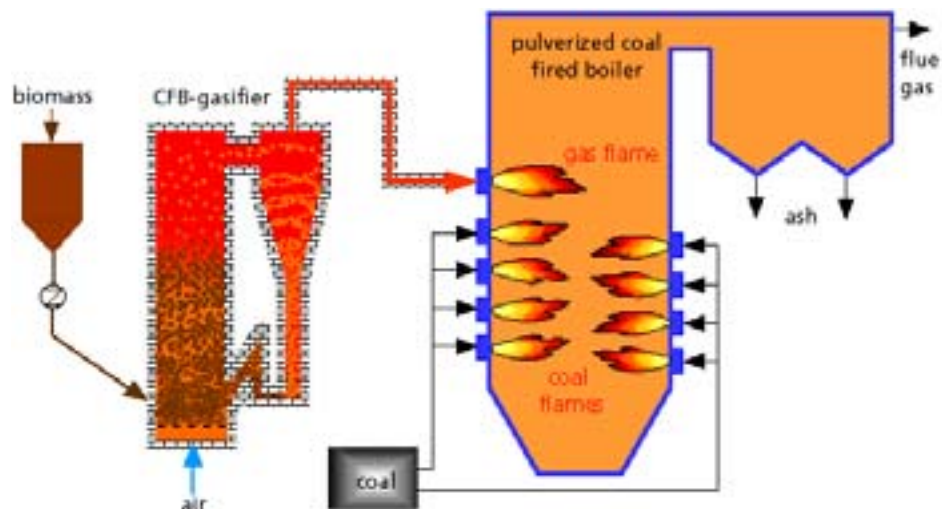
Das Basiskonzept der Vorvergasung fester Brennstoffe eignet sich grundsätzlich auch für den Einsatz in Verbindung mit bestehenden konventionellen Kraftwerken. Das in Bild 6 gezeigte Prinzip ist inzwischen einige Male großtechnisch realisiert worden. Die erste Anlage dieser Art wurde vor einigen Jahren in Lahti/Finnland in Betrieb genommen (50 MW ZWS-Vergaser für Altholz, Altreifen etc.). Kurz danach wurde ein ähnliches Konzept in Zeltweg/Österreich verwirklicht (10 MW ZWS-Vergaser für Holzhackschnitzel).

Bild 6

Grundsätzliche Möglichkeit der Teilsubstitution von Primärbrennstoff bei bestehenden Kraftwerken durch vorgeschaltete (Biomasse-)Vergasung.

Ausführungsbeispiele:

- Anlage Lahti/FIN
- Anlage Zeltweg/A



4 Gegenwärtiger Stand der Technik, Technische Anforderungen

Die Konversion der chemischen Energie fester Brennstoffe in einen gasförmigen Zustand durch Vergasungstechnik erfährt in jüngerer Vergangenheit eine Wiederbelebung. Hierbei sind es vor allem Bestrebungen, aus Biobrennstoffen „grünen Strom“ zu erzeugen, welche die Entwicklung antreiben. Im kleinen und mittleren Leistungsbereich wird hier insbesondere ein Zugewinn durch den effizienten Einsatz von Verbrennungskraftmaschinen (z.B. Gasmotoren-BHKW)

erwartet. Für diese Art der Anwendung ist in der Regel eine sorgfältige Gas-aufbereitung erforderlich, damit besonders teerartige Nebenprodukte der Ver-gasung, die bei der hier notwendigen Abkühlung des Gases kondensieren, nicht zu Betriebsbeeinträchtigungen führen. Wird das den Gaserzeuger mit ho-her Temperatur verlassende Brenngas direkt ohne nennenswerte Abkühlung genutzt (verfeuert), so stellen kondensierbare Nebenprodukte kein Problem dar. Aus diesem Grund kann für die in diesem Konzeptpapier beschriebenen Anwendungen das technische Risiko aus Sicht der teerartigen, bei hoher Tem-peratur gasförmig vorliegenden Nebenprodukte als nicht vorhanden angesehen werden. Der zuverlässige Betrieb ausgeführter Anlagen in diesem Sektor unter-streicht dies. Darüber hinaus gilt für Wirbelschichtvergaser, dass sie außeror-dentlich zuverlässig und gleichmäßig arbeiten aufgrund einfacher Bauart ko-stengünstig zu fertigen sind. Vor diesem Hintergrund kann die Vergasungs-technik für die beschriebenen Anwendungsgebiete als Stand der Technik ange-sehen werden.

