



Biomass to Gas

Bewertung der Machbarkeit der Biomasse
Vergasung zum Einsatz in den bestehenden
Anlagen der SCA Hygiene Products GmbH

VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 150 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung.

Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert. Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepage www.klimafonds.gv.at zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Neue Energien 2020“. Mit diesem Programm verfolgt der Klima- und Energiefonds das Ziel, durch Innovationen und technischen Fortschritt den Übergang zu einem nachhaltigen Energiesystem voranzutreiben.

Wer die nachhaltige Zukunft mitgestalten will, ist bei uns richtig: Der Klima- und Energiefonds fördert innovative Lösungen für die Zukunft!

A handwritten signature in black ink, reading 'Theresia Vogel'.

Theresia Vogel
Geschäftsführerin, Klima- und Energiefonds

A handwritten signature in black ink, reading 'Ingmar Höbarth'.

Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	2
Abstract	3
1 Einleitung	4
2 Inhaltliche Darstellung	8
2.1 Festlegung von möglichen Anlagenkonfigurationen	8
2.2 Bereitstellung der Biomasse inkl. Logistik	9
2.3 Technische Spezifikation und Auslegung der möglichen Anlagen	9
2.4 Resümee zur technischen Spezifikation und Auslegung der möglichen Anlagen	18
2.5 Umweltanalyse:	18
3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen	23
4 Ausblick und Empfehlungen	24
5 Literaturverzeichnis	25
6 Anhang	29
7 Kontaktdaten	29

Kurzfassung

Ausgangssituation/Motivation:

SCA hat das Ziel die durch die Tätigkeit entstehenden CO₂-Emissionen um 20% zu verringern (im Jahr 2020 verglichen mit dem Jahr 2005). Mit diesem Projekt wurden zwei Möglichkeiten geprüft und definiert, wie das Ziel erreicht werden kann und welchen Einfluss dies auf die Tätigkeit der SCA hat (weitere notwendige Schritte, Technologien, Investitionen etc..)

Inhalte und Zielsetzungen:

Es wurde für den konkreten Standort ein Konzept erarbeitet, welches bei Umsetzung die Möglichkeit bietet mehr als 20% des derzeit eingesetzten Erdgases durch erneuerbares Synthesegas zu ersetzen. Die Konzepte wurden nach ihren Umweltauswirkungen, nach technischen und nach wirtschaftlichen Parametern evaluiert.

Methodische Vorgangsweise:

Das Projekt wurde in acht Arbeitspakete unterteilt, die eine möglichst umfassende Betrachtung der Thematik ermöglichen

- Festlegung von möglichen Anlagenkonfigurationen
- Bereitstellung der Biomasse
- Technische Spezifikation und Auslegung der möglichen Anlagen
- Kostenanalyse: Investitions- und Betriebskosten
- Umweltanalyse
- Gesamtbewertung: Wirtschaftlichkeit sowie Umweltvergleich im Vergleich zu Erdgas und notwendige Rahmenbedingungen
- Schlussfolgerungen hinsichtlich Demonstrationsprojekt sowie notwendige, experimentelle und industrielle Forschung
- Projektkoordination und Dokumentation

Ergebnisse:

Eine Substitution von Erdgas durch eine Gaserzeugung aus reiner Biomasse hat einen äußerst positiven Effekt auf den Ausstoß von Treibhausgasen, ist aber unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten auch im besten angenommenen Fall nicht realisierbar. Erst wenn die anfallenden Reststoffe in die Überlegungen miteinbezogen werden, ergibt sich die Aussicht auf einen wirtschaftlichen Einsatz der untersuchten Technologie. Allerdings werden dabei der derzeitigen stofflichen und energetischen Verwertung Roh- und Brennstoffe entzogen, welche dort teilweise durch fossile Energieträger ersetzt werden müssen. Dadurch verringert sich der positive Umwelteffekt aus gesamtheitlicher Sicht sehr stark, obgleich sich daraus die größten Vorteile für den Standort ergeben.

Abstract

Initial Situation/Motivation:

SCA has the target to reduce its fossil CO₂-Emissions with 20% (in 2020 compared with 2005). With this project two possibilities were studied. It was defined how this target can be achieved and how SCA's business would be influenced (next steps, technologies, investments,)

Contents and Objectives:

For the specific production site a concept was developed, which – if implemented- enables the substitution of 20% of the actual-used natural gas with renewable synthesis-gas. The concepts were evaluated under ecological, technical and economic aspects.

Methodic approach:

The project was splitted up into eight work-packages, which enabled a comprehensive view on the topic:

- definition of possible system configurations
- supply of the energy source timber
- technical specification and dimensioning of possible assets
- cost-analyses: investment-costs and operating-costs
- environmental analyses
- overall estimation: economics and environmental impact compared to natural gas and required basic conditions
- consequences to a pilot project and further necessary experimental and industrial research
- project-management and documentation

Results:

The substitution of natural gas with gas-production of single biomass has a very positive impact on the emissions of greenhouse gases. But this concept can – under the best circumstances – not be implemented under economic aspects. Taking three kinds of wastes from paper recycling into account, there could be a positive outlook for an economic use of the studied technologies, although there is a big demand on further studies. The actual solution of material utilization out of wastes in other industries would lead to a partly substitution of waste with fossile fuels. So the ecological effect would be lowered very much due to this although there are the biggest advantages for the SCA site.

1 Einleitung

Aufgabenstellung

Bei der SCA Hygiene Products GmbH werden am Standort Pernitz Toilettenpapier, Servietten und Taschentücher hergestellt. Im Jahr 2008 wurden ausgehend von 158 000 t Altpapier und 30.000 t Zellstoff mit Hilfe zweier Papiermaschinen – eine für Toilettenpapier und eine für Servietten sowie Taschentücher – zunächst Papier, welches auf große Rollen (Mutterrollen) aufgewickelt wird, hergestellt. Daraus erzeugen die Papierverarbeitungsanlagen durch prägen, falzen, zuschneiden, etc. die gewünschten Endprodukte, welche letztendlich am Standort auch verpackt und palletiert werden.

Als Energielieferanten für die Produktion sind fossile Rohstoffe (Erdgas) und elektrische Energie eingesetzt worden. Vom gesamten Erdgasverbrauch sind etwa 70% in den beiden Gasturbinen, etwa 30% für die Direkttrocknung an den Papiermaschinen sowie für Zusatzfeuerungen und ähnliches aufgewendet worden. Mit Hilfe der beiden Gasturbinen sowie deren Abhitzekesseln wird auch Wärmebedarf in Form von Dampf und 60 % des jährlichen Strombedarfs selbst erzeugt (Kraft-Wärme-Kopplung), die verbleibenden 40 % werden aus dem öffentlichen Stromnetz zugekauft.

Die Kraft-Wärme-Kopplungsanlage hatte einen Jahresbrennstoffnutzungsgrad von 81,8%.

Zur Verringerung der klimarelevanten Emissionen (Kohlendioxid CO₂) müssen die fossilen Primärenergieträger substantiell durch erneuerbare Energieträger (Biomasse) und Sekundärrohstoffe (Abfallstoffe wie Rejekte, Klärschlamm und Papierfaserreststoffe) substituiert werden. Diese können mit Hilfe eines thermochemischen Umwandlungsschrittes (Vergasung) in ein mittelkalorisches Gas (Produktgas) transformiert werden, welches als Ersatz für den fossilen Brennstoff (Erdgas) dient. Die nutzbare heizwertbasierte Produktgasleistung ist mit 15 MW festgelegt worden.

Schwerpunkte des Projektes

Es wurden drei Konzepte untersucht: Im ersten Konzept soll die Produktgasbereitstellung aus Holzhackschnitzeln nach dem Modell der ausgeführten Anlagen Güssing bzw. Oberwart erfolgen. Im zweiten Konzept soll zusätzlich zu den Holzhackschnitzeln eine Trocknung bzw. eine thermische Verwendung der bei der Papierherstellung anfallenden Abfallstoffe – 87% Papierfaserreststoffe, 8% Rejekte und 5% Klärschlamm – überprüft und wenn möglich in die Vergasungsanlage integriert werden. Es wurde für zwei Konzepte ein Anlagenfließbild mit IPSEpro erstellt, damit die in die Vergasungsanlage ein- und ausgehenden Stoffströme und Energiemengen quantifiziert werden konnten. Weiters wurde auch eine wirtschaftliche Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt.

Wesentlich für die weitere Beurteilung aus technischer, ökologischer und ökonomischer Sicht war die Untersuchung des Biomasseangebotes aus regionaler, nachhaltiger Forstwirtschaft. Dazu war eine detaillierte Gesamterhebung der Biomassesituation im Projektgebiet erforderlich.

Im Projekt wurde die technische, ökonomische und ökologische Machbarkeit der Einbindung eines Biomassevergasungsprozesses in die Energieversorgung der SCA Hygiene Products GmbH am Standort Pernitz untersucht. Durch die Bereitstellung eines Produktgases mittels Biomassevergasung, soll der Einsatz von Erdgas in der Papierproduktion am Standort um mindestens 20% reduziert werden. Im Arbeitspaket „Umweltanalyse“ wurden die Auswirkungen auf die Umweltsituation durch den Ersatz von Erdgas durch Gas aus Biomasse (Produktgas) beschrieben. Der Schwerpunkt lag dabei auf der Untersuchung von Treibhausgasemissionen und dem Primärenergiebedarf.

Einordnung in das Programm

Aufgrund der im Projekt durchgeführten Bewertungen wurde die Sicherstellung der Kriterien der Nachhaltigkeit gewährleistet.

Dieses Projekt sollte darstellen, wie durch den innovativen Einsatz von neuen Technologien eine Erhöhung der Ressourcen- und Energieeffizienz erreicht werden kann. Der angestrebte Ersatz des fossilen Energieträgers Erdgas durch erneuerbare Energieträger (Biomasse, Reststoffe aus dem Produktionsprozess) unterstützt die Reduktion der Importabhängigkeit bei Energieträgern.

Die Unterstützung eines Industriebetriebes bei der Umsetzung von Maßnahmen die zum Klimaschutz beitragen führt langfristig zur Sicherung von Wirtschaftsstrukturen und Arbeitsplätzen.

