

Empfehlung zur geeignetsten Technologie für die Erzeugung von Strom und Wärme aus Biomasse (Industriehackgut, Sägemehl, Rinde)

Auftraggeber:



Genossenschaft Südtiroler Sägewerker Gen.m.b.H.
Mitterweg 7
I-39100 Bozen

Verfasser:

Dr. Michael Stauder
TIS innovation park / Cluster Holz & Technik
Siemensstraße 19
I-39100 Bozen

Dezember 2013

Inhaltsverzeichnis

- 1 Projektbeschreibung**
- 2 Ergebnis Fragebogen**
- 3 Verfügbare Technologien**
- 4 Schlussfolgerung – Empfehlung**
- 5 Ausblick**
- 6 Geführte Gespräche / E-Mail-Austausch**
- 7 Verzeichnisse**
- 8 Verwendete Einheiten und Abkürzungen**
- 9 Anhang**

1 Projektbeschreibung

Einleitung

Die Südtiroler Sägeindustrie ist von Klein- und Kleinstbetrieben geprägt. Viele dieser Betriebe sind Erstbearbeiter und schneiden nur wenige Tausend Kubikmeter Rundholz im Jahr ein. Einige der etwas größeren Betriebe sind auch in der Weiterverarbeitung tätig. Sie verarbeiten das im Werk eingeschnittene Schnittholz teils zu Halbfertigprodukten (Hobelware) bis hin zu fertigen Produkten (Leimholz). Da bei der Erst- als auch bei der Zweitverarbeitung in den Sägewerken auch eine beträchtliche Menge an Sägenebenprodukten (Rinde, Kappholz, Sägespäne, Schwarten, Spreißel und Hobelspäne) anfällt, befasste sich die GSS schon seit geraumer Zeit mit der Frage, wie dieses Material in den Sägewerken am sinnvollsten energetisch genutzt werden kann. Die Steigerung der Wertschöpfung in den einzelnen Sägewerken soll dabei im Vordergrund stehen.

Auf Anfrage der GSS erarbeitete der Cluster Holz & Technik des TIS innovation park eine Empfehlung zu den verschiedenen Möglichkeiten zur sinnvollen energetischen Verwertung der Sägenebenprodukte für die Sägewerksbetriebe.

Vorgangsweise

Mittels eines Fragebogens, den alle Mitglieder der GSS erhalten haben, wurde einerseits der Bedarf der Sägewerke, welche beabsichtigen die anfallenden Sägenebenprodukte selbst energetisch zu nutzen, und andererseits der Bedarf an elektrischer und thermischer Energie des einzelnen Sägewerks erhoben. Außerdem wurde der Anfall des zur Verfügung stehenden Brennmaterials erhoben. Die Recherche zur Findung der geeigneten Technologie für die heimischen Sägewerke konnte somit weiter auf den notwendigen Bedarf der Sägewerke fokussiert werden.

2 Ergebnis Fragebogen

Eine eindeutige Empfehlung über die geeignetste Technologie zur Erzeugung von Strom und Wärme aus Holz kann a priori nicht gegeben werden. Viele Faktoren müssen hier mitberücksichtigt werden. Neben dem verfügbaren Brennmaterial (anfallende Menge) und seiner Qualität (Zusammensetzung, Wassergehalt, charakteristische Eigenschaften, ...) muss hier auch die Frage gestellt werden, wie hoch ist der Verbrauch von elektrischer und thermischer Energie. Nicht unbeantwortet bleiben darf auch die Frage, ob die thermische Energie auch zur Gänze verwendet werden kann. Da in der Regel bei Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen in Sägewerken die thermische Energie nicht wie die elektrische Energie in ein Netz eingespeist werden kann, ist Sorge zu tragen, die gesamte anfallende thermische Energie bestmöglich zu verwenden. Wie viele Stunden im Jahr die Anlage laufen kann, wo sicher gestellt ist, dass auch die gesamte Wärmeenergie verwendet werden kann, muss auf jeden Fall auch beantwortet werden. Die Wirtschaftlichkeit der gesamten Anlage hängt davon maßgebend ab. Letztendlich muss auch noch das Profil des Anlagenbetreibers für die Auswahl der Technologie mit berücksichtigt werden. Die Anforderungen wie beispielsweise hoher elektrischer Wirkungsgrad, geringe Störanfälligkeit der Anlage oder der Entwicklungsstand der Anlage sind von Anlagenbetreiber zu Anlagenbetreiber verschieden.

Die Auswertung des Fragebogens, den von insgesamt 25 GSS-Mitgliedern 11 Betriebe ausgefüllt haben, hat folgendes ergeben:

- Bis auf 2 Betriebe benötigen alle Betriebe neben elektrischer Energie auch thermische Energie
- 1 Betrieb benötigt eine elektrische Leistung von unter 100 kW
- 4 Betriebe benötigen eine elektrische Leistung zwischen 100 kW und 250 kW
- 4 Betriebe benötigen eine elektrische Leistung zwischen 250 kW und 500 kW
- 2 Betriebe benötigen eine elektrische Leistung über 500 kW

Setzt man den gesamten Jahresstrombedarf in Verhältnis zum gesamten Jahresenergiebedarf (elektrischer Strom und Wärme) so kann ein erforderlicher elektrischer Wirkungsgrad der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage berechnet werden. Der erforderliche elektrische Wirkungsgrad drückt aus wie hoch das Verhältnis zwischen Stromproduktion und Wärmeproduktion sein muss, um den Betrieb autonom mit Wärme und elektrischen Strom versorgen zu können und dabei keine Verlustwärme hinnehmen zu müssen.

Die Aufteilung der Betriebe nach erforderlichem elektrischem Wirkungsgrad sieht folgend aus:

- 5 Betriebe benötigen einen elektrischen Wirkungsgrad unter 20 %
- 1 Betrieb benötigt einen elektrischen Wirkungsgrad von 20 - 25 %
- 1 Betrieb benötigt einen elektrischen Wirkungsgrad von 25 - 30 %
- 4 Betriebe benötigen einen elektrischen Wirkungsgrad über 30 % (2 davon benötigen keine Wärme)

Mit dem Fragebogen wurde auch das persönliche Profil zur Erwartungshaltung der

Sägewerksbetreiber bzw. der zukünftigen Betreiber der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage abgefragt. Fast alle Betriebe stellen hohe Erwartungen bezüglich des hohen elektrischen Wirkungsgrads bzw. des hohen Gesamtwirkungsgrads der Anlage. Außerdem erwarten sich alle, dass die Störanfälligkeit und der Bedienungsaufwand der Anlage gering sind.