Für die Verbrennung der heißen Gase in Kesselanlagen oder Ofenprozessen werden spezielle Gasbrenner benötigt, die in dieser Form aufgrund mangelnder Verbreitung nicht marktgängig sind. Bei Fraunhofer UMSICHT sind deshalb mit Partnern im F&E-Bereich Aktivitäten in Gange, welche die Entwicklung und Er-probung besserer Brennersysteme zum Ziel haben. Für die weitere Entwicklung kommerzieller Systeme und die strategische Besetzung existierender Markt-nischen wird daher an der Entwicklung von Brenner gearbeitet, die hinsichtlich wärmetechnischer Verschaltung mit dem Gesamtprozess, Materialauswahl, Geometrie sowie Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik auf die besonderen Eigenschaften des im luftgeblasenen Vergaser erzeugten Produktgases ausge-legt sind und dieses in den unterschiedlichen Anwendungsfällen effizient und emissionsarm umzusetzen vermögen.

Die aus heutiger Sicht besonders zu beachtenden Produktgaseigenschaften las-sen sich wie folgt charakterisieren:

- vergleichsweise niedriger Heizwert (H_u ca. 5 MJ/m_N^3);
- hohe Andienungstemperaturen (ca. 500 bis 900 °C je nach vorgeschalteter Abkühlung);
- gegenüber konventionellen Brenngasen (z. B. Erdgas) bei der Festbrenn-stoffvergasung höhere staubförmige Verunreinigungen und beim Einsatz bestimmter Abfälle/Ersatzbrennstoffe z. T. deutlich erhöhte Gehalte an gas-förmigen (HCl , HF etc.);

Außerdem müssen bei der systemtechnischen Kombination von Vergasungs-anlage und Brenner die folgenden Aspekte berücksichtigt werden:

- um die Kondensation von Teeren sowie ein Auftreten säurebildender Kon-densate zu vermeiden, müssen kalte Flächen ($< 450 \text{ °C}$) mit Kontakt zum Produktgas ausgeschlossen werden (daraus resultiert die Notwendigkeit ei-

ner Minimaltemperatur des Produktgases in Höhe von etwa 500 bis 600 °C sowie einer Vorwärmung der Verbrennungsluft auf etwa 300 bis 400 °C) ;

- der Druckverlust des Produktgases über den Brenner muss auf ca. 50 mbar begrenzt werden, um den Vergaser mit möglichst geringem Überdruck betreiben zu können.

Für eine verbesserte energetische Nutzung biogener (Ersatz-)Brennstoffe durch Wirbelschichtvergasung und anschließende Gasverfeuerung mittels Heißgasbrenner können zahlreiche lohnende Anwendungsfälle in Verbindung mit (Dampf-)Kesselanlagen oder Ofenprozessen identifiziert werden.

Für Vorschalt-Vergasungsanlagen in der Leistungsklasse von beispielsweise 5 MW_{FWL} liegen die spezifischen Investitionskosten für die komplette Anlagentechnik zur (heißen) Brenngasbereitstellung etwa in der Größenordnung 370 – 400 Eur/kW_{FWL}.

Fraunhofer UMSICHT steht für die Verfolgung und Bearbeitung solcher Projekte als kompetenter wissenschaftlich orientierter Partner sehr gerne zur Verfügung. Darüber hinaus bietet Fraunhofer UMSICHT auch die komplette Lieferung der erforderlichen anlagentechnischen Hardware gemeinsam mit Partnern an.

Da sich denkbare Einsatzfälle oft Stichworten wie „Rationelle Energieanwendung“, „Vorwettbewerbliche Demonstrationsförderung“, „Produktionsintegrierter Umweltschutz“, „CO₂-Minderung“ etc. unterordnen lassen, können einzelne Vorhaben die Kriterien öffentlicher Förderprogramme erfüllen. Fraunhofer UMSICHT ist erfahren in der Identifizierung solcher Kriterien und unterstützt Partner bei konkreten Projekten in der Akquisition von Fördermitteln. Hierzu gehört die Einschätzung/Prüfung der Förderwürdigkeit, förderwürdige Beschreibung des Vorhabens und Durchführung der Beantragungsverfahrens.