Im Rahmen des Projektes wurde das regionale Biomasseangebot aus nachhaltiger Forstwirtschaft im Umkreis des Produktionsstandortes untersucht. Die Ergebnisse könnten zur Erschließung von derzeit noch nicht genutzten Biomasseressourcen führen und damit einen erheblichen Beitrag zur wirtschaftlichen Entwicklung im ländlichen Raum leisten.

Die Untersuchung der Biomassevergasung im industriellen Anwendungsbereich sollte zu neuen Schlussfolgerungen über Einsatzmöglichkeiten dieser Technologie führen. Damit wird zur langfristigen Entwicklung dieser Technologie beigetragen.

Die Untersuchung der Möglichkeit der Integration der Gaserzeugung und Gasreinigung aus Biomasse in einer bestehenden Anlage war in der Sache neu. Das führt zu einer Verbesserung der Optionenvielfalt der Technologie Biomassevergasung und des Energieträgers Biomasse.

Eine erfolgreiche Umsetzung des Projektes am Standort in Niederösterreich könnte zu Folgeprojekten bei anderen Standorten des Unternehmens führen. Die Projektergebnisse über den Einsatz der Biomassevergasung in einem Betrieb der Papierindustrie kann eine Signalwirkung für die gesamte Branche

haben. Eine Signalwirkung auch für andere Branchen, die sehr kapitalintensive und bereits energetisch optimierte Energieumwandlungsanlagen betreiben, ist in jedem Fall gegeben.

Dieses Projekt bildete die Basis für mögliche Folgeprojekte, wie z.B. die Realisierung eines Demonstrationsprojektes. Bei der Umsetzung eines Demonstrationsprojektes würde sich der inländische Wertschöpfungsanteil im Energiesystem durch die regionale Biomassebereitstellung erhöhen.

Die Zusammensetzung des Projektkonsortiums (Industriebetrieb, außeruniversitäre und universitäre Forschungseinrichtung) trug zur Forcierung von Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft bei.

Im Rahmen des Projektes wurde Wissen über die Technologie der Biomassevergasung von wissenschaftlichen Partnern an ein Unternehmen weitergegeben und damit die Technologiekompetenz speziell am österreichischen Unternehmensstandort gestärkt.

Die Zusammensetzung des Projektkonsortiums (Industriebetrieb, außeruniversitäre und universitäre Forschungseinrichtung) verstärkte die interdisziplinären Kooperationen und das Systemdenken.

Im Bereich der Biomassevergasung nimmt Österreich derzeit eine internationale Führungsrolle ein. Durch die weiteren Untersuchungen dieser Technologie im Rahmen des Projektes kann diese Führungsrolle ausgebaut werden.

Die Erkenntnisse die im Rahmen des Projektes erzielt werden, fördern den Ausbau des Forschungsstandortes Österreich.

Verwendete Methoden

Die wesentlichen angewandten Methoden waren:

- Recherchen zur Erhebung der Basisdaten
- Literaturstudium
- Simulationsrechnungen
- Preisanfragen
- Lebenszyklusanalyse (LCA)
- Wirtschaftlichkeitsrechnung

Aufbau der Arbeit

Die Arbeit wurde in 7 Arbeitsschritte unterteilt, die als einzelne Arbeitspakete abgearbeitet wurden.

- Festlegung von möglichen Anlagenkonfigurationen und Zielparametern

- Bereitstellung der Biomasse (inkl. Logistik): Hackgut feuchte nicht relevant, da genug Restwärme zur Trocknung vorhanden, ideal zw. 15 -25% Wassergehalt
- Technische Spezifikation und Auslegung der möglichen Anlagen (Massen und Energiebilanzen und Optimierung der Aggregate), Modell der einzelnen Anlagenkomponenten, vorhandene Reststoffe mit Hackgut vor allem Asche, die in der Zementindustrie genutzt werden kann
- Kostenanalyse: Investitions- und Betriebskosten
- Umweltanalyse: Treibhausgase, Primärenergieeinsatz und klassische Schadstoffe
- Gesamtbewertung: Wirtschaftlichkeit sowie Umweltverträglichkeit im Vergleich zu Erdgas und notwendige Rahmenbedingungen (z.B. Ökonomie, Förderungen)
- Schlussfolgerungen hinsichtlich Demonstrationsprojekt sowie notwendige, experimentelle und industrielle Forschung

2 Inhaltliche Darstellung

2.1 Festlegung von möglichen Anlagenkonfigurationen

Auf Basis von Anfragen bei den Lieferanten der bestehenden gastechnischen Anlagen (Gasturbinen und Brenner an den Gashauben der Papiermaschinen) wurden die Grenzen der Verwendbarkeit eines mittelkalorischen Synthesegases ermittelt.

Für den Betrieb der Gasturbinen des Herstellers Solar (U.S. – San Diego) besteht die Möglichkeit, das Synthesegas dem Erdgas beizumischen. In den Dry-Low-Nox Brennkammern der Turbinen darf in der Gasmischung ein Wobbeindex von 1000 nicht unterschritten werden. Bei einem Verhältnis Erdgas zu Synthesegas von 80 zu 20 können nach Angabe des Turbinenherstellers die genehmigten Grenzwerte am Standort im Lastbereich von 70 – 100 % eingehalten werden und es sind keine weiteren Sekundärmaßnahmen erforderlich.

Alternativ kann nach Angaben des Turbinenherstellers in einer Turbine mit einer Standardbrennkammer ein Brennstoff mit einem Wobbeindex bis 500 eingesetzt werden. Das würde einem Mischungsverhältnis Erdgas zu Synthesegas von etwa 30 zu 70 entsprechen. Durch den Einsatz von Standardbrennkammern fällt die primäre Maßnahme zur NO_x-Reduktion weg. Damit verbunden wäre aber eine massive Erhöhung des Ausstoßes von Luftschadstoffen wie NO_x und CO. Die Angaben der Hersteller überschreiten im Lastbereich von 70 – 100% die behördlich genehmigten Grenzwerte am Standort und es müssten dazu sekundäre Maßnahmen zur Reduktion von CO und NO_x im Abgas vorgesehen werden. Aus diesem Grunde wurde diese Variante nicht weiter verfolgt.

Neben den Gasturbinen bot sich die Heißlufterzeugung für die Trockenhauben der Tissue-Papiermaschinen als weitere Einsatzmöglichkeit für das Synthesegas an. Es wurde geprüft, ob diese Brennstoffwärme in den bestehenden Brenneranlagen als Alternativbrennstoff, oder in verschiedenen Mischungsverhältnissen mit Erdgas verwendet werden kann.

Verschiedene Hersteller von Industriebrennern gaben bekannt, dass eine Verbrennung des Synthesegases möglich sei. Da die Brennerhersteller aufgrund der sehr unterschiedlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften der beiden Brennstoffe die Verfeuerung beider Gase in ein und dem selben Brenner vor derzeit unlösbare Aufgaben stellt, müsste in diesem Fall eine größere Änderung an den Anlagen vorgenommen werden um jeweils getrennte Brenner für die unterschiedlichen Gase verwenden zu können. Dazu müssen eigene Produktgasleitungen und die jeweils Vorort notwendigen Gassicherheits- und Regeleinrichtungen installiert werden.

Es wurde folgende Anlagenkonfigurationen festgelegt:

- Produktgaserzeugung: 15MW Brennstoffwärme
- Produktgasnutzung: 5 MW als Erdgasbeimischung in den Gasturbinen und 10MW als Erdgasersatz für die Heißluftherzeugung an den Papiermaschinen

2.2 Bereitstellung der Biomasse inkl. Logistik

Bei einer derzeitigen jährlichen Gesamtnutzungsmenge im Projektgebiet von rund 1 Million Festmeter Holz und einem unterstellten Energieholzanteil von 30% müssten, um den Jahresbedarf von ca. 60.000 Festmeter abzudecken, ca. 20% der gewonnen Energieholzmenge in das geplante Werk fließen (Projektgebiet mit einem Radius von 35 km Luftlinie um den geplanten Standort).

Bei Erschließung zusätzlicher und bislang nicht genutzter Waldorte bzw. Eigentümerkategorien kann der benötigte Aufkommensanteil entsprechend gesenkt werden.

Laut Österreichischer Waldinventur produziert der Wald im Projektgebiet um ca. 600.000 Festmeter mehr Holz als geerntet wird. Wenn man „nur“ 50% des Mehrzuwachses nutzen könnte, stünden weitere 90.000 Festmeter Energieholz zur Verfügung. Das alleine könnte den prognostizierten Holzverbrauch am geplanten Standort decken.

Von entscheidender Bedeutung werden der wirtschaftlich vertretbare Einkaufspreis des Energieholzes und das Konkurrenzaufkommen und Konkurrenzverhalten anderer Verbraucher sein. Das Einkaufsverhalten bestehender und anderer geplanter Energieholzverbraucher konnte in dieser Studie nicht berücksichtigt werden.

Eine nachhaltige Steigerung des Holzaufkommens ist zwar auf Grund der Zuwächse möglich, hat aber in der Unbringbarkeit der Waldbestände (steile Lagen, nicht erschlossene Gebiete) und in der Nichterreichung des Eigentums (Kleinwaldbesitz) seine Grenzen. Außerdem ist in einer multifunktionalen Waldwirtschaft, in der der Wald nicht nur als Holzlieferant, sondern auch einer Reihe anderer Funktionen dient, nur ein Teil des Zuwachses auch wirklich nutzbar.

2.3 Technische Spezifikation und Auslegung der möglichen Anlagen

Für die Einbindung einer Zweibettwirbelschicht-Dampfvergasung am Standort sind drei Konzepte ausgearbeitet worden.

Für die technische Spezifikation wurden zwei Konzepte im Detail betrachtet:

Konzept 1 – reine Biomassevergasung

Konzept 2 – Vergasung der Reststoffe (Rejekte, Papierfaserreststoffe, Klärschlamm) und Biomasse

Konzept 1 – reine Biomassevergasung

Beim ersten Konzept, welches in Abbildung 1 dargestellt ist, werden Holzhackschnitzel vergast. Dieses Konzept basiert auf dem Anlagendesign, welches in einem etwas kleineren Maßstab in den Kraftwerken Güssing und Oberwart bereits technisch erprobt worden ist. Derzeit (September 2010) erfolgt die Inbetriebnahme des Kraftwerks Villach, welches das dritte österreichische Kraftwerk von diesem Typus ist.