Die Erwartung eines hohen elektrischen Wirkungsgrads bei geringer Störanfälligkeit und gleichzeitig geringem Bedienungsaufwand der Anlage widersprechen sich meist bei den derzeitigen auf den Markt angebotenen Technologien.

Die Erwartungshaltung bezüglich geringer Schadstoffemissionen ist auch bei den meisten Betrieben recht hoch.

Die Erwartungen bezüglich geringer Komplexität der Anlage, geringer Lärmemissionen der Anlage, hoher Entwicklungsstand der Anlage sowie hoher Umweltverträglichkeit der Anlage sind etwas niedriger.

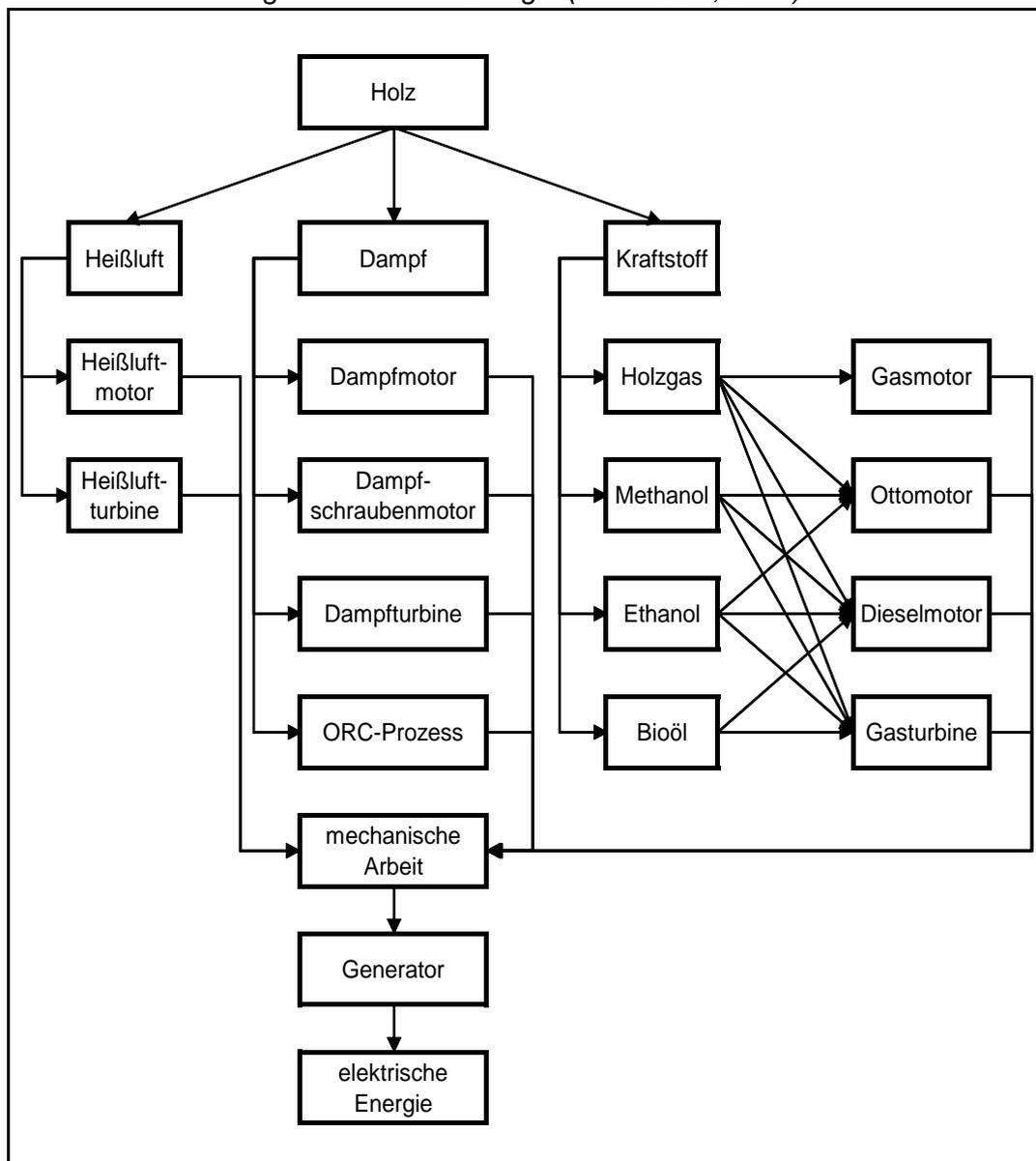
Die Auswertung des Fragebogens gibt den Rahmen vor, um die Recherche für die Findung der geeigneten Technologien für die heimischen Sägewerke auf den notwendigen Bedarf der einzelnen Sägewerke weiter einzuschränken. Das Ergebnis dieses Fragebogens ist somit die Basis, um vorhandene und geeignete Technologien ausfindig zu machen.

3 Verfügbare Technologien

Mögliche Technologien

Grundsätzlich können wie in Abbildung 3.1 ersichtlich mehrere Technologien theoretisch für die Stromerzeugung aus Holz angewendet werden.

