

EUREM - Projektarbeit

Hackgutanlage Fam. Holnberger

Lagerungsverlust von Hackschnitzeln mit der EMa-Technologie begrenzen



Student: Peter Metzler
Betreuer: DI Christian Vögel
Projektteammitglied: Klaus Holnberger (Besitzer Heizanlage)
Fachlicher Beirat: Mag. Robert Rotter (Fa. Multikraft)

Feldkirch am 25.04.2012

Inhaltsverzeichnis:

1	Einleitung.....	3
1.1	Aufgabenstellung und Rahmenbedingungen	3
1.2	Beschreibung der EMA-Technologie	5
2	Mess- und Berechnungsverfahren.....	7
3	Beschreibung der Heizanlage.....	9
4	Verbrauchswerte / Emissionswerte	11
4.1	Verbrauchswerte ohne EMA behandeltes Hackgut	11
4.2	Verbrauchswerte mit EMA behandeltes Hackgut.....	12
4.3	Temperaturverlauf im EMA behandeltem Hackgut.....	14
4.4	Emissionswerte mit und ohne EMA behandeltem Hackgut	14
5	Wirtschaftlichkeit.....	15
5.1	Betriebskosten.....	15
5.2	Investitionskosten.....	16
5.3	Amortisationszeit	16
6	Alternativen.....	17
7	Zusammenfassung und Empfehlungen	17
8	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	18
9	Beilagen	19

1 Einleitung

Die Entscheidung, ein Projekt mit Effektiven Mikroorganismen aktiviert - in weiterer Folge EMa genannt - zu machen, fiel mir anfangs nicht leicht, da es sich auf dem Gebiet der Energieeffizienzsteigerung um ein absolutes Novum handelt. Bislang gab es nur sehr spärliche Informationsquellen zu diesem komplexen Thema, was die Recherchearbeit teilweise erschwerte und den Entwicklungsprozess meiner Arbeit mit erheblichem zeitlichem und finanziellem Aufwand verbunden hat. Nichtsdestotrotz bin ich froh, mich dieser Herausforderung gestellt zu haben.

Bereits vor dem Beginn dieses Lehrgangs habe ich mich mit der EMa-Technologie auseinandergesetzt und dadurch auch Herrn Holnberger kennengelernt. Das gemeinsame Interesse, eine eventuelle Verbesserung der Verbrennung (Qualität Hackschnitzel) festzustellen führte dazu, bei der amtlichen Schornsteinfeger-Messung am 14.03.2011 mit EMa behandeltes Hackgut erstmals bei Herrn Holnberger zu verwenden.

Daraufhin hat sich Herr Holnberger bereit erklärt, erstmalig seine Anlage für Versuchszwecke mit EMa -behandeltem Hackgut über eine volle Heizperiode (Lagerperiode) zur Verfügung zu stellen. Die Anlage ist technisch optimiert ausgeführt. Das angestrebte Einsparungspotential bei dieser Anlage liegt in der Biomasse selbst.

Die Ergebnisse, die wir in diesem Winter, während der gesamten Zeit des Lehrgangs, erzielen konnten, sind in Punkto Wirtschaftlichkeit überzeugend.

1.1 Aufgabenstellung und Rahmenbedingungen

Holz ist einer der wichtigsten erneuerbaren Energieträger. Aus Gründen des Klima- und Umweltschutzes, aus forstwirtschaftlichen Gründen, sowie aufgrund von Unabhängigkeitsbestrebungen von fossilen Energieträgern wird Holz als Energieträger seit mehreren Jahren forciert. Da aber auch Holz eine begrenzte Ressource ist und zudem von einer steigenden Nachfrage ausgegangen werden muss, muss auch dieser erneuerbare Energieträger möglichst effizient eingesetzt werden.

