

# Vergasung fester Biomasse - Bereits Stand der Technik?

Gülzower Fachgespräch »Energetische Nutzung von Biomasse durch Kraft-Wärme-Kopplung: Stand der Technik und Perspektiven für den ländlichen Raum«, Gülzow, 16.-17. Mai 2000

Dipl.-Ing. Markus Ising

Fraunhofer-Institut für Umwelt- Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Oberhausen

## 1 Einleitung

Die Energieerzeugung aus Biomasse reflektiert in hohem Maße den auf allen politischen Ebenen gewollten Einstieg in eine vermehrte Nutzung regenerativer Energien. Nachwachsende Rohstoffe und daraus anfallende Reststoffe stellen auch in Deutschland eine ausgezeichnete Basis hierfür dar. Das erheblich vorhandene, größtenteils noch ungenutzte, teils sogar unerschlossene, Potenzial biogener Energieträger kann künftig einen bedeutenden Beitrag zur nachhaltigen und umweltverträglichen Energieversorgung leisten, wenn es gelingt, die Ist-Situation in verschiedenen Bereichen zu verbessern. Hierzu ist es erforderlich, bessere und effizientere Umwandlungstechnologien zu entwickeln und am Markt zu etablieren und mit entsprechenden rechtlichen Rahmenbedingungen eine hinreichende Wettbewerbsfähigkeit darzustellen, damit diese bei ausgeführten Anlagen nicht die Ausnahme bleibt sondern zur Regel wird.

Das in jüngster Vergangenheit verabschiedete Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) stellt eine wesentliche Verbesserung des Status-Quo dar, wird hierdurch doch die vermehrte Stromerzeugung aus regenerativen als volkswirtschaftliches Ziel festgeschrieben und mit akzeptablen Vergütungssätzen geregelt. Sofern die derzeit noch in Verhandlungen befindliche Biomasseverordnung der gewünschten Entwicklung in gleicher Weise Rechnung trägt, steht in Deutschland eine gute und sichere Planungsgrundlage zur Verfügung. Es bleibt zu hoffen, dass sich die genehmigungsrechtliche Praxis für technische Anlagen mittelfristig ebenfalls an den gleichen politischen Zielen orientiert und auch Planungssicherheit für neue Technologien schafft.

Eine der neuen Technologien, der künftig große Chancen eingeräumt werden, ist die thermochemische Gaserzeugung aus fester Biomasse. Die Vergasungstechnik, die einen festen Brennstoff in einen gasförmigen Brennstoff umwandelt, gestattet es in Verbindung mit Verbrennungskraftmaschinen eine Stromerzeugung mit sehr viel höheren Wirkungsgraden darzustellen, als es mit dem konventionellen Dampfkraftprozess im gleichen Leistungsbereich i. a. möglich ist. Der für industrielle Biomasse-Anlagen relevante Anwendungsbereich liegt dabei aus logistischen Erwägungen für deutsche Verhältnisse sinnvollerweise in einem Leistungsbereich von 1-20 MW Feuerungswärmeleistung. Gemessen an üblichen Großkraftwerksdimensionen ist dies eine sehr geringe Leistungsgröße. Daraus wird deutlich, dass Bioenergie auf Basis nachwachsender Rohstoffe und Reststoffe in Deutschland stets ein regionales Thema ist. Wir sprechen im wesentlichen über dezentrale Energieerzeugungsanlagen, die sich jedoch in einem liberalisierten Strommarkt behaupten können. Eine für diese Verhältnisse auch unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten geeignete Technik muss der Dezentralität Rechnung tragen und sie muss sich durch eine höhere Effizienz auszeichnen, als

es die heutigen Holzfeuerungsanlagen vermögen. Die Vergasungstechnik bietet hierfür ausgezeichnete Voraussetzungen, doch konnte die technologische Entwicklung bislang die in sie gesetzten Erwartungen noch nicht erfüllen.

Fraunhofer UMSICHT entwickelt seit 1994 innovative Verfahren zur effizienten Verstromung von Holz/Biomassen auf Basis der Vergasungstechnik. Mit Fördermitteln des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (FKZ 94 NR 140-F und 98 NR 075) und dem Partner für Blockheizkraftwerke G.A.S. Energietechnik GmbH, Krefeld wurde vor allem die Wirbelschichtvergasung in Verbindung mit einem motorisch betriebenen Blockheizkraftwerk (BHKW) vorangetrieben. In jüngster Vergangenheit konnten im Rahmen der Pilotmaßstabserprobung entscheidende Fortschritte erzielt werden.

## 2 Historie der Holzvergasung

Der in den zwanziger Jahren von Imbert entwickelte Holzvergaser für den Antrieb von Kraftfahrzeugen verhalf der Holzvergasung vor allem in den folgenden rohstoffknappen Kriegsjahren zu außergewöhnlichem Aufschwung. Zahlreiche PKW und vor allem Nutzfahrzeuge wurden mit den sog. Holzkochern ausgerüstet. Die Bilder 1 und 2 zeigen den damals verbreiteten Imbert-Vergaser und einen damit ausgerüsteten Ackerschlepper vom Typ Lanz Bulldog (Flücht 1943).

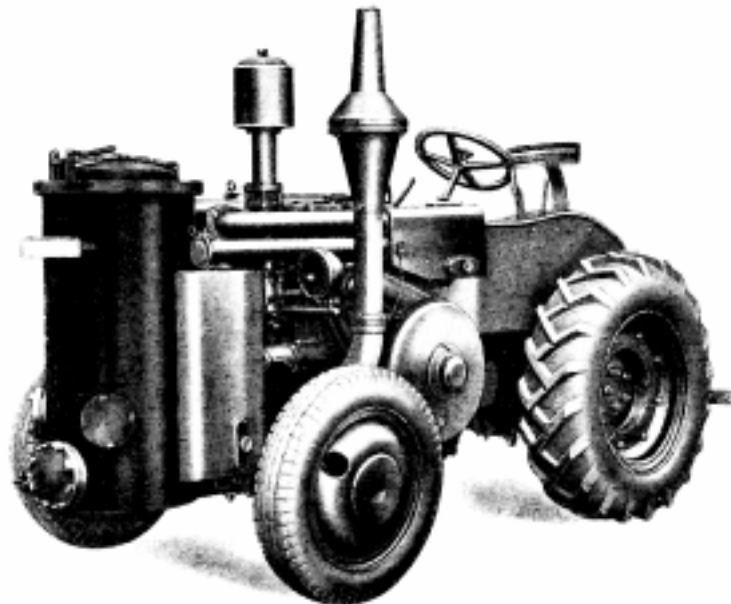


Bild 1: Lanz-Bulldog mit Imbert-Gaserzeuger (1942)

Bei dem Gasgenerator handelte es sich um einen Festbettvergaser nach dem Prinzip der absteigenden Vergasung. Bei dieser Variante wird das Gas im Gleichstrom mit dem Holz von oben nach unten durch das Bett aus Holzstücken gesaugt und verläßt den Schacht letztlich nach Passieren der heißen am Boden befindlichen Glutzone. Ein Großteil der zuvor gebildeten kohlenwasserstoffhaltigen Schwelprodukte (Teere) wird dabei gespalten. Vor allem durch

die thermische Spaltung der motorenschädlichen Teere und die nachfolgende Quenche bzw. Kondensation war der Betrieb eines Motors einige Zeit lang möglich. Aus Erzählungen von Zeitzeugen, die praktischen Umgang mit solchen Holzvergäsern hatten, darf jedoch geschlossen werden, daß der damalige sorglose Umgang mit den teerhaltigen Kondensaten unter heutigen Umweltschutzaspekten und Auflagen keinesfalls denkbar wäre. Damit eng verknüpft ist auch die Frage, warum eine Technologie, die vor 60 Jahren erfolgreich war, heutzutage den stationären Anlagen nicht zum Durchbruch verhilft.

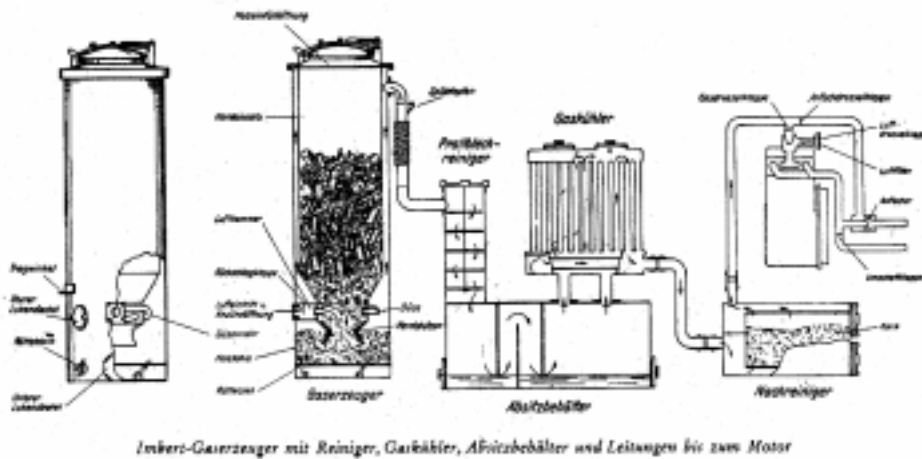


Bild 2: Historischer Holzvergaser System Imbert (1942)

Die heute an Energieerzeugungsanlagen gestellten Anforderungen an Anlagenverfügbarkeit und Sicherheitstechnik und nicht zuletzt die heutige Immissionsschutzgesetzgebung sind mit damaligen Maßstäben nicht mehr zu vergleichen. Für moderne Vergaser, die möglichst 7.000 bis 8.000 Stunden pro Jahr störungsfrei durchlaufen sollen, wären allein Unwägbarkeiten wie das eventuell nicht nachrückende Brennstoffbett undenkbar.

