

Erzeugung eines teerfreien Brenngases durch katalytische Nachbehandlung bei der Vergasung von Durchforstungs- und Waldrestholz

Beteiligte Institute:

Technische Universität Berlin

Institut für Energietechnik

Anschrift: Fasanenstr. 89
10623 Berlin
Tel.: 030 / 314-79724/22756
Fax: 030 / 314-22157
Projektleiter: Prof. Dr. Frank Behrendt
Ansprechpartner: Dr. Karen Tönnies
Tel: 030 / 314-24362

Technische Universität Dresden

Institut für Technische Chemie

Anschrift: Mommsenstr. 13
01062 Dresden
Tel.: 0351 / 463-3809
Fax: 0351 / 463-2658
Projektleiter: Prof. Dr. Wladimir Reschetilowski

Vorhabensbeschreibung

1	Ziele	3
1.1	Gesamtziel des Vorhabens	3
1.2	Bezug des Vorhabens auf das Förderprogramm	3
1.3	Wissenschaftliche und technische Arbeitsziele	4
	1.3.1 Definition der Zielgrößen	4
	1.3.2 Vorgehensweise	5
2	Stand der Wissenschaft und Technik	5
2.1	Problemstellung	5
2.2	Wissensstand	6
2.3	Wissenslücke und Innovation	9
3	Literatur	9

1 Ziele

1.1 Gesamtziel des Vorhabens

Entwicklung eines marktfähigen katalytischen Verfahrens zur Behandlung von Produktgasen aus der Vergasung von Durchforstungs- und Waldrestholz in einem Wirbelkammerreaktor zur Erzeugung eines teerfreien umweltneutralen Brenngases.

1.2 Bezug des Vorhabens auf das Förderprogramm

Das Verfahren zur katalytischen Teerspaltung von Holzgas soll als eine kostengünstige Anlagenkomponente für Vergasungsanlagen im unteren und mittleren Leistungsbereich bis max. $P_{el} = 5$ MW entwickelt werden und in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, d.h. Blockheizkraftwerken (BHKW), eingesetzt werden. Dieses Anlagenkonzept zur dezentralen Energieumwandlung soll in kleinen oder mittleren Unternehmen oder einer Betreibergesellschaft, die sich z. B. aus dem Zusammenschluss von Waldbauern bzw. Forstwirtschaftsbetrieben zusammensetzen könnte, zum Einsatz kommen. Damit würde sich für den Bereich der energetischen Nutzung von traditionell nachwachsenden Rohstoffen, wie Durchforstungs- und Waldrestholz aus der Land- und Forstwirtschaft eine interessante Möglichkeit der Einkommenssicherung und eine nachhaltige Alternative zur bisherigen Nutzung ergeben. Das Vorhandensein von kondensierbaren Teerverbindungen im Generatorgas von Vergasungsreaktoren ist bis heute einer der Hauptgründe, warum eine Kopplung mit Gasmotoren und somit eine sinnvolle energetische Nutzung des erzeugten Schwachgases noch nicht zum Stand der Technik gehören. Daher besteht derzeit noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf, um diese technische Barriere zur kommerziellen Nutzung und Vermarktung der Vergasungstechnologie in dem genannten Leistungsbereich überwinden zu können.

Die energetische Nutzung des nachwachsenden Rohstoffes Holz durch die Vergasungstechnologie stellt aber nicht nur einen ökonomisch relevanten Faktor zur Stabilisierung ländlicher Räume dar, sondern bietet auch ökologische Vorteile. Hierzu gehören die Schonung endlicher Ressourcen fossiler Primärenergieträger und der Beitrag zum Klimaschutz, da ein nahezu geschlossener CO_2 -Kreislauf realisiert werden kann. Durch die energetische Nutzung des nachwachsenden Rohstoffes Holz wird die durch Konversion freigesetzte CO_2 -Menge durch den integrierten natürlichen Stoffkreislauf wieder mittels Photosynthese in Form von Biomasse gebunden.