Aus technischen/logistischen Gründen muss Holz in gehackter Form oftmals über längere Zeit gelagert werden. Aus einer Studie des Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten geht hervor, dass die biochemischen und mikrobiellen Vorgänge bei der Trocknung und Lagerung von Hackschnitzeln einem Abbauprozess unterliegen, wodurch der Wassergehalt und pH-Wert der Hackschnitzel, sowie die Temperatur in der Schüttung sich während der Lagerung verändern.

Dies betrifft Laubholz auf Grund der höheren Anteile lebender Zellen im Holz etwas stärker als Nadelholz. Blatt-, Nadel- und Rindenanteile in den Hackschnitzeln begünstigen ebenfalls die Entwicklung von abbauenden Mikroorganismen. Aufgrund der steigenden Nachfrage muss künftig verstärkt mit dem Einsatz Ast-, Nadel und Rindenanteilen gerechnet werden, wodurch der lagerungsbedingte Heizwertverlust von steigender Bedeutung sein wird.

Die Aktivitäten dieser Mikroorganismen bewirken einen starken Temperaturanstieg im Hackschnitzelhaufen während der ersten 40 - 60 Tage. Bei einem Lagerungsversuch im Rahmen der genannten Studie, wurde ein Temperaturanstieg von 1,0 bis 5,3°C je Tag gemessen. Es besteht

dann ein deutliches Temperaturgefälle vom Inneren zum Außenbereich der Schüttung. Mit der Abnahme der Aktivitäten der Mikroorganismen bei sinkendem Wassergehalt geht die Temperatur langsam wieder zurück. Im Durchschnitt werden 0,5 – 4 % Trockensubstanz pro Lagerungsmonat zersetzt.