Abbildung 3.1: Prozessschema zur Erzeugung von mechanischer Arbeit aus Holz und anschließende Umwandlung in elektrische Energie (STAUDER, 2003)



Viele dieser Technologien sind jedoch noch nicht über die Pilotphase geschweige denn über die Demonstrationsphase gekommen. Außerdem stehen viele dieser Technologien für den Leistungsbereich, welcher für die Südtiroler Sägewerke erforderlich ist, nicht zur Verfügung. Die Auswahl fällt daher auf die folgenden Technologien, auf welche näher eingegangen wird:

Holz	⇒	Heißluft	⇒	Heißluftturbine
Holz	⇒	Dampf	⇒	Dampfkolbenmotor / Dampfturbine
Holz	⇒	Dampf	⇒	ORC-Prozess
Holz	⇒	Holzgas	⇒	Gasmotor / Gasturbine

Holz ⇒ Heißluft ⇒ Heißluftturbine
(Extern befeuerte Gasturbine)

Kurzbeschreibung Technologie

Ein einstufiger Verdichter komprimiert Umgebungsluft auf 3 bar und 180°C und leitet diese durch einen Gegenstromwärmetauscher. Dort wird die Luft auf 800°C erhitzt und danach in der Turbine auf Umgebungsdruck und 400°C entspannt. Die heiße Abluft ist die vorgewärmte Verbrennungsluft des Biomasse-Heizkessels, welcher den erwähnten Wärmetauscher befeuert. Die Abgase von ca. 300°C können danach noch thermisch oder mittels ORC-Turbine weitergenutzt werden.

Die Technologie ist nicht ganz neu. Gasturbinen werden in vielen großen thermischen Kraftwerken zur Stromerzeugung eingesetzt. Neu ist, dass bei der Heißluftturbine die Wärmeenergie nicht wie bei der Gasturbine in einer internen Brennkammer erzeugt wird, sondern über einen Wärmetauscher von einer externen Brennkammer zugeführt wird. Und genau hierin liegen zurzeit noch einige Probleme, wie beispielsweise die Verschmutzung der Wärmetauscher bei Verwendung von Festbrennstoffen wie der Biomasse.

Mit der Heißluftturbintechnologie beschäftigen sich zurzeit mehrere Unternehmen in verschiedenen europäischen Ländern. Bei den meisten dieser Anlagen handelt es sich um Laboranlagen und sind noch von Pilotanlagen weit entfernt. Lediglich die Maschine HLT-100 Compact von Schmid Energy Solutions hat die Pilotphase erreicht. Bei der Anlage handelt es sich um eine Heißluftturbine mit einem offenen Kreislauf. Die Anlage ist auf einen Leistungsbereich von 100 kW elektrisch und auf 355 kW thermisch ausgelegt und ist der erste Prototyp, der im letzten Jahr ca. 5.000 Betriebsstunden lief. Anschließend wurden alle Komponenten der Anlage auseinandergelassen, um sie auf Abnutzungserscheinungen zu untersuchen. Die Untersuchungen laufen zurzeit noch, jedoch sind die ersten Ergebnisse dieser Zustandsbewertung positiv.

Der Prototyp wird im Herbst wieder in Betrieb gehen. Besichtigungen der laufenden Anlage können bei der Verkaufsabteilung der Firma Schmid Energy Solutions ab Herbst angefragt werden.

Zurzeit laufen Bemühungen, den Wärmetauscher in Zukunft automatisch reinigen zu können (über Schall). Beim Prototyp muss der Wärmetauscher einmal im Jahr gereinigt werden.

Die Kosten der gesamten Anlage inklusive Wärmeerzeuger, Wärmetauscher, Turbine und Generator werden mit ca. 1-1,5 Mio. Schweizer Franken angegeben.

Die erste Kundenauslieferung könnte in ca. einem Jahr erfolgen. Das heißt, dass im Jahr 2015 eventuell die erste Anlage bei einem Sägewerksbetreiber in Südtirol installiert werden könnte.

Weiterführende Informationen zu dieser Technologie bzw. zu Herstellern sind im Kapitel Verzeichnisse unter Internetquellen abrufbar.

Holz ⇒ Dampf ⇒ Dampfkolbenmotor / Dampfturbine

Kurzbeschreibung Technologie

Alle großen thermischen Kraftwerke der Welt mit Ausnahme der Gasturbinen arbeiten mit dieser Technik. In einem Dampfkessel wird Wasser unter Druck verdampft. Der Nass- oder Sattdampf wird danach bei konstantem Druck überhitzt und in einer oder mehreren Turbinenstufen entspannt. Danach wird über einen Kondensator die Abwärme genutzt und das Kondensat als Speisewasser wieder in den Dampfkessel geführt.

Die Dampfkrafttechnologie ist ausgereift und bietet mittlerweile auch für den unteren Leistungsbereich (100 – 1.000 kW_{el}) einige interessante Anwendungen an. Als gutes Beispiel hierfür sei der Dampfkolbenmotor von Spilling erwähnt. Seine modulare Bauweise (1 – 6 Zylinder, 160 mm – 410 mm Kolbendurchmesser) erlaubt die Anpassung an unterschiedliche betriebliche Aufgabenstellungen wie beispielsweise die Anpassung an den Bedarf an Prozesswärme für Trocknungskammern.

Ein weiterer Hersteller von Dampfkolbenmotoren ist die Firma Dissertori. Sie bietet seit kurzem einen 4-Zylinder Dampfkolbenmotor mit einer Leistung von ca. 100 kW_{el} an. Zudem bietet die Firma Dissertori zwei verschiedene Dampferzeuger an. Der kleinere reicht zum Betreiben einer Dissertori-Dampfkolbenmaschine, welche eine Leistung von ca. 100 kW_{el} bringt. Mit dem größeren könnten zwei Dissertori-Dampfkolbenmaschinen betrieben werden, wodurch sich die elektrische Leistung verdoppeln lässt. Der Dampferzeuger stellt laut Dissertori keine großen Anforderungen an den Brennstoff (unterschiedliche Holzfeuchten sind unproblematisch).

Dampfturbinen werden als einstufige Bauart schon ab einer Leistung von 100 kW_{el} angeboten. Auch bei dieser Technik sind durch die modulare Bauweise kundenspezifische Lösungen möglich. Die Integration in die Dampf- und Wärmeversorgung in KWK-Anlagen von Industrie und Fernwärmenetzen ist jederzeit möglich. Im Vergleich zu Dampfkolbenmotoren stellen Dampfturbinen jedoch die höheren Anforderungen an die Dampfqualität.

