

NEUE ENERGIEN 2020

Publizierbarer Endbericht

Programmsteuerung:

Klima- und Energiefonds

Programmabwicklung:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)

Endbericht

erstellt am

30/09/2013

Projekttitle: ToughGas

**Entwicklung eines innovativen
Wirbelschichtvergasungssystems kleiner
Leistung zur Nutzung biogener Reststoffe**

Projektnummer: 834621

Neue Energien 2020 - 5. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

| | |
|------------------------------------|---|
| Ausschreibung | 5. Ausschreibung NEUE ENERGIEN 2020 |
| Projektstart | 01/01/2012 |
| Projektende | 30/06/2013 |
| Gesamtprojektdauer (in Monaten) | 18 Monate |
| ProjektnehmerIn (Institution) | Güssing Energy Technologies GmbH |
| AnsprechpartnerIn | DI Dr. Richard Zweiler |
| Postadresse | A-7540 Güssing, Wiener Straße 49 |
| Telefon | +43 3322 42606 311 |
| Fax | +43 3322 42606 399 |
| E-mail | office@get.ac.at |
| Website | http://get.ac.at |

ToughGas

Entwicklung eines innovativen Wirbelschichtvergasungssystems
kleiner Leistung zur Nutzung biogener Reststoffe

AutorInnen:

DI Dr. Richard Zweiler

DI(FH) Klaus Paar

DI Katharina Kreuter

DI DI(FH) Christian Doczekal

DI (FH) Markus Goritschnig

Mario Pomper

DI Dr. Reinhard Rauch

Univ. Prof. DI Dr Tobias Pröll

DI Dr. Christoph Pfeifer

DI Dr. Jitka Hrbek

Ing. Reinhard Koch

Ing. Joachim Hacker

DI Manfred Hotwagner

1 Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Inhaltsverzeichnis..... | 4 |
| 2 | Einleitung | 5 |
| 2.1 | Einordnung in das Programm | 7 |
| 2.2 | Verwendete Methoden | 9 |
| 3 | Inhaltliche Darstellung..... | 10 |
| 3.1 | Bettmaterial (AP1):..... | 10 |
| 3.2 | Brennstoffe (AP2)..... | 12 |
| 3.3 | Reaktor & Gasreinigung (AP3 & AP4) | 15 |
| 3.3.1 | Designgrundlagen:..... | 15 |
| 3.3.2 | Brennstoffförderung: | 16 |
| 3.3.3 | Ergebnisse Massen- und Energie, bzw. Schadstoffbilanzen: | 16 |
| 3.4 | Wirtschaftlichkeit, Ressourcen (AP5)..... | 19 |
| 3.5 | Weiterführung Experimentelle Entwicklung (AP6)..... | 22 |
| 3.5.1 | Vergaserkennfeld:..... | 22 |
| 4 | Ergebnisse und Schlussfolgerungen..... | 25 |
| 4.1 | Wirtschaftlichkeit | 25 |
| 4.2 | Risiko (Monte Carlo Analyse)..... | 31 |
| 4.3 | Versuchsprogramm & Kosten: | 32 |
| 5 | Ausblick und Empfehlungen..... | 34 |
| 6 | Literaturverzeichnis | 37 |
| 7 | Kontaktdaten | 38 |

2 Einleitung

Vergasung, die Überführung fester Brennstoffe in ein nutzbares Gas, wird seit vielen Jahrzehnten entwickelt, ist aber bis auf einige Ausnahmen noch nicht Stand der Technik. Bisherige Vergasungssysteme im Leistungsbereich bis 5 MW Brennstoffwärmeleistung stellen meist sehr hohe Anforderungen an die Brennstoffqualität, wodurch derzeit keine Vergasungsanlagen verfügbar sind, welche biogene Reststoffe verwerten können.

Diejenigen Reststoffe, welche keiner biologischen Verwertung zugeführt werden dürfen, werden derzeit hauptsächlich verbrannt, um im besten Fall Dampf für industrielle Anwendungen bereitzustellen.

Die Vergasung bietet die Möglichkeiten auch ein hochwertiges Synthesegas aus diesen Reststoffen zu erzeugen. Wie zahlreiche Initiativen beweisen unterliegen diese Technologien aber dem „Economy of scale“ und sind für den Leistungsbereich bis 5 MW BWL (Brennstoffwärmeleistung) daher nicht wirtschaftlich realisierbar.

Die Projektpartner haben in den letzten Jahren zahlreiche innovative Konzepte für Industrieunternehmen entwickelt, welche einerseits Reststoffe an Entsorger verkaufen und andererseits Erdgas für deren Prozesse verfeuern. Daraus ergibt sich ein großes Marktpotential für Gaserzeuger kleiner Leistung zur Nutzung des Produktgases in der Leder-, Ziegel-, Zement-, -Baustoff- und anderen Industrien.

Daher haben sich die österreichischen Experten Dr. Zweiler, Prof. Pröll, Dr. Rauch, das Europäische Zentrum für erneuerbare Energie mit Zuhilfenahme des TB Koch dazu entschlossen, ein Luftvergasungssystem auf Basis einer stationären Wirbelschicht und nachgeschalteter Entstaubung in einem Zyklon zur Nutzung von biogenen Reststoffen zu entwickeln.

Diese Sondierung beseitigt letzte Unschärfen zum Start eines in sich wirtschaftlichen Geschäftsmodells, welches nach fünf verkauften Anlagen den Break-Even Point erreichen kann. Damit wird ein volkswirtschaftlich kurzfristig verfügbarer Nutzen durch Vermeidung von CO₂-Emissionen generiert. Bei gesicherter Finanzierung könnte der ambitionierte Zeitplan der weiterführenden experimentellen Entwicklung zur Errichtung eines Prototyps in 3-4 Jahren führen, wodurch die Technologieführerschaft Österreichs gesichert wäre.

Die zweite Säule dieses Vorhabens ist die Sicherung der Ressourcen für diese Technologie. Das Konsortium hat bereits umfangreiche Vorarbeiten zur Mobilisierung von Ressourcen, welche nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion stehen, geleistet. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Mobilisierung von biogenen Reststoffen, welche keiner biologischen Verwertung und damit wieder dem Nährstoffkreislauf zugeführt werden dürfen.

Zur Entwicklung des ToughGas-Vergasungssystems bedient sich das Konsortium der jahrelangen Erfahrungen im Anlagenbau und funktionierenden Wirbelschicht(vergasungs)systemen im Speziellen, sowie über detaillierte Berechnungs- und Simulationsmodellen und den Synergieeffekten zwischen den führend Experten im Bereich Vergasung.

Im Rahmen dieser Sondierung wurden folgende innovative Verfahrensschritte und Methoden in das ToughGas-System integriert, um nach Abschluß die weitere Entwicklungstätigkeit zu definieren und das Restrisiko genau zu beziffern:

- Einsatz eines kostengünstigen, katalytisch aktiven Bettmaterials zur Reduzierung der Teerkonzentration im Produktgas
- Einsatz eines zuverlässigen Brennstofffördersystems
- Senkung der Investitionskosten durch Standardisierung
- Erschließung bisher ungenutzter Biomassebrennstoffpotentiale

Als weitere Option wurde die Integration einer Gaskühlung- und Reinigung vorgesehen, um Zielmärkte zu bedienen, welche erhöhte Einspeisetarife für elektrischen Strom aus Biomasse bezahlen. Diese Variante eröffnet auch die Möglichkeit das Produktgas teilweise in den Reaktor zurückzuführen. Ziel bei der Entwicklung der Gasreinigung ist die Vermeidung von flüssigen Abfallstoffen während des stationären Anlagenbetriebs.

Schlussendlich weist schon allein die Basisvariante z.Bsp. folgende entscheidende Vorteile auf:

- reduzierendes Produktgas mit geringen SO₂ und NO_x-Emissionen bei Mitverbrennung
- dezentrale Alternative zu Torrefizierung und langen Transportwegen von Brennstoffen
- Märkte wie Vereinigtes Königreich, Spanien, usw. verlangen Vergasung statt Verbrennung

2.1 Einordnung in das Programm

Das Projekt behandelt prioritär:

Schwerpunkt 3.3 Erneuerbare Energieträger

Subschwerpunkt 3.3.3 Bioenergie

Begründung:

-) Methoden der Behandlung von Biomasse zur Erhöhung der Energiedichte und/oder der Lagerfähigkeit

Ein wesentlicher Punkt bei der Nutzung von Bioenergie ist die Ressourcensicherung. Außerdem wird die Nutzung von biogenen Reststoffen in Zukunft stark an Bedeutung zunehmen, weil Waldhackgut und andere Ressourcen für höherwertige Anwendungen genutzt werden müssen. Außerdem hat diese Sondierung gezeigt, dass die Ressource Waldhackgut bereits über Gebühr genutzt wird. Daher lag ein Schwerpunkt dieses Projektes auf dem Aufbau eines Systems zur Sicherung bisher ungenutzter biogener Rohstoffe. Im Zuge dieser Untersuchungen wurden Methoden zur Erhöhung der Lagerfähigkeit, bzw. Behandlung zur Aufwertung der Rohstoffe entworfen.

-) kaskadische Nutzung biogener Rohstoffe unter Berücksichtigung von Nutzungskonkurrenzen (Nahrungs-/Futtermittelproduktion, stoffliche Nutzung, Energie)

Die Güssing Energy Technologies und das Europäische Zentrum für erneuerbare Energie sehen es als gemeinnützige Organisationen seit Jahren als ihre Aufgabe, dieses unabdingbare volkswirtschaftliche Prinzip der Vermeidung von Nutzungskonkurrenzen zwischen Nahrungsmitteln und Energieproduktion in Ihrem nationalen und internationalen Einflußgebiet, speziell in Güssing, umzusetzen. Dieses Projekt war eine willkommene Gelegenheit diese Arbeiten fortzuführen und in den Arbeitspaketen Brennstoffe, bzw. Ressourcensicherung einen Schwerpunkt darauf, bzw. auf die Wiederherstellung des Nährstoffkreislaufs zu legen.

-) (Weiter-) Entwicklung von Technologien zur Erzeugung effizient nutzbarer Sekundärenergieträger aus biogenen Rohstoffen und Verwertung von Reststoffen (z. B. Vergasung, Verflüssigung, Fermentation, Nutzbarmachung von Zellulose, Lignin, Synthese- und Produktgasen)

Dieser Subschwerpunkt war aufgrund der Trefflichkeiten mit den Vorarbeiten und Zielen des Konsortiums ausschlaggebend den Antrag einzubringen, weil er exakt die Ziele des Konsortiums beschreibt. Das heißt es wird erstmals ein Vergasungssystem zur Serienreife gebracht, das biogene Reststoffe nutzt und ein Produktgas erzeugt, mit dem Erdgas substituiert wird.

-) **Kraft-Wärme-Kopplungen im kleinen Leistungsbereich**

Das zu entwickelnde Verfahren wird die Lücke fehlender, ZUVERLÄSSIGER KWK im Leistungsbereich zwischen 2 und 15 MW schließen, sofern die Arbeiten der folgenden experimentellen Entwicklung erfolgreich sind.

-) **Verbesserung der Verbrennungseigenschaften von biogenen Brenn- und Kraftstoffen:**

siehe nächster Punkt.

-) **Optimierung primärer und sekundärer Maßnahmen zur Reduktion von Emissionen in allen Leistungsbereichen von biogenen Brenn- und Kraftstoffen**

Die Vergasung und anschließende Verbrennung in Industrieprozessen erhöht verfahrensbedingt die Emissionscharakteristik biogener Reststoffe im Vergleich zu bestehenden Verfahren.