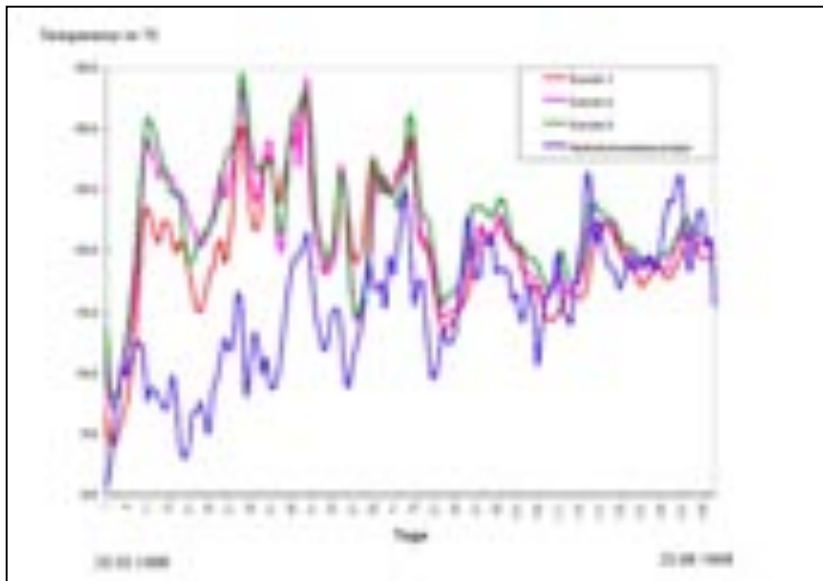


Abbildung 1: Temperaturverlauf im Hackgut lt. Studie

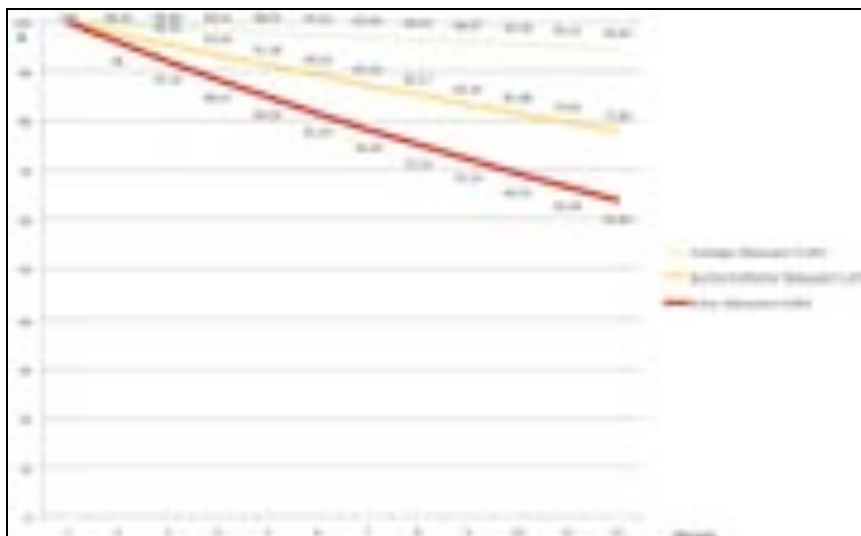


Abbildung 2: Abbauwert in % laut Studie

Aufgabenstellung dieser Arbeit ist, den Heizwertverlust von unbehandeltem Hackgut im Vergleich zu mit EMA behandeltem Hackgut in der Praxis anhand einer konkreten Anlage zu vergleichen. Weiters werden die Auswirkungen auf die Staubemissionen bei der Verbrennung durch Schornsteinfegermessung ermittelt.

Ziel ist es, mit der EMA-Technologie eine möglichst verlustarme Lagerung von Hackgut für die Energiebereitstellung zu erzielen, indem einem dem Abbau (Kompostierung) entgegengewirkt wird und somit der Abbauprozess begrenzt wird.

1.2 Beschreibung der EMa-Technologie

Es gibt im Allgemeinen drei Arten von Mikroorganismen:

- **abbauende / degenerative / fäulnisbildende Mikroorganismen (Kompostierung)**
- **neutrale / opportunistische Mikroorganismen**
- **aufbauende / regenerative / fermentaktive Mikroorganismen (EMa)**

Feuchte Bedingungen Wasserstoffverbindungen (anaerob)	Moße Bedingungen Sauerstoffverbindungen Bodenleben, Tierdung, Energie geht verloren	Fermentationsbedingungen Sauerstoffverbindungen und Energiegewinnung Bodenleben, Tierdung, Energie wird genutzt erhalten
H_2 Sulfid	H_2 Sulfid	H_2 + O_2
H_2 Sulfid	H_2 Sulfid	... (faded text)
H_2 ... (faded text)	H_2 ... (faded text)	H_2 + O_2 ... (faded text)
H_2 ... (faded text)	H_2 ... (faded text)	H_2 + O_2 ... (faded text)

Abbildung 3: Abbaubeschreibung im Hackgut

EMa ist eine Mikrobienmischkultur und enthält ausgewählte Arten von Mikroorganismen, vorherrschend Populationen von Milchsäurebakterien und Hefen, eine kleinere Anzahl von photosynthetischen Bakterien, Aktinomyzeten und anderen Arten von Organismen.

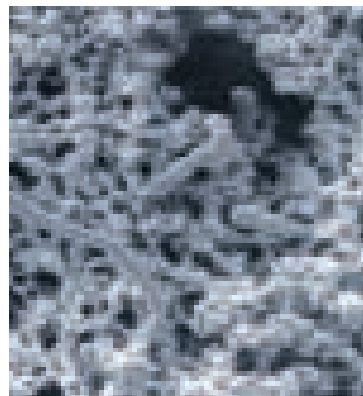


Abbildung 4: Mikrobienmischkultur EMa

Das Dominanzprinzip effektiver Mikroorganismen:

Die Effektiven Mikroorganismen gehören zur aufbauenden/regenerativen Gruppe. Sie können direkt und indirekt bei allen Substanzen Fäulnis verhindern und somit Lebendiges und die Umwelt gesund erhalten. Der degenerative Typus der Mikroorganismen verhält sich genau entgegengesetzt zum regenerativen. Die neutralen Mikroorganismen bilden die größte Gruppe und folgen nach dem sogenannten Dominanzprinzip jener Gruppe, die in einem System vorherrschend ist. Wenn wir also

ein Milieu schaffen, in dem die regenerativen Mikroorganismen vorherrschend sind, folgen diese neutralen dem Aufbauprozess.