Die elektrischen Wirkungsgrade von Dampfturbinen stehen jenen von ORC-Anlagen nichts nach. Eher werden auf Grund der einfacheren Technologie bei Dampfkraftanlagen und den höheren Dampfparametern höhere elektrische Wirkungsgrade bei gleichen Leistungen erreicht.

Weiterführende Informationen zu dieser Technologie bzw. zu Herstellern sind im Kapitel Verzeichnisse unter Internetquellen abrufbar.

Holz ⇒ Dampf ⇒ ORC-Prozess

Kurzbeschreibung Technologie

Mit einem organischen Medium statt Wasser wird im geschlossenen Kreislauf ein Dampfprozess betrieben. Dies hat gegenüber Wasserdampf-Energieanlagen den Vorteil, dass tiefere Temperaturen genutzt werden können. Somit sind Abwärmeströme ab 150°C bereits sinnvoll nutzbare Energiequellen für ORC-Anlagen. Durch die fortschreitende Miniaturisierung und die Modularität sind immer kleinere Einheiten marktreif und relativ wirtschaftlich.

ORC-Anlagen arbeiten zuverlässig und der Wartungsaufwand ist normalerweise gering. Einziger Nachteil dieser Technologie ist der meist relativ niedrige elektrische Wirkungsgrad, da diese Technologie auf ein niedriges Temperaturniveau ausgelegt ist.

Als einer der führenden Hersteller dieser Technologie kann die Firma Turboden genannt werden. Diese Firma greift auf eine langjährige Erprobung dieser Technologie im Geothermiebereich zurück und wendet diese Erfahrungen bereits erfolgreich auch im Bereich der Stromerzeugung in KWK-Anlagen an. Die Firma Turboden bietet für die Verstromung von Biomasse Anlagen ab einer Leistung von 200 kW_{el} an.

Seit einiger Zeit gibt es am Markt einige Mitbewerber, die Anlagen anbieten, welche deutlich unter dem Leistungsbereich von 200 kW_{el} liegen.

Weiterführende Informationen zu dieser Technologie bzw. zu Herstellern sind im Kapitel Verzeichnisse unter Internetquellen abrufbar.

Holz ⇒ Holzgas ⇒ Gasmotor / Gasturbine

Kurzbeschreibung Technologie

Mit einem autothermen Vergasungsprozess, also unter Verbrennung der Biomasse mit Luftmangel oder mit Wasserdampf, wird die Biomasse in ein heißes Gas umgesetzt, welches aus Kohlenmonoxid, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlendioxid besteht. Danach wird es gekühlt, um die Teere auszukondensieren und danach in Waschkolonnen und Filtern gereinigt. Das entstandene Synthesegas kann in einem Gasmotor genutzt werden. Die Wärmenutzung kann sowohl vom Motor als auch vom Vergaser beliefert werden.

Zurzeit gibt es nur sehr wenige Hersteller (1 – 3 von insgesamt 10 – 20 Anbietern), die marktreife Holzvergasungsanlagen anbieten. Referenzanlagen, die längere Laufzeiten aufweisen, gibt es kaum.

Es gibt Firmen, die garantieren, dass die gesamte Holzvergasungsanlage eine bestimmte Anzahl von Stunden (z. B. 7.500 h) pro Jahr läuft (full maintenance). Dadurch verpflichtet sich der Anlagenhersteller, alles Mögliche zu tun, damit die Anlage möglichst viele Stunden pro Jahr läuft. Dies lässt sich der Anlagenhersteller allerdings auch vergüten, indem er meist pro ins Stromnetz eingespeiste Kilowattstunde Strom mitkassiert. Andererseits verpflichten sich die Anlagenbesitzer meisten auch dazu, dass die Wartung der Anlage vom Garantierbringer übernommen wird. Falls sich jemand für die Holzvergasungstechnologie entscheidet und sich wenig bis kaum um die Anlage kümmern möchte, ist dies auf jeden Fall vorzuziehen. Ein gewisses Restrisiko bleibt jedoch

trotzdem immer bestehen.

Ein sehr gutes Beispiel aus der Praxis ist die Bürgerenergiegenossenschaft in St. Peter, Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald. Diese Genossenschaft betreibt seit Anfang 2013 eine Burkhardt-Anlage, die mit Pellets betrieben wird. Diese Anlage hat eine elektrische Leistung von 180 kW und eine thermische Leistung von 280 kW. Da die Burkhardt-Anlage mit einem Zündstrahlmotor bestückt ist, benötigt sie im Betrieb zusätzlich Dieselöl. Burkhardt ist mit dieser Anlage schon seit 2008 auf dem Markt und hat seitdem über 70 Anlagen laufen. Der Erfolg dieser Anlage ist höchstwahrscheinlich auf den einheitlichen, in der Qualität gleichbleibenden Brennstoff Pellet zurückzuführen, der vermutlich ein Holzgas hoher Qualität (teerfrei) entstehen lässt.

Ein weiterer Hersteller, der eine Anlage im ähnlichen elektrischen Leistungsbereich anbietet, ist die Firma Kuntschar. Auch dieser Hersteller hat bereits eine größere Stückzahl an Anlagen laufen. Im unteren Leistungsbereich kann die Firma Spanner genannt werden. Sie bietet ihre Holzvergasungsanlage im elektrischen Leistungsbereich von 30 bis 45 kW an.

Weitere, vielleicht doch nicht ganz uninteressante Anlagenhersteller – auch wenn sie nur wenige Referenzanlagen aufscheinen haben – können im Branchenguide 2013 der Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V. nachgeschlagen werden (<http://www.fee-ev.de/branchen-guide.html>).

Weiterführende Informationen zu dieser Technologie bzw. zu Herstellern sind im Kapitel Verzeichnisse unter Internetquellen abrufbar.