Das geplante Projektvorhaben wird durch das im Jahr 2000 verabschiedete Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) gestützt, mit dem die Bundesregierung das Ziel verfolgt, den Anteil von Elektrizität aus erneuerbaren Energiequellen bis 2010 auf 10 % zu erhöhen. Im EEG sind die Vergütungssätze für die Einspeisung festgelegt, die für elektrischen Strom aus Biomasseanlagen 20 Pf/kWh für eine elektrische Anlagenleistung bis $P_{el} = 500$ kW und 18 Pf/kWh bis $P_{el} = 5$ MW betragen. Konform hierzu gestaltet sich auch die Europapolitik, da zur Realisierung des im Weißbuch der EU-Kommission „Eine Energiepolitik für die Europäische Union“ festgelegten Zieles bis zum Jahr 2010 der Anteil erneuerbarer Energieträger europaweit auf 12 % gesteigert werden soll. Nachwachsende Rohstoffe sollen dabei einen Anteil von ca. 8 % erreichen, so dass sich speziell für Deutschland ein erhebliches Entwicklungspotential ergibt, da der bisherige Anteil regenerativer Energien am jährlichen Gesamtverbrauch der Primärenergieträger für den Energiesektor bei nur etwa 2 % liegt. Eine besondere Stellung beim Rohstoffpotential nachwachsender Rohstoffe nimmt dabei Holz ein, da in Deutschland große Waldflächen (rund 11 Mio. ha) existieren. Die Entwicklung und Optimierung der Vergasungstechnologie erscheint dabei als besonders förderungswürdig, da ein höherer Wirkungsgrad und geringere Emissionen gegenüber der reinen Verbrennung erzielt werden können. Darüber hinaus wird ein vielseitig verwendbarer Sekundärenergieträger erzeugt, der als Basis für Chemierohstoffe, als Synthesegasträger oder reiner Sekundärener-

gieoträger Verwendung finden kann. Sollte es mit Hilfe der Entwicklung eines effektiven und wirtschaftlichen Katalysators gelingen, die Teerproblematik von Vergasungsreaktoren zu lösen und ein marktfähiges Anlagensystem zur Verfügung zu stellen, könnten hierdurch Impulse für die Weiterentwicklung einer gemeinsamen Agrarpolitik und neue Arbeitsplätze im Bereich der Land- und Forstwirtschaft zur Bereitstellung, Verarbeitung und Aufbereitung des Brennstoffes als auch im Bereich des Anlagenbaus, Vertriebs und Instandhaltung sowie dem Export von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) mit integrierter Vergasung geschaffen werden.

1.3 Wissenschaftliche und technische Arbeitsziele

1.3.1 Definition der Zielgrößen

Mit dem Projekt wird das Ziel verfolgt, ein technisches Verfahren für die effiziente und wirtschaftliche Spaltung von Teer bei der Vergasung von Durchforstungs- und Waldrestholz zu entwickeln. Die angestrebte Entwicklung eines geeigneten neuartigen Katalysators soll unter folgenden Aspekten durchgeführt werden:

- energetische Nutzung von Durchforstungs- und Waldrestholz,
- Bestimmung stofflicher, energetischer und wirtschaftlicher Unterschiede zwischen verschiedenen Qualitäten von Durchforstungs- und Waldresthölzern,
- Betrieb einer kontinuierlichen, wartungsarmen und robusten Anlage zur Vergasung von Durchforstungs- und Waldrestholz unter Berücksichtigung der Verfahrensentwicklung zur katalytischen Spaltung von Teer,
- effektive und wirtschaftliche Prozessführung unter Einhaltung der für eine Kopplung des Vergasungsreaktors an einen Gasmotor vom Hersteller geforderten Grenzwert für Teer,
- Ermittlung reaktionskinetischer Basisdaten zur Auslegung, Scale-up-Berechnung und Optimierung bzgl. der Betriebsparameter einer katalytischen Generatorgasbehandlung zwecks Erzielung eines möglichst teearmen Brenngases bei gleichzeitig hohem Heizwert und
- praxiserichte sowie wirtschaftliche Umsetzbarkeit der Technologieentwicklung.