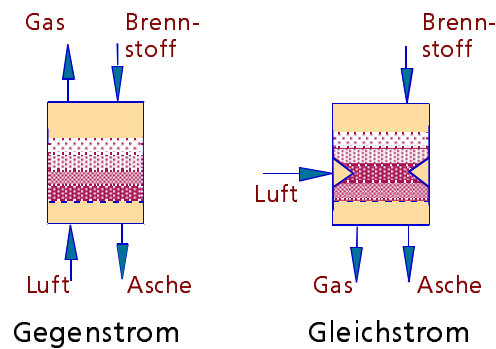
So konnten sich neuere Vergaserentwicklungen, die auf dem Festbettprinzip basieren, bislang nicht auf breiter Front durchsetzen. Aufgrund der prinzipiellen Nachteile des ungleichmäßigen Brennstoffflusses und die durch lokale Totzonen, Kanäle und Hot Spots verursachten schwankenden Gasqualitäten, sind Festbettvergaser vor allem für den Leistungsbereich im Megawattmaßstab eher schlecht geeignet. Selbst die beim Gleichstromprinzip geringeren Teergehalte des Gases sind für einen Dauerbetrieb ohne weitere Gasaufbereitung oftmals zu hoch.

### 3 Grundlegendes zur Technik der Vergasung

Im Gegensatz zur konventionellen Verbrennung von Holz, bei der lediglich Wärmeenergie erzeugt wird, entsteht bei der Vergasung ein Brenngas mit chemisch gespeicherter Energie. Zur Gaserzeugung existieren verschiedene technische Grundprinzipien und Verfahren, die in Bild 3 schematisch dargestellt sind.

**Bewegtes  
Brennstoffbett**  
(gravimetrische  
Brennstoffbewegung)

- Trocknungszone
- Pyrolysezone
- Reduktionszone
- Oxidationszone



**Fluidisiertes  
Brennstoffbett**

- Wirbelbett
- Freeboard

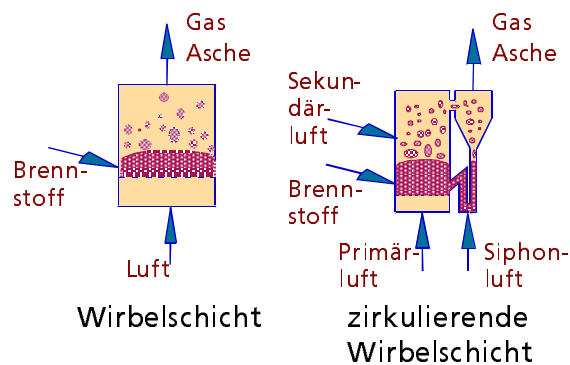


Bild 3: Vergasergrundtypen

### 3.1 Festbettvergaser

Festbettvergaser sind stehende Schachtreaktoren, in denen sich stückiger Brennstoff als wandernde Schüttung befindet, die vom Vergasungsmittel durchströmt wird. Die Unterscheidung der verschiedenen Varianten von Festbettvergasern erfolgt anhand der Richtung der Stoffströme. Bei einer von oben erfolgenden Brennstoffaufgabe kennzeichnet die Bezeichnung Abstrom- bzw. Aufstromvergaser die Bewegungsrichtung des Gases. Somit entspricht die aufströmende Vergasung einer Gegenstromvergasung und die abströmende Vergasung einer Gleichstromvergasung.

#### 3.1.1 Gleichstrom-Typ

Im Festbett-Gleichstromvergaser sind die Bewegungen des Brennstoffes und des Gases gleichgerichtet. Wird der Brennstoff und das Vergasungsmittel am Reaktorkopf zugegeben, spricht man von einer *abströmenden* Gleichstromvergasung. Bei einer Unterschubzuführung der Brennstoffe in den Reaktor spricht man von einer *aufströmenden* Gleichstromvergasung.

Der Brennstoff durchläuft nacheinander die verschiedenen Zonen der Vergasung. Die Zufuhr der Verbrennungsluft erfolgt im unteren Drittel des Vergasungsreaktors in einem meist verengten Querschnitt. In diesem Kehlenbereich bildet sich eine Oxidationszone mit hohen Temperaturen. Unterhalb dieser Zone befindet sich ein Holzkohleglutbett, welches die Reduktionszone bildet. Der Ascheaustrag erfolgt nach unten über den Rostboden.

Bei der Gleichstromvergasung durchströmen alle Pyrolyseprodukte die Oxidations- und Reduktionszone, wodurch, die Ausbildung einer homogenen Oxidationszone vorausgesetzt, ein teearmes Generatorgas erzeugt wird.

In *abströmenden* Gleichstromvergäsern können grobe, stückige Brennstoffe mit möglichst gleichmäßig großen Partikeln und einem Wassergehalt von bis zu 20 Ma.-% eingesetzt werden. Die erzwungene, aufwärtsgerichtete Feststoffbewegung bei *aufströmenden* Gleichstromvergäsern ermöglicht den Einsatz von etwas feinkörnigerem aber ebenfalls gleichmäßigem Brennstoff.

### 3.1.2 Gegenstrom-Typ

Im Festbett-Gegenstromvergaser sind die Richtungen der Brennstoff- und Gasströme entgegengesetzt. Der Brennstoff wird vorwiegend von oben aufgegeben und wandert mit der Schwerkraft durch Fortschreiten der nachfolgenden Reaktionen nach unten.

Die Zufuhr des Vergasungsmittels erfolgt von unten, wobei der Rost neben seiner Tragfunktion für das Brennstoffbett gleichzeitig als Verteilerboden dient. Auch hier werden vom Brennstoff nacheinander verschiedene Zonen der Vergasung durchlaufen. Der Ascheaustrag erfolgt nach unten über den Rostboden. Dieser Vergasertyp stellt konstruktiv die einfachste und robusteste Variante dar.

An das Einsatzmaterial werden bezüglich Wassergehalt und Stückigkeit weniger scharfe Anforderungen gestellt. Es ist der Einsatz von Brennstoffen mit einem Wassergehalt von 30-40 Ma.-% möglich, da die Wärme des Gases beim Durchströmen des frischen Brennstoffes an diesen übertragen wird. Eine Vorwärmung des Vergasungsmittels erfolgt durch die Ascheschicht. Das Generatorgas tritt relativ kalt aus dem Vergasungsreaktor aus. Das Generatorgas weist einen hohen Heizwert aufgrund des hohen Teergehaltes auf. Die in der Reduktionszone gebildeten Gase durchströmen die Pyrolyse- und Trocknungszone und führen daher am Reaktoraustritt eine große Menge an Teeren mit.

## 3.2 Wirbelschichtvergaser

Ein Wirbelschichtvergaser besteht i. w. aus einem senkrecht stehenden Reaktorsrohr ohne Heizflächen und bewegliche Einbauten, das oberhalb eines Düsenbodens mit inertem wirbelfähigem Bettmaterial (z. B. Sand) angefüllt ist und das von der Unterseite mit dem Vergasungsmittel (z. B. Luft) angeströmt wird. In diese wirbelnde Schicht aus Bettmaterial wird der feinstückig aufbereitete Brennstoff eingebracht. Die Strömungsgeschwindigkeit ist dabei hoch genug, um den Feststoff im Vergaser zu fluidisieren, wobei sich der Zustand einer *stationären Wirbelschicht* (SWS) einstellt. Das ideal durchmischte und verteilte Bettmaterial erfüllt dabei i. w. die Funktion des Wärmetransports im System, wodurch eine höchstmögliche Vergleichmäßigung der Temperaturverteilung erreicht wird.

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

Bei der WS-Vergasung können die vorteilhaften Eigenschaften von Wirbelschichten hinsichtlich Mischungsverhalten, Reaktionskinetik, Stoff- und Wärmeübergang sowie der Möglichkeit der Zumischung von Additiven ausgenutzt werden.