4 Schlussfolgerung – Empfehlung

Rohstoffverfügbarkeit

Da auch die Rohstoffversorgung in Zukunft eine zunehmende Bedeutung spielen wird, ist es sehr vernünftig die Dimensionierung der Anlage darauf auszurichten. Dem zufolge sollte die Ableitung der Anlagendimensionierung zur Verstromung von Holz unbedingt nach dem Rundholzeinschnitt bzw. nach der maximalen Menge der anfallenden Sägenebenprodukte erfolgen. Zudem denken viele Heizwerke an einen stromgeführten Ausbau und werden in Zukunft noch mehr Brennholz benötigen. Da das Brennholzaufkommen in Südtirol schon nahezu vollständig genutzt wird, ist von einem Brennholzzukauf abzuraten. Eine Dimensionierung der Anlage über den im Sägewerk anfallenden Sägenebenprodukten würde eine zunehmende Rohstoffverknappung bewirken und den Preis für Brennholz (Hackschnitzel) weiter ansteigen lassen.

Grundsätzlich soll einerseits die gesamte Wärme- und Stromproduktion dem Wärme- und Stromverbrauch und andererseits dem Biomassepotentialaufkommen vor Ort angepasst sein.

Abgesehen von einer rein energetischen Nutzung der Sägenebenprodukte sollte auch die Möglichkeit, hochwertige Brennstoffe wie Pellets oder Briketts zu erzeugen, in Betracht gezogen werden. Der Bedarf an Pellets hat in den letzten Jahren auch in Südtirol stark zugenommen und wird noch weiter ansteigen. Vorteilhaft ist wahrscheinlich der im Vergleich zu einer Verstromungsanlage geringere Investitionsaufwand womit eine ähnlich hohe Rendite zu erwarten ist. Die Brennstoffkosten für Pellets steigen mittlerweile gleich wie die anderen Energiekosten. Die Produktion von Pellets würde sich ideal anbieten bei einer eventuell kooperativen überbetrieblichen Weiterverarbeitung von Schnittholzprodukten zu Halbfertigprodukten (Hobelware, Leimholzprodukte, ...). Auch die Betreibung einer gemeinsamen Anlage zur Verstromung von Sägenebenprodukten lässt einen höheren Nutzen erwarten. Bei größeren Anlagen nehmen erwartungsgemäß die Investitionskosten pro installierte Kilowattstunde ab. Auch die Störanfälligkeit nimmt ab und der elektrische Wirkungsgrad steigt.

Bei einer überbetrieblichen Verwertung der Sägenebenprodukte könnte auch über die Produktion von Plattenwerkstoffen nachgedacht werden. Die Herstellung von Produkten bewirkt eine weit höhere regionale Wertschöpfung als über die energetische Verwertung des Rohstoffes Holz erreicht wird und hat daher starken volkswirtschaftlichen Charakter.

Der Vollständigkeit halber muss auch noch erwähnt werden, dass der Verkauf von Hackschnitzel zurzeit sehr lohnend ist, da vor allem vom Betrieb keine größeren Investitionen gemacht werden müssen. Eine Investition ist immer auch mit Risiko verbunden und muss daher immer gründlich überlegt werden.

Empfehlung zur Auswahl der geeigneten Technologie

Rundholzeinschnitt von 0 – 10.000 fm

Die Auswertung des Fragebogens ergab, dass Betriebe mit einem Rundholzeinschnitt bis 10.000 fm durchschnittlich 286.000 kWh elektrische Energie und 970.000 kWh thermische Energie pro Jahr benötigen. Diese Energie könnte mit einer Anlage, welche eine elektrische Leistung von 35 kW und eine thermische Leistung von 115 kW abgibt, bereitgestellt werden. Für diese Anlagengröße eignen sich die folgenden Technologien:

- ORC-Prozess
- Holzvergaser

Rundholzeinschnitt von 10.000 – 20.000 fm

Die Auswertung des Fragebogens ergab, dass Betriebe mit einem Rundholzeinschnitt von 10.000 bis 20.000 fm durchschnittlich 560.000 kWh elektrische Energie und 1.700.000 kWh thermische Energie pro Jahr benötigen. Diese Energie könnte mit einer Anlage, welche eine elektrische Leistung von 65 kW und eine thermische Leistung von 195 kW abgibt, bereitgestellt werden. Für diese Anlagengröße eignen sich die folgenden Technologien:

- ORC-Prozess
- Holzvergaser
- Dampfkraftprozess (vor allem Dampfkolbenmotor)

Rundholzeinschnitt über 20.000 fm

Die Auswertung des Fragebogens ergab, dass Betriebe mit einem Rundholzeinschnitt über 20.000 fm durchschnittlich 4.100.000 kWh elektrische Energie und 12.000.000 kWh thermische Energie pro Jahr benötigen. Diese Energie könnte mit einer Anlage, welche eine elektrische Leistung von 450 kW und eine thermische Leistung von 1.400 kW abgibt, bereitgestellt werden. Für diese Anlagengröße eignen sich die folgenden Technologien:

- Dampfkraftprozess (vor allem Dampfturbine)
- ORC-Prozess

Die vorgeschlagenen Technologien sind als Empfehlung zu verstehen. Welche Anlage bzw. welche Technologie letztendlich Anwendung findet, muss von Fall zu Fall geprüft werden. Hierbei können folgende Fragen nützlich sein:

- Wann wird die Wärme gebraucht?
- Wird die Wärme kontinuierlich gebraucht?
- Kann überschüssige Wärme in ein Nahwärmeversorgungsnetz eingespeist werden?
- Welches Wärmeniveau wird benötigt?
- Wie hoch sind die Investitionskosten der verschiedenen Anlagen?
- Wie hoch ist der Wartungsaufwand der verschiedenen Anlagen?
- Wie hoch sind die Wartungskosten?
- Gibt es einen Serviceanbieter vor Ort?
- Garantiert der Anlagenhersteller auch eine bestimmte Anzahl von Betriebsstunden seiner Anlage?

Um die Auswahl auf die für den einzelnen Betrieb geeignetste Technologie weiter einzuschränken, kann die Tabelle 4.1 herangezogen werden. Hierin werden zu den verschiedenen Technologien, Hersteller mit teils guten Referenzen und Angaben zu den Leistungsbereichen angegeben. Außerdem gibt die Tabelle Auskunft zu den elektrischen Wirkungsgraden der verschiedenen Technologien sowie zum Entwicklungsstand und über mögliches Kostensenkungspotential.