Zum Erreichen der oben genannten Ziele werden folgende Arbeitsziele definiert:

- Ermittlung des Potenzials und der Wirtschaftlichkeit für die Bereitstellung, Verarbeitung und Aufbereitung von Durchforstungs- und Waldrestholz,
- selektive Bestimmung der Hauptkomponenten des Teers bzw. der darin enthaltenen polyzyklischen Kohlenwasserstoffe zur Unterstützung und Lenkung der Katalysatorauswahl bzw. Entwicklung,
- Entwicklung, Untersuchung und Charakterisierung eines neuartigen mesoporösen Katalysators zur Spaltung einer Teer-Modellsubstanz im Labormaßstab,
- vergleichende Versuche mit dem neuartigen mesoporösen Katalysator sowie konventionellen Katalysatoren aus der Reformingtechnologie am Vergasungsreaktor,
- Optimierung und Anpassung des neuartigen mesoporösen Katalysators an die Ergebnisse,
- Auswertung der Katalysatortests und Optimierung des mesoporösen Katalysators in Hinblick auf den Wirkungsgrad und die benötigten Materialanforderungen,
- Prozessoptimierung hinsichtlich der energetischen Wertschöpfung und der Reduktion der Teeremissionen mittels Primär- (Katalysator) und Sekundärmaßnahmen (thermische Spaltung mit partieller Oxidation),
- mathematische Modellierung des katalytischen Festbettreaktors für Scale-up und Auslegungsberechnungen,
- Machbarkeitsstudie für die kommerzielle Vermarktung von Vergasungs-KWK-Anlagen.

1.3.2 Vorgehensweise

- Analyse der unterschiedlichen Holzqualitäten (z.B. Schwermetallgehalt, Feuchte, Aschegehalt, Heizwert etc.),
- Aufbau und Kalibrierung der Lasermassenspektroskopie zur Analyse der Teerbelastung des Produktgases bezüglich der polyzyklischen aromatischen Leitsubstanzen,
- Ermittlung der Teerkonzentration und der stofflichen Zusammensetzung des Teers bei der Vergasung von Holz in dem verwendeten Reaktorsystem (Wirbelkammerreaktor),
- Identifikation einer bzw. der Mischung weniger Modellschubstanzen für das Mehrkomponentensystem Teer and Hand der lasermassenspektroskopischen Untersuchungen,
- Katalysatorscreening mit Hilfe einer Teer-Modellschubstanz in einem Festbett-Laborreaktor,
- Auswahl geeigneter Katalysatoren und Untersuchung des Einflusses der Betriebsparameter, d.h. Verweilzeit, Temperatur und Konzentration, auf den Umsatz,
- physikalisch-chemische Charakterisierung der Katalysatoren, um den Einfluss der Reaktion auf die Struktur, die Textur und den oberflächenchemischen Zustand feststellen zu können,
- vergleichende Untersuchung mit kommerziell erhältlichen Katalysatoren zur Ermittlung vom Umsatzgrad und Deaktivierungstendenzen durch Verkokung bzw. Vergiftung der aktiven Zentren,
- Einsatz der neu entwickelten mesoporösen Katalysatoren in der Vergasungsanlage,
- Auswertung der Ergebnisse und Vergleich der Katalysatoren,
- Optimierung des mesoporösen Katalysators und der Prozessführung des katalytischen Spaltreaktors (partielle Oxidation),
- systematische kinetische Untersuchung des mesoporösen Katalysators im Laborreaktor (Bestimmung grundlegender Kinetikdaten),
- Modellierung der thermochemischen Aufbereitung des Generatorgases auf Basis der ermittelten kinetischen Daten,
- Wirtschaftlichkeitsanalyse und Konzept für eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage mit integrierter Vergasung und Gasmotor bzw. -turbine.