Durch dieses Prinzip ergeben sich viele Anwendungsbereiche vor allem da wo große Mengen an Organik vorhanden sind und Probleme mit Fäulnis auftreten.

Die Unbedenklichkeit ist durchaus gegeben da EM-Kulturen keine gentechnisch veränderten Mikroorganismen enthalten und in allen Bereichen des biologischen Landbaues zugelassen sind.(z.B. in zertifiziertem Futtermittel)

Wird nun eine organische Substanz wie Hackschnitzel mit EMa geimpft und somit gewährleistet, dass die aufbauenden Mikroorganismen in dominanter Menge vorliegen, sind sie in der Lage, abbauende Mikroorganismen aus dem Milieu zu verdrängen.

Durch die Besiedelung der Oberflächen des Hackgutes mit vor allem Milchsäurebakterien, wird ein Milieu geschaffen, das die Entstehung von degenerativen Mikroorganismen unterbindet.

Unter pH-Wert 4 herrscht ein Milieu in dem sich keine degenerativen Mikroorganismen entwickeln können (vgl. Sauerkraut oder Silage auch hier Milchsäurebakterien, die Organik von außen durchsäuern – dies führt zu einem konservierenden Effekt – Voraussetzung anaerobe Lagerung, was im Hackguthaufen der Fall ist).

Somit entstehen weniger hohe Temperaturen, es findet weniger mikrobieller Abbau statt und es entsteht weniger CO₂.

2 Mess- und Berechnungsverfahren

- Emissionsmessung:

Schornsteinfeger-Messung gemäß § 15 der 1. BImSchV (Deutsche Bundesimmissionschutzverordnung)

- Hackgutmenge:

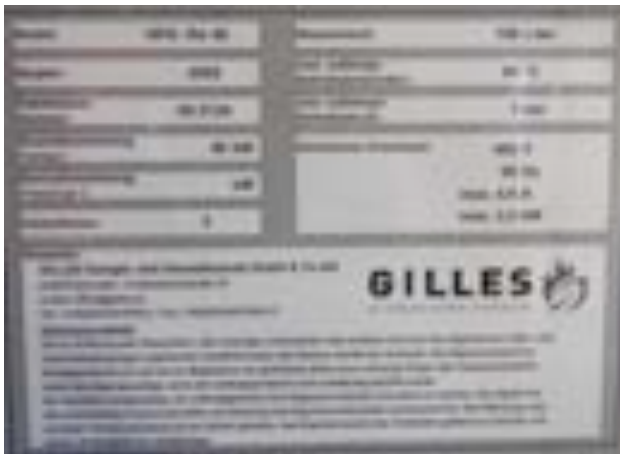
Die Erfassung der Hackschnitzelmenge erfolgt durch einen Anhänger mit definiertem Volumen (47 Srm).

- Temperaturmessung Hackgut:

Die Messung erfolgte über eine Messsonde die in die Mitte des Hackgutes platziert wurde. Typ: Tempgraph Mehrweg-Temperaturschreiber.

- Technische Daten der Kesselanlage:

Die technischen Daten der Kesselanlage wurde dem Typenschild bzw. aus Prüfberichten des TÜV – Bayern entnommen.