Die Vergasungstemperatur ist begrenzt durch das Ascheschmelzverhalten der eingesetzten Brennstoffe und liegt bei Holz typischerweise unterhalb von 950 °C. Der eingesetzte Brennstoff muss für technische Anlagen auf Abmessungen < 40 mm zerkleinert werden, wobei auf-

grund der dadurch vergleichsweise großen Brennstoffoberfläche gute Reaktionsbedingungen vorliegen. Wirbelschichtvergasungsanlagen kommen hauptsächlich in höheren Leistungsbereichen zur Anwendung. Nach unten hin kann der Leistungsbereich technischer Anlagen zur Holzvergasung etwa bis 1,0 MW Brennstoffleistung erweitert werden. Dabei muss die Anlagentechnik allerdings aufwandsbedingt schon vereinfacht werden. Die qualitativ bessere aber aufwendigere zirkulierende Wirbelschichtvergasung erfordert eine Mindestleistung von 2-3 MW (bezogen auf den Brennstoffinput).

Das Betriebsverhalten der Vergasung in der stationären bzw. zirkulierenden Wirbelschicht ist tendenziell ähnlich. Während die SWS Vorteile im Teillastverhalten aufweist, ist die ZWS eher für bessere und gleichmäßigere Gasqualitäten geeignet.

Zusammengefasst vereinigt die bei Umgebungsdruck arbeitende Wirbelschichtvergasung mit Luft folgende vorteilhafte Eigenschaften:

- gleichmäßige Gasproduktion hinsichtlich Temperatur, Menge und Qualität,
- geeignet ungleichmäßigen Brennstoff unterschiedlicher Körnungen zu verarbeiten,
- vergleichsweise unempfindlich gegenüber Brennstoffverunreinigungen,
- weiter Lastbereich von 55 % - 110 % (100 % = Auslegungsleistung / Betriebsoptimum),
- hohe Laständerungsgeschwindigkeit von bis zu 10 %/min,
- durch intensiven Kontakt mit dem heißen Bettmaterial wird die Teerbildung stark vermindert und damit die Gefahr von Ablagerungen durch Kondensation von Nebenprodukten stark vermindert (gilt besonders bei ZWS),
- bewährte Vergasungstechnik, hohe Verfügbarkeit, geringes technisches Risiko,
- luftgeblasene Vergasung ist technisch und apparativ vergleichsweise einfach, daher auch für mittlere und kleine Anlagen wirtschaftlich darstellbar.

Eine primäre Reduzierung der kondensierbaren Kohlenwasserstoffe (Teere) im Generatorgas, kann in Wirbelschichtanlagen mittels katalytisch wirkendem Bettmaterial erreicht werden. Andere Vergasungsverfahren bieten diese Möglichkeit nicht, weshalb je nach Anwendungsfall eine aufwendige Nachbehandlung notwendig ist. Die grundsätzlich möglichen Anwendungsgebiete der Vergasungstechnik sind in Bild 4 am Beispiel der Wirbelschicht-Vergasung dargestellt.

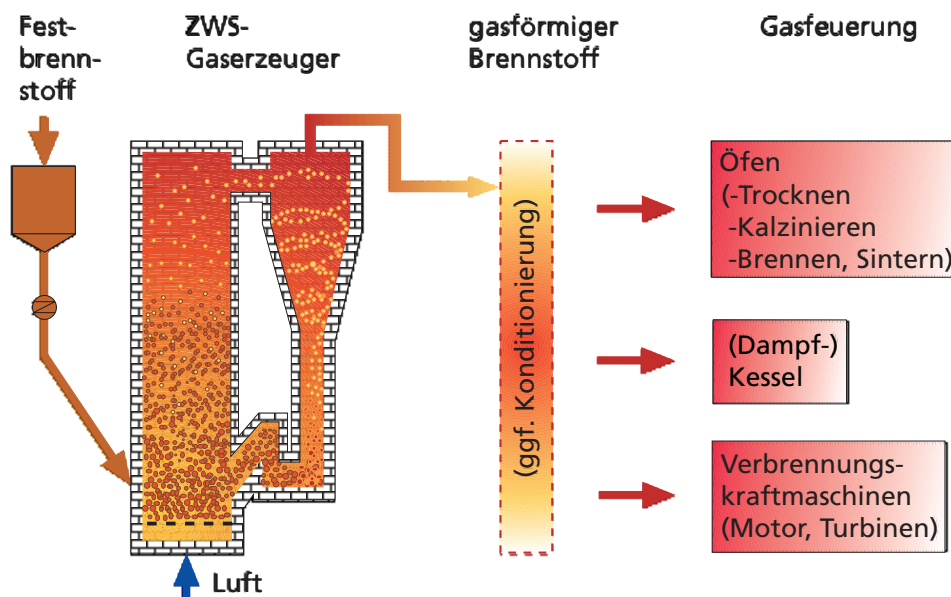


Bild 4: Anwendungsgebiete der Vergasung, hier beispielhaft ZWS-Vergasung

In der Tabelle 1 sind die wichtigsten Eigenschaften der verschiedenen genannten Vergasungssysteme gegenüber gestellt.

Tabelle 1: Eigenschaften verschiedener Vergasertypen

	Teergehalt im Gas	Staubgehalt im Gas	Gleichmäßigkeit der Gaserzeugung (Heizwert + Menge)	Scale-up-Möglichkeit	typ. Leistung [MW <sub>el</sub> ]	
					min.	max.
Festbett Gleichstrom	sehr gering	mäßig	u. U. schlecht (Anlagengröße!)	schlecht	0,05	0,5
Festbett Gegenstrom	sehr hoch	mäßig	mäßig	mäßig	0,5	10
Wirbelschicht, stationär	mäßig	hoch	sehr gut	gut	0,5	20
Wirbelschicht, zirkulierend	gering	sehr hoch	sehr gut	sehr gut	1	100

Einen großen Einfluss auf die Gasqualität, vor allem bezüglich des Heizwertes, hat das zur Anwendung kommende Vergasungsmittel. Die Vergasung mit Luft als Sauerstoffträger stellt die einfachste Variante dar, hat aber den Nachteil des sehr viel niedrigeren Heizwertes durch den Stickstoffanteil aus der Luft (siehe Bild 5)

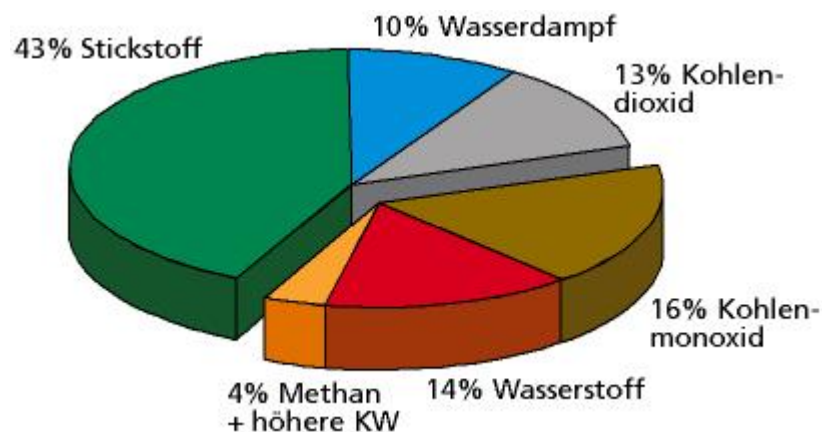


Bild 5: Durchschnittliche Zusammensetzung des Schwachgases aus der luftgeblasenen Holzvergasung

Bei der Verwendung von Sauerstoff als Vergasungsmittel wird ein stickstoffarmes Generatorgas mit hohem Heizwert erzeugt, wobei für die Sauerstoffbereitstellung spezielle Anlagenkomponenten erforderlich sind. Bei der sog. allothermen Vergasung mit Dampf als Vergasungsmittel können ebenfalls sehr viel höhere Gasheizwerte erzielt werden, doch muss die Wärme für die vollständige endotherme Vergasung hierbei durch einen externen Wärmeträger bereitgestellt werden. Die Variante ist daher technisch außerordentlich anspruchsvoll und dementsprechend bislang sehr selten realisiert worden.

Bei beiden Varianten sind theoretische Gasheizwerte von bis zu 15 MJ/m<sup>3</sup> erreichbar, die von ausgeführten Anlagen bekannten Heizwerte liegen meist bei max. 11 MJ/m<sup>3</sup>. Verglichen mit dem Erdgasheizwert von rund 38 MJ/m<sup>3</sup> stehen mit den hochwertigen Generatorgasen somit rund 1/3 der Energiedichte von Erdgas zur Verfügung, während luftgeblasenes Holzgas ca. 1/6 - 1/7 des Erdgasheizwertes erreicht.

Der mit hohen Kosten verbundene Bedarf an zusätzlichen Anlagenkomponenten führt sowohl bei der Sauerstoff- als auch bei der Dampfvergasung insbesondere bei Anlagen im kleineren bis mittleren Leistungsbereich zu betriebswirtschaftlichen Nachteilen.