2.2 Verwendete Methoden

| | |
|------------------------------------|--|
| Bettmaterial, Brennstoffe | <ul style="list-style-type: none"> • Iterative Auswahl in Abstimmung mit dem Reaktordesign und den Massen- und Energiebilanzen • Recherche, Zusammenfassung bereits vorhandener Daten • Erstellen einer Anforderungsmatrix • Sensitivitätsanalyse |
| Reaktordesign, Gasreinigung | <ul style="list-style-type: none"> • Anlagenbau nach dem Stand der Technik: <ul style="list-style-type: none"> • KKS-System, selbstentwickelte Software zur Implementierung dieser Nummern in Schemen und Listen • Basic Design: Erstellen von Blockbildern und Prozessfußbildern, vereinfachte Massen- und Energiebilanzen • Detail Design: R&I Fließbildentwicklung mit automatischer Zuweisung der Instrumente und Bauteillisten • intelligente Planungssoftware, welche durch die GET entwickelt wurde • Simulationen <ul style="list-style-type: none"> • IPSEpro mit speziell entwickelter Bibliothek • Wirtschaftlichkeitsberechnungsmodell (von GET im Rahmen einiger Vorprojekte entwickelt) • Weiterentwicklung bestehender Programme durch Programmierung in Java, C++, VisualBasic, etc. • selbstentwickeltes Trocknungs-Bilanzmodell • Konstruktionen: Skizzen zur Anfrage bei potentiellen Lieferanten und damit verbundener Kostenermittlung |
| Experimentelle Entwicklung | <ul style="list-style-type: none"> • Risikoanalyse (Monte Carlo Simulation) • vereinfachte Anlagenbetriebsplanung in Anlehnung an bereits vorhandene Konzepte • Schwachstellenanalyse • Parametervariation der Massen- und Energiebilanz |
| Ressourcenbringung | <ul style="list-style-type: none"> • Analyse der Flächennutzung • volkswirtschaftliche Modellbildung eines Ressourcenverbandes • Analyse der sozialen Auswirkungen • Genderrelevanz • Ressourcenabschätzung aufgrund DKM |
| Wirtschaftlichkeits- berechnung | <ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftlichkeitsberechnungsmodell (von GET im Rahmen einiger Vorprojekte entwickelt) • Risikoanalyse • Szenarienerstellung |

3 Inhaltliche Darstellung

3.1 Bettmaterial (AP1):

Auf Basis der mehr als zwanzigjährigen Erfahrung der Projektpartner wurden die Vorauswahlen für verschiedene Bettmaterialien getroffen. Die Parameter dienen zur Auswahl des Einsatzbereiches und zur Bestimmung folgender Charakteristika:

- Verfügbarkeit in den Zielländern
- Preis (Betriebskosten durch Abrieb und durch spezifischen Preis)
- Teergehalte und Schadstoffkonzentrationen

Diese und weitere Kriterien wurden im internen Deliverable D1.1 – Kriterienkatalog zusammengefasst, welche Basis für die Auswahl des Bettmaterials waren. Diese Entwicklung wird ein Teil des ToughGas-Patentes werden, deshalb sind diese Ergebnisse in dem vorliegenden publizierbaren Endbericht rein quantitativ und anonymisiert dargestellt.

Dazu wurden bereits gesammelte Daten mit denen weiterer Lieferanten verglichen, wissenschaftlich evaluiert und eine engere Auswahl getroffen. Dies erfolgt unter Berücksichtigung der aussichtsreichsten Brennstoffe, welche die Schadstoffbeladung und den zu erwartenden Teergehalt bestimmen. D1.2 fasst eine Auswahl an geeigneten Bettmaterialien zusammen, worauf das Design des Reaktors gestartet werden konnte.

Gemeinsam mit den Arbeiten zur Auswahl des Brennstoffes aus AP2 und des Designs des Reaktors aus AP3 wurde schlussendlich die endgültige Spezifikation des Bettmaterials in D1.3 erstellt. Basis dafür waren die Parametervariationen aus den Massen- und Energiebilanzen.

Durch die Untersuchungen, die an den Bettmaterialien und deren Verhalten in einer Wirbelschicht, durchgeführt wurden, konnten wichtige Erkenntnisse zur Auswahl des passenden Bettmaterials zur Verwendung im ToughGas Vergaser gewonnen werden. In weitere Betrachtungen wurden die in Tabelle 1 angeführten Bettmaterialien einbezogen.

| | BM1 | BM2 | BM4 | BM5 | BM5 |
|-----------------------------------|---------------|----------------|---------------|------------------------|------------------------|
| Umwandlung | niedrig | niedrig/mittel | hoch | mittel | hoch |
| Abriebwiderstand | hoch | hoch | niedrig | mittel/hoch | mittel/hoch |
| Vergiftung^{a)} | n/a | niedrig | mittel | niedrig | mittel |
| Deaktivierung^{a)} | n/a | niedrig | niedrig | niedrig | niedrig |
| Einsatzdauer | n/a | hoch | mittel | n/a | n/a |
| Charakterisierung | Naturmaterial | Naturmaterial | Naturmaterial | Synthetisches Material | Synthetisches Material |
| Kosten | niedrig | niedrig | niedrig | hoch | hoch |
| Toxizität | niedrig | mittel | niedrig | mittel | hoch |

^{a)} Regenerierung in the DFB System

Tabelle 1: Klassifizierung Bettmaterialien

Die Nachteile von synthetischen Materialien, wie hohe Kosten sowie erhöhte Toxizität und damit auch erhöhter Entsorgungsaufwand (sowohl logistisch als auch finanziell) führten dazu, dass zwei Bettmaterialien aus weiteren Betrachtungen ausgeschlossen wurden. Ein weiteres Bettmaterial konnte in den Untersuchungen in Bezug auf die katalytische Wirkung nicht überzeugen. Aus diesem Grund fiel die Entscheidung auf eine Kombination aus zwei Bettmaterialien.

Die Gegenüberstellung der Bettmaterialien in Tabelle 2 macht klar, warum noch weitere Versuche mit BM4 gemacht werden müssen, um die Abriebfestigkeit zu erhöhen.

| Bettmaterial | Teergehalt [g/Nm ³ _{db}] | | Abriebwiderstand | Produktgaszusammensetzung [vol-% _{db}] | | | |
|--------------|--|----------------------|--|---|-----------------|------|-----------------|
| | Tar _{GC/MS} | Tar _{grav.} | | H ₂ | CO ₂ | CO | CH ₄ |
| BM1 | 11,5 | 7,5 | hoch | 35 | 14 | 34 | 11 |
| BM2 | 10 | 3,5 | hoch | 37 | 23 | 23 | 10 |
| BM3 | 2,63 | 2,03 | hoch | 42 | 23,1 | 20,1 | 9,3 |
| BM4 | 1,5 | 0,5 | bei bisherigen Versuchen niedrig; weitere Versuche notwendig | 48 | 22 | 17 | 8 |
| BM5 | 6,7 | n/a | mittel/hoch | 33 | 27 | 24,5 | 9 |
| BM6 | 1,5 | 0,4 | mittel/hoch | 34 | 18,5 | 27 | 8 |

Tabelle 2: Gegenüberstellung Bettmaterialien

Bettmaterial Nr. 4 weist hohes Potential auf, allerdings liegen in den verschiedenen Steinbrüchen verschiedene Qualitäten vor, weshalb in diesem Fall keine allgemeine Aussage zum Abriebwiderstand des Materials getroffen werden kann. Dieser Aspekt muss noch weiteren Untersuchungen unterzogen werden. Die Ergebnisse dieser Sondierung haben gezeigt, dass es relativ wahrscheinlich ist, ein Bettmaterial zu finden, das über die ausgezeichneten Eigenschaften verfügt und ausreichend abriebfest sein wird.

3.2 Brennstoffe (AP2)

Der Anteil erneuerbarer Energie an der Deckung des Gesamtenergiebedarfes in Österreich ist von einem Anteil von 22% im Jahr 1970 auf 31% im Jahr 2011 gestiegen. Der Anteil der Biomasse lag 1970 bei 8% und 2011 bei 16%, wobei sich im gleichen Zeitraum die Biomassenutzung verdreifacht hat.

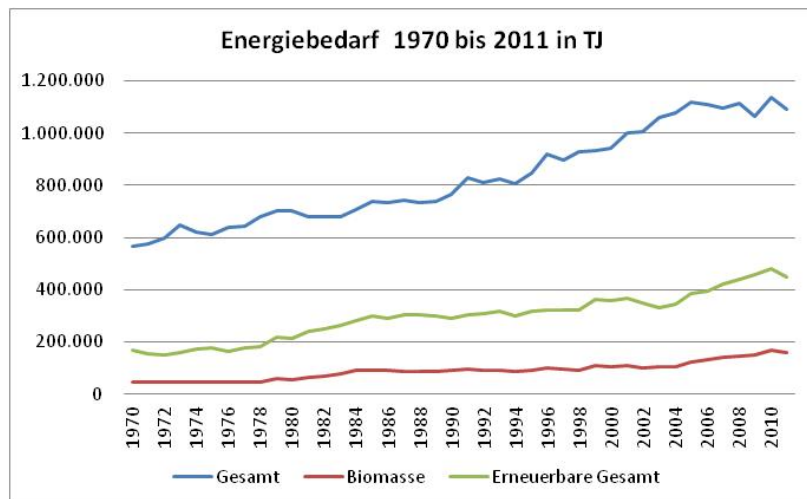


Abbildung 1: Energiebedarf Österreichs 1970 bis 2011 mit Anteilen erneuerbarer Energieträger gesamt und Biomasseanteil

Der stärkste Anstieg in der Nachfrage lag dabei in den Sektoren Haushalte und Sachgüterproduktion.

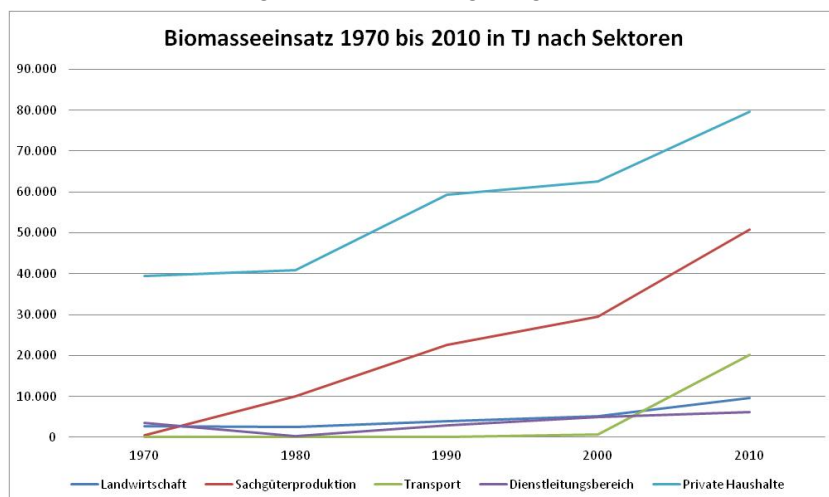


Abbildung 2: Biomasseeinsatz 1970 bis 2010 nach Sektoren

Die durch Fördermaßnahmen forcierte Energieproduktion aus Biomasse führte ab etwa 2000 zur bekannten verschärften Konkurrenz zwischen den Sektoren Energie und Industrie, was in weiterer Folge zu steigenden Preisen und einer Verknappung am Energieholzsektor führte.

Der aktuelle Energieholzeinschlag in Österreich beträgt ca. 47 400 TJ, während die Nachfrage mit aktuell 60 500 TJ bereits um den Faktor 1,28 höher liegt. Zwar liegen die jährlichen Holzzuwächse und die Reserven noch immer über der Einschlagsmenge, es ist dabei aber zu bedenken, dass bereits jetzt

knapp drei Viertel des Ertragswaldes genutzt werden und der Zugriff auf die Reserven auch durch ungünstige Besitz- und Lagestrukturen auf die restlichen 25% deutlich erschwert ist.

Es erfolgte bereits zu Beginn dieser Entwicklung ein Ausweichen der Energieversorger auf Reststoffe aus der Holzverarbeitenden Industrie und auf Sägenebenprodukte, womit auch diese Ressource mehr oder minder als vollständig genutzt betrachtet werden kann.

Da die regulären forstlichen Potenziale zu einem hohen Prozentsatz ausgeschöpft sind, sind daher weitere, derzeit wenig bis nicht genutzte Stoffströme zu identifizieren und auf ihre Nutzbarkeit in Bezug auf das vorliegende Projekt zu untersuchen. Eines der wichtigsten Kriterien ist die Vermeidung einer Konkurrenzsituation mit der Nahrungs- und Futtermittelproduktion. Ein weiteres Kriterium ist das Beachten von kaskadischen Nutzungsmöglichkeiten, d.h., dass die energetische Verwertung den letzten Schritt einer stofflichen Nutzungskette darstellt.

Die zu untersuchenden Brennstoffe sollten von ihren Eigenschaften her möglichst nahe an dem der forstlichen Biomasse lokalisiert sein. Dies betrifft sowohl die verfügbare Menge und Qualität der potenziellen Brennstoffe als auch den logistischen Aufwand der Erschließung und Lagerung.

Tabelle 3 fasst die Ergebnisse der Recherche nach neuen verfügbaren, bisher ungenutzten, Brennstoffe inkl. Logistik und Aufbereitungsmethoden zusammen.

| | Rohstofferte und- bergung | Zwischenmanipulation | Transport | Aufbereitung | Lagerung |
|---|--|---|---|-------------------------------|---|
| Spreu | Technik vorhanden, ausgereift | Sammelcontainer, mehrmals zu entleeren | Als Schüttgut | Pellets | Schüttgut oder Pellets |
| Schilf | Technik vorhanden, nicht voll ausgereift | Bündelung | Als Bündel | Schreddern, Pellets | Bündel oder Pellets |
| Rechengut | Technik vorhanden, ausgereift | Zwischenlagerung zur Trocknung | Als Hackgut | Hacken | Hackgut |
| Abfälle öffentlicher Grünflächen | Motormanuell, personalaufwändig | Zwischenlagerung zur Trocknung | Lose oder als Hackgut | Hacken, Pellets | Hackgut oder Pellets |
| Schlagabraum | Technik vorhanden, ausgereift | Zwischenlagerung der Bündel zur Trocknung | Als Bündel | Hacken | Bündel oder Hackgut |
| Abfälle private Grünflächen | Manuell | Sammelstelle nötig, Trocknung | Lose oder als Hackgut | Hacken | Hackgut |
| Stroh | Technik vorhanden, voll ausgereift | Einsammeln und Verladen der Ballen | Als Ballen | Schreddern, Pellets | Ballen |
| Holzabfälle | Nach Fraktion automatisch oder manuell | - | Lose oder als Hackgut | Hacken, Pellets | Lose, Hackgut oder Pellets |
| Tierische Nebenprodukte | Technik vorhanden, ausgereift | Kühlung, Trocknung | Abhängig von Aufbereitungsgrad und Verwendungszweck | Abhängig vom Verwendungszweck | Abhängig von Aufbereitungsgrad und Verwendungszweck |
| Zellulose, Papier, Pappeabfälle | Technik vorhanden, voll ausgereift | Trocknung, Pressung, Bündelung | Lose oder als Bündel | Pellets | Bündel oder Pellets |
| Textilabfälle | Technik vorhanden, voll ausgereift | Sortierung, Bündelung | Lose oder als Bündel | Abhängig vom Verwendungszweck | Bündel |

Tabelle 3: Logistik und Aufbereitung der identifizierten Brennstoffe

Abbildung 3 zeigt die Anteile der erörterten Brennstoffpotenziale am Gesamtaufkommen der betrachteten biogenen Abfälle, Reststoffe und Beiprodukte. Das Gesamtaufkommen beträgt etwa 16,4 Millionen Tonnen pro Jahr.