Kessel: Hersteller: Gilles
Typ : PSK_RA 30 FAB
Fabr. Nr. 0099
Baujahr: 2004
Wärmeleistung: 40 kW
Brennstoffart: Hackgut
Brennstoffdurchsatz: 15kg/h

Abbildung 5: Typenschild Kesselanlage

- Netzverlust:

Der Netzverlust wurde rechnerisch aufgrund des spezifischen Verlustes der eingesetzten Rohrtype, der Betriebsdauer, der Leitungslänge und der Vor- und Rücklauftemperaturen nach folgender Formel berechnet.

$$Q_{\text{Verl.}} = (2 \times L_{\text{Trasse}} \times q_{\text{verl}} \times (T_{\text{Vorl.}} + T_{\text{Rückl.}})/2 - T_{\text{Erde}}) \times t_{\text{Betriebr.}}/1000$$

$Q_{\text{Verl.}}$ = Netzverlust [kWh]

L_{Trasse} = Trassenlängen in Laufmeter (=Vor und Rücklauf)[lfm]

q_{verl} = spezifischer Rohrleitungsverlust pro Meter Rohr [W/mK]

$T_{\text{Vorl.}}$; $T_{\text{Rückl.}}$; T_{Erde} = Vorlauftemperatur Rücklauftemperatur, Erdtemperatur [K]

$t_{\text{Betriebr.}}$ = Betriebsdauer pro Jahr [h/a]

- Wärmeübergabe an die Gebäude:

Die Messung der Wärmeübergabe an die betroffenen Gebäude erfolgt durch geeichte Wärmemengenzähler (Fabrikat Sensus PoloCom E).



Abbildung 6: Wärmemengenzähler

3 Beschreibung der Heizanlage

Der Besitz der Fam. Holnberger liegt am Stadtrand von Parsberg, welches zum Oberpfälzischen Landkreis Neumarkt gehört (550m). Das von zwei Brüdern errichtete Heizhaus ging am 22. Dez 2008 in Betrieb. Die Kleinanlage überzeugt vor allem durch die Integration des Heizhauses in die Landschaft und durch die energieeffiziente technische Umsetzung. Die vertiefte Bauweise mit dem begrünten Dach hat nicht nur optische, sondern auch technische Vorteile.



Abbildung 7: Heizhaus

- Hackgutlagerung

Das Volumen der Vorratsbunker für den Heizkessel beträgt 80m^3 , was eine Lagerung von max. 50 Srm zulässt. Zusätzlich gibt es noch ein Rundholzlager (ca. 1km entfernt), wo geschichtete Holzteile mit einem Wassergehalt von 30% bis max. 35% bis zu einem Jahr lagern. Bei diesem Rundholzlager befindet sich weiters ein Unterstand mit betoniertem Boden, in dem auch Hackgut zwischengelagert wird.

- Kesselhaus und Kesselanlage

Die Austragung des Hackgutes aus dem höher gelegenen Bunker erfolgt durch eine Knickarmaustragung. Über eine Förderschnecke und eine Zelleradschleuse (Brandschutz) wird der Kessels beschickt. Der Kessel lädt zwei Schichtspeicher mit jeweils 750l, die nach dem Tichelmann-System angeschlossen sind. Die Wärmeleitungen zu den beiden Gebäuden werden mit 2 Grundfos Niedrigenergiepumpen betrieben.



Abbildung 8: Kesselanlage mit Beschickung

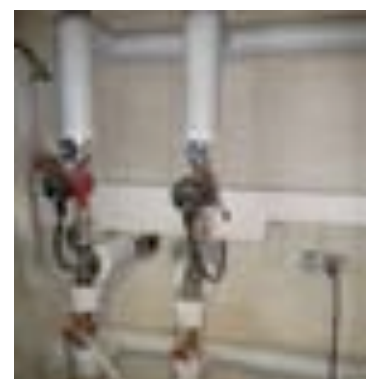


Abbildung 9: Netzpumpen

- Wärmeverteilung

Das Fernwärmenetz besteht aus zwei Abgängen mit einer Gesamtlänge von 77m.

Das verwendete DIN 40 Rohr wurde mit PU Schaum gedämmt. Der spezifische Rohrleitungslust der Rohre beträgt 0,149 W/mK. Die Verlegtiefe beträgt ca. 1 Meter (unterhalb der Forstgrenze).

Das Fernwärmenetz wird nur während der Heizperiode betrieben. Die Betriebsdauer pro Jahr beträgt rd. 5.800 Stunden (Mitte Oktober bis Mitte Mai).