2 Stand der Wissenschaft und Technik

2.1 Problemstellung

Bei der Vergasung von Biomasse wird ein Gasgemisch erzeugt, dass sich im wesentlichen aus den Komponenten CO, CO₂, H₂, CH₄, H₂O und höheren Kohlenwasserstoffen sowie aromatischen Verbindungen (kondensierbare Teerverbindungen) zusammensetzt. Darüber hinaus enthält das Generatorgas geringe Mengen anderer Begleitschubstanzen, wie z.B. NH₃, H₂S und HCl. Der Teergehalt ist dabei abhängig von dem Einsatzstoff, den Prozessparametern und dem Reaktortyp. Unabhängig, welcher Reaktor zum Einsatz kommt, entsteht Teer als nicht erwünschtes Nebenprodukt der thermochemischen Umwandlung und liegt in einem Bereich zwischen 0,1 g/m³ für einen Festbett-Gleichstromreaktor und 100 g/m³ für einen Gegenstrom-Festbettreaktor [1]. Die Werte für einen Wirbelschichtreaktor, der in dem geplanten Projektvorhaben in Form eines Wirbelkammerreaktors zum Einsatz kommen soll, liegen mit durchschnittlich 3 mg/m³ zwischen diesen Extremwerten. Der Taupunkt dieser komplexen Mischung aus höheren Kohlenwasserstoffen liegt zwischen 250 und 300°C. Damit ergeben sich die Schwierigkeiten, die Teer bei der Reinigung, Aufbereitung und weiteren energetischen Nutzung bereitet. Es kann durch Agglomeration mit Flugstaubpartikeln und Kondensieren zu Verstopfungen von Ventilen und Filtern und damit zu Betriebsstörungen in nach geschalteten Anlagenkomponenten kommen. Der Grenzwert für die Nutzung des Gases in einem Verbrennungsmotor zur gekoppelten Erzeugung von Strom und thermischer Energie ist bisher mit einem Wert von < 0,1 mg/m³ [2] festgelegt worden. Damit ergibt sich die Notwendigkeit für den Vergasungsprozess mit anschließender Motorkopplung, den Teer nach dem Vergasungsreaktor entweder abzuscheiden oder umzuwandeln.

2.2 Wissensstand

Die Reduzierung bzw. Beseitigung von Teer kann mittels physikalischer oder thermochemischer Verfahren erfolgen. Tabelle 1 zeigt einen Überblick verschiedener Verfahren und deren Wirksamkeit in Bezug auf die Reinigungsleistung für störenden Gaskomponenten. Bei physikalischen Trennprozessen unterscheidet man zwischen Adsorptions- und Absorptionsverfahren. Die Adsorption beruht auf dem Zurückhalten hochmolekularer Kohlenwasserstoffe an Oberflächen mittels geeigneter Filtermaterialien.

Tabelle 1: Reduzierung von Staub und Teer sowie anderen Gaskomponenten, die in Spuren im Generatorgas vorhanden sind, mit Hilfe unterschiedlicher Gasreinigungsverfahren [1]

	Betriebs- temperatur in °C	Partikel- reduzierung in %	Teer- reduzierung in %	NH ₃ Reduzierung in %	HCl Reduzierung in %	H ₂ S Reduzierung in %
Katalytische Teerspaltung	900		> 95			
Gewebefilter	200	60-85	-25-0			
Sandbett-Filter	10-20	70-95	60-95	> 95	90	80-95
Rotationswäscher	50-60	70-90	10-25			
Venturiwäscher			50-90			
Rotations Atomisierer	< 100	95-99			90	> 95
Feucht Elektrostatischer Filter	40-50	> 99	0-60			

Dabei kann das Rohgas entweder im heißen Zustand mit Metallfiltern aus z.B. Hastelloy oder Inconel bis ca. 850°C bzw. Keramikfiltern bis 750°C gereinigt werden [3]. Diese dienen dann hauptsächlich zur Staubabscheidung, da die Teerbestandteile bei diesem hohen Temperaturniveau noch in der Gasphase vorliegen. Beim Kaltgasfiltern kommen überwiegend Gewebefilter zum Einsatz, wobei Fouling- und Verstopfungsprobleme aufgrund von Teeragglomeration an den Oberflächen der Filter bzw. Wärmeübertrager auftreten können. Alternative adsorptive Methoden sind Filterung an Aktivkohle und im Sandbett, die jedoch bisher noch unzureichend untersucht worden sind. Zu dem Absorptionsverfahren gehört die Nasswäsche mit einem geeigneten Lösungsmittel oder Wasser. In Bezug auf die Teerreduzierung sind diese jedoch nicht effektiv genug, da zum größten Teil nur lösliche Anteile, wie z. B. Phenole, ausgewaschen werden und zudem ein stark belastetes Abwasser anfällt, das weitergehend behandelt werden muss. Damit ist aus wirtschaftlicher Sicht eine Nasswäsche für Anlagen im unteren und mittleren Leistungsbereich als nicht sinnvoll zu erachten.