Brennstoffe

Die in die Anlage eingehende Biomasse in Form von Holzhackgut besitzt anfangs einen Wassergehalt von ungefähr 40 Gew-%. Dieser wird in einer Trocknungsanlage (z.B. Schachttrockner) auf zirka 20 Gew-% gesenkt. Als Trocknungsmedium dient vorgewärmte Luft mit einer Temperatur von zirka 80 °C, wobei die dafür erforderliche Wärmeenergie aus dem Lösungsmittelkreislauf des Produktgaswäschers sowie dem Dampfkreislauf stammt und mit Hilfe des Biomassetrocknungskreislaufes zum Trocknungsluftwärmetauscher transportiert wird (siehe Produktgasreinigung und Prozesswärme). Zur Einhaltung geringer Staubemissionen sollte die Trocknerabluft einer Staubabscheidung unterzogen werden.

Da mit der Einbringung der getrockneten Biomasse in den Vergaser in diesen keine Umgebungsluft gelangen darf, wird die Biomasse mit Stickstoff inertisiert.

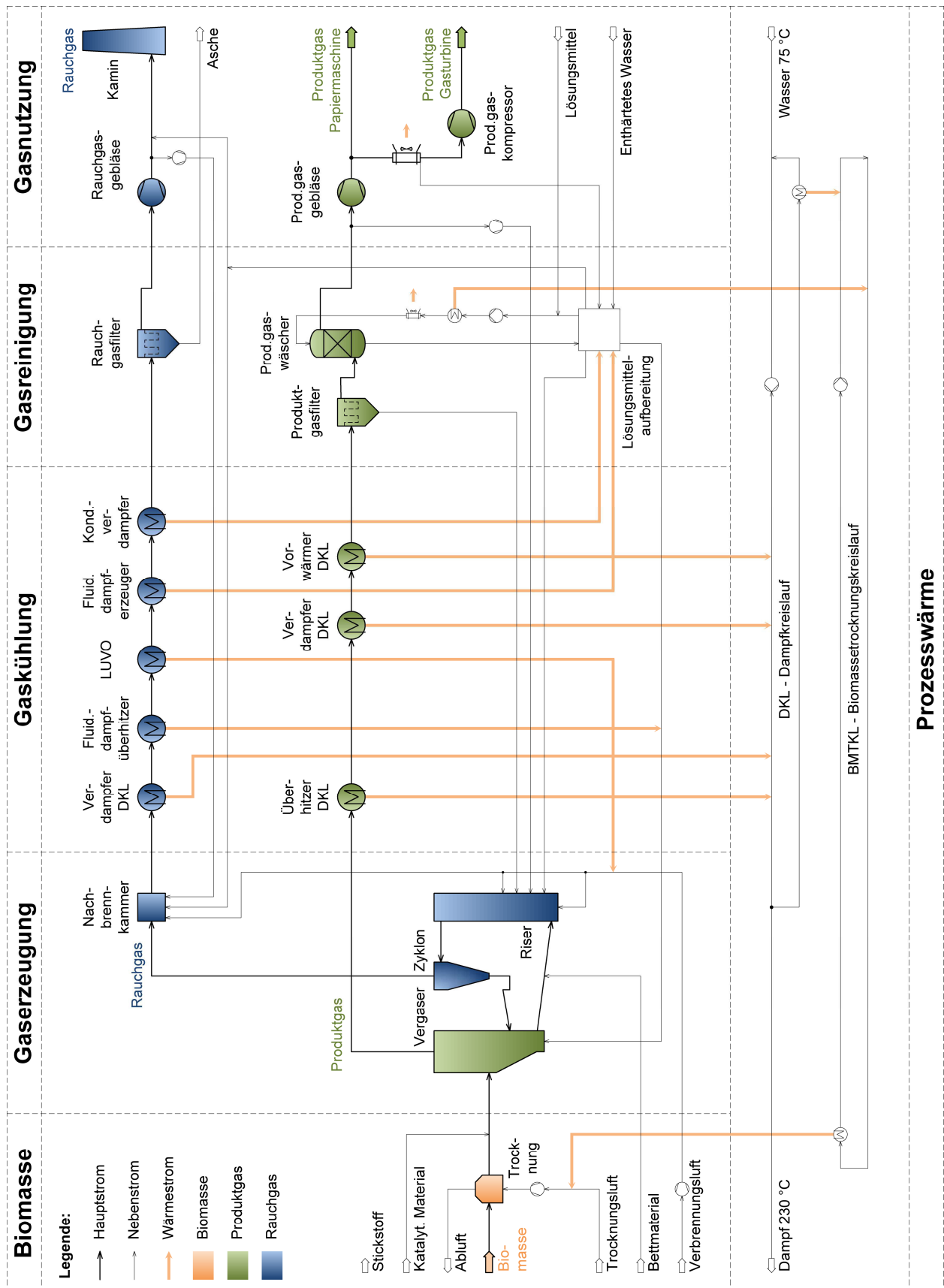


Abbildung 1: Prozessfließbild – Reine Biomassevergasung

Produktgaserzeugung

Im Vergaser erfolgt die Erzeugung des Produktgases aus der zugeführten, getrockneten Biomasse. Dieser ist derzeit als stationäre Wirbelschicht vorgesehen, kann aber ebenso als zirkulierende Wirbelschicht (benötigt einen weiteren Abscheider, z.B. Zyklon oder Umlenkabscheider) ausgeführt werden. Die Fluidisierung erfolgt mit überhitztem Wasserdampf von zirka 450 °C (siehe Rauchgaskühlung und Produktgasreinigung). Die für die Vergasung der Biomasse benötigte Wärme wird vom Bettumlaufmaterial bereitgestellt. Am Austritt des Vergasers hat das Produktgas eine Temperatur von 850 °C und weist einen Staubgehalt (Biomasseasche und Bettmaterial) von ca. 25 g/Nm³, einen Flugkoksgehalt von ca. 20 g/Nm³ und einen Teeranteil von ca. 2 g/Nm³ auf, wobei die Werte vom Staub- und Flugkoksgehalt stark von der Konstruktion des Vergasers abhängig sind.

Produktgaskühlung

In diesem Verfahrensabschnitt wird das Produktgas abgekühlt und die dabei freiwerdende Wärme an den Dampfkreislauf abgegeben. Hierbei sind zuerst der Überhitzer, dann der Verdampfer und zuletzt der Vorwärmer angeordnet (siehe Prozesswärme).

Produktgasreinigung

Anschließend erfolgt die Gasreinigung mit Hilfe des Produktgasfilters. Hierbei handelt es sich um einen Gewebefilter mit PTFE Filterelementen. Für den Filter ist es unbedingt erforderlich, dass das Produktgas eine bestimmte maximale Temperatur (abhängig vom Filterhersteller, ungefähr 220 °C) nicht übersteigt, da es ansonsten zu einer Zerstörung des Filtergewebes kommt. Der im Produktgas enthaltene Teer kondensiert zum Teil während der Produktgaskühlung an den im Gasstrom mit transportierten Feststoffpartikeln (Biomasseasche, Bettmaterial und Flugkoks). Der Großteil dieser Feststoffe wird im Filter abgeschieden und dem Riser zugeführt. Nach dem Produktgasfilter enthält das Produktgas einen Staubanteil von ca. 10 mg/Nm³, einen Flugkoksanteil von ca. 2 mg/Nm³ und einen Teeranteil von ca. 1,5 g/Nm³.

Das Produktgas strömt nach dem Filter in den Produktgaswäscher. Dort wird der Produktgasstrom nochmals gereinigt und auf eine Temperatur von ungefähr 40 °C abgekühlt. Dazu wird ein gekühltes Lösungsmittel (z.B. RME – Rapsöl-Methylester) im Oberteil des Wäschers eingebracht. Das Lösungsmittel passiert die im Mittelteil des Wäschers platzierten Packungen in Abwärtsrichtung, während das Produktgas entgegengesetzt strömt. Innerhalb der Packungen kommt es zu einer sehr guten Vermischung zwischen Produktgas und Lösungsmittel. Dadurch wird ein Grossteil des Teeres im RME physikalisch gelöst. Weiters kommt es auch zu einer Übertragung der Wärmeenergie vom Produktgas an das Lösungsmittel. Infolgedessen kondensiert ein Hauptteil des im Produktgas enthaltenen Wasserdampfes aus, wobei das aus dem Wäscher austretende Produktgas zu 100 % mit Wasserdampf gesättigt ist. Außerdem werden die nach dem Produktgasfilter noch im Produktgas verbliebenen, geringen Staub- und

Flugkoksanteile im Wäscher nun praktisch restlos abgeschieden. Das Produktgas besitzt somit nach dem Wäscher nur mehr Teeranteile von ca. 5 mg/Nm³.

Produktgasreinigung – Lösungsmittelaufbereitung

Vom Boden des Produktgaswäschers wird das mit Wasser, gelöstem Teer, etc. verunreinigte Lösungsmittel abgezogen und folglich ins Trennbecken geleitet. Dieses funktioniert nach dem Schwerkraftprinzip, infolgedessen sich das Wasser aufgrund der höheren Dichte am Boden absetzt und das Lösungsmittel oben schwimmt. Da im Trennbecken aufgrund der kontinuierlichen Zu- und Abflüsse ständig eine Flüssigkeitsbewegung vorhanden ist und auch die Zeitdauer für den Trennvorgang beschränkt ist (resultiert aus der Trennbeckengröße), gibt es keine 100-prozentige Trennung, d.h. in der Lösungsmittelphase befinden sich geringste Wasseranteile genauso wie in der Wasserphase geringste Lösungsmittelanteile vorhanden sind. Die sehr geringe Menge an Feststoffen (Biomasseasche, Bettmaterial und Flugkoks) sind im Wesentlichen im gesamten Trennbecken fein verteilt (also sowohl in der Wasser- als auch in der RMEPhase), das abgesetzte Material am Boden ist minimal.