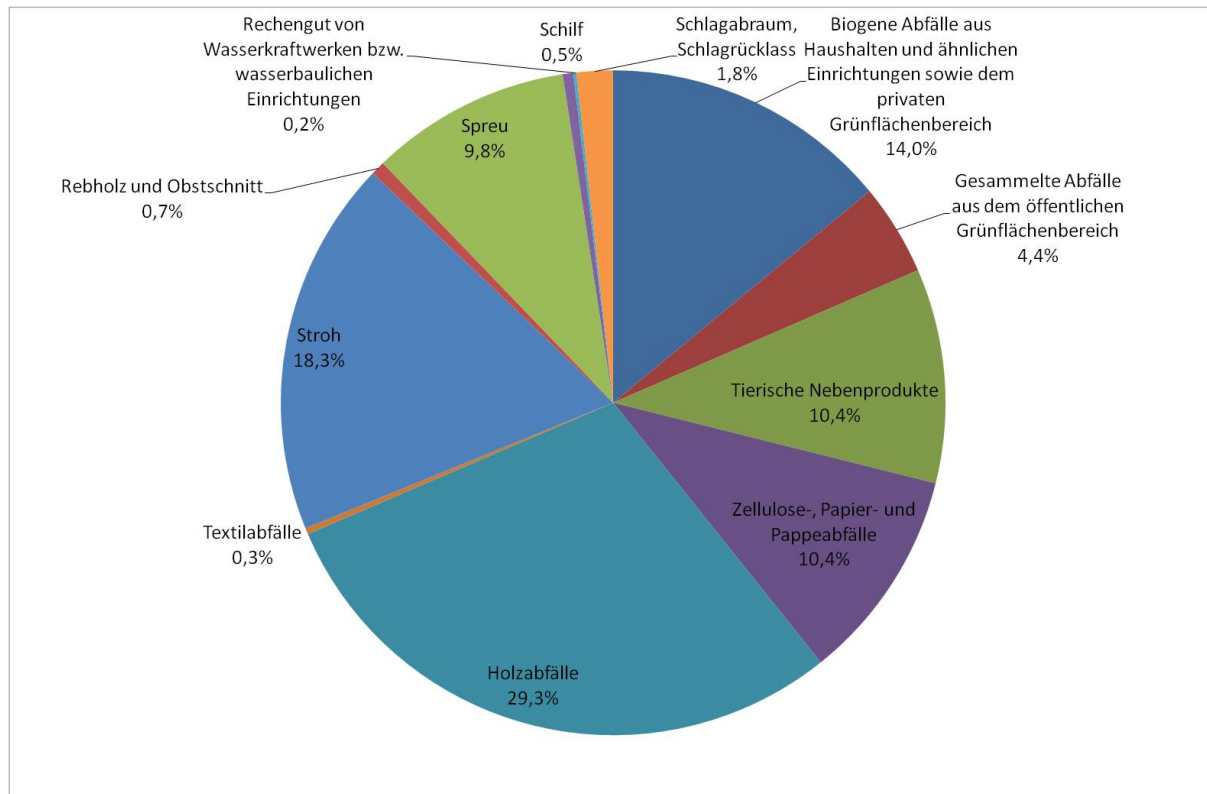


Abbildung 3: Anteile der untersuchten Brennstoffpotenziale

Bezieht man neben den Beschaffungskosten auch Mengen, Konkurrenzdruck, aktuelle Erschließung bzw. den Erschließungsaufwand in die Betrachtung mit ein, so können die Brennstoffe in drei Gruppen eingeteilt werden:

- A) *Weiterverfolgung und Erschließung empfohlen:* Spreu, Rechengut, gesammelte Abfälle aus dem öffentlichen Grünflächenbereich
- B) *Im Blickfeld zu behalten:* Schlagabraum, biogene Abfälle aus dem privaten Grünflächenbereich, Stroh, Holzabfälle, Schilf.
- C) *Derzeit als Brennstoff uninteressant:* Tierische Nebenprodukte, Zellulose- sowie Papier- und Pappeabfälle, Textilabfälle

3.3 Reaktor & Gasreinigung (AP3 & AP4)

Sämtliche Konstruktionen der internen Berichte basieren auf den Ergebnissen der detaillierten Massen- und Energiebilanzen. Für die identifizierten Lösungen wurden Kostenschätzungen erstellt, welche die Basis für den wirtschaftlichen Vergleich darstellen.

Dazu war es erforderlich sämtliche R&I's der gesamten ToughGas-Anlage zu erstellen.

Deshalb handelt es sich bei diesem Arbeitspaket nicht nur um die Konstruktion des Reaktors, sondern vielmehr um ein vereinfachtes Detail Design der Gesamtanlage.

Im Projektantrag war geplant, dass nur ein Basic Design der Erweiterung um die Produktgasreinigung, Gasmotor, etc. durchgeführt wird. Diese Erweiterung gestaltete sich insofern problematisch, dass durch die detaillierte Planung auf Basis der zahlreichen R&I Revisionen die gesamten Rohrleitungs- und Instrumentierungsdiagramme geändert werden mußten.

Daher wurden zwei Anlagen geplant, was im Antrag in diesem Umfang nicht vorgesehen war.

3.3.1 Designgrundlagen:

Die Wirtschaftlichkeit stellt oftmals ein K.O.-Kriterium für einen Trocknereinsatz dar. Zu beachten bleibt hierbei vor allem der notwendige Strombedarf. Die Mehrinvestitionskosten für einen Trockner mit weniger Strombedarf können somit einfacher argumentiert werden.

Noch entscheidender ist der Wärmepreis, der für die Trocknungsanlage eingesetzt wird. Für einen der angefragten Hersteller ergeben sich bei beispielsweise 30 €/MWh Wärme ein Verhältnis (Wärmepreis zu Investitionskosten) von etwa 5,4 : 1. Für die Wirtschaftlichkeit wird der Wärmepreis daher sehr entscheidend sein.

Wie in AP2 angedeutet stellt sich für das ToughGas System die Frage aber ohnehin nicht, ob der Brennstoff getrocknet werden soll. Die Trocknung erfolgt bei diesen Stoffen fast durchgängig während des Bringungsprozesses, d.h. der Brennstoff wird mit Wassergehalten unter 30% angeliefert.

Zusätzlich ist das ToughGas System derart konzipiert, dass keine ungenutzte Abwärme im Prozess anfällt und daher kein Überschuss für die Trocknung verwendet werden kann.

Deshalb wurde das Konzept verfolgt möglichst minderwertige Brennstoffe direkt in der Wirbelschicht einzusetzen.

Dies erfolgt durch eine möglichst hohe Luftvorwärmung der Verbrennungsluft. Der Vorteil der Luftvergasung gegenüber der Verbrennung ist, dass die notwendige Vergasungstemperatur im Reaktor sehr einfach durch die passende Luftzahl eingestellt werden kann und nur so viel zusätzliches Produktgas oxidiert werden muss, wie für die Aufbringung der Verdampfungsenthalpie des Brennstoffwassers erforderlich ist. In diesem Bilanzraum würde es keinen Sinn machen einen kostenintensiven Trockner zu verbauen.

Als ersten Input konnte also das Verfahrensbild des Prozesses festgelegt werden und zwar können die Varianten:

- Keine Luftvorwärmung
- Rauchgasrezirkulation
- Trocknung

nicht empfohlen werden.

3.3.2 Brennstoffförderung:

Die Zellenradschleusensysteme zur Brennstoffförderung sind aufgrund der hohen Kosten und der häufigen Wartungsintervalle zur Aufrechterhaltung der Gasdichtheit nicht bis wenig geeignet. Langjährige Erfahrung mit dem Prozessschneckensystem zur Brennstoffförderung im BMK Güssing zeigt, dass dieses System zwar prinzipiell funktioniert, jedoch aufgrund des hohen Pressdruckes der Holzhackschnitzel und der durch feinen Holzstaub verursachten Schäden an den Wellenlagern, die Schneckenwelle großen Torsionskräften ausgesetzt ist und deshalb die Schneckenwelle abreißt. Des Weiteren verursacht die hohe Reibung der Holzhackschnitzel einen starken Abrieb der Schnecke und der Wandungen sodass auch hier hohe Kosten für die Wartung und ein erhöhtes Ausfallrisiko der Brennstoffförderung entsteht.

Der Einsatz des Flachschieber-Systems in Kombination mit Zuführschnecken für die Brennstoffförderung ist erst in der Erprobung. Erst längere Erfahrungen hinsichtlich der Lebensdauer der Blähdichtungen in den Flachschiebern zur Aufrechterhaltung der Gasdichtheit werden zeigen, ob dieses System zur Brennstoffförderung gut geeignet ist. Erste Erfahrungen mit diesem System zeigen ein durchaus positives Ergebnis hinsichtlich der Kosten und der Wartung.

3.3.3 Ergebnisse Massen- und Energie, bzw. Schadstoffbilanzen:

Dafür wurde in einem ersten Schritt ein konsistentes und thermodynamisch abgestimmtes Simulationsfließbild für den Grundprozess mit Produktgasnutzung in einem Produktgaskessel entwickelt und betrachtet. Hierbei ist wichtig, dass das Produktgas unterhalb der Verfestigungstemperatur flüchtiger anorganischer Bestandteile aber oberhalb der Kondensationstemperatur organischer Bestandteile den Kerzenfilter durchströmt. Dadurch wird eine Abscheidung der anorganischen Komponenten erreicht während die heizwertreichen Teere im Produktgaskessel zur Verfügung stehen. Die Massen- und Energiebilanzen wurden mit Hilfe der Simulationssoftware IPSEpro berechnet. Für einen Auslegungs-Nennlastpunkt von 2 MW Brennstoffwärmeleistung und 30 Gew% Brennstoffwassergehalt ergibt sich ein Kaltgaswirkungsgrad von etwa 77%. Dieser ist stark vom Brennstoffwassergehalt und praktisch nicht vom Brennstoffaschegehalt abhängig. Es wurde weiters ein Vergaserleistungsdiagramm erstellt, welches in Richtung kleiner Leistungen und trockenen Brennstoffes von der minimalen Fluidisierungszahl im Wirbelschichtvergaser und in Richtung großer Leistungen von der Gasgeschwindigkeit im Produktgasweg bzw. der maximalen Produktgaskessellast begrenzt wird. In einem zweiten Schritt wurde das Simulationsfließbild um einen Produktgaswäscher und ein Gasmotor-Blockheizkraftwerk erweitert. Hierfür war eine Anpassung des Produktgasweges in Bezug auf die Anordnung der Wärmeübertrager notwendig. Auch hier wurden die Massen- und Energiebilanzen berechnet und ein Anlagenleistungsdiagramm erstellt. Es ergibt sich unter den getroffenen Annahmen ein elektrischer Bruttowirkungsgrad von rund 29% im Auslegungs-Nennlastpunkt (wieder 2 MW Brennstoffwärmeleistung und 30 Gew% Brennstoffwassergehalt). Das Betriebskennfeld ist zusätzlich durch die minimale und maximale Motorlast (60% und 100%) begrenzt.

3.3.3.1 Staub

Die Staubfracht im Roh-Produktgas setzt sich aus Brennstoffasche und Bettmaterialabrieb zusammen, wobei wegen der geringen Abriebfestigkeit von Kalzit der Bettmaterialabrieb dominiert. Staub wird mit sehr hohen Abscheideeffizienzen im Produktgasfilter abgetrennt. Der nicht abgetrennte Rest gelangt über den Produktgasbrenner in den Abgasweg. Als Haupteinflussgröße auf die Staubkonzentration im Abgas wird die Abscheideleistung des Produktgasfilters angesehen.