Die thermochemischen Verfahren beruhen nicht auf der Abtrennung der Teerbestandteile aus dem Gasstrom sondern ihrer Spaltung. Diese sind wiederum in thermische und katalytische Spaltverfahren (siehe Bild 1) eingeordnet. Bei der rein thermischen Spaltung kann bei Temperaturen zwischen 900 - 1000°C ein Umsatzgrad von rund 50 % erzielt werden. Durch die Kombination des thermischen Spaltens mit partieller Oxidation (mittels Sekundärluftzufuhr) kann der Umsatzgrad in Abhängigkeit der zugeführten Luftmenge (unterstöchiometrisch) bis auf Werte > 90 % erhöht werden [4]. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass der danach vorliegende Restteergehalt immer noch mehr als 0,1 mg/m³ betragen kann, so dass die Anforderung an die Gasqualität für die Verbrennung in einem Verbrennungsmotor nicht sicher eingehalten werden kann. Ein weiteres Verfahren zur Heißgaskonditionierung von Generatorgas stellt der katalytische Prozess dar. Bisher wurden allerdings nur kommerzielle Katalysatoren aus dem Dampfreformierungsprozess auf Nickelbasis sowie Kalziumoxid- oder Magnesiumoxidhaltige Mineralien, wie z. B. Dolomit und Kalkstein, getestet [5].

Katalysatoren aus kohlenstoffhaltigen Mineralien, wie z. B. Dolomit, haben den Vorteil, dass sie sehr preisgünstig sind und als Additiv dem inerten Wirbelbettmaterial zugegeben werden können. Als nachteilig wirken sich die hohe Deaktivierung in Folge der Verkokung der Katalysatoroberflächen durch Kohlenstoffablagerungen sowie die mechanische Instabilität des Materials, besonders beim Einsatz in Wirbelschichtreaktoren, aus. Darüber hinaus weist Dolomit nur eine geringe thermische Stabilität auf, da ab einer Temperatur von 780°C erste Phasenänderungen durch Sintern auftreten [6], wodurch die Porenstruktur des Materials zerstört und damit die aktive Oberfläche reduziert wird.