Das Trennbecken besitzt drei Abflüsse. Beim organischen Abfluss wird das Lösungsmittel mit einem sehr geringen Wassergehalt mit einer Überlaufkante von der Oberfläche des Trennbeckens entnommen. Dieses wird anschließend mit frischem Lösungsmittel vermischt und anschließend mit der Kreislaufpumpe weitergefordert. Danach wird das wasserarme Lösungsmittel gekühlt – zuerst mit dem Wärmetauscher zum Biomassetrocknungskreislauf, danach mit einem Umgebungsluftkühler – und wiederum dem Produktgaswäscher zugeführt.

Der zweite Trennbeckenabfluss befindet sich höhenmäßig ungefähr in der Mitte des Trennbeckens, an der Grenze zwischen der Lösungsmittel- und Wasserphase. Dort wird somit Lösungsmittel und auch Wasser abgezogen. Eine Pumpe fördert diesen Massenstrom letztendlich in den Riser (zuvor wird allerdings die Abschlammung aus der zweiten Stufe der Kondensataufbereitung dazugemischt – siehe nächsten Absätze). Beim dritten Abfluss im untersten Bereich des Trennbeckens wird die Wasserphase abgezogen. Diese wird mit dem anfallenden Kondensat von der Zwischenkühlung der Produktgasverdichtung (siehe Produktgasnutzung) vermischt und über eine Pumpe der zweistufigen Kondensataufbereitung zugeführt, wobei jede Stufe aus einem Verdampfer besteht. Im Verdampfer der ersten Stufe – Kondensatverdampfer – werden zunächst aufgrund der niedrigeren Siedetemperatur leicht flüchtige Anteile (generell Stoffe mit einer geringeren Siedetemperatur als Wasser) und weiters auch ein Teil des Wassers verdampft. Dieses Dampfgemisch – Bründendampf – wird nicht weiter benötigt und somit entweder über die Nachbrennkammer oder vor dem Kamin in den Rauchgasstrom eingebracht. In der Nachbrennkammer werden eventuell noch vorhandene brennbare Anteile verfeuert. Das in der ersten Stufe nicht verdampfte Wasser enthält noch geringe Anteile an Feststoffen (Biomasseasche, Bettmaterial und Flugkoks) sowie Lösungsmittel. Dieses wird jetzt der zweiten Stufe zugeführt. In diesem Verdampfer – Fluidisierungsdampferzeuger – entsteht reiner Wasserdampf (die Verunreinigungen besitzen eine höhere Siedetemperatur als Wasser), welcher weiters mit Hilfe des zweiten Rauchgaskühlers (Fluidisierungsdampfüberhitzer) überhitzt und letztendlich für die Vergaserfluidisierung verwendet wird. Das im Ver-

dampfer der zweiten Stufe verbleibende Wasser enthält sämtliche Verunreinigungen, welche aufgrund der geringen verbleibenden Wassermenge folglich in höherer Konzentration vorliegen. Dieses wird in den Strom, der vom Abfluss der „RME-Abschlammung“ des Trennbeckens kommt, dazu gemischt und letztendlich im Riser verbrannt.

Bei der Fluidisierungsdampferzeugung kommt es in Abhängigkeit von der im Trennbecken befindlichen Qualität der Wasserphase – im Speziellen von der Wassertrübung – zu unterschiedlichen, erreichbaren Dampfqualitäten. In der Praxis wird es höchstwahrscheinlich erforderlich sein, frisches enthärtetes Wasser einzuspeisen, um eine entsprechende Dampfqualität zu gewährleisten. In Abhängigkeit von der eingespeisten Frischwassermenge wird dann im Kondensatverdampfer entsprechend mehr Brügendampf erzeugt und der Nachbrennkammer bzw. den Kamin zugeführt.

Produktgasnutzung

Das kühle und gereinigte Produktgas wird nun für die jeweiligen Verbraucher aufgeteilt und jeder Teilstrom entsprechend den Erfordernissen verdichtet. Eine geringe Menge des erzeugten Produktgases wird anlagenintern verwendet. Es wird in den Riser rückgeführt, wo es zur Regelung einer möglichst konstanten Austrittstemperatur des Produktgases aus dem Vergaser von 850 °C verbrannt wird. Die andere, große Menge des Produktgases steht zur externen Nutzung zur Verfügung. Dazu wird es auf einen Absolutdruck von 3 bar verdichtet. Ein Teil wird nun für die Direkttrocknung der Papiermaschinen verwendet. Der andere Teil wird nach einer Zwischenkühlung weiter auf 17 bar absolut verdichtet und für die Verwendung in der Gasturbine dem Erdgas zugemischt. Bei der Zwischenkühlung kondensiert ein Teil des im Produktgas enthaltenen Wassers aus (mit steigendem Druck kann das Gas bei gleicher Temperatur weniger Wasserdampf aufnehmen), wodurch sich eine Erhöhung des Heiz- bzw. Brennwertes ergibt. Das Kondensat wird der zweistufigen Kondensataufbereitung zugeführt (siehe Produktgasreinigung – Lösungsmittelaufbereitung).

Im gesamten Bereich vom Austritt aus dem Vergaser bis vor (saugseitig) den Produktgasgebläsen bzw. -verdichtern herrscht Unterdruck. Somit wird im Falle von Undichtheiten ein Austreten des Produktgases wirkungsvoll verhindert.

Rauchgaserzeugung

Im Riser wird die für die Vergasung erforderliche Wärme bereitgestellt. Es gelangt das relativ kühle Bettumlaufmaterial – bestehend aus dem Bettmaterial und festen Vergasungsrückständen (Pyrolysekoks und Biomasseasche) – vom Vergaser über die untere Rinne in den Riser. Zusätzlich wird hier auch frisches Bettmaterial eingebracht. Beim Riser handelt es sich um eine mit Luft fluidisierte austragende Wirbelschicht. Als Brennstoff dient primär der mit dem Bettmaterial eingebrachte Pyrolysekoks. Weiters erfolgt dort die Verfeuerung der im Produktgasfilter abgeschiedenen Materialien, der Lösungsmittel- Abschlammung und – je nach Bedarf (Temperaturregelung des Produktgases beim Vergaseraustritt) – des

rückgeführten Produktgases. Mit der aus der Verbrennung entstehenden Wärme und des sehr guten Wärmeübergangs in der Wirbelschicht erfolgt eine rasche Erhitzung des Bettumlaufmaterials. Aufgrund einer vertikalen Strömungsgeschwindigkeit im Riser von 7,5 m/s (im Auslegungsfall) wird das aufgeheizte Bettmaterial ausgetragen. Im nachfolgenden Abscheider (z.B. Zyklon, Umlenkabscheider, etc.) wird aus dem Rauchgasstrom ein Großteil der Feststoffe abgeschieden und über den Siphon und die obere Rinne dem Vergaser zugeführt. Das heiße Bettmaterial gibt dort dessen gespeicherte Wärmeenergie an den Vergasungsprozess ab. Das Rauchgas hat nach dem Abscheider einen (anorganischen) Staubgehalt von ca. 27 g/Nm³. Diese mit dem Rauchgasstrom mittransportierte Feststoffmenge entspricht im Durchschnitt der Summe der ins System eingebrachten anorganischen Mengen (Biomasseasche, katalytisches Material und Bettmaterial), weil die im System befindliche Feststoffmenge im zeitlichen Verlauf nicht ansteigt und die Feststoffe das System nur über den Rauchgasweg (Rauchgasfilter) verlassen können. Der Rauchgasstrom gelangt nach dem Abscheider in die Nachbrennkammer. In dieser werden allfällig mitgerissene, nicht vollständig verbrannte Flugkokspartikel sowie unverbranntes Gas möglichst vollständig umgesetzt. Dazu kann Verbrennungsluft beigemischt werden. Voraussetzung für eine vollständige Verbrennung ist eine ausreichende Aufenthaltszeit. Praktisch ausgeführt ist die Nachbrennkammer in den Kraftwerken Güssing und Oberwart als 180°-Rohrbogen, welcher einen größeren Durchmesser als die übrige Rohrleitung besitzt. Zur Regelung der Rauchgasaustrittstemperatur aus der Nachbrennkammer kann der Brüdendampf aus der ersten Stufe der Kondensataufbereitung (auch zur Verbrennung allfällig enthaltener brennbarer Anteile, siehe Produktgasreinigung – Lösungsmittelaufbereitung) eingebracht und/oder gereinigtes Rauchgas rezirkuliert werden.

Rauchgaskühlung

Das heiße Rauchgas gibt nun dessen gespeicherte Wärmeenergie über Wärmetauscher zur Verdampfung des Wassers im Dampfkreislaufes (1. Rauchgaskühler), zur Überhitzung des Wasserdampfs für die Vergaserfluidisierung (2. Rauchgaskühler), zur Vorwärmung der Verbrennungsluft (3. Rauchgaskühler), zur Erzeugung des Fluidisierungsdampfes (4. Rauchgaskühler) und letztendlich an den Kondensatverdampfer (5. Rauchgaskühler) ab.

Rauchgasreinigung

Aus dem abgekühlten Rauchgas werden nun weiters die mittransportierten Feststoffpartikel (Biomasseasche und Bettmaterial) im Rauchgasfilter weitestgehend abgeschieden und aus dem System abgeschieden. Der Filter besitzt diesbezüglich eine sehr hohe Abscheideeffizienz, woraus ein Staubanteil im gefilterten Rauchgas von unter 20 mg/Nm³ (basierend auf Messwerten des BHKW's Güssing) folgt. In der im Kapitel 1 beschriebenen Simulation ist dieser Staubgehalt aufgrund seiner Irrelevanz vernachlässigt worden. Für den Filter ist es – genauso wie beim Produktgasfilter – unbedingt erforderlich, dass das Rauchgas eine bestimmte maximale Temperatur (abhängig vom Filterhersteller, ungefähr 220 °C) nicht übersteigt, da es ansonsten zu einer Zerstörung des Filtergewebes kommt.