Abbildung 10: Netzplan

- Wärmeübergabe an die Gebäude

Es werden für die Abnahmestation ein 30 kW Plattenwärmetauscher für das Elternhaus und ein 20 kW Plattenwärmetauscher eingesetzt. Bei beiden Abnahmestationen sind die Wärmezähler installiert. Das Elternhaus der Brüder stammt aus dem 1969 Jahr (Bruttogrundfläche 240m²) und das neue Haus wurde 2003 (Bruttogrundfläche 150m²) fertig gestellt.

4 Verbrauchswerte / Emissionswerte

Zur Ermittlung der Auswirkung von EMA behandeltem Hackgut auf den Heizwert wurde der Heizwert des Hackgutes aufgrund der Betriebsdaten des bisherigen Anlagenbetriebes ermittelt (22.11.2008-30.09.2011). Vom 01.10.2011 bis 21.03.2012 (Messzeitraum) wurde die Anlage vergleichsweise mit EMA behandeltem Hackgut befeuert und die Daten dokumentiert und ausgewertet.

HINWEIS: Die Anlage wird nach wie vor mit EMA behandeltem Hackgut betrieben. Als Datenbasis für diese Arbeit wird die Ablesung von 21.03. herangezogen.

4.1 Verbrauchswerte ohne EMA behandeltes Hackgut

Ab Inbetriebnahme der Anlage am 22.11.2008 bis 30.09.2011 wurde die Anlage ohne EMA behandeltes Hackgut betrieben. Die Wärmemengenzähler in Wohnhäusern wurden am 22.11.2008 neu in Betrieb genommen (Zählerstand 0). Am 30.09.2011 wurde ein Zählerstand von 96,145MWh im Elternhaus und 55,42 MWh im Neubau abgelesen. Die gesamte Nutzenergie, die in den 34 Monaten verbraucht wurde, beträgt 151,565MWh. Der Jahresdurchschnittsverbrauch ist folglich 53.493kWh.

$$Q_{\text{Nutz Gebäude}} = 151.565 \text{ kWh}/34 \text{ Monate} \times 12 \text{ Monate} = 53.493 \text{ kWh/a}$$

Der Netzverlust errechnet sich analog der Formel lt. Pkt. 1.2.:

$$Q_{\text{Verl.}} = (2 \times 77 \text{ lfm} \times 0,149 \text{ W/m} \times ((80 \text{ K} + 40 \text{ K}) - 10 \text{ K}) \times 5.800 \text{ h/a}) / 1.000 = 6.654 \text{ kWh}$$

$Q_{\text{Verl.}}$	= Netzverlust kWh
L_{Trasse}	= 77 lfm
q_{verl}	= 0,149 W/mK
$T_{\text{Vorl.}}$	= 80 °K
$T_{\text{Rückl}}$	= 40[°K
T_{Erde}	= 10 °K
t_{Betriebr}	= 5.800 h/a

Die ab Heizzentrale zur Verfügung zu stellende Energie ergibt sich aus dem Nutzenergiebedarf der Gebäude zuzüglich des Netzverlustes. Daraus errechnet sich unter Berücksichtigung des mittleren Heizhauswirkungsgrades (=Kesselwirkungsgrad 93 % (siehe TÜV-Bericht) x Wärmeverlust Heizhaus ca. 5 % (Schätzung)) von 88 % der Brennstoffenergiebedarf:

$Q_{\text{Nutz Gebäude}}$	=	53.493 kWh
$Q_{\text{Verl.}}$	=	6.654 kWh
Nutzenergie ab Heizzentrale	=	60.147 kWh
Heizhauswirkungsgrad	=	88 %
Brennstoffenergiebedarf	=	68.349 kWh

Zwischen Ende September und Anfang Oktober der Vorjahre wurden die aufgeschichteten Holzteile gehackt und ein Anhänger zweimal befüllt. Eine Anhängerfüllung (47 Srm) wurde direkt im Hackbunker gelagert. Die zweite Anhängerfüllung (47 Srm) wurde in im überdachten