Da Biomasse eher ein regionales Thema ist und die Biobrennstoffe nicht über vergleichbar ausgebaute und zentralisierte Versorgungswege wie Kohle, Öl oder Erdgas bezogen werden können, werden Biomasseanlagen zwangsläufig nicht in Kraftwerksdimensionen vordringen können, wie wir bei fossil gefeuerten Großkraftwerken üblich sind. Damit sich die Technik auch bei kleineren Anlagen rechnet, muss sie möglichst einfach aufgebaut sein. Dies kann mit der Vergasung nur bei Einsatz des Vergasungsmittels Luft gewährleistet werden.

Bei der Vergasungstechnik lässt sich die Frage „Stand der Technik, Ja oder Nein?“ nur in Verbindung mit der jeweils betrachteten Gasnutzung beantworten. Grundsätzlich wird die Gaserzeugung aus fester Biomasse heute mit verschiedenen Verfahren so gut beherrscht, dass man sie eindeutig dem Stand der Technik zuordnen kann. Die in Bild 4 oben aufgeführten Varianten der Gasnutzung sind großtechnisch bereits mehrfach erfolgreich umgesetzt worden. Die Anforderungen an die Gaserzeugung bzw. an die Gaskonditionierung und die Gasqualität sind hierbei mitunter sehr gering.

Die in der Mitte aufgeführten Anwendungen mit gasgefeuerten Dampfkesselanlagen können im Einzelfall sinnvolle Lösungen darstellen, die bereits heute mit geringem technischem Risiko zu realisieren sind, wie verschiedene Ausführungsbeispiele, vor allem aus Skandinavien, zeigen.

Von vordergründigem Interesse für die Stromerzeugung sind die in Bild 4 unten genannten Nutzungsvarianten (Gasmotor, Gasturbine etc.), da sie die höchstmögliche Effizienz bieten. Allerdings stellen sie höchste Anforderungen an das Gas hinsichtlich Qualität und konstanter Menge. Die hierfür entwickelten technischen Lösungen stehen heute an der Schwelle von der Pilotmaßstabserprobung zur Demonstrationserprobung.

Nachfolgend werden zwei der bei Fraunhofer UMSICHT in Entwicklung befindlichen Prozesse zur Biomasseverstromung auf Basis der Vergasung vorgestellt und bewertet.

## 4 ZWS-Vergasung in Verbindung mit gasgefeuerter Kesselanwendung

### 4.1 Verfahrensbeschreibung

Eines der von Fraunhofer UMSICHT angebotenen technischen Konzepte (vgl. Nutzungsvarianten Bild 4) basiert auf der Umwandlung (Vergasung) des festen Brennstoffes Holz in einen gasförmigen Brennstoff, der nachfolgend in einer gasgefeuerten Kesselanlage verbrannt wird.

Ein von Fraunhofer UMSICHT hierzu projektiertes Verfahren ist in Bild 6 dargestellt. Eine entsprechende Anlage ist für den Einsatz in einem Werk zur Herstellung hochreinen Quarzsandes vorgesehen und dient dort erstens der Bereitstellung von Prozesswärme zur Sand-

trocknung, zweitens der Bereitstellung von Prozessdampf für eine effizientere Planfilterentwässerung und drittens der Erzeugung elektrischen Stroms.

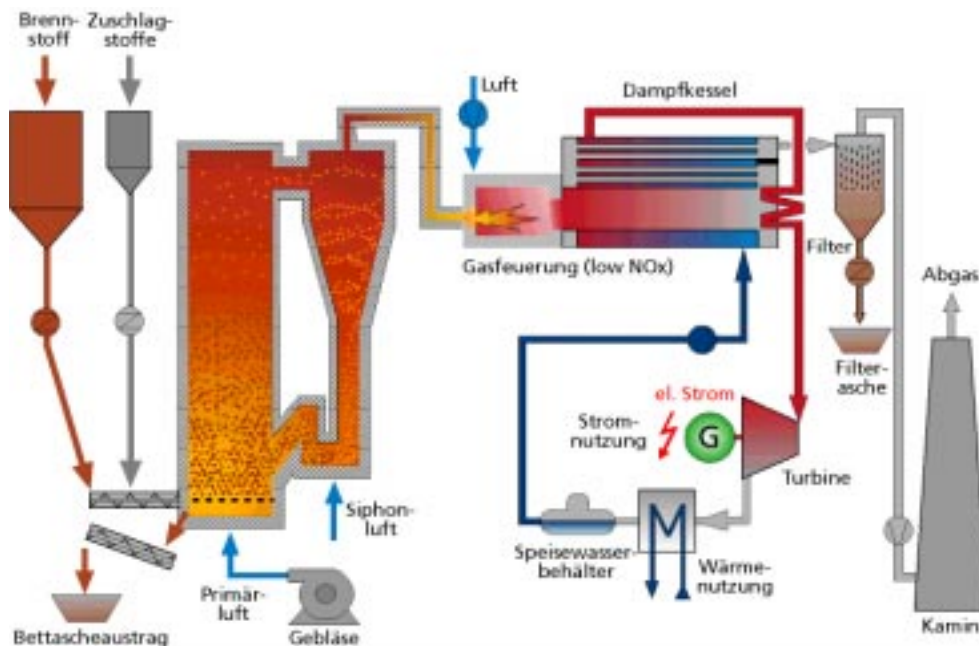


Bild 6: ZWS-Vergasung mit Dampfkesselanlage zur Stromerzeugung

Die geplante Anlage soll eine bislang mit Heizöl befeuerte Sandaufbereitungsanlage ersetzen und somit zur Vermeidung von rund 8000 t/a CO<sub>2</sub>-Emission beitragen.

Damit die Gesamtanlage wirtschaftlich tragfähig betrieben werden kann, wurde sie auf eine entsprechend höhere Gesamtleistung (10,5 MW<sub>th</sub>) ausgelegt. Die zusätzlich erzeugte Energie wird über einen Dampfprozess verstromt und an das öffentliche Netz abgegeben. Damit erfüllt die Anlage zum einen die Forderung nach konkurrenzfähiger Wärmebereitstellung im Sandwerk und kommt zum anderen dem politischen bzw. öffentlichen Wunsch in Deutschland nach einem verstärkten Engagement im Bereich regenerativer Energien nach.

Dem Dampfkessel sowie dem Heißluftherzeuger nachgeschaltet ist eine Rauchgasreinigung bestehend aus Gewebefilter und Trockensorptionsstufe. Bei Einsatz von Rest- und Altholz werden mit dieser Anlagentechnik die Grenzwerte der 17. BImSchV eingehalten.

#### 4.2 Vorteile, die sich der Vergasung ergeben

Die Holzvergasung mit nachgeschalteter Gasfeuerung ist der konventionellen Holzfeuerung überlegen. Es ist technisch nicht möglich, eine Festbrennstofffeuerung mit ähnlich gleichmäßiger Verbrennung zu realisieren, wie sie in einer Gasfeuerung vorherrscht.

Beim Vergleich von Emissionsgrenzwerten ist zu beachten, dass sie sich bei Festbrennstofffeuerungen üblicherweise auf 11% Sauerstoffgehalt im Rauchgas beziehen, während bei Gasfeuerungen im Normalfall ein Bezugs-O<sub>2</sub>-Wert von 3% gilt. Für einen direkten Vergleich müssen die Grenzwerte entsprechend umgerechnet werden. Für die o. g. Anlage mit holzgasgefeuerten Kessel wurden Grenzwerte beantragt, die deutlich unter den Grenzwerten liegen, die für regelbrennstoff-gefeuerten Holzfeuerungsanlagen liegen.

Bei der Gasfeuerung, in der durch hohe Turbulenz der Gasströmung, konstruktive Möglichkeiten der Strömungsführung etc. naturgemäß eine ideale Vermischung und Kontrolle des

Verbrennungsvorgangs erfolgen kann, ist die Qualität der Feuerung sehr hoch und der damit verbundene Schadstoffausstoß, entsprechend gering. Bei der Festbrennstofffeuerung dagegen gelingt es aufgrund der Heterogenität und Anisotropie des festen Brennstoffes nur unvollkommen, eine gleichmäßige Verteilung innerhalb des Brennraumes und eine gleichmäßige Verbrennung zu gewährleisten. Aus diesem Grund schreibt der Gesetzgeber für Gasfeuerungen auch strengere Grenzwerte als für Festbrennstofffeuerungen vor.

Im Bereich der Rauchgasreinigung bzw. Emissionsbegrenzung kommen Verfahren zum Einsatz, die sich an den Erfordernissen orientieren und die dem Stand der Technik entsprechen. So wird bei Holzfeuerungsanlagen vergleichbarer Größe üblicherweise in der Rauchgasreinigung keine Gaswäsche sondern ebenfalls ein Trockensorptionsverfahren mit anschließendem Gewebefilter eingesetzt. Dieses Verfahren ist geeignet, selbst bei Holzfeuerungen, in denen Holzabfälle gem. 17. BImSchV verbrannt werden, die Emissionsgrenzwerte zu unterschreiten. Bei Holzfeuerungen kann mitunter allerdings eine zusätzliche Stufe zur sog. Entstickung der Rauchgase (DeNO<sub>x</sub>-Stufe) erforderlich sein. Dies betrifft insbesondere Anlagen, in denen Reste von Spanplatten und Faserplatten verbrannt werden, da die dort verwendeten Bindemittel stickstoffhaltig sind.