Rauchgasnutzung

Nach dem Rauchgasfilter ist das Rauchgasgebläse angeordnet, welches zur Überwindung aller im Rauchgasweg enthaltenen Druckverluste dient. Es erzeugt in dem saugseitig angeordneten Anlagenteil ab dem Abscheider bis hin zum Rauchgasgebläse einen Unterdruck. Somit wird in diesem Anlagenbereich im Falle von Undichtheiten ein Austritt von Rauchgas verhindert und stattdessen an den undichten Stellen Umgebungsluft (Falschluff) angesaugt. Ein Teil des gereinigten Rauchgases kann zur Regulierung der Rauchgastemperatur beim Austritt aus der Nachbrennkammer rezirkuliert werden. Bevor das Rauchgas die Anlage über den Kamin verlässt, kann der Bründendampf aus der ersten Stufe der Kondensataufbereitung (siehe Produktgasreinigung – Lösungsmittelaufbereitung), sofern dieser nicht in die Nachbrennkammer geleitet worden ist, eingebracht werden.

Prozesswärme

Die Prozesswärme umfasst den Wärmetransport zwischen den einzelnen Wärmequellen und -senken und wird mit Hilfe zweier Wasserkreisläufe ausgeführt. Der Dampfkreislauf ist jener Wasserkreislauf mit dem höheren Temperaturniveau. Nach der Kreislaufpumpe wird das komprimierte Wasser beim 3. Produktgaskühler vorgewärmt. Anschließend wird der Wasserstrom aufgeteilt, wobei ein Teilstrom im 1. Rauchgaskühler und der andere im 2. Produktgaskühler verdampft wird. Danach werden beide Teilströme wieder zusammengefasst und im 1. Produktgaskühler überhitzt, sodass überhitzter Dampf mit einer Temperatur von 230 °C bei einem Absolutdruck von 17 bar zur Verfügung steht. Dieser wird einerseits anlagenintern zur Wärmeabgabe an den Biomassetrocknungskreislauf und andererseits anlagenextern für eine beliebige Dampfnutzung verwendet. Letztendlich gelangt der kondensierte Dampf mit einer Temperatur von 75 °C wieder zur Kreislaufpumpe. Beim Biomassetrocknungskreislauf wird das Wasser nach der Kreislaufpumpe zuerst im ersten Lösungsmittelkühler und anschließend im Wärmetauscher zum Dampfkreislauf auf 100 °C erwärmt. Danach erfolgt die Wärmeabgabe im Trocknungsluftwärmetauscher. Das auf 40 °C abgekühlte Wasser gelangt nun wieder zur Kreislaufpumpe.

Konzept 2 – Reststoffverwertung

Das zweite Konzept ist eine Weiterentwicklung des ersten in Abbildung 1 dargestellten Konzeptes und beruht auf der Idee, dass die auskoppelbare Wärme für die Trocknung der bei der Papierherstellung anfallenden Reststoffe (Rejekte, Klärschlamm und Papierfaserreststoffe) verwendet wird, sodass sich deren Gewicht und infolgedessen auch deren Entsorgungskosten reduzieren. Da aber alle diese Stoffe bereits im ungetrockneten Zustand einen niedrigen, aber positiven Heizwert aufweisen, der mit dem abnehmenden Wassergehalt (infolge des Trocknungsvorganges) weiter ansteigt, liegt eine thermische Verwertung dieser Stoffe nahe. Anzumerken bei diesem Konzept ist, dass für die thermische Vergasung von Rejekten und Papierfaserreststoffen bislang keine Erfahrungswerte existieren und die in den Reststoffen enthaltene hohe (anorganische) Aschemenge neue konstruktive Maßnahmen erfordert.

Brennstoffe

Als Brennstoffe dienen bei diesem Konzept neben der Biomasse in Form von Holzhackgut auch alle in der Papierherstellung anfallenden Reststoffe wie Rejekte, Papierfaserreststoffe und Klärschlamm. Da alle Brennstoffe einen hohen Wassergehalt aufweisen, werden diese in einem ersten Schritt getrocknet bzw. entwässert. Dazu werden die Biomasse, die Rejekte und die Papierfaserreststoffe gemeinsam mit Hilfe eines auf 140 °C vorgewärmten Luftstromes (eine wesentlich höhere Temperatur ist nicht mehr empfehlenswert) z.B. in einem Band- oder Wälzbettrockner auf 18 Gew-% Wassergehalt getrocknet. Die Abluft aus dem Trockner sollte einer Staubabscheidung (evtl. sogar mit Wäscher) unterzogen werden. Der Klärschlamm wird nur mechanisch entwässert, weil einerseits bei den meisten Trocknungsverfahren eine aufwändige, biologische Reinigung der Trocknerabluft zur Vermeidung einer Geruchsbelästigung erforderlich wäre und andererseits die Klärschlammmenge vergleichsweise gering ist. Das bei der Entwässerung anfallende Wasser wird der Kondensataufbereitung (siehe Produktgasreinigung – Lösungsmittelaufbereitung) zugeführt. Aufgrund des hohen anorganischen Anteils (Asche) und des hohen Wassergehaltes der Reststoffe wird bei diesem Konzept im Vergleich zum ersten einerseits eine deutlich größere Gesamtbrennstoffmenge zugeführt und andererseits eine wesentlich höhere Trocknerleistung erforderlich. Stattdessen ist wegen der thermischen Reststoffverwertung die erforderliche Hackschnitzelmenge vergleichsweise geringer. Nach telefonischer Auskunft von Trocknerherstellern (Band- und Wälzbettrockner) ist pro Tonne verdampften Wassers ein elektrischer Energiebedarf von 30 bis 40 kW und ein Wärmebedarf von 800 bis 1 000 kW erforderlich. Die getrockneten Hackschnitzel, Rejekte und Papierfaserreststoffe werden einerseits dem Riser als Zusatzbrennstoff und andererseits gemeinsam mit dem entwässerten Klärschlamm dem Vergaser zugeführt.

Produktgaserzeugung

Im Vergaser erfolgt die Erzeugung des Produktgases aus allen vier Brennstoffen (Biomasse, Rejekte, Papierfaserreststoffe und Klärschlamm). Da die Reststoffe einen hohen anorganischen Anteil (Asche) aufweisen, erfolgt die Zufuhr einer größeren Gesamtbrennstoffmenge, welche im Vergaser (und in weiterer Folge auch im Riser) einen höheren Wärmebedarf verursacht. Aufgrund des hohen Brennstoff-Aschegehalts weist auch das Produktgas einen wesentlich höheren Staubgehalt von ca. 200 g/Nm³ auf. Dieser Staubgehalt kann aber, genau wie beim ersten Konzept, sehr stark durch konstruktive Maßnahmen beeinflusst werden, wie z.B. durch die Ausführung der Wirbelschicht (stationär oder zirkulierend).

Rauchgaserzeugung

Abweichend zum ersten Konzept werden im Riser als zusätzliche Brennstoffe die getrocknete Mischung aus Biomasse, Rejekten und Papierfaserreststoffen zugeführt, weil ansonsten der größere Energiebedarf im Riser eine wesentlich verstärkte Produktgasrückführung zur Folge hätte. Aus dem höheren Energiebedarf resultiert weiters eine höhere Verbrennungsluft- und Rauchgasmenge. Genau wie beim ersten Konzept ist der Rauchgasfilter die einzige Senke für das gesamte anorganische Material, deswegen müssen alle in die Anlage eingetragenen anorganischen Stoffe die Anlage über den Rauchgasweg

wieder verlassen. Es ergibt sich nach dem Abscheider (Zyklon) ein (anorganischer) Staubgehalt von ca. 200 g/Nm³.

Rauchgasreinigung

Da in den Reststoffen höhere Chloranteile enthalten sind, kann eine zusätzliche Rauchgasreinigung, z.B. Kalkmilcheindüsung, erforderlich werden.

Prozesswärme

Die Prozesswärme weist im Vergleich zum ersten Konzept nur einen Unterschied auf: Die Temperatur des Biomassetrocknungskreislaufes vor dem Trockner ist mit 160 °C aufgrund der höheren Trocknungslufttemperatur ebenfalls höher gewählt

2.4 Resümee zur technischen Spezifikation und Auslegung der möglichen Anlagen

Es wurden 2 Anlagenkonzepte für die SCA Hygiene Products GmbH entwickelt, die mit Hilfe der Vergasungstechnologie den Kohlendioxidausstoß am Standort weiter verringern und zu einer erhöhten Nutzung erneuerbarer Energieträger führen. Für beide Anlagenkonzepte wurden mit Hilfe von Simulationssoftware die Energie- und Massenbilanzen berechnet. Gleichzeitig wurden technisch kritische Punkte aufgezeigt und Handlungsempfehlungen für die weitere Umsetzung dargestellt. Die beiden entwickelten Konzepte stellen einen vielversprechenden Ansatz für die Reduktion klimaschädlicher Kohlendioxidemissionen in der Zukunft am Standort energieintensiver Industriebetriebe dar.

2.5 Umweltanalyse:

Im Arbeitspaket Umweltanalyse wird der Einfluss der Einführung einer Biomassevergasungsanlage auf Treibhausgasemissionen, Primärenergiebedarf sowie teilweise Luftschadstoffe mit der Methode der Lebenszyklusanalyse (LCA) untersucht. Eine Lebenszyklusanalyse (LCA) - auch Ökobilanz genannt - bezieht sich nach ISO 14040:2006 auf die Umweltaspekte und potentiellen Umweltauswirkungen (z.B. Nutzung von Ressourcen und die Umweltauswirkungen von Emissionen) im Verlauf des Lebensweges eines Produktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion, Anwendung, Abfallbehandlung, Recycling bis zur endgültigen Beseitigung (d.h. „von der Wiege bis zur Bahre“).

In der Lebenszyklusanalyse werden alle beteiligten Stoffe und Prozesse berücksichtigt: Hilfsenergien, Hilfsstoffe, die Errichtung und Entsorgung von Anlagenkomponenten, die Produktgasnutzung, die Verwertung von Nebenprodukten, die Substitution anderer Produkte durch die Nebenprodukte, stoffliche Verluste und die Referenznutzung der eingesetzten Biomasse bzw. der Anbauflächen.

Die betrachteten Energiesysteme werden zur Untersuchung mittels Lebenszyklusanalyse schematisch als Prozessketten dargestellt. Eine Prozesskette beschreibt den gesamten Lebenszyklus von der Rohstoffbereitstellung bis zur Endenergie (Strom, Dampf, Trocknungswärme). Außerdem wird die Verwendung von Nebenprodukten berücksichtigt (z.B. Asche). Ein weiterer Bestandteil des untersuchten Systems ist die Referenznutzung der Rohstoffe (Biomasse, Rejekte und Klärschlamm). D.h. es wird berücksichtigt was mit diesen Rohstoffen passieren würde, wenn diese nicht für die Biomassevergasung genutzt würden. Der Energieaufwand und die Umweltauswirkungen, die mit dieser Referenznutzung verbunden sind, werden durch das Biogassystem vermieden.