3.3.3.2 Chlorwasserstoff

Der Chlorgehalt des Brennstoffes wird primär als HCl ausgetrieben und kann beim Abkühlen des Produktgases mit alkalisch reagierenden Stoffen Verbindungen eingehen und so am Filter niedergeschlagen und ausgeschleust werden. Wegen des erwarteten hohen Gehaltes an CaO im Produktgasstaub ist eine gute HCl-Abscheideleistung des Produktgasfilters zu erwarten. HCl passiert den Produktgasbrenner unverändert, d.h. die HCl-Konzentration im Abgas folgt direkt aus dem Chlorgehalt in der Biomasse und der Abscheideleistung des Produktgasfilters. Bei unzureichender HCl-Abscheideleistung könnten Kalkmilch ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) oder NaCO_3 vor dem Produktgasfilter als Säurebinder eingedüst werden.

3.3.3.3 Schwefeldioxid

Der Schwefelgehalt des Brennstoffes wird im Vergaser primär als H_2S ausgetrieben und lässt sich wegen der geringeren Säurestärke schwerer durch alkalische Binder abtrennen als SO_2 . Im Produktgasbrenner wird H_2S zu SO_2 verbrannt. Um die SO_2 Emissionen am Kamin bei hohen Schwefelgehalten zu verringern, müsste eine H_2S Abscheideleistung des Produktgasfilters erzielt werden. Der SO_2 Gehalt des Abgases folgt damit direkt aus dem Schwefelgehalt des Brennstoffes und einer etwaigen H_2S -Abscheideleistung des Produktgasfilters. Ohne experimentelle Ergebnisse muss aber davon ausgegangen werden, dass der Produktgasfilter H_2S nicht abscheiden kann.

3.3.3.4 Stickstoffoxide

Brennstoffstickstoff wird im Wirbelschichtvergaser zu N_2 , NH_3 , und HCN umgewandelt. Die Verteilung der Komponenten kann je nach Vergasertyp, Betriebsbedingungen und Brennstoffzusammensetzung variieren. Bei Luftvergasern kann von einem Verhältnis von HCN/NH_3 von 0,1 ausgegangen werden. Über die Oxidationsrate zu molekularem N_2 ist die Datenlage unsicher. Es wird deshalb sicherheitshalber von einer vollständigen Umwandlung des Brennstoffstickstoffs zu NH_3 und HCN ausgegangen. Sowohl NH_3 als auch HCN wird im Produktgasfilter nicht abgeschieden und im Produktgasbrenner zu NO_x oxidiert. Bei der NO_x Bildung kommt es im Produktgasbrenner zu einer Überlagerung von Brennstoff- NO_x und thermischen NO_x . Da die Bildung thermischer NO_x wesentlich von der Brennergeometrie und Flammenstruktur beeinflusst ist, lassen sich in dieser Sondierung dazu keine Aussagen treffen. Deshalb wird der halbe Grenzwert für die Brennstoff- NO_x angesetzt.

3.3.3.5 Kohlenstoffmonoxid

Kohlen(stoff)monoxid bleibt als Produkt einer unvollständigen Verbrennung im Abgas des Produkt-gasbrenners. Die Konzentration im Abgas ist damit hauptsächlich von der Qualität der Verbrennung abhängig, die durch den CO-Schlupf quantifiziert wird.

3.3.3.6 Maximale Schadstoffbelastung des Brennstoffs:

Das ToughGas System wurde dazu entwickelt, um möglichst minderwertige, und damit auch oft sehr stark mit Schadstoffen belastete Brennstoffe einzusetzen. Wie soeben erläutert bedarf es noch weiteren F&E Arbeiten zur Konstruktion einer optimalen Gasreinigung. Tabelle 4 macht deutlich, dass noch Verbesserungspotential zur Vermeidung von Stickstoff-, und CO₂-Emissionen vorhanden ist.

| Biomasse zum Wirbelschichtvergaser | |
|------------------------------------|------|
| Stickstoffgehalt [mg/kg waf] | 290 |
| Schwefelgehalt [mg/kg waf] | 238 |
| Chlorgehalt [mg/kg waf] | 1850 |

Tabelle 4: maximale Schadstoffbelastung eines ToughGas Einsatzbrennstoffes

Das Konsortium hat sich darauf geeinigt die ToughGas Basisvariante unter dem Arbeitstitel Variante „Dampf“ zu entwickeln. Diese Bezeichnung wird durchgehend im gesamten Projekt, bis zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verwendet.

Die ToughGas Basisvariante „Dampf“ entspricht dem im Antrag definierten Konzept, dass ein möglichst einfaches, robustes System entwickelt wird, welches in der Lage ist sehr minderwertige Brennstoffe zu nutzen.

Analog zur Variante „Dampf“ wurde die Erweiterung um eine Gasreinigung, Gasmotor, etc. als Variante „KWK“ bezeichnet.

3.4 Wirtschaftlichkeit, Ressourcen (AP5)

Aus den Erfahrungen der Brennstoffevaluierung aus AP2 wurde mit der Betrachtung biogener Reststoffe ausgewählter Zielländer die Verbreitung der Technologie gewährleistet sowie ein anwendbares Modell entwickelt, das für die breite Umsetzung geeignet ist. Dazu wurden umfangreiche Untersuchungen bezgl. Markt, Verfügbarkeit und derzeit realistisch vorherrschenden Rahmenbedingungen durchgeführt. So wurde etwa auch eine Potentialabschätzung an ToughGas Anlagen durchgeführt und zwar unter der Annahme, dass die Leistungsgröße 8 MW beträgt und 20% des Brennstoffpotentials für eine ToughGas Anlage gesichert werden kann.

Die Variante „Dampf“ kann zunächst versucht werden in Österreich zu implementieren, wobei die Ergebnisse dieser Sondierung in der ersten Stufe die Akquisition der fett gedruckten Ressourcen empfehlen:

ÖSTERREICH:

| Brennstoff | t/a | Potential Anlagen |
|---|------------------|-------------------|
| Biogene Abfälle aus Haushalten, ähnlichen Einrichtungen, privaten Grünfl.-bereich | 2.280.000 | 23 |
| Gesammelte Abfälle aus dem öffentlichen Grünflächenbereich | 730.000 | 11 |
| Tierische Nebenprodukte | 1.710.000 | 38 |
| Zellulose-, Papier- und Pappeabfälle | 1.700.000 | 34 |
| Holzabfälle | 4.810.000 | 64 |
| Textilabfälle | 50.000 | 1 |
| Stroh | 3.000.000 | 39 |
| Rebholz und Obstschnitt | 111.000 | 2 |
| Spreu | 1.600.000 | 25 |
| Schilf | 83.000 | 1 |
| Rechengut von Wasserkraftwerken bzw. wasserbaulichen Einrichtungen | 25.000 | 0 |
| Schlagabraum, Schlagrücklass | 290.000 | 4 |
| Güssing Hackgut Straßenbegleitgrün, gärten, usw. | 3.300 | 0 |
| Burgenland Restmüll heizwertarme Fraktion | 50.000 | 0 |
| Burgenland Restmüll heizwertreiche Fraktion | 50.000 | 1 |
| | | 244 |

Um auch für andere Länder das Potential realistisch abschätzen zu können, wurde die oben erläuterte Vorgehensweise auch weiter angewendet. Daraus ergibt sich das nachfolgend aufgelistete Potential an Restmüll österreichischer Nachbarländer. Zu beachten ist allerdings, dass die Abfallströme nicht exakt gleich für alle Länder angegeben wurden, wodurch eine weiterführende Betrachtung der Umstände und Randbedingungen in den jeweiligen Ländern unumgänglich ist. Dabei wären Gespräche mit Entsorgungsunternehmen in der jeweils angestrebten Region, wie es für das Burgenland aufgezeigt wurde, ein erster Schritt.

NACHBARLÄNDER:

| Land | t/a | Potential Anlagen |
|------------|-----------|-------------------|
| Slowenien | 603.000 | 11 |
| Ungarn | 594.000 | 11 |
| Slowakei | 24.000 | 0 |
| Tschechien | 8.600 | 0 |
| Italien | 4.575.000 | 82 |

Weiters wurde geprüft, ob in Anlehnung an bestehende Strukturen (wie z.B. Abwasserverband, etc.) Geschäftsmodelle für die Bringung biogener Rest-/Abfallstoffe und anderer noch nicht erschlossener Potentiale aufgebaut werden können. Die bestmöglichen Lösungen sind im internen Deliverable 11035-BB052 D5.2_Geschäftsmodell zusammengefasst.

BEZIRK GÜSSING:

Exemplarisch für die weitreichenden Recherchen nach bisher ungenutzten Energieträgern wird das frei zur Verfügung stehende Aufkommen an biogenen Abfällen aus Gärten, öffentlichen Anlagen und dem Straßenbegleitgrün aus dem Bezirk Güssing dargestellt. Dieses lässt sich anhand dreier Szenarien abschätzen, die sich hinsichtlich der Effizienz des Beschaffungssystems unterscheiden. Ausgegangen wird jeweils von dem Anteil des Aufkommens, das denkbar für eine energetische Nutzung zur Verfügung steht. Dabei wurden folgende Überlegungen getroffen:

- Beim Aufkommen aus den Gärten stehen grundsätzlich etwa 2/3 zur Verfügung, das ist der Teil, der von den Haushalten entsorgt und nicht verwertet wird. Es ist anzunehmen, dass dieser Teil bereitwillig von den Bürgern abgeliefert wird bzw. von ihnen abgeholt werden könnte.
- Das Aufkommen aus den öffentlichen Anlagen wird von den Gemeinden nicht verwertet und die Entsorgung dieser Mengen stellt für die Gemeinde nur eine Belastung dar. Es kann davon ausgegangen werden, dass bei einem alternativen Entsorgungsweg nahezu das sämtliche Aufkommen mobilisiert werden könnte.
- Auch beim Aufkommen aus dem Straßenbegleitgrün wurde davon ausgegangen, dass sämtliche Biomasseaufkommen für eine Verwertung zur Verfügung stehen würden, da auch hier bislang keine Verwertung erfolgt.

Szenario 1: Sehr effiziente Beschaffungslogistik (Erfassungsgrad nahe 100%)

- Aufkommen aus Gärten: etwa 5.800 Schüttraummeter Hackgut
- Aufkommen von öffentlichen Anlagen: etwa 200 Schüttraummeter Hackgut
- Aufkommen von Straßenbegleitgrün: etwa 16.000 Schüttraummeter Hackgut

Insgesamt würde das bei Szenario 1 ein jährliches Aufkommen von cirka 22.000 Schüttraummeter Hackgut ergeben.

Neue Energien 2020 - 5. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Szenario 2: Durchschnittlich effiziente Beschaffungslogistik (Erfassungsgrad ca. 75%)

- Aufkommen aus Gärten: etwa 4.350 Schüttraummeter Hackgut
- Aufkommen von öffentlichen Anlagen: etwa 150 Schüttraummetern Hackgut
- Aufkommen von Straßenbegleitgrün: etwa 12.000 Schüttraummetern Hackgut

Insgesamt würde das bei Szenario 2 ein jährliches Aufkommen von cirka 16.500 Schüttraummetern Hackgut ergeben.

Szenario 3: Wenig effiziente Beschaffungslogistik (Erfassungsgrad ca. 50%)

- Aufkommen aus Gärten: etwa 2.900 Schüttraummeter Hackgut
- Aufkommen von öffentlichen Anlagen: etwa 100 Schüttraummetern Hackgut
- Aufkommen von Straßenbegleitgrün: etwa 8.000 Schüttraummetern Hackgut

Insgesamt würde das bei Szenario 3 ein jährliches Aufkommen von cirka 11.000 Schüttraummetern Hackgut ergeben.

| | Szenario 1 | Szenario 2 | Szenario 3 |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| Zur Verfügung stehendes Aufkommen (Srm) | 22.000 | 16.500 | 11.000 |
| Dichte (kg/Srm) | 300 | | |
| Aufkommen in Tonnen | 6.600 | 4.950 | 3.300 |

3.5 Weiterführung Experimentelle Entwicklung (AP6)

Die Gesamtanlage wurde bereits durch den Abschluss von M3.2, bzw. M4.2 dimensioniert, um die Kosten abschätzen zu können. Das Entwicklungsrisiko dieser Komponenten ist zwar gering, trotzdem wurde eine erneute Risikobewertung durch eine Monte Carlo Analyse vorgenommen (D6.1.) um das Risiko der Fortführung dieses Projektes genauer bestimmen zu können.

Dazu wurden diejenigen Gewerke identifiziert, welche spezielle Entwicklungen in weiterführenden Projekten erfordern.

Durch eine Parametervariation der entwickelten Massen- und Energiebilanzen wurden die Leistungsdiagramme der zu entwickelnden Demonstrationsanlage erstellt, um das weitere Entwicklungsrisiko weiter zu minimieren.

Im Zuge der Risikobewertung wurde auch das erforderliche Versuchsprogramm des weiterführenden Projektes definiert.

Zusätzlich musste erkannt werden, dass die nicht-technische Barriere für den Markteintritt ein nicht zu vernachlässigendes Risiko für das Gesamtprojekt darstellt.

Glücklicherweise stellte die Anlagenperformance kein Risiko für das Vorhaben dar, die Parametervariation führte zu einem unsensiblen Betriebskennfeld des ToughGas-Vergasers.