Tabelle 4.1: Übersicht verschiedener geeigneter Technologien für die Verstromung von Holz für verschiedene Leistungsbereiche

Ausgangsmaterial	Verfahren	Technologie	Hersteller mit guten Referenzen	Referenzen in	Leistungsbereich [kW _e]	Elektrischer Wirkungsgrad [%]	Entwicklungsstand	Kostensenkungspotential
Holz	Heißluft	Heißluftturbine	Schmid Energy Solutions (HLT-100 Compact)		80 - 100	15 - 20	Pilotanlage	sehr hoch
Holz/Erdgas			Università degli Studi di Firenze (BIO_MGT, modifizierte Turbec T100)		100	-	Laboranlage	sehr hoch
Holz			Energreen Power		100 - 300	-	Laboranlage	sehr hoch
Holz	Dampf	Dampfkolbenmotor	Spilling		100 - 1200	15 - 20	Marktreife	gering
			Dissertori		100	20	Demonstrationsanlage	hoch
		Dampfturbine	Spilling		300 - 5000	10 - 20	Marktreife	gering
			Dresser-Rand	Österreich	500 - 70000	10 - 20	Marktreife	sehr gering
			MAN Diesel & Turbo	Österreich	1500 - 3000	15 - 30	Marktreife	sehr gering
M+M Turbinen-Technik	Österreich	75 - 250000	15 - 30	Marktreife	sehr gering			
Siemens	Österreich	75 - 250000	15 - 30	Marktreife	sehr gering			
Holz	ORC (Termoöl)	Dampfturbine	Turboden	Südtirol	200 - 2200	15 - 20	Marktreife	gering
			Zuccato Energia	Südtirol	50 - 150	10 - 15	Marktreife	gering
			Triogen		60 - 170	10 - 15	Marktreife	gering
			Eneftech		5 - 30	-	Marktreife	gering
Holz (Pellets)/Diesel	Holzgas	Gasmotor	Burkhardt	Südtirol	180	30	Marktreife	mittel
Holz			Spanner	Südtirol	30 - 45	25	Marktreife	mittel
Holz			Kuntschar	Südtirol	100 - 150	-	Marktreife	mittel

5 Ausblick

Trotz der hohen Anforderungen an das Ausgangsmaterial bei der Vergasung werden wir in nächster Zukunft die Holzvergasungstechnologie auch im unteren Leistungsbereich wahrscheinlich gut im Griff haben und uns womöglich mit Problemen bei der Verwendung von Holzgas in nachgeschalteten Brennstoffzellen beschäftigen.

Viele der Südtiroler Sägewerksbetriebe sind Kleinst- bis Kleinbetriebe und tun sich auf Grund dieser Betriebsstruktur sehr schwer mit den größeren Betrieben mitzuhalten. Gerade deshalb sehen viele dieser Betriebe ein zusätzliches finanzielles Standbein, indem sie ihre Sägenebenprodukte im Betrieb selbst verstromen. Der Einspeistarif für elektrischen Strom – erzeugt aus Biomasse – ist in Italien nach wie vor noch sehr lukrativ und wenn zudem noch die anfallende Wärme im Betrieb genutzt oder womöglich an ein Fernwärmenetz abgegeben werden kann, erscheint die Investition in eine Anlage richtig. Damit eine Investition in eine Anlage zur Strom- und Wärmezeugung auch wirklich ein zusätzliches finanzielles Standbein darstellt, ist es umso wichtiger, dass eine Anlage ausgewählt wird, die wirklich kein erhöhtes Risiko darstellt. Mit anderen Worten – es darf kein erhöhtes Risiko eingegangen werden wie beispielsweise beim Betreiben von Holzvergasungsanlagen dies womöglich der Fall ist. Dies könnte nämlich für jene Betriebe, die zurzeit sich schon schwer tun am Markt zu bestehen, den totalen Ruin bedeuten.

6 Geführte Gespräche / E-Mail-Austausch / Zentrale Aussagen von Experten

Dr. Hannes Unterhofer, Umweltagentur / Amt für Luft und Lärm

Die Investition in Holzvergasungsanlagen ist mit äußerster Vorsicht anzugehen. Die Abgase von Holzvergasungsanlagen sind schlechter als von reinen Holzfeuerungsanlagen wie sie beispielsweise für Dampfkraftanlagen, ORC-Anlagen und Heißluftturbinen-Anlagen ausgelegt werden können.

Schindler, ESS Energie Systeme & Service GmbH Viessmann Group

Herr Schindler von der ESS Energie Systeme & Service GmbH Viessmann Deutschland rät mit einer Investition in die Holzvergasung noch abzuwarten.

Michael Bergmeister, Ingenieurteam Bergmeister

Herr Bergmeister rät von einer Investition in die Holzvergasungstechnologie ab. Eine Investition in eine Holzverstromungsanlage bedeutet auch immer eine zusätzliche finanzielle Belastung, da die Stromvergütung von Seiten des GSE verzögert (ca. 2 Jahre) ausbezahlt werden.

Martin Schmid, Ökozentrum Langenbruck / Schweiz

Laut Martin Schmid, vom Ökozentrum Langenbruck in der Schweiz ist die Heißluftturbinentechnologie eine in naher Zukunft zu den anderen Verstromungstechnologien interessanten Alternative. Vor allem, da es sich hierbei um ein einfaches thermodynamisches Verfahren handelt. Die derzeitigen Probleme wie etwa die geringe Haltbarkeit und die hohen Produktionskosten der Wärmetauscher wird man in Griff bekommen.

David Chiaramonti, Università degli Studi di Firenze

David Chiaramonti forscht gemeinsam mit weiteren Wissenschaftlern an einer modifizierten Gasturbine T100 der Firma Turbec. Diese Turbine hat eine elektrische Leistung von 100 kW. Diese, von der Forschungsgruppe als BIO_MGT bezeichnete Maschine, wird bis zu 60 % mit Biomasse betrieben. Die restliche Energie wird über Erdgas zugeführt. Laut David Chiaramonti ist diese Technologie komplexer als manche glauben.