Im Bereich der Emissionsbegrenzung kommt der neuen Vergasungstechnologie ein bedeutender Vorteil zugute, der in der Chemie der beteiligten Stoffe begründet ist. Am Beispiel des Stickstoffs bzw. der als Luftschadstoffe ausgewiesenen Stickoxide (NO<sub>x</sub>) soll dies verdeutlicht werden. Bei der Festbrennstofffeuerung (Holzverbrennung), die eine chemische Umwandlung unter Luftüberschuss darstellt, verbindet sich der Stickstoff des Brennstoffs unweigerlich mit dem Sauerstoff der Verbrennungsluft zu NO<sub>x</sub>, welches in einer nachfolgenden Entstickungsstufe aus dem Rauchgas entfernt werden muss, um die vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerte einzuhalten. Das üblicherweise zum Einsatz kommende SNCR-Entstickungsverfahren basiert auf einer Eindüsung von Ammoniak (NH<sub>3</sub>) in den Rauchgasstrom, wodurch sich NO<sub>x</sub> mit NH<sub>3</sub> zu Stickstoff N<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O, also Stickstoff und Wasser, umsetzt.

Die Vergasung dagegen ist eine chemische Umsetzung unter Luftmangel bzw. Sauerstoffmangel. In der dort herrschenden reduzierenden Atmosphäre wird der Stickstoff idealerweise in Form von Ammoniak (NH<sub>3</sub>) oder als molekularer Stickstoff (N<sub>2</sub>) gebunden. Bei der nachfolgenden Verbrennung des erzeugten Gases wird derselbe Effekt wie bei der SNCR-Entstickung prozessintern ausgenutzt und das Gas in einer Low-NO<sub>x</sub>-Gasfeuerung (gestufte, kontrollierte Verbrennung) emissionsarm verbrannt.

Ähnlich positive Effekte, die z. T. auch aus der ideal durchmischten Gasflamme, in Verbindung mit hoher Temperatur und langer Verweilzeit in der Flamme resultieren, lassen sich auch für andere Schadstoffe ableiten.

Abschließend beurteilt, präsentiert sich die Vergasungstechnik zur Energieerzeugung aus Holz bezüglich der Schadstoffemissionen besser als die konventionelle Holzfeuerung, erreicht aber nicht die Qualität einer typischen (z. B. erdgasgefeuerten) Gasfeuerung. Sie verbindet aber einen technischen Fortschritt mit dem Vorteil der Energieerzeugung aus regenerativen Ressourcen.

Das Konzept der Vergasung in einer Verbindung mit Gaskesselanlage ist bereits verschiedentlich erfolgreich demonstriert worden. So wird beispielsweise im finnischen Kitee das örtliche Fernwärmenetz mit einer solchen Anlage versorgt. Bei dem dort eingesetzten Holzvergaser handelt es sich um einen Gegenstrom-Festbettvergaser vom Typ Bioneer. Ein vergleichbare Anlage versorgt im bayerischen Rosenheim das Möbelwerk Werndl mit Wärme aus Holzabfällen. Als Vergaser ist dort ein Wamsler-Thermoprozessor im Einsatz. Auf gleiche Art und Weise ist es auch möglich, das beschriebene Verfahren in Verbindung mit Wirbelschichtvergasern anzuwenden. Wenngleich sich das Konzept bisher noch nicht durchge-

setzt hat, so ist das technische Risiko doch sehr überschaubar und man könnte die Vergasungstechnik für derartige Anwendungen durchaus dem Stand der Technik zurechnen.

## 5 Nutzung von Holzgas in Gas-Otto-Motoren (BHKW) und Fortschritte bei der Gaskonditionierung (Teerproblem)

Aufgrund des Wirkungsgradvorteils auch bei kleinen Anlagen sowie der Einfachheit des Prozesses wird vor allem die Nutzung von Holzgas in Blockheizkraftwerken (BHKW) mit Gas-Otto-Motoren mit größtem Interesse verfolgt.

Die Voraussetzungen, die das Brenngas für Gasmotoren unbedingt erfüllen muss, sind:

- Zündfähigkeit muss gegeben sein,
- nicht zu hohe und nicht zu niedrige Abbrandgeschwindigkeit (das Gemisch muss innerhalb des Arbeitstaktes abbrennen),
- ausreichend niedriger Gehalt an motorschädigenden Stoffen im Gas (Staub, S, Cl, F, Si-Verbindungen, Teere),
- Kondensation im Gaszuführsystem muss vermieden werden.

Der Betrieb von BHKW's mit Holzgas wird derzeit nur an wenigen Stellen praktiziert und kann noch nicht als Stand der Technik angesehen werden. Grund dafür sind hauptsächlich die als Nebenprodukt der Vergasung gebildeten Teere, die durch Kondensation und besonders durch Resublimation die Funktionsfähigkeit des Gaszuführsystems (Mischer, Ventile, Messfühler etc.) beeinträchtigen. Heute wird von der Notwendigkeit der Erzeugung eines Holzgases mit einer Restkonzentration an Teer von 50 bis 100 mg/m<sup>3</sup> ausgegangen.

Eine weitere Schwierigkeit liegt in Grundzusammensetzung des Holzgases. Während Bio-, Klär- und Deponiegase Methan als Hauptbrenngas besitzen, sind dies bei Holzgas Wasserstoff und Kohlenmonoxid. Bei einem hohen Wasserstoffanteil im Brenngas kann eine klopfende Verbrennung auftreten, während das relativ langsam verbrennende CO in zu hoher Konzentration die motorische Verbrennung hemmt. Zum Schutz des Motors ist daher eine Klopfregelung oder eine generelle Lastreduktion der Maschine sinnvoll. Bisher ist es aufgrund der geringen Erfahrungen und der zum Teil sehr stark differierenden Gaszusammensetzungen noch nicht möglich, allgemein gültige Aussagen zum Motorbetrieb mit Holzgas zu machen.

Problematisch sich stellt die Verbrennung des CO-haltigen Holzgases im Zusammenhang mit der Emissionsschutzgesetzgebung dar. Während die TA-Luft für Motorenanlagen für den Einsatz üblicher Brenngase (Erdgas, Deponiegas etc.: alle nicht CO-haltig) eine CO-Grenzwert von 650 mg/Nm<sup>3</sup> vorschreibt, so droht dieser Wert bei Holzgas bereits durch den normalen Gasschlupf der Motoren überschritten zu werden. Inwieweit das Problem der CO-Emissionen durch optimierte Betriebsführung zu lösen ist oder ob eine nachgeschaltete CO-Minderungstechnik erforderlich sein wird, muss noch weiter untersucht werden.

Fraunhofer UMSICHT entwickelt seit 1994 mit Mitteln des BML (FKZ 94 NR 140-F und 98 NR 075) ein Verfahren zur gasmotorischen Nutzung und Verstromung von Holz/Biomasse. Das in Bild 7 gezeigte Verfahren basiert auf der luftgeblasenen Vergasung der Biomasse in

der atmosphärischen zirkulierenden Wirbelschicht (ZWS) und der anschließenden Nutzung des Gases in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) mit Gasmotor. Im Gegensatz zu Festbett-Vergasungsverfahren ist vor allem die Wirbelschichtvergasung geeignet, ein Brenngas zu erzeugen, das die oben beschriebenen Anforderungen erfüllt. Mit optimierten Festbettvergasern dürfte dies nach bisherigen Erfahrungen nur bis zu einer Feuerungswärmeleistung unterhalb von 500 kW (bzw. 150 kW<sub>el</sub>) zufriedenstellend gelingen.