Um die Umweltauswirkungen der Biomassevergasungssysteme bewerten zu können, werden Referenzsysteme dem Biogassystem gegenübergestellt. Referenzsysteme sind Energiesysteme, die die gleiche Endenergiemenge wie das Biomassevergasungssystem bereitstellen, jedoch auf anderen Energieträgern und Technologien basieren.

Abbildung 2 zeigt das grundlegende Schema für die Bewertung eines Bioenergiesystems im Vergleich zu einem Referenzsystem mit fossiler Energie. Die Elemente dieses Schemas sind:

Bioenergiesystem

- Sammlung von Reststoffen
- Gewinnung von Biomasse
- Rohstofftransport
- Umwandlung
- Verteilung
- Verwendung
- Konventioneller Herstellung von Produkten, die sonst bei der Referenznutzung der Fläche oder der Biomasse erzeugt werden

Referenzsystem mit fossiler Energie

- Referenznutzung der Reststoffe
- Referenznutzung der Biomasse
- Gewinnung der fossilen Ressource
- Transport
- Umwandlung
- Verteilung

- Verwendung
- Konventionelle Herstellung von Produkten, die sonst beim Bioenergiesystem anfallen

In der Berechnung werden die Emissionen und der Energieaufwand der Referenznutzung von Rohstoffen und der Substitution der konventionellen Herstellung von Nebenprodukten beim Biomassevergasungssystem berücksichtigt, da diese Prozesse direkt mit dem Biomassevergasungssystem verbunden sind.

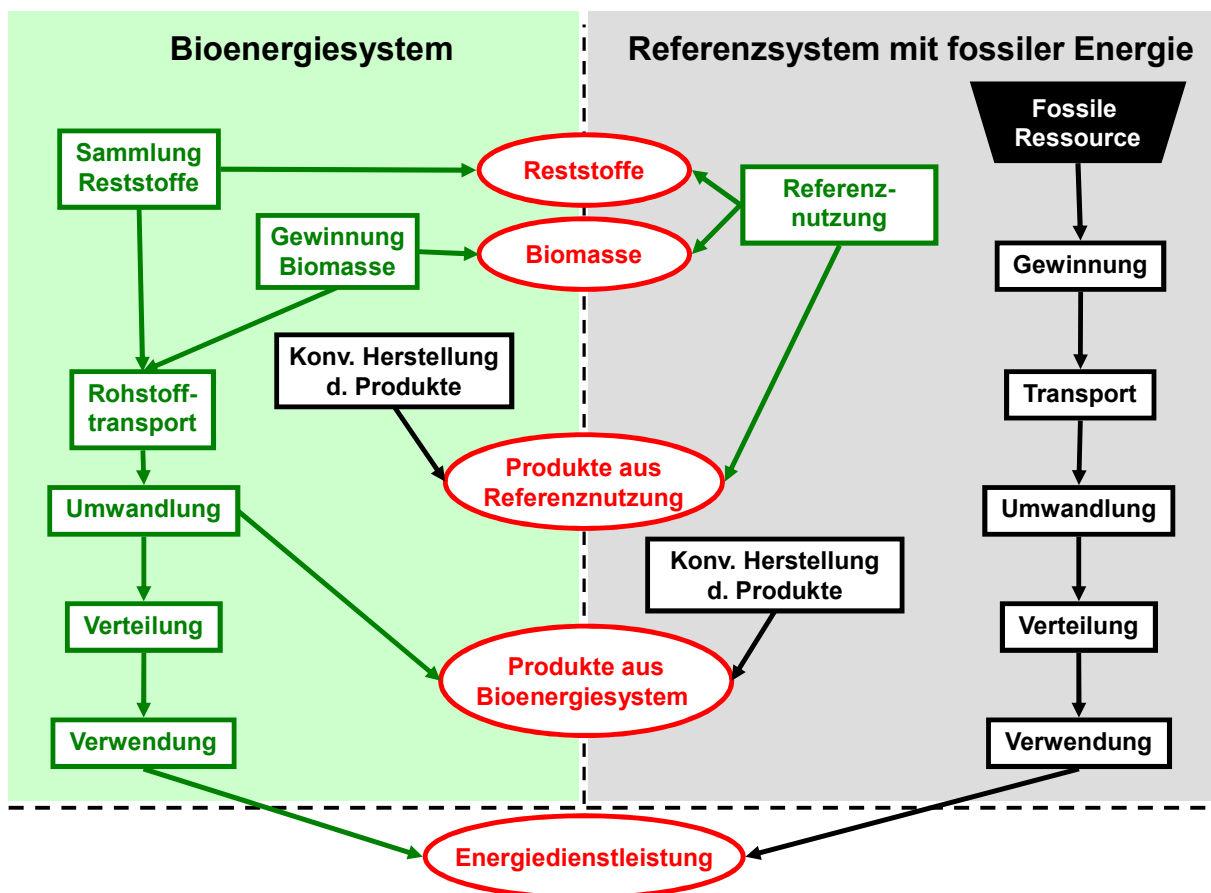


Abbildung 2: Schema zur Bewertung eines Bioenergiesystems im Vergleich zu einem fossilen Referenzsystem mittels LCA

Für den zur Gewinnung der Bioenergie eingesetzten biogenen Kohlenstoff wird angenommen, dass die Bilanz der Netto-CO₂-Fixierung durch die Photosynthese, die Kohlenstoffspeicherung und die Verbrennung der Biomasse Null ist. Diese Annahme entspricht den vom Intergovernmental Panel on Climate Change (IPPC) erstellten Richtlinien für Energiewirtschaft. Damit werden die CO₂-Emissionen aus der Verbrennung von Biomasse mit Null bilanziert.

Abbildung 3 zeigt die Kohlenstoff- und Energieflüsse eines Bioenergiesystems im Vergleich zu einem fossilen Referenzsystem

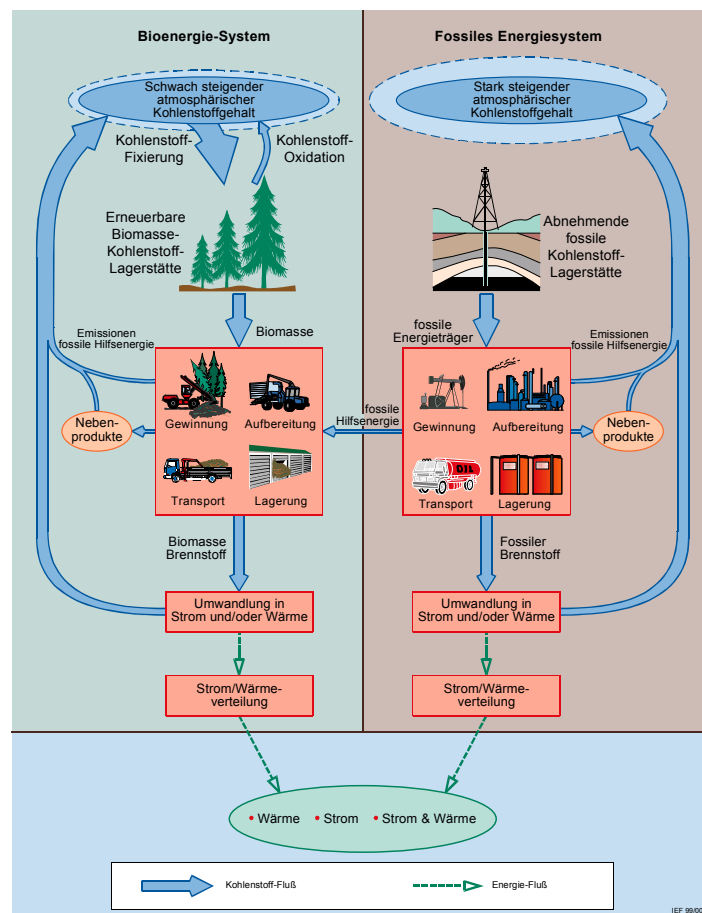


Abbildung 3: Kohlenstoff- und Energieflüsse für Bioenergiesysteme und fossile Energiesysteme (Jungmeier et al 2003)

Es wurden drei Biomassevergasungskonzepte und zwei Referenzsysteme untersucht. Alle Biomassevergasungskonzepte verfügen über die gleiche Produktgasleistung von 15 MW. Jährlich werden 1/3 des Produktgases in der KWK-Anlage und 2/3 in der Papiermaschine eingesetzt. Die Biomassevergasungskonzepte unterscheiden sich in den eingesetzten Rohstoffen

- „Konzept 1: Hackgut“: als Brennstoff wird 100% Hackgut eingesetzt
- „Konzept 2: Hackgut+Reststoffe“: 17% Hackgut, 6% Rejekte, 4% Klärschlamm, 72 % Papierfaserreststoffe
- „Konzept 3: Hackgut+Reststoffe ohne PFRS“: 73 % Hackgut, 16% Rejekte, 11% Klärschlamm

Die Referenzsysteme unterscheiden sich in der Art der Strom- und Dampfbereitstellung für die Papierproduktion:

- „Referenzsystem 1: KWK-Anlage mit Erdgas“: KWK-Anlage am Standort Pernitz

- „Referenzsystem 2: Wärme aus Erdgas, Strom aus Netz“: Dampfbereitstellung am Standort und Strombezug aus dem Netz

Die SCA Hygiene Products GmbH erzeugt auch heute nur einen Teil des benötigten Strombedarfs am Standort Pernitz. Der verbleibende Strombedarf wird über das Stromnetz bezogen. Zusätzlich wird Erdgas nicht nur in der KWK-Anlage und der Papiermaschine, sondern auch für Zusatzfeuerungen benötigt. Da diese Energiemengen vor der Errichtung einer Biomassevergasungsanlage nicht betroffen sind, wurden diese Energieströme in der Umweltanalyse nicht mitberücksichtigt.