Unterstand mit betoniertem Boden beim Rundholzlagerplatz zwischengelagert. Somit ist ein Lagervolumen für Hackgut von 94 Srm vorhanden, was bis dato immer den Jahresbedarf deckte. Der Heizwert pro Schüttraumeter beträgt damit:

$$Hu = 68.349 \text{ kWh} / 94 \text{ Srm} = 727 \text{ kWh/Srm}$$

Als Brennstoff wird zu 10 % Buche und zu 90 % Fichte eingesetzt. Der Wassergehalt des Buchenholzes beträgt rd. 35 %, der des Fichtenholzes rd. 30 %. Aufgrund von Literaturwerten errechnet sich für diesen Brennstoffmix folgender Heizwert

	Anteil am Brennstoffsortiment	Wassergehalt w	Hu [kWh/Srm]	Gemittelter Hu[kWh/Srm]
Buche	10 %	35	1038	104
Fichte	90 %	30	744	670
Summe				774

Tabelle 1: Heizwert von Hackgut lt. QM Holzheizwerke – Planungshandbuch

Der aufgrund der Betriebsdaten errechnete Heizwert (727 kWh / Srm) weicht um ca. 5 % vom theoretischen Heizwert (774 kWh / Srm) aufgrund von Literaturwerten ab.

4.2 Verbrauchswerte mit EMa behandeltes Hackgut

Seit 01.10.2011 wird die Anlage mit EMa behandeltem Hackgut betrieben. Es wurde wiederum der Hackgutbunker und das Außenlager befüllt. Der Lagerbestand war zu diesem Zeitpunkt bei 0 Srm. Neu eingelagert wurden wiederum 94 Srm (2 Anhänger mit je 47 Srm).

- Durchführung der EMa Behandlung:

Aus einem Kanister mit unverdünntem EMa wird mittels eines Dosiergerätes direkt in den Auswurfkanal des Holzhäcksler gesprüht und somit eine optimale Durchmischung des Hackgutes gewährleistet. Die Düse des Dosiergerätes ist so zu montieren, dass sie von umlaufenden Teilen nicht beschädigt wird. Bei der Durchlaufzeit ist zu beachten, dass ca. 1L EMa auf 1Srm frisch gehackte Hackschnitzel zu sprühen ist. Bei einer Hackschnitzel-Großhäcksler Leistung von bis zu 150 Srm /Stunde oder mehr, muss das Dosiergerät dieselbe Ausbringmenge in Litern /Stunde erreichen.



Abbildung 11: Dosiergerät



Abbildung 12: Hackvorgang

Die Anlage wurde anschließend wie bisher weiterbetrieben. Sämtliche Kessel- und sonstige Einstellungen blieben unverändert. Am 21.03.2012 wurden die Zählerstand bei den Objekten wiederum abgelesen. Die Verbrauchsdaten siehe in der untenstehenden Tabelle:

Werte in kWh	Stand 01.10.2011	Stand 21.3.2012	Verbrauch
Elternhaus	96.145	124.428	28.283
Neubau	55.420	72.640	17.220
Verbrauch in der Messperiode			45.503

Tabelle 2: Wärmeverbrauchswerte in der Messperiode

Der Netzverlust in der Messperiode (01.10. – 21.03 = 173 Tage = 4.152 Stunden) wurde wiederum laut Formel von Pkt. 1.2 berechnet und beträgt 4.764 kWh.