3.5.1 Vergaserkennfeld:

Um den Betriebsbereich des ToughGas-Prozesses abschätzen zu können wurde ein sogenanntes Vergaserleistungsdiagramm erstellt. Dabei werden Brennstoffmassenstrom und der Brennstoffwassergehalt simultan variiert und die Wirkungsgrade (Kaltgaswirkungsgrad sowie Wärmewirkungsgrad des Produktgaskühlers) werden dargestellt. Es muss hier darauf hingewiesen werden, dass geplant war einen Demonstrationsstandort zu finden. Vor Errichtung einer Anlage ist eine Revision basierend auf der tatsächlichen Geometrie des Vergasers sowie der Wärmeübertrager im Produktgasweg zu erstellen. Um den Betriebsbereich abzustecken, werden folgende Annahmen getroffen:

- Mindestens 5 Gew% und max. 55 Gew% Brennstoffwassergehalt
- Fluidisierungszahl im Wirbelschichtvergaser (gerechnet für Fluidisierungsluftmenge bei Betttemperatur) von mindestens 3 ($U/U_{mf} = 4$ im Nennlastfall)
- Produktgasmenge (ist proportional zur Gasgeschwindigkeit in Produktgaskühler, Luftvorwärmer und Filter) von maximal 150 % des Wertes im Nennlastfall
- Chemische Produktgasleistung (entspricht der Leistung des Produktgasbrenners von max. 2.5 MW)

Das Leistungsdiagramm ist in Abbildung 4 wiedergegeben. Es zeigt sich, dass die Anlage bei Brennstoffwassergehalten zwischen 5 von etwa 40 Gew% bei der Nennbrennstoffwärmeleistung betrieben werden kann. Die maximale chemische Produktgasleistung wird nicht vom Vergaser und Produktgasweg sondern von der Auslegung des Produktgaskessels begrenzt. Die im Diagramm dargestellte höchste Produktgaskesselleistung von 2.5 MW stellt lediglich ein Beispiel dar. Genauso könnte die Grenze bei 2 MW oder auch über 2.5 MW liegen. Die Begrenzung nach links durch die

minimale Fluidisierungszahl im Vergaser kann durch Änderung der Fluidisierungszahl im Auslegungspunkt (hier wurde 4 angesetzt) durch Anpassung der Düsenboden- und Bettgeometrie des Vergasers angepasst werden. Der starke Einfluss des Brennstoffwassergehaltes auf den Kaltgaswirkungsgrad ist auch im Lastpunktdiagramm ersichtlich.

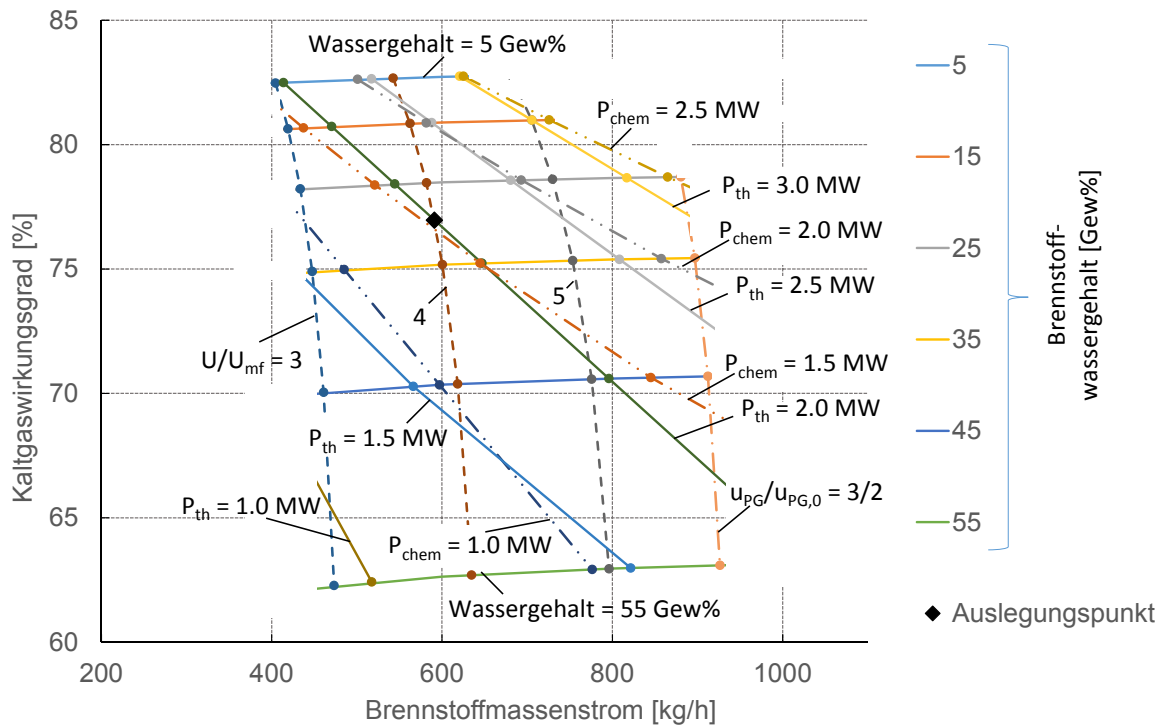


Abbildung 4: Vergaserleistungsdiagramm für die Variante „Dampf“

Neue Energien 2020 - 5. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Wie zuvor für die Schaltung mit Produktgaskessel wurde auch für die Schaltung mit Gasmotor-BHKW ein Betriebskennfeld ermittelt (Abbildung 5). Hier wird statt dem Kaltgaswirkungsgrad der elektrische Brutto-Anlagenwirkungsgrad über dem Brennstoffmassenstrom aufgetragen. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Gasmotor so dimensioniert ist, dass im Nennlastpunkt 100% der Motorlast erreicht werden. Es wird weiters eine minimale Motorteillast von 60% angesetzt. Die Grenzen links und rechts ergeben sich aus der minimalen Vergaserfluidisierung und der maximalen Gasgeschwindigkeit im Produktgasweg. Es zeigt sich, dass die Anlage zwischen etwa 13 und 55 Gew% Brennstoff-wassergehalt betreibbar wäre, ab 46 Gew% Wassergehalt aber nur mehr in Teillast. Im Teillastbetrieb sinkt die Fluidisierungszahl stark ab, sodass bei niedrigen Brennstoffwassergehalten die minimal fahrbare Last ansteigt. Das Problem zu niedriger Fluidisierungszahlen könnte bei der Schaltungs-variante mit Produktgaswäscher eventuell durch eine Produktgasführung zur Vergaserfluidisierung gelöst werden. Allerdings können Produktgas und Luft aus Explosionsschutz-gründen nicht einfach gemischt werden sondern würden gesonderter Fluidisierungsgaseinlässe bedürfen. Eine weitere Option, die in beiden Produktgasnutzungsvarianten möglich erscheint und eine einfache Mischung mit der Fluidisierungsluft erlaubt wäre die Rückführung von Abgas. Hier sinkt allerdings der Produktgasheizwert, was speziell bei Verwendung in Industrieöfen zu Einschränkungen führen kann.

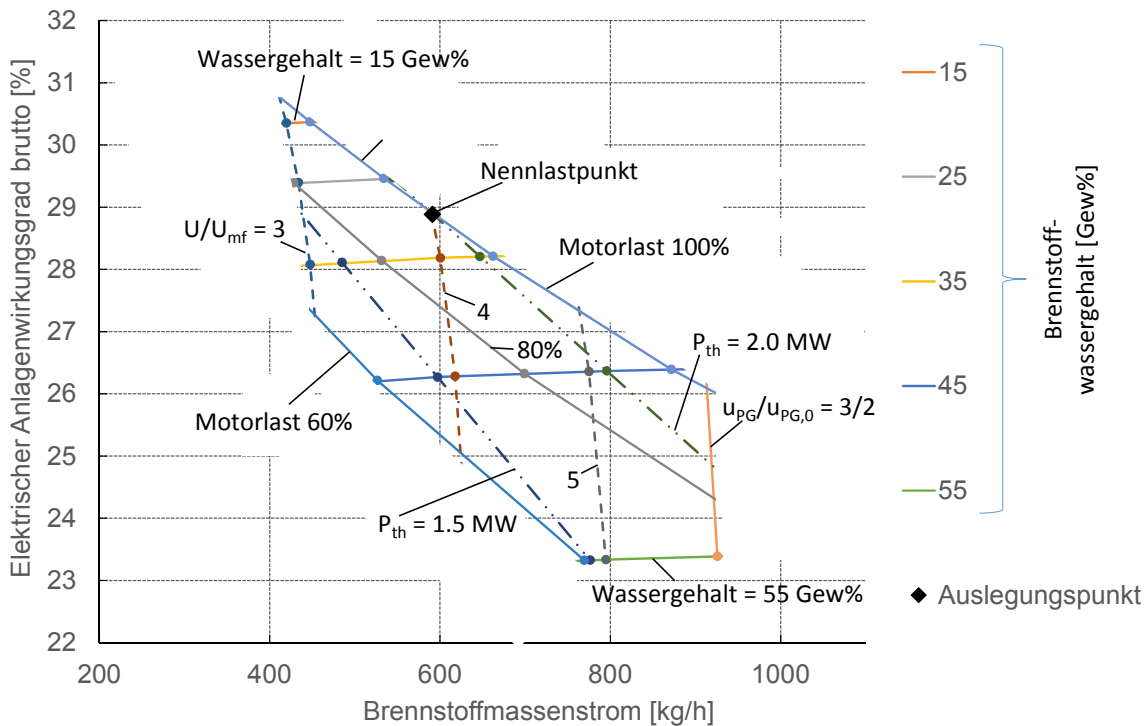


Abbildung 5: Vergaserleistungsdiagramm für die Variante "KWK"

4 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

4.1 Wirtschaftlichkeit

Wesentlicher Teil der vorliegenden Sondierung waren die Arbeiten zur Erschließung neuer Potentiale, deren Ergebnisse ausführlich in den internen Deliverables D2.1 bis D2.4 zusammengefasst sind. Diese Recherchen bildeten die Basis zur Ermittlung des Marktpotentials. Die aussichtsreichsten Rohstoffe sind in Tabelle 5 dargestellt. Die Abschätzung der Anzahl der Anlagen basierte auf der Annahme, dass 20% der verfügbaren Ressourcen für das ToughGas System gesichert werden kann. Desillusionierend an dieser Situation ist die Tatsache des relativ hohen Brennstoffpreises.

| Rohstoff | Kosten [€/MWh] | Anzahl der Anlagen mit 8 MW BWL |
|---|-------------------|---------------------------------------|
| Gesammelte Abfälle aus dem öffentlichen Grünflächenbereich | 11,81 | 11 |
| Spreu | 21,69 | 25 |
| Rechengut von Wasserkraftwerken bzw. wasserbaulichen Einrichtungen | 24,83 | 0,30 |
| Restmüll (Industrie, Haushalte) Burgenland | 0 | 1 |

Tabelle 5: endgültiges Potential ToughGas Österreich

Der kostengünstigste Brennstoff kann aus dem Restmüll gewonnen werden. Im Burgenland fällt eine ausreichend große Menge für eine Anlage mit zig-MW Brennstoffwärmeleistung an. Es kann als relativ wahrscheinlich gesehen werden, dass eine Anlage mit ca. 8 MW gebaut werden könnte. Für diese Hypothese wurde die Annahme getroffen, dass die heizwertarme mit der heizwertreichen Fraktion gemischt wird, was zu einem Preis von 0,- EUR/MWh führt.

Die Zusammenfassung der detaillierten Wirtschaftlichkeitsberechnung und derjenigen des nächst kostengünstigeren Brennstoffes zeigen, dass eine allfällig errichtete Anlage wirtschaftlich betreibbar wäre, und zwar ohne Zuhilfenahme von jeglichen Förderungen.

Wie bereits angedeutet wurde eine ausgedehnte Parametervariation durchgeführt, auch in Hinsicht des Vergleichs mit dem Mitbewerber. Die drei wichtigsten Erkenntnisse sollen die derzeit herrschende Situation illustrieren.

Als Vergleichsgröße wurde dabei der Jahresgewinn einer ToughGas Anlage gewählt. Aus dem Betrieb des Biomassekraftwerkes Güssing, welches zu seiner Zeit ein ähnlich professionell geplantes Kraftwerk war, konnte die Erfahrung gewonnen werden, dass der wirtschaftliche Betrieb nur dann über viele Jahre mit allen dazugehörigen Unwägbarkeiten eines Demonstrationskraftwerkes gewährleistet ist, wenn der minimale Jahresnettogewinn mit ca. 250.000,- EUR budgetiert ist. Aus diesem Erfahrungswert resultiert die in hellrot dargestellte unscharfe Grenze der wirtschaftlichen Anlagengröße, welche durch den Schnittpunkt der jeweiligen Lösung mit dem hellroten Bereich gegeben ist.

Dieser Jahresgewinn, welcher als Vergleichsgröße in den folgenden Parametervariationen dient, ist in Abhängigkeit der Brennstoffwärmeleistung des ToughGas Vergasers aufgetragen. Dazu mussten die Kosten für drei Leistungsgrößen ermittelt werden und schließlich der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eine Funktion hinterlegt werden.