7 Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

BETSCH M., 2009: Umbau einer μ -Turbine zu einer extern befeuerten Maschine mit Ankoppelung an eine Stationäre-Wirbelschichtfeuerung. Rostock: Dissertation an der Universität Rostock

C.A.R.M.E.N. e.V., 2013: Kleine Holzvergasungsanlagen. Straubing: Handlungsempfehlungen für Kapitalanleger

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum, 2013: Stromerzeugung aus Biomasse: Leipzig

Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V., 2013: Branchenguide 2013. Berlin: Thermo-chemische Biomassevergasung

GADERER M., 2003: Neuere Konzepte zur Kraft-Wärme-Kopplung mit Biomasse. München: Bayerisches Zentrum für angewandte Energieforschung e.V.

NEUHOFER W., 2004: Technologiebewertung von dezentralen Erzeugungseinheiten. Krapfenberg: Diplomarbeit an der Fachhochschule Infrastrukturwirtschaft Krapfenberg

NUSSBAUMER T., 2008: 10. Holzenergie-Symposium. Ökonomie, Technik und Luftreinhalteung: ETH Zürich

Ökozentrum Langenbruck, 2007: Dezentrale Stromerzeugung mit Feststoffbiomasse. Langenbruck: Zusammengefasstes Wissen für Investoren über den Stand der Technik, die Technologien und die ökonomischen Fakten von gekoppelter Strom- und Wärmeproduktion aus Holz und anderer fester Biomasse bis 1 MW elektrischer Leistung

STAUDER M., 2003: Stromerzeugung aus Holz. Wien: Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien

STEINBRECHER N., WALTER J., 2001: Marktübersicht dezentrale Holzvergasung. Marktanalyse 2000 für Holzvergasersysteme bis 5 MW: Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie e.V.) Darmstadt

3N-Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2011: Göttingen: Kraft-Wärme-Kopplung mit biogenen Festbrennstoffen im kleinen Leistungsbereich

Internetquellen

Heißluftturbine

Schmid Energy Solutions
Kontaktperson: Philipp Lüscher, Tel.-Nr.: +41(0)719737373
<http://www.holzfeuerung.ch/>

Ökozentrum Langenbruck / Schweiz
Kontaktperson: Martin Schmid, Tel.-Nr.: +41(0)623873137
<http://www.oekozentrum.ch/>

BIO_MGT
Kontaktperson: David Chiamonti (Università degli Studi di Firenze) Tel.-Nr.:
+390554796436
<http://www.ricercaforestale.it/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=76999>

Energreen Power
<http://www.energgreenpower.it/>

Ensola
<http://www.ensola.com/>

Mawera
<http://www.mawera.com>

Viessmann
http://www.viessmann.com/com/de/portrait/Viessmann_Group.html

Dampfkolbenmotor / Dampfturbine

Spilling (Dampfkolbenmotor, Dampfturbine)
<http://www.spilling.de/index.php>

Dresser-Rand
<http://www.dresser-rand.com/>

MAN
<http://www.mandieselturbo.com/0000002/Home.html>

M+M
<http://www.turbinen-technik.de/produkte/turbinen-mit-einspeisungen/>

Siemens

<http://www.energy.siemens.com/hq/en/renewable-energy/biomass-power/steam-turbines-for-biomass-plants.htm>

Dissertori Group

Kontaktperson: Norbert Weger, Tel.-Nr.: +393351264223

<http://www.dissertorigroup.it/de/>

Weitere Links

<http://www.dampfmaschinen24.de/>

<http://www.industrystock.de/html/Dampfturbinen/product-result-de-8882-0.html>

ORC-Prozess

Turboden

<http://www.turboden.eu/de/home/index.php>

Zuccato Energia

<http://www.zuccatoenergia.it/index.php/de/>

Triogen

<http://www.triogen.nl/>

Eneftech

<http://www.eneftech.com/index.php>

Holzvergasung

Burkhardt

<http://www.burkhardt-gmbh.de/de/>

Spanner

<http://www.holz-kraft.de/de/>

Kuntschar

<http://www.kuntschar-holzgas.de/>

Kuntschar, Vertretung in Italien

<http://forestpower.it/de/>

Weitere Links

<http://www.schmitt-enertec.com/>

<http://www.reegas.de/J6/>

<http://www.christof-group.at/rep/>

<http://www.cleanstgas.com/>

<http://www.xylogas.com/>

<http://redox-vergaser.swet.at/>

http://www.urbas.at/default2.asp?active_page_id=382&parent_page_id=262&pparent_page_id=1

<http://www.carmen-ev.de/biogene-festbrennstoffe/biomasseheizkraftwerke/holzvergasung>

<http://www.holzgas-info.de/Seiten/Hersteller.htm>

<http://www.bhkw-prinz.de/>

<http://www.energytech.it/index.php?lang=de&navmain=4&cont=7&id>

Weitere Links

EEE GmbH / Europäisches Zentrum für erneuerbare Energien Güssing

<http://www.eee-info.net/cms/>

FEE Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V.

<http://www.fee-ev.de/>

8 Verwendete Einheiten und Abkürzungen

Kürzel	Beschreibung
vfm	Vorratsfestmeter
efm	Erntefestmeter
fm	Festmeter
m ³	Kubikmeter
rm	Raummeter
srm	Schüttraummeter
cm	Zentimeter
m	Meter
ha	Hektar
%	Prozent
kg	Kilogramm
kW	Kilowatt
MW	Megawatt
kWh	Kilowattstunde
G 30	ca. 30 mm Kantenlänge = feines Hackgut
G 50	ca. 50 mm Kantenlänge = mittleres Hackgut
GIS	Geografisches Informationssystem
FHW	Fernheizwerk
BHKW	Block-Heiz-Kraft-Werk
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LKW	Lastkraftwagen

Dieses Projekt wurde von der Europäischen Union co-finanziert.