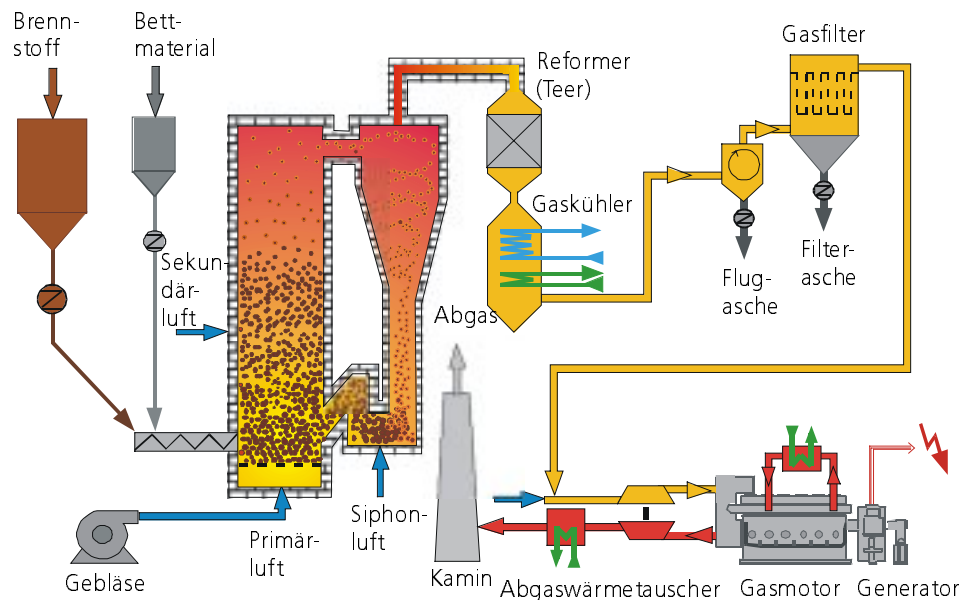


Bild 7: ZWS-Vergasung mit trockener Gasreinigung zur effizienten Strom- und Wärmeerzeugung mittels Blockheizkraftwerk (BHKW)

Bei Fraunhofer UMSICHT wird an einer auf dem o. g. Konzept basierenden Versuchsanlage im Pilotmaßstab die Verfahrensentwicklung vorangetrieben. Das Bild 8 zeigt eine Ansicht der Pilotanlage mit 0,5 MW Brennstoffleistung in Oberhausen.



Bild 8: Pilotanlage bei Fraunhofer UMSICHT  
links: ZWS-Gaserzeugung; rechts (unten): BHKW (Container-Einheit)

Hinsichtlich der bei der Biomassevergasung problematischen Teerbildung bietet die zirkulierende Wirbelschicht Vorteile gegenüber den Festbettverfahren. Die sehr guten Reaktionsbedingungen sorgen in der ZWS für einen ausgezeichneten Wärme- und Stoffaustausch. Insbesondere durch die gleichmäßig hohe Temperatur und den Kontakt mit dem umlaufenden heißen Bettmaterial wird die Teerbildung stark vermindert. Nur bei kleineren Festbettvergasern nach dem Gleichstromprinzip ist es bislang gelungen, eine für Gasmotoren ausreichende Teerfreiheit darzustellen. Bei größeren Einheiten, die im Leistungsspektrum eines industriellen oder kommunalen Einsatzes liegen, konnte dies aber nicht umgesetzt werden. Insbesondere die Schwierigkeiten einer zunehmenden Ungleichmäßigkeit der Brennstoffbewegung und damit der Vergasungsreaktionen führt zu schwankenden Gasqualitäten und Mengen, die nicht beherrschbar sind. Bei der Wirbelschichtvergasung befindet sich hingegen nur rund 5 % Brennstoffmasse in einem intensiv durchmischten Sandbett, wodurch eine höchstmögliche Gleichmäßigkeit der Gasproduktion hinsichtlich Qualität und Menge gewährleistet ist.

Nachteilig wirkt sich bei der Wirbelschichtvergasung allerdings der höhere technische Aufwand aus, der einen Einsatz des oben beschriebenen Verfahrens unterhalb einer Feuerungswärmeleistung von ca. 2 MW (bzw. ca. 600 kW<sub>el.</sub>) als kommerzielle Anlage praktisch nicht zulässt.

An der Fraunhofer UMSICHT-Pilotanlage werden derzeit Versuche in Verbindung mit einem Gasmotoren-BHKW der G.A.S. Energietechnik GmbH durchgeführt. Die bisherigen Untersuchungen geben Anlass zu der Hoffnung, dass mit diesem Konzept demnächst ein abwasserfreies Verfahren zur Verfügung stehen wird, dass technisch wie betriebswirtschaftlich gleichermaßen als erfolgreich angesehen werden kann. Entscheidend hierfür ist ein katalytischer Reformier, der das Teerproblem durch chemische Umwandlung von Teer (höhermolekulare Kohlenwasserstoffe) in Nutzgas (niedermolekulare Kohlenwasserstoffe) löst. Die Entwicklungsschritte hinsichtlich der Teerminderung und der Dauerbetriebstauglichkeit werden nachfolgend beschrieben.

## **5.1 Teerminderung durch geeignete Wahl des Bettmaterials**

Verschiedene in der Wirbelschicht eingesetzte Bettmaterialien haben einen signifikanten Einfluss auf die Konzentration an kondensierbaren Kohlenwasserstoffen (Teer) und somit auf die Chancen einer motortauglichen Gasqualität, siehe Bild 9. Bei der Verwendung bestimmter Mineralienmischungen lässt sich unter den angegebenen Bedingungen ein annähernd motorisch nutzbares Gas erzeugen.

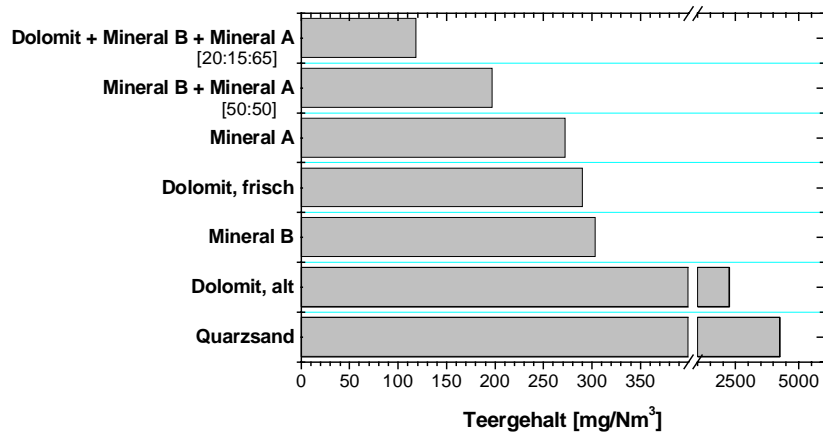


Bild 9: Teergehalte (Naphthalin und C11-C20) im Holzgas bei Einsatz verschiedener Bettmaterialien  
 Biomassedurchsatz: 60 - 80 kg/h  
 Holzwassergehalt: 15 - 18 %<sub>atro</sub>  
 T = 910 - 920 °C  
 $\lambda = 0,40$   
 Leerrohrgeschwindigkeit:  $u_0 = 2,5 - 3,2$  m/s  
 Verweilzeit im Vergaser: 2,5 - 3,2 s

Die Variation des Bettmaterials hat nicht nur Einfluss auf den Gehalt an kondensierbaren Kohlenwasserstoffen, sondern auch auf die Anteile der jeweiligen Gashauptkomponenten, wie das nachfolgende Bild 10 zeigt.

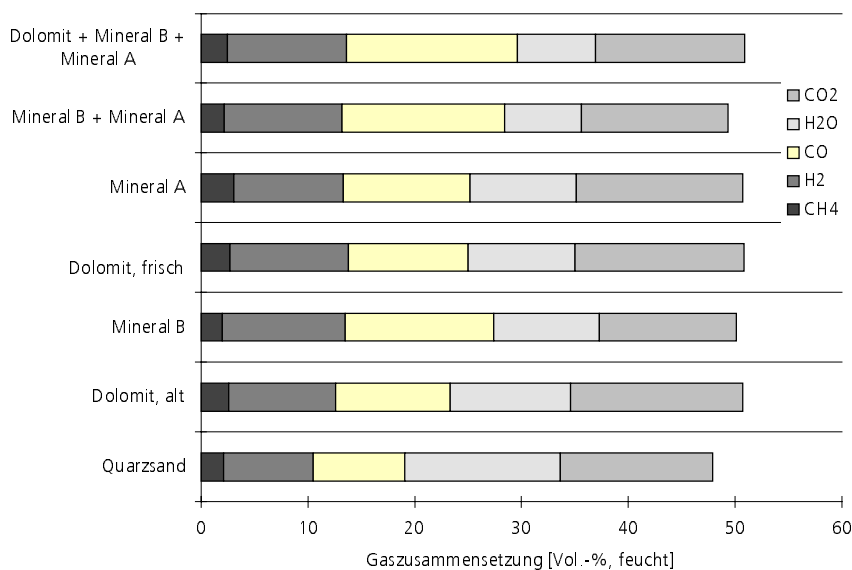


Bild 10: Holzgaszusammensetzung für verschiedene Bettmaterialien  
 Biomassedurchsatz: 60 - 80 kg/h  
 Holzwassergehalt: 15 - 18 %<sub>atro</sub>  
 T = 910 - 920 °C  
 $\lambda = 0,40$   
 Leerrohrgeschwindigkeit:  $u_0 = 2,5 - 3,2$  m/s  
 Verweilzeit im Vergaser: 2,5 - 3,2 s

Die signifikante Verschiebung in der Gaszusammensetzung bei den verschiedenen Bettmaterialien rührt zu einem geringen Teil von schwankenden Wassergehalten des Holzes her. Die Verschiebung hin zu höheren CO- und H<sub>2</sub>-Gehalten wird hauptsächlich durch die Reformierung der Teere und die Katalyse der homogenen Wassergasreaktion verursacht. Ähnliche Effekte und Teerminderungspotentiale werden auch bei der Verwendung aufgemahlener Re-

formierungskatalysatoren als Zuschlagstoffe in die Wirbelschicht beobachtet. Die Änderung der Gaszusammensetzung wirkt sich entsprechend auch auf den Heizwert des Holzgases aus.