Zusätzlich wurde auch der Wärmeabnahmepreis als Funktion hinterlegt, wobei der aktuelle Erdgaspreis in der jeweiligen Leistungsbezugsgröße den Wärmeabnahmepreis bestimmt. Das heißt die Wärme wird zu dem Preis verkauft, wie sie aus dem Brennstoffpreis für Gas resultieren würden.

In den folgenden Parametervariationen sind die Ergebnisse von drei verschiedenen Szenarien hinsichtlich Wärmeabnahmepreis dargestellt:

- „Heizölersatz“: Wärmeabnahmepreis 80 EUR/MWh
- „Standard“: Wärmeabnahmepreis lt. Gaspreis aus Abbildung 1
- „FW-Preis“: Lt. Opt-KWK-Systeme [RENET. 2008]: 26 EUR/MWh

Diese Szenarien wurden für die beiden in dieser Sondierung entwickelten Verfahren simuliert:

- Dampf: Nur Gaserzeugung, lt. Serie R&I-000
- KWK: Ökostromvergaser inkl. Gasmotor lt. Serie.R&I-500

Das ToughGas System wurde entwickelt, um minderwertige Brennstoffe am Ende der kaskadischen Nutzungskette energetisch hochwertig zu verwerten. Damit ergibt sich eine zu betrachtende Höchstgrenze für den Brennstoff von maximal 10 EUR/MWh.

Wie in der internen Markt- und Patentrecherche dargestellt gibt es derzeit nur drei Mitbewerber, die ähnliche Anlagen realisiert haben. Diese Anlagen sind aber schon allein in Bezug auf die Größe nicht mit dem ToughGas System vergleichbar. Außerdem sind für diese Verfahren keine Daten für einen wirtschaftlichen Vergleich verfügbar.

Es bleibt daher nur noch ein Benchmark nach dem Stand der Technik übrig, nämlich der Rostkessel. Dieser gilt in Kombination mit einem Thermoöl/Dampfkessel, bzw. einer zusätzlichen Turbine (ORC, oder Dampf) als Benchmark zum ToughGas Vergaser und wurde in den folgenden Kapiteln auch entsprechend mit den zu erwartenden Ergebnissen des ToughGas Systems verglichen.

Ausdrücklich festgehalten werden muss, dass trotz Weiterentwicklungen bei den Rostkesseln, diese nur in der Lage sind Brennstoffe bis zu einer gewissen Mindestqualität zu nutzen. Dies resultiert in einem geringeren Preis des Brennstoffes, d.h. je minderwertiger der Brennstoff, desto geringer der Preis. Je nach verwendeten Einsatzbrennstoff gibt es dann eine Grenze, die im Schnitt bei etwa 5 EUR angesetzt werden kann. Das heißt, darunter sind Rostkessel in der Regel nicht mehr in der Lage diesen minderwertigen Brennstoff zu nutzen.

Variation Brennstoffpreis:

Wie bereits beschrieben ergab sich durch die Arbeiten in dieser Sondierung bereits ein Fenster an passenden Brennstoffkosten für das ToughGas System.

Die Brennstoffkosten wurden dazu in 5 EUR Schritten von -5 EUR/MWh bis 10 EUR/MWh variiert. Abbildung 6 zeigt die Ergebnisse in Abhängigkeit der Leistungsgröße für den ToughGas Vergaser. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht kann daher nur die Installation eines ToughGas Systems ab einer Brennstoffwärmeleistung von 10 MW empfohlen werden, falls der Brennstoffpreis $\leq 0,-$ EUR beträgt. Sehr deutlich wird der Unterschied zur Variante Rostkessel. Die Wirtschaftlichkeit für diese Technologie wurde auf Basis der gleichen Rahmenbedingungen, wie für den ToughGas Vergaser getroffen. Durch die geringeren Investitionskosten ist das System „Rostkessel“ in der Leistungsgröße von 5 MW bei einem Brennstoffpreis von 5 EUR/MWh derzeit noch wirtschaftlicher, als ein ToughGas-Vergaser. Die Verluste im Falle einer Realisierung des ToughGas Systems wären etwa gleich hoch, wie der zu erwartende Gewinn einer Anlage mit Rostkessel. Um die gleiche Wirtschaftlichkeit zu erreichen müsste der Brennstoff um 6,50 EUR/MWh kostengünstiger sein.

Es gilt hervorzuheben, dass der Bau und Installation bewährte Technik ist, wobei bei einem vermehrten Einsatz von Vergasungssystemen davon auszugehen ist, dass diese mittelfristig zu den gleichen Kosten produziert werden können, wie Rostkessel.

Auch wenn die Produktionskosten höher bleiben werden hat das Vergasungssystem die Nase vorne, weil die Effizienz vor allem im Bereich bis 20 MW wesentlich besser ist.

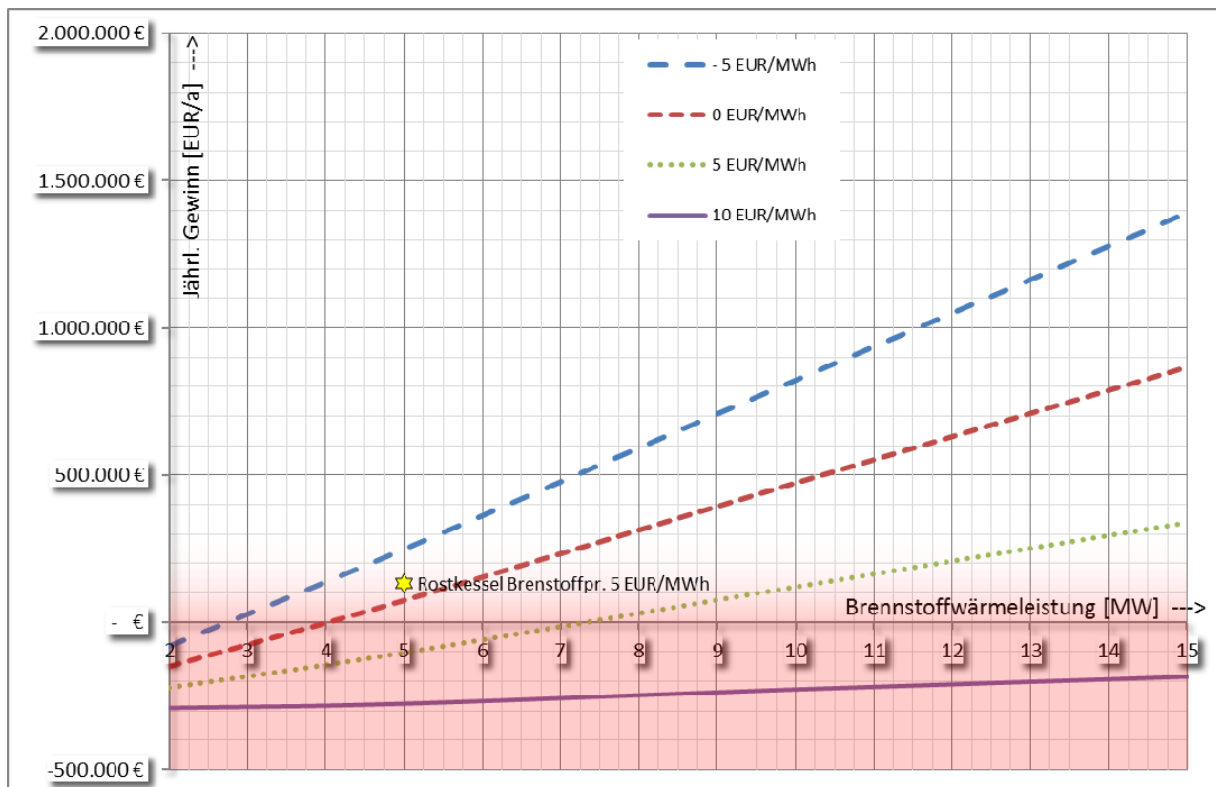


Abbildung 6: Ergebnisse Parametervariation Brennstoffpreis

Performance bei einem Brennstoffpreis von 10 EUR/MWh

Der Extremfall eines Brennstoffpreises von ca. 10 EUR/MWh tritt dann auf, wenn das ToughGas-System in Konkurrenz zu einem Rostkessel treten muss. Dementsprechend schlecht sind die wirtschaftlichen Ergebnisse zu erwarten.

Es zeigt sich aber, dass das Ziel dieser Sondierung, die Entwicklung eines robusten, abgespeckten Systems zur Erzeugung eines Brenngases, richtig war.

Deutlich wird dies einerseits an der violetten, durchgezogenen Linie aus Abbildung 7, welche den Jahresgewinn in Abhängigkeit der Leistungsgröße für den Fall darstellt, dass durch den Einsatzbrennstoff ein Gas erzeugt wird, das Heizöl in Dampfkesseln ersetzt.

Eine solche Anlage ist bereits ab einer Brennstoffwärmeleistung von 4 MW wirtschaftlich vertretbar.

Andererseits wird klar, dass die Minimierung der Investitionskosten und Vereinfachung der Anlage bei gleichzeitiger Absage an den aufwendigen Einbau eines Gasmotors, richtig ist.

Bei fehlender Einspeisevergütung ist der Strombezugspreis nämlich nicht viel höher, als der Preis für die verkaufte Wärme. Die Variation in Abbildung 7 zeigt, dass der Einsatz einer KWK mit Gasmotor (BHKW) aus wirtschaftlicher Sicht nicht empfehlenswert ist.

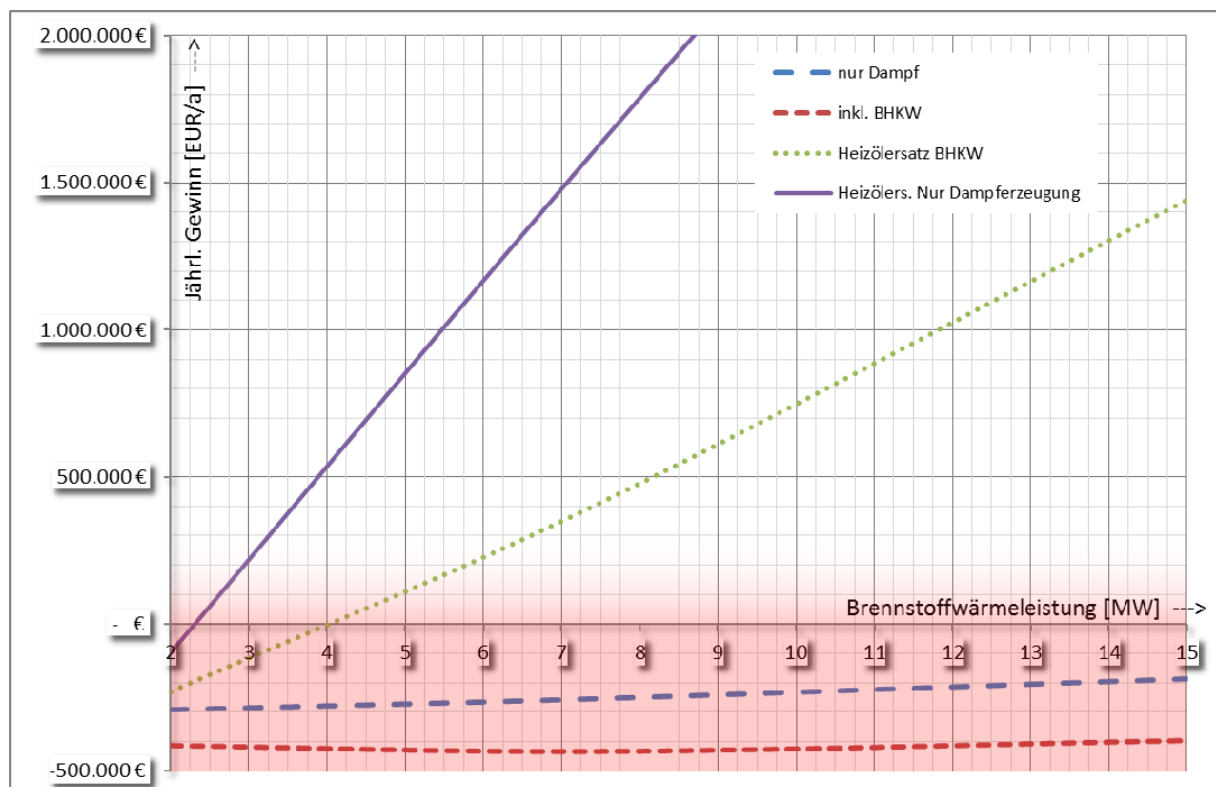


Abbildung 7: wirtschaftliche Performance bei einem Brennstoffpreis von 10 EUR/MWh

Performance bei einem negativen Brennstoffpreis von 5 EUR/MWh

Wie die Ergebnisse der Marktrecherche zeigen ist es derzeit realistisch, dass für die Entsorgung von Reststoffen am Ende der kaskadischen Nutzungskette 5 EUR/MWh bezahlt wird.

Unter dieser Voraussetzung ist das ToughGas System ab einer Leistungsgröße von ca. 10 MW uneingeschränkt zu empfehlen.