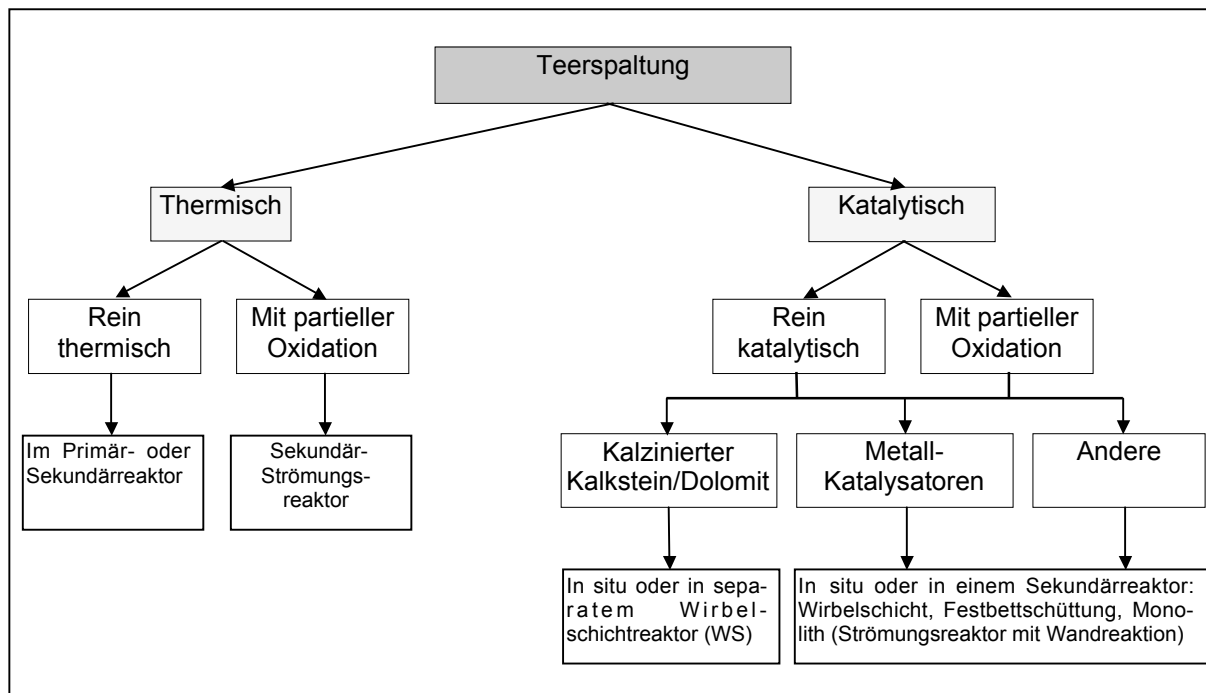


Bild 1: Überblick an thermochemischen Verfahren zur Teerspaltung

Kommerziell verfügbare Nickel-Katalysatoren aus dem Dampfreformierungsprozess sind zwar sehr viel teurer als Dolomit, haben aber den Vorteil, dass sie simultan als Teer- und Ammoniak-Spalter verwendet werden können. Die Teerumwandlung liegt dabei bei bis zu 100 % und die des Ammoniaks im Bereich von 70 - 80 % [7]. Sie besitzen eine höhere mechanische und thermische Stabilität und eignen sich daher besser für eine Regeneration. Ein Nachteil von Nickelkatalysatoren ist die Vergiftungsgefahr durch schwefelhaltige Substanzen (H_2S). Dabei reichen schon sehr geringe Mengen an H_2S aus (50 - 100 ppm), um zu einer Deaktivierung zu führen. Außerdem kann bei sehr hohen Betriebstemperaturen Sinterung einsetzen, was die Aktivität stark beeinträchtigt. Kohlenstoffablagerungen können ebenfalls zu einer Deaktivierung der Nickel-Katalysatoren führen.

Die Entwicklung neuartiger Katalysatoren wird entscheidend begünstigt durch eine möglichst detaillierte Kenntnis der Hauptkomponenten des abzubauenen Teers. Hierbei handelt es sich überwiegend um polyzyklische Aromaten verschiedener Größenklassen. Unter den gängigen analytischen Verfahren kommt zur Charakterisierung der Mischung solcher Komponenten der Massenspektrometrie wegen ihrer hohen Empfindlichkeit und der geringen benötigten Probenmenge eine besondere Bedeutung zu. Ihre Kombination mit chromatographischen Techniken ermöglicht eine hohe Trennleistung, wobei der chromatographische Separationsschritt allerdings dazu führt, dass diese Verfahren keine Messungen erlauben, die eine gewisse Zeitauflösung erfordern. Außerdem verlangen chromatographische Messungen in der Regel umfangreiche Probenvorbereitungen. Andererseits leiden analytische Verfahren wie die Sensorik und optische spektrometrische Techniken, die in der Lage sind Konzentrationsverläufe, z.B. in technischen Prozessen in Echtzeit zu verfolgen, unter stark eingeschränkter Multikomponentenfähigkeit und oft auch unter geringer Empfindlichkeit bzw. einem sehr eingeschränktem Dynamikbereich.

Aus diesem Grund wird in der Massenspektrometrie nach Möglichkeiten gesucht, ein gewisses Maß an Selektivität im Ionisationsschritt, d. h. unter Beibehaltung der Zeitauflösung, zu erreichen. Innerhalb dieser Gruppe hat sich die so genannte resonante Multiphoton-Ionisation als hochselektive und sensitive Analysetechnik herausgestellt. Bei dieser Ionisationsmethode wird der zu detektierende Stoff durch Einstrahlen von Laserlicht geeigneter Wellenlänge in einen angeregten elektronischen Zustand überführt und durch Absorption

eines weiteren Lichtquants ionisiert. Somit wird die für die zu analysierenden Komponenten charakteristische UV-Spektroskopie in den Ionisationsschritt mit eingebunden. Es lässt sich durch die Wahl einer bestimmten Laserwellenlänge selbst aus komplexen Mischungen ein bestimmter nachzuweisender Stoff ionisieren, während die anderen Komponenten unbeteiligt bleiben.