9 Anhang

Fragebogen

Sehr geehrtes Mitglied der Genossenschaft Südtiroler Sägewerke,

wie bei der Sitzung am 15. Mai im Landesverband der Handwerker angekündigt, bitte ich Sie/Euch für die Ausarbeitung der Dienstleistung „Empfehlung zur geeignetsten Technologie für die Erzeugung von Strom aus Biomasse (Industriehackgut, Sägemehl, Rinde, ...)“ mir folgende Daten mitzuteilen:

Beabsichtigtes Brennmaterial welches für die Stromerzeugung eingesetzt werden soll

Brennmaterial	Körnung	Wassergehalt [%]	Menge [srm]
Hackgut			
Sägespäne			
Rinde			
Anderes			

Körnung ... beschreibt die Größe der Hackschnitzel (z.B. G 30 \leq 30 mm, G 50 \leq 50 mm); Rinde (zerkleinert / unzerkleinert)

Menge ... pro Jahr anfallende Brennstoffmenge im Sägewerk, welche für die Bereitstellung von Wärme und elektrischer Energie verwendet werden soll

srm ... Schüttraummeter

Thermischer Energiebedarf im Sägewerk

Bedarf	Einheit
Wärmeleistung	kW
Jahreswärmebedarf	kWh

kW ... maximal benötigte Wärmeleistung in Kilowatt

kWh ... benötigter Wärmebedarf im Jahr in Kilowattstunden

Elektrischer Energiebedarf im Sägewerk

Bedarf	Einheit
Elektrische Leistung	kW
Jahresstrombedarf	kWh

kW ... maximal benötigte elektrische Leistung in Kilowatt

kWh ... benötigter Strombedarf im Jahr in Kilowattstunden

Gewichtung einiger Bewertungskriterien

Damit eine möglichst gute Empfehlung zur Auswahl der geeignetsten Technologie gegeben werden kann, bitte ich Sie/Euch um Ihre/Eure Einschätzung der folgenden Kriterien nach Wichtigkeit. Hierbei können Punkte von 1 bis 5 vergeben werden. Die Wichtigkeit nimmt mit steigender Zahl zu.

- 1 ... sehr niedrig
- 2 ... niedrig
- 3 ... mittel
- 4 ... hoch
- 5 ... sehr hoch

Bewertungskriterien	Gewichtung (1 – 5 Punkte)
Hoher elektrischer Wirkungsgrad	
Hoher Gesamtwirkungsgrad der Anlage (elektrisch und thermisch)	
Hoher Entwicklungsstand der Anlage	
Hohe Umweltverträglichkeit	
Geringe Komplexität der Anlage	
Geringer Bedienungsaufwand	
Geringe Störanfälligkeit	
Geringe Schadstoffemissionen	
Geringe Lärmemissionen	

Vielen Dank im Voraus für die prompte Rücksendung der Daten.

Freundliche Grüße

Michael Stauder
Alpine Technologien / Cluster Holz & Technik
Projektmanager

Auswertung Fragebogen

GSS-Mitglied	Brennmaterial									thermischer Energiebedarf		elektrischer Energiebedarf						
	Hackgut			Sägespäne			Rinde			Wärmeleistung	Jahreswärmebedarf	Elektrische Leistung	Jahresstrombedarf	100	250	500	>500	
	Körnung	Wassergehalt [%]	Menge [srm]	Körnung	Wassergehalt [%]	Menge [srm]	Körnung	Wassergehalt [%]	Menge [srm]	[kW]	[kWh]	[kW]	[kWh]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	
Karl Gruber	G50	30-70	15.000						5.000		700	3.000.000	360	594.921	0	0	1	0
Konrad Schweigl	G50	ca. 50	2.200		ca. 50	1.750					450	2.000.000	210	300.000	0	1	0	0
Erich Pichler	G50	50-60	35.000						15.000		2.000	12.000.000	1.510	4.042.828	0	0	0	1
Elmar Volgger	G50		40	10.000	G30	40	4.000		5.000		800	3.000.000	300	450.000	0	0	1	0
Helmut Rier	G30-G50	50-60	5.000		50-60	2.000					300	1.000.000	180	280.000	0	1	0	0
Roland Plank	G30	20-30	4.500		50-60						250	1.400.000	160	150.000	0	1	0	0
Georg Leitgeb	G50	30-50	4.000		50-60	1.200					130	450.000	80	50.000	1	0	0	0
Thomas Plankensteiner	G50		9.249			3.178			3.269		0	0	150	180.000	0	1	0	0
Johann Hellweger	G50		12.200	G30	50-60	3.900	G50	50-60	3.200		101	754.887	617	769.578	0	0	0	1
Peter Prader	G50	50-60	15.000		50-60	7.000					600	1.700.000	350	800.000	0	0	1	0
Gerd Wielander	G30-G50	20-30	3.625								1.100	0	400	650.000	0	0	1	0
Summe			115.774			28.028			31.469		6.431	25.304.887	4.317	8.267.327	1	4	4	2

Verhältnis	erforderlicher elektrischer Wirkungsgrad					Bewertungskriterien (Gewichtung 1 - 5)									
	über Leistung [%]	über Verbrauch [%]	20 [%]	25 [%]	30 >30 [%]	hoher elektrischer Wirkungsgrad	hoher Gesamtwirkungsgrad der Anlage (elektrisch und thermisch)	hoher Entwicklungsstand der Anlage	hohe Umweltverträglichkeit	geringe Komplexität der Anlage	geringer Bedienungsaufwand	geringe Störanfälligkeit	geringe Schadstoffemissionen	geringe Lärmemissionen	
1,9	34	16,5	1	0	0	4	4	5	4	5	5	5	4	4	
2,1	32	13,0	1	0	0	3	3	3	4	3	4	5	4	3	
1,3	43	25,2	0	0	1	5	5	5	5	5	5	5	5	4	
2,7	27	13,0	1	0	0	5	4	4	4	5	4	4	4	2	
1,7	38	21,9	0	1	0	5	5	4	3	5	5	5	3	3	
1,6	39	9,7	1	0	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
1,6	38	10,0	1	0	0	3	3	3	3	3	5	5	3	3	
0,0	100	100,0	0	0	1	5	4	5	5	5	5	5	5	5	
0,2	86	50,5	0	0	1	5	5	5	5	4	5	5	5	5	
1,7	37	32,0	0	0	1	5	5	5		5	5	5	5	5	
2,8	27	100,0	0	0	1	5	5	4	4	5	5	5	4	5	
			5	1	1	4	50	49	43	42	45	53	54	47	44