Sehr deutlich wird auch der Zusammenhang zwischen verschiedenen Wärmeverkaufspreisen, sowie der Unterschied zwischen den beiden Varianten „Dampf“ und „KWK“.

So finanziert sich das BHKW bei einem niedrigen Wärmeverkaufspreis von 26 EUR/MWh durch die Erzeugung von höherwertigen Strom, wodurch beide Varianten quasi gleichwertig sind.

Bei einer fehlenden Einspeisevergütung für erzeugten elektrischen Strom ist aufgrund des derzeit niedrigen Strompreises der Aufwand zum Betrieb eines BHKW's nicht kostendeckend, wie in Abbildung 8 dargestellt.

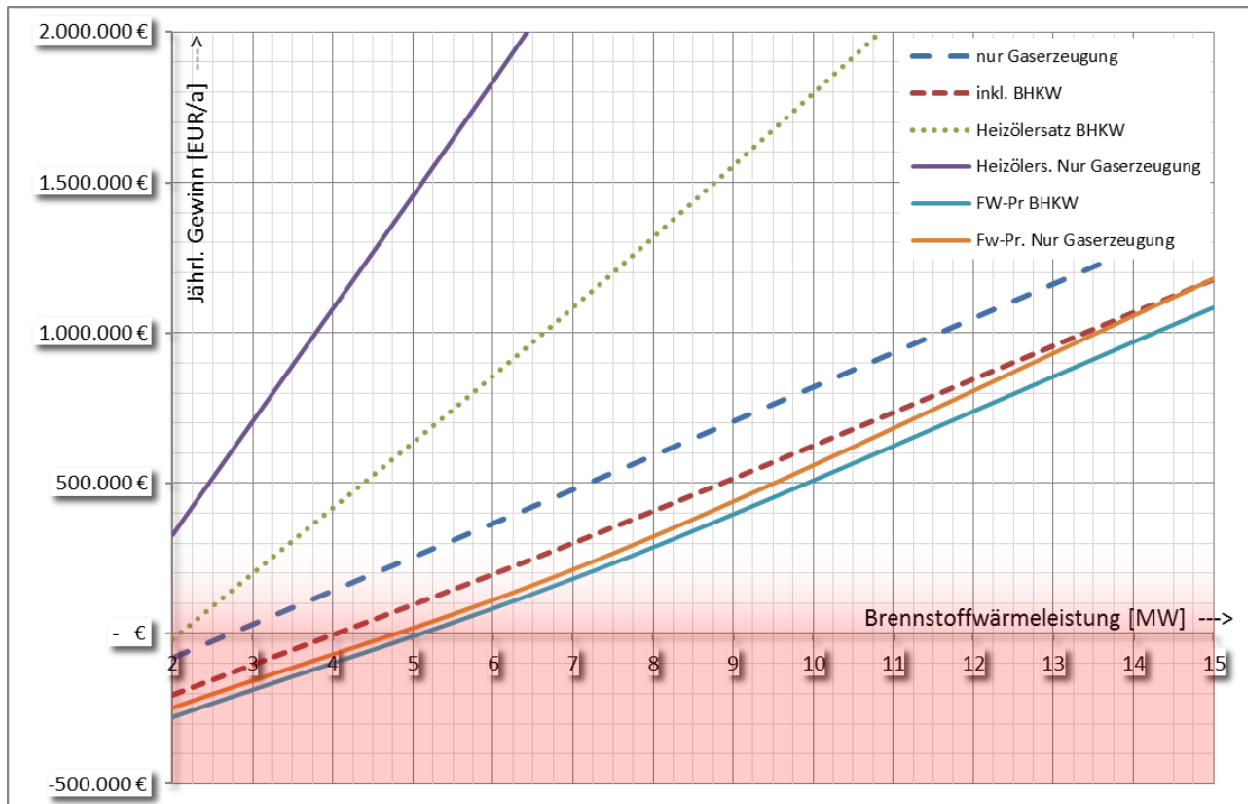


Abbildung 8: wirtschaftliche Performance bei einem negativen Brennstoffpreis von 5 EUR/MWh

Vergleich mit anderen Studien:

Die Güssing Energy Technologies beschäftigt sich seit ihrem Bestehen mit der unabhängigen Beurteilung von verschiedenen Technologien, Anbietern, usw. im Bereich Heizwerke und KWK und das vor allem Leistungsbereich zwischen 0,5 MW_{el} und 5 MW_{el}.

Während der Parametervariation wurden die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung mit verschiedenen Studien verglichen, wobei stets eine hervorragende Kongruenz zu beobachten war.

Am anschaulichsten und umfassendsten wird eine Gegenüberstellung der Ergebnisse dieser Sondierung mit den Ergebnissen der „Techno-Öko Studie“ der TU Wien aus dem Jahr 2002 [Hofbauer, 2002]. Diese wurde durch die Güssing Energy Technologies (damals noch Renet GmbH) durch die Ergebnisse des Projektes „Optimierte KWK-Systeme“ [Renet, 2008] erweitert.

In Abbildung 6 wurden nun schließlich noch die Parametervariationen für das ToughGas System und eine aktuelle Abschätzung eines ORC-Prozesses erweitert.

Dazu wurden die Parameter stets an die Rahmenbedingungen der Studie [Hofbauer, 2002] angepasst, um sämtliche Ergebnisse miteinander vergleichbar zu machen.

Es zeigt sich, dass der Einsatz einer ToughGas-KWK die derzeit empfehlenswerteste Alternative zur Erzeugung von Ökostrom ist.

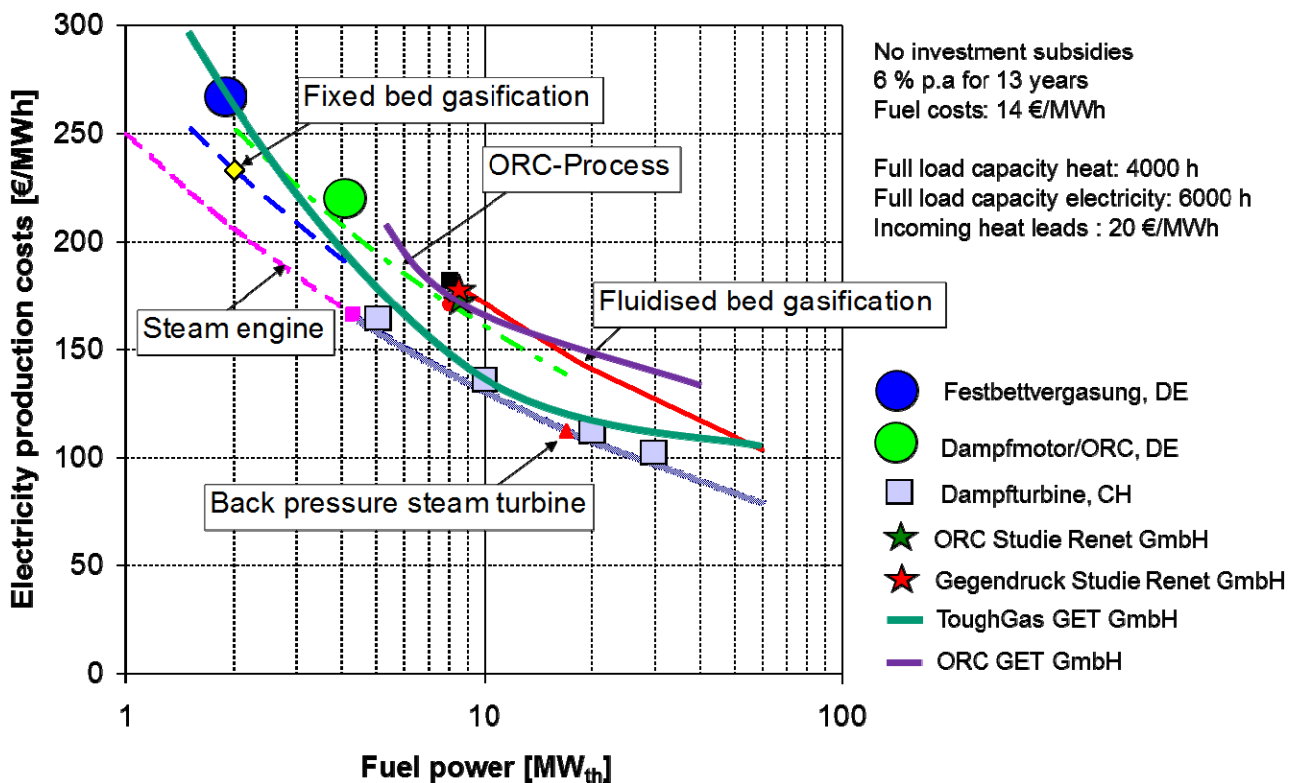


Abbildung 9: Vergleich mit Techno-Ökostudie [Hofbauer, 2002], [Renet, 2008], erweitert

4.2 Risiko (Monte Carlo Analyse)

Risikoanalyse der weitergeführten experimentellen Entwicklung:

Das Konsortium hat sich darauf geeinigt, die Entwicklungskosten auf Basis Monte Carlo Simulation mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von 70 % zu bewerten. Somit können folgende Entwicklungskosten abgeschätzt werden:

| Bezeichnung | Eintrittswahrscheinlichkeit [%] | Entwicklungsdauer [d] | Entwicklungskosten [k€] |
|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| technische Entwicklung | 70 | 2.930 | 1.632 |
| technische Entwicklung | 100 | 6.540 | 3.650 |
| technische Entwicklung | Differenz | 3.610 | 2.018 |
| Gesamtentwicklung inkl. Markteintritt | 70 | 4.240 | 2.367 |
| Gesamtentwicklung inkl. Markteintritt | 100 | 8.200 | 4.576 |
| Gesamtentwicklung inkl. Markteintritt | Differenz | 3.960 | 2.209 |

Tabelle 6: Abschätzung der Entwicklungskosten

Wie in Tabelle 6 angegeben betragen die rein technischen Entwicklungskosten ca. 1.632.000 €, die gesamten Entwicklungskosten ca. 2.367.000 € (Eintrittswahrscheinlichkeit 70 %). Somit ist deutlich zu sehen, dass der Markteintritt eine der größten Hürden für die Entwicklung darstellt und mit Kosten von ca. 735.000 € beziffert wird.

Im schlimmsten Fall betragen die rein technischen Entwicklungskosten ca. 3.650.000 €, die gesamten Entwicklungskosten ca. 4.576.000 €. Somit betragen die zusätzlichen Kosten, die mit einer Wahrscheinlichkeit von 30 % eintreten können für die rein technische Entwicklung zwischen 0 und 2.018.000 €. Bei einer Betrachtung der gesamten Entwicklungskosten liegen die Zusatzkosten zwischen 0 und 2.209.000 €.

4.3 Versuchsprogramm & Kosten:

| 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|------|------|------|------|------|
|------|------|------|------|------|

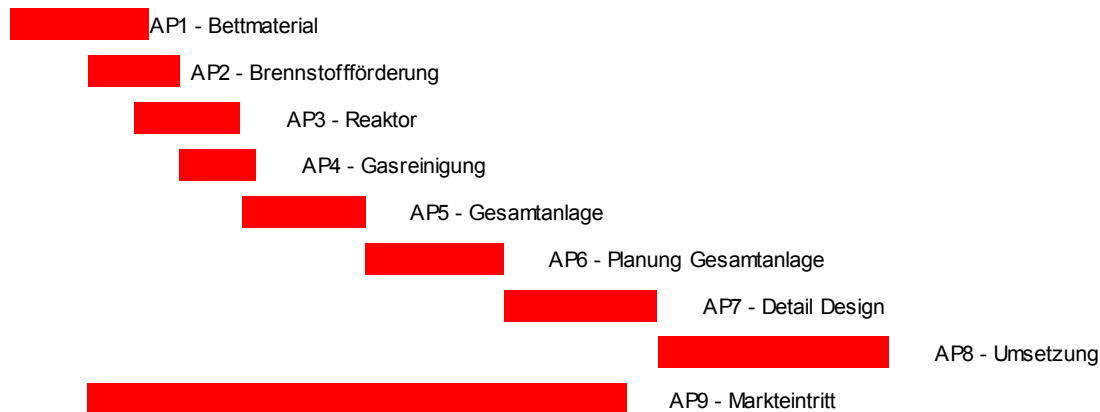


Abbildung 10: Gantt-Chart Implementierung ToughGas Komplett

Abbildung 10 stellt ein wesentliches Ergebnis der Sondierung grafisch dar. Die Details der weiteren erforderlichen F&E, bzw. Implementierungsarbeiten sind in D6.3 - Versuchsprogramm näher beschrieben, und können lt. Tabelle 7 finanziell bewertet werden.

Bei einem Restrisiko von 30% kann ein ToughGas Vergasungssystem in 4 Jahren in Betrieb sein. Wesentliche Verzögerungen können sich dabei aus folgenden Gründen ergeben:

- Finanzierung: falls der Projektfortschritt durch fehlende Mittel unterbrochen wird
- Probleme beim Markteintritt
- Änderungen der Rahmenbedingungen, wie Verknappung/Verteuerung des Brennstoffs

Zunächst muss die experimentelle Entwicklung abgeschlossen werden, was nach AP5, bzw. 21 Monaten Projektlaufzeit der Fall ist.