Da die resonante Multiphoton-Ionisation mit gepulsten Lasern durchgeführt wird, eignet sie sich in idealer Weise für die Kopplung mit Flugzeitmassenspektrometern. Die Verbindung dieser beiden analytischen Methoden wird kurz Lasermassenspektrometrie genannt und zeichnet sich durch sehr kurze Messzeiten bzw. hohe Zeitauflösung aus, da die Schritte der Probenvorbereitung weit gehend oder ganz entfallen. Die Lasermassenspektrometrie erlaubt den selektiven Nachweis bestimmter gesuchter Substanzen selbst in komplexen Mischungen. Bei den meisten der bisherigen Anwendungen liegt die Messdauer dafür bei Bruchteilen einer Sekunde, während chromatographische Analysen mehreren Stunden benötigen. Damit wird es möglich selbst hochdynamische technische Prozesse zu untersuchen und zu charakterisieren.

Im Rahmen des hier beantragten Forschungsvorhabens bietet sich die Lasermassenspektrometrie mit ihren vorteilhaften Eigenschaften als Analytikverfahren zur schnellen Detektion und Quantifizierung von höheren Kohlenwasserstoffen sowie aromatischen Verbindungen (Teerverbindungen) wie auch anderer Begleitsubstanzen (z. B. NH_3 und H_2S) an. Mit ihr können sehr schnell Konzentrationsprofile charakteristischer Substanzen in Proben, die im Brennraum bzw. den Produktgaskanälen kontinuierlich mittels einer beweglichen Sonde genommen werden, analysiert werden. Diese Substanzen lassen sich mit guter Effizienz mit vergleichsweise einfachen und preiswerten Festkörperlasern ionisieren, was der Benutzerfreundlichkeit entgegenkommt und den finanziellen Aufwand für das Gerät in Grenzen hält.

2.3 Wissenslücke und Innovation

Für den Einsatz der Vergasungstechnologie in KWK-Anlagen in einem Leistungsbereich bis zu $P_{el} = 5$ MW ist die energetische Nutzung des erzeugten Gases in einem Verbrennungsmotor am sinnvollsten. Hiermit ergibt sich die Notwendigkeit der Abspaltung bzw. Umwandlung des Teers. Ausreichende Wirkungsgrade von > 95 % lassen sich jedoch nur mit katalytischen Spaltprozessen erzielen. Dabei sind Nickel-Katalysatoren gegenüber Dolomitkatalysatoren vorzuziehen. Alle bisher für die Teerspaltung von Holzgas untersuchten kommerziell erhältlichen Katalysatoren kommen aus der Reformierungstechnologie. Diese Technologie dient zur Spaltung höherer Kohlenwasserstoffe. Hauptbestandteil der im Generatorgas vorkommenden Teerkomponenten sind jedoch zyklische aromatische und kondensierte Ringsysteme, wie z. B. Benzol und Naphthalin. Die kommerziellen Nickel-Katalysatoren sind bisher auf ein anderes Anwendungsfeld hin optimiert worden und sind deshalb für die Teerspaltung von Generatorgas nur bedingt geeignet. Daher ergeben sich bisher die noch oben genannten Schwierigkeiten bei deren Anwendung für die Teerspaltung.