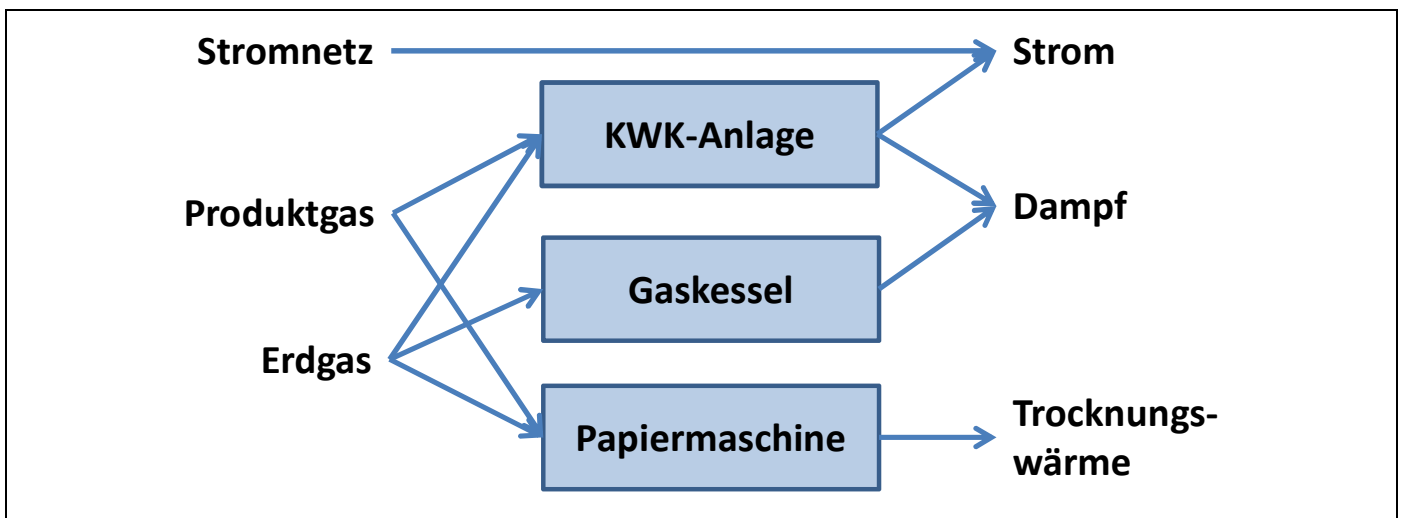


Abbildung 4: Übersicht der eingesetzten Energieträger und der erzeugten Nutzenergie

3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die technische Machbarkeit der Biomassevergasung gemäß dem betrachteten Konzept 1 wurde in bereits zwei in Betrieb befindlichen Anlagen (Güssing und Oberwart) demonstriert. Bei diesem Konzept wäre eine industrielle Anwendung für einen Dauerbetrieb mit >8000 Betriebsstunden pro Jahr denkbar. Dieses Konzept erzielt in der Umweltanalyse auch die größte Reduktion an Treibhausgasen. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung inklusive der Sensitivitätsanalyse zeigt allerdings für dieses Konzept, dass ein wirtschaftlicher Einsatz in einem Industriebetrieb auch im Best-Case Szenario nicht empfohlen werden kann.

Das als Variante des Konzeptes 2 betrachtete Konzept 3 mit einer teilweisen energetischen Verwertung von Reststoffen am Standort in Kombination mit dem Einsatz von Biomasse birgt aus technischer Sicht einige Unsicherheiten, da die Verwendung von Klärschlamm und Rejekten gemeinsam mit Waldhackgut in dem von der TU vorgeschlagenen Verfahren weder im Labormaßstab, noch im großtechnischen Maßstab realisiert worden ist. Vor allem der Einsatz von Kunststofffraktionen mit Anteilen von PVC könnte sich als schwierig erweisen.

Das Konzept 2 erfasst alle am Standort anfallenden Reststoffe in Kombination mit Biomasse. Aufgrund der großen Erlöse durch den Wegfall von Entsorgungskosten und aufgrund eines doch sehr beträchtlichen Energieinhaltes (führt zu einer Reduktion des Biomasseeinsatzes) erreicht dieses Konzept mit Ausnahme des Worst-Case Szenario ökonomische Parameter, die einen wirtschaftlichen industriellen Einsatz in Aussicht stellen. Dieses Konzept führt auch am Standort zur größten Reduktion von Treibhausgasen. Aufgrund der derzeitigen stofflichen-/thermischen Verwertung des Papierfaserreststoffes in einem Zementwerk ergibt die umfassende Umweltbetrachtung ein weniger optimales Bild, da beim Wegfall dieser Stoffe für das Zementwerk dort fossile Brennstoffe eingesetzt werden müssten. Aus ökonomischer Sicht ist das Konzept 2 aber das einzig vorstellbare Konzept für den Standort.

Erschwerend kommt hinzu, dass bedingt durch das österreichische Ökostromgesetz in den letzten Jahren ein Boom von geförderten Biomasseanlagen stattgefunden hat. Diese enormen Fördermittel kommen aber nur jenen Betreibern von Anlagen zugute die, großteils mit äußerst schlechten Gesamtwirkungsgraden, Strom in das öffentliche Stromnetz physikalisch einspeisen. Für Industriebetriebe, die den erzeugten Strom nahezu verlustfrei am Ort der Erzeugung verbrauchen und deren Anlagen ganzjährig mit höchsten Brennstoffnutzungsgraden betrieben werden bleibt der Zugang zu solchen Fördermitteln verwehrt. Dadurch kommt es zu einer Wettbewerbsverzerrung am Biomassemarkt, was die Realisierung von solchen äußerst sinnvollen Biomasseprojekten in Österreich aufgrund der aktuellen Preissituation bei Biomasse für industrielle Anwender unattraktiv macht. Trotz einer möglichen Investitionsförderung und einer Einsparung von CO₂-Kosten ergibt sich bei solchen Anlagen derzeit kein Betriebskostenvorteil.

4 Ausblick und Empfehlungen

Die weitere Vorgangsweise nach Abschluss dieses Projektes sollte die Erstellung eines Basic Design für das Konzept 2 mit einer genaueren Preisschätzung sein. Dafür sollte neben einer möglichen universitären Beratung unbedingt auch eine Anlagenbaufirma herangezogen werden. Für eine Fortführung des zweiten Konzeptes wären zusätzlich Versuche zur Ermittlung des Vergasungsverhaltens der Rejekte und der Papierfaserreststoffe sinnvoll. Weiters müssen bei diesem Konzept unbedingt konstruktive Maßnahmen für das anlageninterne Handling der großen Aschemengen gefunden werden.

Hinsichtlich des Betriebs der Gasturbinen mit einer Produktgas/Erdgas Mischung sind gemeinsam mit dem Turbinenhersteller weitere Untersuchungen in Bezug auf die notwendigen Änderungen am Brennstoffsystem notwendig.

Für den Betrieb der Brenner an den Gashauben der Papiermaschinen sind weitere Studien bezüglich der Machbarkeit eines Double-Fuel System an den Brennern erforderlich. Das ist technologisches Neuland an Hygienepapiermaschinen, weshalb hier ein entsprechender weiterer Forschungsbedarf gegeben ist.

Die stoffliche und thermische Nutzung von Reststoffen gemeinsam mit Biomasse am Standort der Papierproduktion stellt einen vielversprechenden Lösungsansatz dar. Durch den Einsatz von Biomasse erhöht sich der Anteil an erneuerbaren Rohstoffen in der Papierproduktion. Durch die gleichzeitige Nutzung von in der Papierproduktion anfallenden Reststoffen können Reststofftransportwege eingespart werden und die Wirtschaftlichkeit der entwickelten Anlagenkonzepte weiter verbessert werden. Die Vergasung mittels Zweibettwirbelschicht-dampfvergasung stellt dabei eine höchst vielversprechende Möglichkeit dar, die die gemeinsame Nutzung unterschiedlicher Brennstoffqualitäten ermöglicht ohne die Qualität des erzeugten Produktgases substantiell zu beeinträchtigen. Die weitere Umsetzung sollte durch experimentelle Versuche begleitet werden, die die technischen Veränderungen gegenüber bisher demonstrierten Anlagen überprüfen, um das technologische Risiko bei der Umsetzung durch einen Anlagenbauer niedrig zu halten. Auch wenn Teilaspekte derzeit nicht wirtschaftlich erscheinen, kann die derzeitige Entwicklung der Rahmenbedingungen in der Zukunft zu einer stark verbesserten Ausgangssituation führen. Die entwickelten Lösungen werden der gesellschaftlichen Forderung nach vermehrtem Einsatz erneuerbarer Rohstoffe und Reduktion der CO₂-Emissionen gerecht.