## 5.2 Teerabbau durch eine katalytische Reformierungsstufe

Zum Erreichen motortauglicher Restkonzentrationen an Teer erscheint der Einsatz einer dem Vergaser nachgeschalteten katalytischen Reformierungsstufe am aussichtsreichsten. Auf Basis der Erkenntnisse aus Reihen- und Dauerversuchen an der ZWS-Pilotanlage bei Fraunhofer UMSICHT wurde eine full-scale Reforming-Stufe konzipiert und im Oktober 1999 in Betrieb genommen. Es handelt sich dabei um einen adiabaten Vollraumreaktor, in dem der durchströmte Katalysator fest verbleibt. Die kondensierbaren Kohlenwasserstoffe (Teere) werden darin etwa auf dem Temperaturniveau der Vergasung an einem Katalysator mit dem im Gas enthaltenen Wasserdampf zu CO und H<sub>2</sub> umgesetzt. Bei Umsatzgraden nahe 100 % werden nahezu alle Teerbestandteile in Nutzgas umgewandelt, so dass nur noch extrem niedrige Restteergehalte übrig bleiben. Die Energieinhalt des Teers verbleibt somit im Gas und wirkt sich heizwertsteigernd aus. Dies ist ein Vorteil gegenüber Verfahren, bei denen versucht wird, durch Wäsche den Teer aus dem Gas zu entfernen. Ein positiver Nebeneffekt katalytischen Reformierung besteht in der Gleichzeitigen Katalyse der NH<sub>3</sub>-Oxidation zu N<sub>2</sub>, was die NH<sub>3</sub>-Konzentration in Gas absenkt und sich damit positiv auf die Unterdrückung der Stickoxidbildung im Motor auswirkt. Je nach Verweilzeit des Gases im Reformer konnten Minderungen des NH<sub>3</sub>-Gehaltes um 50 und 85 % erreicht werden.

Für die Wirtschaftlichkeit des Katalysatoreinsatzes ist, neben seinem Anschaffungspreis, vor allem die Lebensdauer bei ausreichend guter Aktivität von Bedeutung. Diese Faktoren können im Versuchsbetrieb an der Pilotanlage nur begrenzt untersucht werden. Durchgeführte Messreihen über maximale Zeiträume von einer Woche geben Anlass zu der Erwartung, dass der speziell entwickelte Katalysator dauerhaft Aktivität zeigt. Hierzu sind aber letztlich ausgedehnte Praxistests im Dauerbetrieb an einer Demonstrationsanlage erforderlich.

Nach Passieren der Katalysatorstufe kann das Produktgas der ZWS-Vergasungsanlage dann nach einer Abkühlung und Entstaubung (beim Einsatz nicht kontaminierter Brennstoffe) ohne weitere Gasbehandlung dem Gasmotor zugeleitet werden. Für kleine und mittlere Holzheizkraftwerke auf Basis der Holzvergasung steht mit der katalytischen Gasaufbereitung eine sowohl unter technischen als auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten zufriedenstellende Lösung zur Verfügung.

Die intensive Verwendung von Gasmotoren im Deponiegas- und Sondergasbereich hat gezeigt, dass diese auch für die Verwendung von Schwachgasen geeignet sind und dass sie auch in niedrigen Leistungsbereichen sehr gute elektrische Wirkungsgrade erreichen. Nach unseren Berechnungen sind für die Anlagenkonfiguration gemäß Bild 7 in einem Leistungsspektrum von 3 - 20 MW Brennstoffleistung elektrische Wirkungsgrade von rund 28-30 % für die Gesamtanlage, bezogen auf die eingesetzte chemische Energie des Brennstoffs, zu erwarten. Erste Versuche an der 0,5 MW-Pilotanlage im nicht motoroptimierten Dauerbetrieb ergaben einen Gesamtwirkungsgrad mindestens 26 % bezogen auf das eingesetzte Holz, bzw. 34 % bezogen auf das produzierte Holzgas.

### 5.2.1 Ergebnisse der mit dem Reformierungs-Katalysator durchgeführten Messreihen

In mehreren Versuchsreihen, die jeweils über Zeiträume von mehreren Tagen im Dauerbetrieb durchgeführt wurden, zeigte sich, dass der ZWS-Vergasungsprozess außerordentlich stabil und zuverlässig gefahren werden kann, siehe Bild 11.

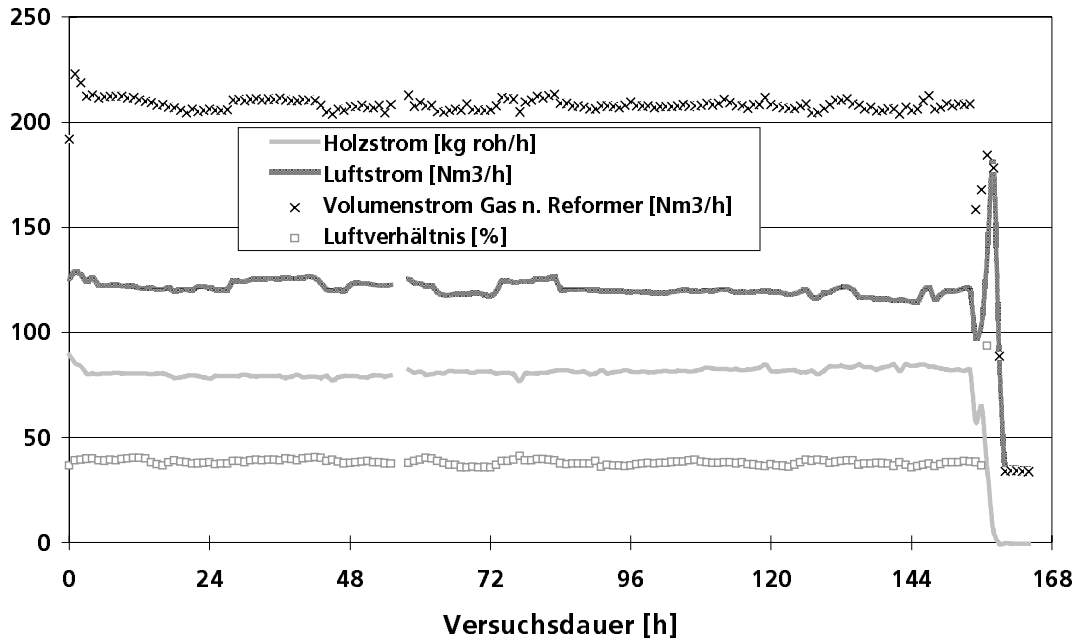


Bild 11: Zeitlicher Verlauf der wesentlichen Anlagenparameter im Dauerversuch

Der in Bild 11 dargestellte Versuch wurde bei einer Vergasungstemperatur von rund 900 °C durchgeführt. Der Kaltgaswirkungsgrad der ZWS-Vergasung liegt bei ca. 85 %.

Das Bild 12 zeigt die während des Versuches gemessenen Teerwerte im Rohgas direkt hinter dem ZWS-Vergaser, hinter dem nachgeschalteten Reformer und hinter dem Gewebefilter bzw. vor Eintritt in den Gasmotor. Unter Teer sind dabei im allgemeinen die Komponenten zu verstehen, die hinsichtlich der Motorenverwendbarkeit des Gases eine Rolle spielen. In diesem Fall sind dies das Naphthalin und die höhermolekularen polzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) mit mehr als 10 C-Atomen. Die angewandte Methode der Teerbestimmung basiert auf einer nasschemischen Beprobung mit anschließender massenspektrometrischer Analyse.