Europaweit wird seit 1993 mit kommerziell erhältlichen Katalysatoren an der Teerspaltung bei der Biomassevergasung geforscht. Bisher existiert jedoch noch kein katalytischer Reaktor, der als Standardmodul universell für Vergasungsanlagen kommerziell erhältlich ist. Eine viel versprechende technische Entwicklung wurde am FhG-Institut UMSICHT in Oberhausen innerhalb des Projektes „Wirbelschichtvergasung von Holz und Biomasse für Holzheizkraftwerkanwendungen“ (FKZ: 98NR075) entwickelt [8]. Die Untersuchungen beschränken sich derzeit auf eine Laufzeit der kompletten BHKW-Anlage von 150 h, so dass noch nicht sichergestellt werden kann, dass hiermit ein allgemein und universell verwertbarer Ansatz gefunden worden ist, der unabhängig vom Reaktortyp und Verfahrensprinzip eine kommerzielle wirtschaftliche und betriebssichere Anwendung gewährleistet. Darüber hinaus sieht das geplante Forschungsvorhaben eine andere Prozessführung als der bei dem UMSICHT ZWS-Verfahren angewendeten mit einer Hochtemperaturentstaubung vor, um einen vorzeitigen

Aktivitätsverlust des Katalysators zu verhindern und die thermischen Verluste so gering wie möglich zu halten.

Mit diesem Projekt soll erstmals ein speziell für dieses Problem zugeschnittener neuartiger Katalysator entwickelt und optimiert werden. Der Einsatz der Lasermassenspektroskopie bietet hierbei einen sonst nicht oder nur mit sehr hohem zeitlichen Aufwand gewinnbaren Einblick in das Spektrum chemischer Komponenten, das die Teerbelastung der Produktgase kennzeichnet. Hieraus lassen sich entscheidende Impulse für die zielgerichtete Weiterentwicklung des Katalysatormaterials erreichen. Dieser Katalysator basiert auf einer mesoporösen Feststoffsäure, mit Porengrößen bis zu 10 nm, wodurch der Zugang für große Teermoleküle zu den katalytisch aktiven Zentren ungehindert erfolgen kann. Dabei kann durch gezielte Dotierung mit beispielsweise Nickel die Intensität und Selektivität des Katalysators beeinflusst werden. Da sich die Struktur dieses Katalysators wesentlich von den bisher untersuchten Katalysatoren unterscheidet, sind wesentliche Vorteile für die Spaltung der komplexen Teerverbindungen im Generatorgas zu erwarten. Durch Vergleichsuntersuchungen kommerziell erhältlicher Reformierungs-Katalysatoren und des neu entwickelten mesoporösen Katalysators sollen deren Unterschiede aufgezeigt und die technische Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit einer Heißgaskonditionierung bei der Vergasung demonstriert werden.

3 Literatur

- [1] Guigon et al.: „Gas purification: A review of the available methods of gas cleaning“, Pyrolysis and Gasification, edited by Bridgwater (1990)
- [2] Hasler, Ph.; Buehler, R.; Nussbaumer, Th.: „Evaluation of gas cleaning technologies for biomass gasification“, in Biomass for Energy and Industry, Conference proceeding, Würzburg, 1998, pp. 272-275
- [3] Stahl, K.; Neergard, M.: „Experiences from the biomass fuelled IGCC plant at Värnamo“, in Biomass for Energy and Industry, Conference proceeding, 1998, pp. 291-294
- [4] Brandt, P.; Henriksen, U.: „Decomposition of tar in pyrolysis gas by partial oxidation and thermal cracking. Part 2“, in Biomass for Energy and Industry, Conference proceeding, Würzburg, 1998, pp. 1616-1618
- [5] Simell, P. A.; Hepola, J.O.; Krause, A.O.: „Effects of gasification gas components on tar and ammonia decomposition over hot gas cleanup catalysts“, Fuel, v 76, n 12, p. 1117-1127, (1997)
- [6] Bangala; Abatzoglou; Martin; Chornet.: „Catalytic gas conditioning: Application to biomass and waste gasification“, Industrial & engineering chemistry research, vol. 36, no. 10, pp. 4184, (1997)
- [7] Simell, P.; Kurkela, E.: „Tar removal from gasification gas“, in Biomass Gasification & Pyrolysis, edited by Kaltschmitt and Bridgwater, 1997, pp.207-215
- [8] Ising, M.: „Vergasung fester Biomasse – Bereits Stand der Technik?“, Gülzower Fachgespräche zur Energetischen Nutzung von Biomasse durch Kraft-Wärme-Kopplung: Stand der Technik und Perspektiven für den ländlichen Raum, Gülzow, Mai 2000