5 Literaturverzeichnis

Bereitstellung Biomasse:

Amt der NÖ Landesregierung: Fernwärmestatistik 2009

Amt der NÖ Landesregierung: NÖ Energiebericht 2008

Bundesamt für Wald: Österreichische Waldinventur 2000-2002

BMLUFW 2009: Erneuerbare Energie in Zahlen: Die Entwicklung erneuerbarer Energie in Österreich im Jahr 2008

Englisch, M. 2007: Ökologische Grenzen der Biomassenutzung in Wäldern. BFW Praxisinformation 13

Englisch, M.; Reiter, R. 2009: Standörtliche Nährstoff-Nachhaltigkeit bei der Nutzung von Wald-Biomasse. BFW Praxisinformation18

Gschwantner, T. 2009: Technische und ökonomische Rahmenbedingungen der modellierten Holzernte. BFW Praxisinformation18

Huber, W.; Schwarzbauer, P.; Weinfurter, S. 2007: Kleinwald-Analyse zeigt Barrieren. Österr. Forstzeitung, Heft 1

Jauschnegg, H. 2007: Energetische Biomassenutzung in Österreich. Landwirtschaftskammer Steiermark

Kölling, C.; Göttlein, A.; Rothe, A. 2007: Energieholz nachhaltig nutzen. LWF aktuell 61

Kühmaier, M. 2007: Optimierung der Waldhackgutbereitstellung auf regionaler Basis. BFW

Ledermann, T.; Neumann, M. 2009: Prognose des Waldwachstums und des Nutzungspotenzials. BFW Praxisinformation18

NÖ Landeslandwirtschaftskammer: Umwelt & Energie 2008

Österreichischer Biomasseverband, Publikationen 2010: Potenziale erneuerbarer Energie Ökologische & ökonomische Chancen

Österreichische Bundesforste, Publikation 2007: Biomassenutzung – Chance oder Gefährdung für nachhaltige Waldwirtschaft und Biodiversität

Riezinger, A. 2008: Die Ermittlung der ökologischen Effizienz der Bereitstellungskette von Waldhackgut anhand ausgewählter Fallstudien. Diplomarbeit an der BOKU

Schadauer, K. 2007: Biomassepotenzial auf Basis der Österreichischen Waldinventur. BFW Praxisinformation 13

Schadauer, K. 2009: HOBI – ein umfassender Ansatz zum künftigen Holz und Biomasseaufkommen. BFW Praxisinformation 18

Schardt, M. 2006: Das Problem mit der „Holzfeuchte“ und dem „Wassergehalt“. LWF aktuell 54

Zormaier, F. 2010: Versorgung von Biomasse(kraft)werken mit Waldhackschnitzeln. LWF aktuell 74

Technischer Bericht TU-Wien:

Brantner Bernhard (2000): Verbrennungstechnische Untersuchung Rejekt, Umweltanalytisches Labor, Wien, März 2000

Brantner Bernhard (2003): Abfall-Gesamtbeurteilung gemäß Deponie-Verordnung (BGBl.Nr. 164/1996, § 6), Umweltanalytisches Labor, Wien, Jänner 2003

Brantner Bernhard (2010a): Klärschlammuntersuchung AWV Oberes Piestingtal gemäß NÖ-Klärschlammverordnung (LGBl. 6160/2-5, 31.03.2005), Umweltanalytisches Labor, Wien, März 2010

Brantner Bernhard (2010b): Papierfaserreststoff, Untersuchung Mai 2010, Umweltanalytisches Labor, Wien, Juni 2010

Hofbauer Hermann (2007): Thermische Biomassenutzung I und II, Unterlagen zur Vorlesung im Sommersemester 2007, Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und technische Biowissenschaften, Technische Universität Wien, Wien 2007

Huschka Holgar, Tondl Gregor (2008): Bericht über Analyseergebnisse, Fernwärme Wien GmbH, Wien 2008

Hütterer Robert (2010a): Reststoffe, Email vom 28.07.2010, Fa. SCA Hygiene Products GmbH, Pernitz

Hütterer Robert (2010b): Kostensätze, Email vom 29.09.2010, Fa. SCA Hygiene Products GmbH, Pernitz

Kaiser Sebastian (2001): Simulation und Modellierung von Kraft-Wärme-Kopplungsverfahren auf Basis Biomassevergasung, Dissertation, Technische Universität Wien, Wien 2001

Kaltschmitt Martin, Hartmann Hans (2001): Energie aus Biomasse, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York 2001

Kreuzeder Andreas (2005): Fluidodynamische Untersuchungen zur Optimierung des Zyklons der Wirbelschicht-Vergasung des BHKW Güssing an einem Kaltmodell, Diplomarbeit, Technische Universität Wien, Wien 2005

Latein Tobias (2010): Bandrockner, Fa. Stela Laxhuber GmbH, Telefonat am 19.08.2010, Telefonnummer: (+49) 8724 / 899 – 94;

Renet (2007): <http://www.renet.at/deutsch/standorte/guessing.php>, Homepage der Arbeitsgemeinschaft Kompetenznetzwerk Energie aus Biomasse, August 2007

Oberer Thomas (2010): Wälzbettrockner, Fa. Allgaier, Telefonat am 19.08.2010, Telefonnummer: (+49) 7161 / 301 – 100

Padouvas Emmanuel, Kohl Harald (2010): Analysenbericht über eine Brennstoffprobe (Schwarzkiefer), Prüflabor für Feuerungsanlagen, Institut für Verfahrenstechnik Umwelttechnik und technische Biowissenschaften, Technische Universität Wien, August 2010

Pröll Tobias (2004): Potenziale der Wirbelschichtdampfvergasung fester Biomasse – Modellierung und Simulation auf Basis der Betriebserfahrungen am Biomassekraftwerk Güssing, Dissertation, Technische Universität Wien, Wien 2004

SCA (2009): Selbstpräsentation des Standorts Ortmann der SCA Hygiene Products GmbH, SCA Hygiene Product GmbH

Siefert Ingmar (2004): Stickstoff-, Chlor- und Schwefelbilanzen über das Biomasse – Block – Heiz – Kraftwerk Güssing, Dissertation, Technische Universität Wien, Wien 2004

Solar Turbines (2010): Special Engine Request, Solar Turbines, Caterpillar, 2010

Wikipedia (2007): <http://de.wikipedia.org>, Online Lexikon, Juni 2007

Umweltanalyse:

Jungmeier et al 2003: Jungmeier G., Hausberger S., Canella L.: Treibhausgas-Emissionen und Kosten von Transportsystemen, Endbericht, JOANNEUM RESEARCH, Graz 2003

E-Control 2009: Energie Control GmbH: Gesamt Versorgung Kalenderjahr 2007, Datenstand Oktober 2009 [WWW document], <http://www.e-control.at>

ENTSO-E 2008: European Network of Transmission System Operators for Electricity: Statistical Yearbook 2008, Values of 15.08.2009, Edition September 2009, Pages 12-13

IPCC 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, m. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp

Öko-Institut 2009: Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) Version 4.5, Öko-Institut e.V., Institut für angewandte Ökologie, <http://www.oeko.de/service/gemis/de/index.htm>

Pucker et al 2007: Pucker J., Jungmeier G., Siegl S., Pötsch E.M., Stuhlbacher A., Ebner-Ornig F.J., Kirchmayr R., Bochman G. Ökobilanz Biogas – Erfolgsfaktoren zur nachhaltigen Nutzung der Biogastechnologie am Beispiel ausgewählter Biogasanlagen, Endbericht, JOANNEUM RESEARCH, Graz 2010

Riezinger 2008: Riezinger A., Bilanz für Waldhackgut, Forstzeitung – Magazin für Wald, Forstwirtschaft und Landschaft, Forsttechnik, Wildbach- und Lawinenverbauung, Jagdwirtschaft, 08/2008.

SCA 2010: Daten der Firma SCA Hygiene Products GmbH, Persönliche Gespräche und Emailverkehr mit Herrn Robert Hütterer, Energy Manager, im Zeitraum von September bis Dezember 2010

Stidl et al 2010: Stidl M., Müller S., Pröll T., Hofbauer H.: Integration eines Biomasse-Wirbelschichtdampfvergasers zur Erzeugung eines Produktgases zwecks Erdgassubstitution bei SCA Hygiene Products GmbH, Bericht zu Arbeitspaket 3: „Technische Spezifikation und Auslegung der möglichen Anlagen“, Institut für Verfahrenstechnik, Technische Universität Wien, Oktober 2010.

Umweltbundesamt 2009: Österreichisches Umweltbundesamt: GEMIS-Österreich – Globales Emissionsmodell Integrierter Systeme für Österreich, Österreich Datensatz für Version 4.5., 2009.

6 Anhang

- A) Biomassebereitstellung
- B) Technischer Bericht TU-Wien
- C) diverse Analysenberichte
- D) Umweltanalyse
- E) Wirtschaftlichkeitsrechnungen

7 Kontaktdaten

Ing. Robert Hütterer
SCA Hygiene Products GmbH
Hauptstrasse 1
2763 Pernitz / Ortmann
Tel.: +43 2632 707 408
Fax.: +43 2632 707 199408
<mailto:robert.hutterer@sca.com>
<http://www.sca.com>

DI Gerhard Mayerhofer
Ingenieurbüro für Forstwirtschaft und Geoinformation
Hauptstrasse 77
2801 Katzelsdorf
Tel.: +43 2622 78822
Fax.: +43 2622 78822 11
<mailto:office@ftb-mayerhofer.at>
<http://www.ftb-mayerhofer.at>

DI (FH) Johanna Pucker
Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH – Institut für Energieforschung
Elisabethstrasse 5
8010 Graz
Tel.: +43 316 876 1433
Fax.: +43 316 8761320
<mailto:Johanna.Pucker@joanneum.at>

Dipl.-Ing. Dr. Tobias Pröll
TU-Wien - Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften
Getreidemarkt 9 / 166

1060 Wien

Tel.: +43 1 58801 15965

Fax.: +43 58801 15999

<mailto:tproell@mail.zserv.tuwien.ac.at>

Ing. Dipl.-Ing. Martin Stidl

Institut für Verfahrenstechnik - Technische Universität Wien

Getreidemarkt 9 / 166

1060 Wien

Tel.: +43 (0)1 588 01 - 15965

Fax: +43 (0)1 588 01 - 15999

<mailto:martin.stidl+e166@tuwien.ac.at>

Dipl.-Ing. Stefan Müller

Institut für Verfahrenstechnik – Technische Universität Wien

Getreidemarkt 9/166

1060 Wien

Tel.: +43 1 58801 166366

Fax.: +43 1 58801 15999

<mailto:stefan.mueller@tuwien.ac.at>

IMPRESSUM

Verfasser

SCA Hygiene Products GmbH

Hauptstrasse 1, 2763-Pernitz/Ortmann

Tel: +43 2632 707 408

E-Mail: robert.hutterer@sca.com

Web: www.sca.com

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds

Gumpendorfer Straße 5/22

1060 Wien

office@klimafonds.gv.at

www.klimafonds.gv.at

Projektpartner und AutorInnen

P1. SCA Hygiene Products GmbH
R. Hütterer

P2. Joanneum Research
J. Pucker
L. Canella
G. Jungmeier
M. Hingsamer
M. Beermann

P3. Technische Universität Wien
M. Stidl
S. Müller
T. Pröll,
H. Hofbauer

P4. Forsttechnisches Büro Mayerhofer
G. Mayerhofer

Disclaimer

Die Autoren tragen die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieses Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Klima- und Energiefonds wider.

Der Klima- und Energiefonds ist nicht für die Weiternutzung der hier enthaltenen Informationen verantwortlich.

Gestaltung des Deckblattes

ZS communication + art GmbH