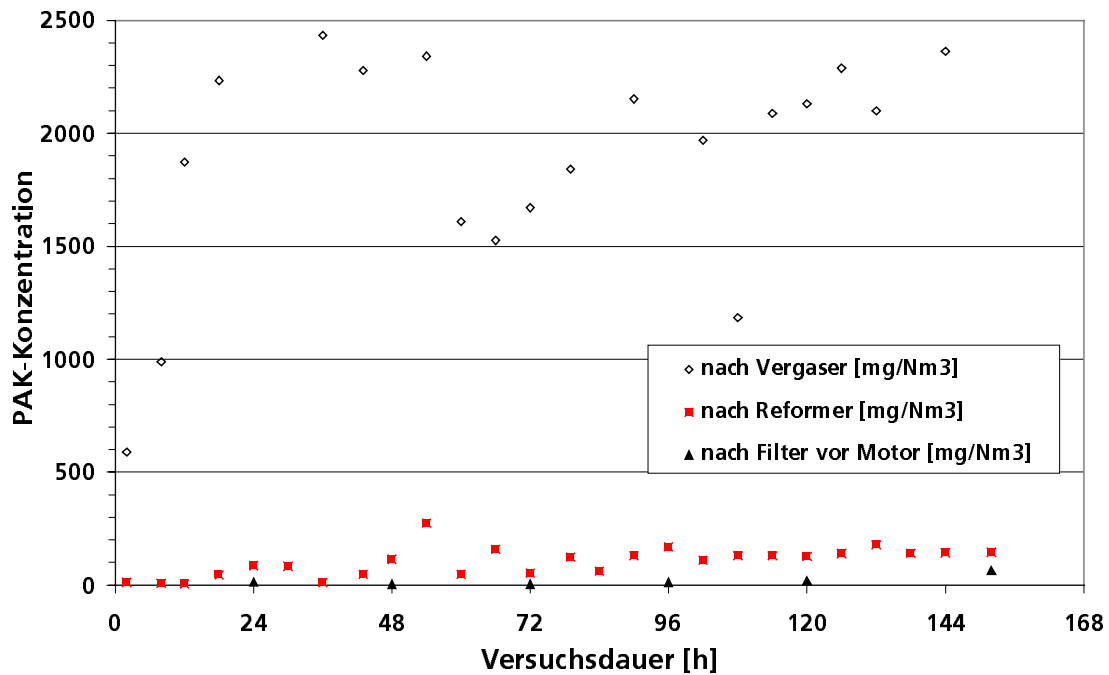


Bild 12: Teergehalte des Holzgases während des Motordauerbetriebs

Es zeigt sich, dass der Umsatzgrad durchweg  $> 95\%$  beträgt. Die erreichten Restgehalte an Teer im Gas liegen im zulässigen Bereich, wenn man von dem willkürlich gesetzten Grenzbereich  $50 - 100 \text{ mg/Nm}^3$  ausgeht.

Als Indiz für die Teerfreiheit des Holzgases kann auch das Betriebsverhalten des Gasfilters herangezogen werden (siehe Bild 13). Es handelt sich dabei um ein Schlauchfilter konventioneller Bauart, der im differenzdruckgesteuerten Druckstoßverfahren mit inertem Stickstoff periodisch abgereinigt wird. Der Filter sitzt hinter der Gaskühlung auf einem Temperaturniveau, von dem das Gas direkt in das BHKW gelangt. Aus dem Kohlenstoffgehalt der Filterasche ergibt sich mit der Ascheaustragsmasse ein Kohlenstoffumsatz des Gesamtvergassungsprozesses zwischen  $98$  und  $99\%$ .

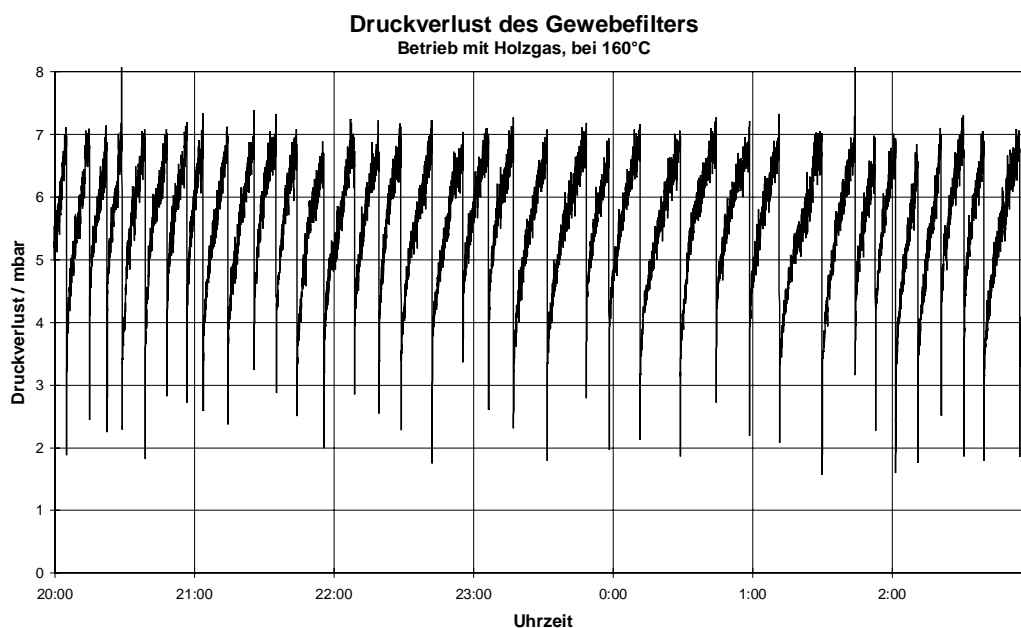


Bild 13: Betrieb (Abreinigungszyklen) des Gewebeschlauchfilters mit Holzgas

Bei zu hohen Teergehalten besteht die Gefahr, dass kondensierende Teerbestandteile die Filterschläuche belegen und irreversibel verkleben. In den jüngsten Versuchen an der Pilotanlage, bei denen die Filtertemperatur in der Spanne von 160 - 70 °C lag, konnte gezeigt werden, dass der Filterkuchen trocken bleibt, nicht durch Teer verklebt und schön periodisch abreinigbar ist.

Mit diesem Holzgas wurde im April 2000 ein Motorenbetrieb von 150 h realisiert. Der Automatikbetrieb der Anlage gestaltete sich problemlos. Der vom Blockheizkraftwerk erzeugte Strom wurde in das Netz eingespeist. Mit der für die Wirbelschichtvergasung typischen Konstanz hinsichtlich Heizwert und Menge des produzierten Gases, wurde dem Gasmotor ein nahezu teerfreies Holzgas (s. Bild 12) mit einem unteren Heizwert von  $5000 \text{ kJ/Nm}^3_{tr}$  bei Temperaturen von 60°C angedient. Das aus den im weiteren Verlauf der Gasstrasse installierten Kondensatableitern austretende Kondensat war wasserklar, nahezu geruchsfrei und zeigte keinerlei Anzeichen von Teer-Resten. Die in den Gaserzeugungsprozess integrierte katalytische Teerspaltung kann demzufolge als erfolgreich angesehen werden. Die Kondensatanalysen mit Kohlenwasserstoffgehalten unterhalb der Nachweisgrenze ( $< 2\text{mg/l}$ ) können als Bestätigung für die gute Reinigung des Holzgases gewertet werden.

## 6 Zusammenfassung

Der Vergasung fester Brennstoffe kann in Kombination mit bestimmten Nutzungsvarianten aufgrund der überlegenen Wirkungsgrade eine tragende Rolle bei der künftigen regenerativen Stromerzeugung zufallen. Wichtigste Voraussetzung hierfür ist die Lösung der ausstehenden technischen Probleme dieser neuen Technologien. In Verbindung mit thermischen Prozessen, bei denen das aus Biomasse erzeugte Brenngas zugefeuert wird bzw. in Gaskesselanlagen verbrannt wird, kann die Vergasung als Stand der Technik angesehen werden.

Die Vergasung von Biomasse in der Wirbelschicht ist in Kombination mit einer gasgefeuerten Kesselanlage und besonders in Verbindung mit einem Gasmotoren-BHKW eine vielversprechende Option für die energetische Biomassenutzung. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen auf Basis der Fraunhofer UMSICHT-Anlage zeigen, dass diese Technologie für die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung aus Biomasse auch im Leistungsbereich unter 10 MW große Chancen verspricht. Dabei ist die ökonomische Situation einer Anlage im Einzelfall unter Beachtung der energiewirtschaftlichen Randbedingungen zu beurteilen.

Durch den Betrieb einer Pilotanlage in Oberhausen konnte die Eignung und die Funktion des Verfahrens nachgewiesen werden. In umfangreichen Versuchsreihen wurde das Verfahren optimiert sowie verschiedene Konzepte zur Teerminderung untersucht. Erfolgversprechend ist hierbei vor allem die katalytische Reformierung des Gases zur Spaltung der Teere in Nutzas. Mit einem weitgehend teerfreiem Holzgas konnte der Versuchsbetrieb in Verbindung mit dem Gasmotoren-BHKW aufgenommen werden. Ein Dauerversuch, bei dem die Gesamtanlage über einen Zeitraum von 150 h in Betrieb war, konnte erfolgreich abgeschlossen werden. Die wesentlichen Leistungsparameter entsprachen dabei den Erwartungswerten.

Fraunhofer UMSICHT engagiert sich derzeit in der Vorbereitung von Demonstrationsprojekten, bei denen sich die neue Technik im kommerziellen Einsatz über längere Betriebszeiträume erweisen soll. Nur die Demonstrationserprobung neuer Verfahren bietet letztlich die Möglichkeit, die Praxistauglichkeit zu entwickeln. Wenn es gelingt, die sehr positiven Ansätze aus dem Pilotmaßstab in die Demonstrationsphase zu übertragen, könnte auch die Biomassevergasung in Verbindung mit gasmotorischer Stromerzeugung demnächst zum Stand der Technik werden.