Begleitend dazu muss bereits die Marktvorbereitung erfolgen (AP9), damit direkt im Anschluss die Planung, der Bau und die Inbetriebnahme erfolgen kann (AP6 bis AP8).

| | |
|----------------------------|--------------|
| AP1 - Bettmaterial | € 190.054,01 |
| AP2 - Brennstoffförderung | € 106.950,91 |
| AP3 - Reaktor | € 135.662,56 |
| AP4 - Gasreinigung | € 89.627,13 |
| AP5 - Gesamtanlage | € 157.914,09 |
| AP6 - Planung Gesamtanlage | € 153.607,34 |
| AP7 - Detail Design | € 340.950,88 |
| AP8 - Umsetzung | € 457.233,08 |
| AP9 - Markteintritt | € 735.000,00 |

Tabelle 7: Kosten Implementierung ToughGas Gesamt

Kosten F&E

Die experimentelle Entwicklung des ToughGas Systems kostet ca. 680.000,- EUR. Eine allfällige Förderung durch Weiterführung des Projektes im Programm eMissiOn könnte die Kosten auf ca. 270.000,- EUR reduzieren. Die Wahrscheinlichkeit für eine Bewilligung beträgt 15%. Ungewiss ist auch, ob die Förderrate durch allfällige Auflagen der Jury weiter reduziert wird.

Kosten Planung

Die Kosten für die Planung, den Bau und die Inbetriebnahme belaufen sich auf ca. 950.000,- EUR und sind nicht weit von den Erfahrungswerten von Anlagen nach dem Stand der Technik entfernt, wie ein Vergleich mit der Kostenschätzung des ToughGas-Systems zeigt.

Diese Kosten werden bereits vom Demonstrationsprojekt getragen, das nach Abschluss der experimentellen Entwicklung implementiert werden kann.

Kosten Markteintritt

Die Kosten für den Markteintritt sind mit dem größten Risiko behaftet. Eine seriöse Einschätzung des erforderlichen Budgets beläuft sich auf ca. 735.000,- EUR.

Zusammenfassung Kosten

Die ausführliche Erarbeitung des weiterführenden Projektes hat einige Ergebnisse zutage gebracht, die in dieser Form zu Beginn der Sondierung nicht erwartet wurden.

So sind die drei wesentlichen nächsten Hauptmaßnahmen ungefähr gleich kostenintensiv, wobei die F&E mit dem kleinsten Betrag zu Buche schlägt.

Dies belegt, wie weit fortgeschritten dieses Konzept bereits ist und wie gering das technische Entwicklungsrisiko ist.

5 Ausblick und Empfehlungen

Technische Innovationen sind nur so gut, wie der Rückhalt bei der Implementierung es zulässt. Zunächst wurde das Augenmerk bei dieser Sondierung lediglich auf die technische Optimierung des ToughGas Systems gelegt. Durch die exzellente Expertise der beteiligten Projektpartner war es aber möglich diese technischen Problemstellungen mehr als zufriedenstellend zu lösen, sowie einen relativ wenig risikobehafteten F&E Fahrplan zur Umsetzung des ToughGas Systems aufzusetzen.

Die tatsächlichen Risikofaktoren bestehen aber in den Bereichen:

- Lobbying
- Preisentwicklung, Nutzungskonkurrenzen
- Markteintritt, Akzeptanz

Die Güssing Energy Technologies als gemeinnützige Forschungseinrichtung wird die Ergebnisse dieser Sondierung als Experte im Bereich Vergasung in den nächsten Jahren in die Zielgruppe disseminieren, sowie versuchen eine Plattform für Wirbelschichtvergasung zu schaffen, um die Interessen der Wirbelschichtvergasungshersteller zu vertreten.

Es sind noch zahlreiche Themenfelder in diesem Bereich zu erforschen, wie:

- Brennstoffförderung
- Schadstoffabscheidung
- Reaktionskinetik in der Wirbelschicht
- Abrieb, Erosionen
- Ablagerungen
- Reinigung von WT
- Nutzung von Brennstoffen mit minderer/schwankender Qualität

Neben diesen F&E Tätigkeiten wird empfohlen parallel dazu die Erschließung neuer Ressourcen zu untersuchen. Im Rahmen dieser Sondierung wurden nämlich die grundlegenden realen Daten aus dem Burgenland, der Abfallwirtschaft und bisher ungenutzter Ressourcen umfassend erhoben. Dabei zeigte sich, dass speziell in diesem Feld weiterführende F&E erforderlich ist:

- Kaskadische Nutzung
- Entwicklung von Geschäftsmodellen
- Lagerung, Logistik, Transport
- Erschließung biogener Ressourcen in den Nachbarländern

Diese sind zur Durchführung in einem separaten Projekt und nicht als Teil der ToughGas-EE empfohlen. Zu klären werden dabei vor allem die folgenden praxisrelevanten Fakten sein:

- Nutzungskonkurrenzen zwischen künftigen Abnehmern
- Nationale, regionale und internationale Stoßrichtungen
- Unterschied zwischen statistisch erfassten Stoffströmen und regional Verfügbaren
- Preisentwicklungen, Verfügbarkeit

Diese Forschungsthemen bietet Platz für Branchenprojekte, internationale Kooperationen, usw., wodurch der Innovationsstandort Österreich gesichert werden kann.

Markteintritt:

Wesentlich für den Erfolg des reinen ToughGas-Gesamtprojektes ist, dass die Vorbereitung des Markteintritts rechtzeitig erfolgt. Dazu muss in einer frühen Phase das Corporate Design erstellt werden, um die umfangreichen Vertriebsaktivitäten zu starten.

Erfahrungen von Firmen, welche ähnliche Produkte in einer ähnlichen Branche etabliert haben, haben gezeigt, dass der Verkauf der ersten Referenzanlage mit großen Anstrengungen verbunden ist. Frühzeitig muss bereits ausreichendes Lobbying am Standort der Demonstrationsanlagen betrieben werden, um die Anrainer, Behörden, Medien, Politik, Umweltanwälte, Bürgerinitiativen, usw. von den positiven Eigenschaften eines ToughGas-Vergasers zu überzeugen, denn:

- Die Wertschöpfung bleibt in der Region
- Es treten keine schädlichen Emissionen auf
- Die Leistungsgröße ist gering und daher nicht störend
- Das Transportaufkommen wird verringert, weil die Brennstoffe vor Ort genutzt werden
- Die Importabhängigkeit von fossilen Energieträgern wird verringert

Nutzungskonkurrenz:

Obwohl der Biomassemarkt bereits sehr genau definiert und relativ groß ist, haben sich in den letzten Jahren große Überraschungen ergeben. Vor allem hat sich gezeigt, dass der Brennstoffpreis nur sehr schwer prognostizierbar ist.

In Österreich sind zahlreiche Fälle bekannt, wo aufgrund hoher erwarteter Gewinne aufgrund der damaligen Randbedingungen zahlreiche Anlagen installiert wurden, die nach einigen Jahren mit hohen Verbindlichkeiten Insolvenz anmelden mussten.

Großteils waren das Anlagen, die aufgrund der verwendeten Technologie weniger wirtschaftlich arbeiten können, als die ToughGas Anlage. Die Ergebnisse des D5.1 haben aber gezeigt, dass selbst ein ToughGas System nicht mit diesen Rahmenbedingungen in wirtschaftlicher Hinsicht zurechtkommen würde.

Ein weiteres Beispiel ist die Strohnutzung. Sobald Abnehmer verfügbar sind wird auch aus einem anfangs fast kostenlosen Brennstoff ein Rohstoff mit einem dementsprechend hohen Preis.

Dasselbe konnte auch am Klärschlammmarkt beobachtet werden. Waren vor über 10 Jahren noch sehr hohe Entsorgungspreise (abgesehen von der Ausbringung in der Landwirtschaft) die Regel, so ist der Entsorgungspreis durch die vermehrte Nachfrage von Abnehmern bereits beträchtlich gesunken.

Dasselbe gilt auch für das ToughGas System. Egal, ob Restmüll, Spreu, oder ein anderer bisher ungenutzter Brennstoff genutzt wird. Sobald ein Abnehmer verfügbar sein wird, wird auch der Preis steigen.

Bevor ein ToughGas Vergaser Ressourcen benötigen wird, die in Nutzungskonkurrenz zu anderen Abnehmern stehen, muss genau untersucht werden, ob diese in Zukunft den Brennstoffpreis unterbieten können, den ein ToughGas-Vergaser benötigen wird.

Die eindeutige Empfehlung lautet daher:

Ein ToughGas System darf nur dann implementiert werden, wenn der Brennstoff selbst und auch die Kosten dafür LANGFRISTIG gesichert sind!

Umsetzung:

Wie bei anderen Technologien, die schon seit oft über 100 Jahren bekannt, patentiert und erprobt sind, verhält es sich auch beim ToughGas-Vergaser.

Entweder wurde Ihnen bisher deswegen nicht zum Durchbruch verholfen, weil Details nicht zufriedenstellend gelöst wurden, oder die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen nicht ausreichend waren.

Wie die Wirtschaftlichkeitsberechnung des ToughGas Systems zeigt, ist die Luft in diesem Bereich sehr dünn, denn die Umwandlung von Brennstoffen in Energie ist ein hart umkämpfter und bereits sehr genau abgesteckter Markt.

Trotzdem waren die Ergebnisse dieser Sondierung bereits genau genug, um zu belegen, dass das ToughGas System die optimalste Technologie in diesem Segment darstellt (siehe D5.1 – Vergleich mit anderen Studien). Daher kann bestätigt werden, dass der Ansatz zur Vereinfachung, Standardisierung und maximalen Minimierung an erforderlichen Komponenten, richtig war.

Schließlich ist die Vergasung prädestiniert dafür die bisher vorherrschende Verbrennung zu verdrängen. Nach Abschluss dieser Studie spricht nichts dagegen, dass eine derart abgespeckte Vergasungsanlage nach mehreren hundert realisierten Anlagen mehr kosten muss, oder unzuverlässiger sein muss, als eine Verbrennungsanlage. Damit erschließt sich ein riesiger Markt.

Zusätzlich wurden einige wesentliche Details im Zuge dieser Sondierung veröffentlicht und sind im Verfahren der Patentanmeldung, die den entscheidenden Wettbewerbsvorteil des ToughGas-Vergasers sichern werden.

Glücklicherweise existieren heute noch Standorte, wo einer der Parameter im Vergleich zum beinhalten internationalen Markt, auch über die nächsten Jahre gesichert besser ist.

So muss etwa an einigen Standorten die Wärmeenergie (oft in Form von Dampf) noch aus teuren Energiequellen, wie Heizöl hergestellt werden. Oder es werden die Rahmenbedingungen zur Implementierung eines ToughGas-Systems in einem Land passen, das noch nennenswerte Einspeisevergütungen für Strom aus Abfällen/Biomasse bereitstellt.

An einem solchen Standort wäre die Implementierung einer Demonstrationsanlage mit einem vertretbaren wirtschaftlichen Risiko verbunden.

Finanzierung:

F&E: eine Einreichung bei e!mission wird empfohlen. Für den Eigenmittelanteil muss ein Investor gefunden werden.

Markteintritt: Vereinbarung mit Investor/Venture Capital Geber, etc. Dazu ist die Erstellung eines Businessplans für die ToughGas GmbH erforderlich.

6 Literaturverzeichnis

Hofbauer, H., Rauch, R., Bolhàr-Nordenkamp, M., Pröll, T.: Endbericht TECH-NOÖKONOMISCHE STUDIE KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG MIT BIOMASSE; 2002

Novakovits, P., 2012. Aufkommen, Zusammensetzung und Entsorgung/Verwertung von fester Biomasse aus Gärten, öffentlichen Anlagen und von Straßenbegleitgrün in ländlichen Gemeinden. Wien: Universität für Bodenkultur.

Renet-Kompetenzknoten Güssing, Forschungsinstitut für erneuerbare Energie GmbH, 2008, „Energetisch und wirtschaftlich optimierte Biomasse-Kraft-Wärmekopplungssysteme auf Basis derzeit verfügbarer Technologien“, Energiesysteme der Zukunft – Endbericht, FFG Projektnummer 812771

7 Kontaktdaten

Konsortialführerin:

DI Dr. Richard Zweiler
Güssing Energy Technologies GmbH
A-7540 Güssing, Wiener Straße 49
Tel.: +43 3322 42606 311
Fax: +43 3322 42606 399
e-mail: office@get.ac.at
URL: <http://get.ac.at>

Kooperationspartner:

TU Wien – Inst- für Verfahrenstechnik
A-1060 Wien, Getreidemarkt 9/166
DI Dr. Reinhard Rauch
Tel.: +43 1 58801 166303
Fax: +43 1 58801 159 99
e-mail: rrauch@mail.zserv.tuwien.ac.at
<http://www.vt.tuwien.ac.at/>

Europäisches Zentrum für erneuerbare Energie GmbH
A-7540 Güssing, Europastraße 1
Tel.: +43 5 9010 850 0
Fax: +43 5 9010 850 12
e-mail: office@eee-info.net
URL: <http://www.eee-info.net>