$Q_{\text{Nutz Gebäude}}$	=	45.503 kWh
$Q_{\text{Verl.}}$	=	4.764 kWh
Nutzenergie ab Heizzentrale	=	50.267 kWh
Kesselwirkungsgrad	=	88 %
Brennstoffenergiebedarf	=	57.122 kWh

Der Resthackgutbestand am 21.03.2011 betrug rund 25 Srm. Der Verbrauch seit 01.10.2011 beträgt damit 69 Srm. Daraus ergibt sich ein Heizwert von 828kWh/Srm.:

$$H_u = 57.122 \text{ kWh} / 69 \text{ Srm} = 828 \text{ kWh/Srm}$$

Der tatsächliche Heizwert mit EMa behandeltem Material (828 kWh / Srm) liegt um ca. 7 % über dem aufgrund von Literaturwerten berechneten Heizwert (774 kWh/Srm).

4.3 Temperaturverlauf im EMa behandeltem Hackgut

Beim mit EMa behandeltem Hackgut ab dem Tag der Einlagerung ca. 2 Monate lang der Temperaturverlauf gemessen. Gegenüber dem Temperaturverlauf von unbehandeltem Hackgut (Messreihen aus der anfangs erwähnten Studie) ergibt sich ein deutlich geringerer Temperaturanstieg. Folglich wurde weniger Trockensubstanz bzw. Heizwert abgebaut. Das deckt sich auch mit dem aus den Betriebsdaten ermitteltem Heizwert (siehe Tabelle 1).

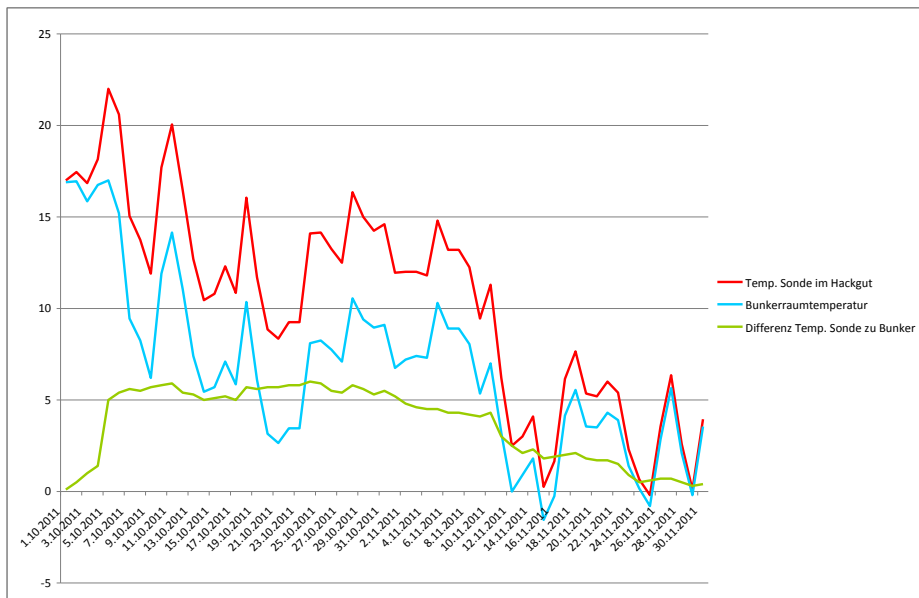


Abbildung 13: Temperaturverlauf bei EMa behandeltem Hackgut

4.4 Emissionswerte mit und ohne EMa behandeltem Hackgut

Bei der Messung des Schornsteinfegers vom 07.12.2009 wurde ein Staubwert von $0,12 \text{ g/m}^3$ ermittelt. Zum damaligen Zeitpunkt wurde die Anlage ohne EMa behandeltem Hackgut betrieben.

Am 14. März 2011 wurde eine amtliche Schornsteinfeger-Messung mit einem vorher mit EMa behandelten Hackgutes durchgeführt. Der Staubwert dieser Messung lag bei $0,03 \text{ g/m}^3$.

Für die Absicherung, dass die Staubreduktion tatsächlich auf EMa behandeltes Hackgut zurückzuführen ist, sind tieferegehende Untersuchungen erforderlich.

5 Wirtschaftlichkeit

5.1 Betriebskosten

Durch den reduzierten Abbau bleibt mehr Trockensubstanz (= mehr Heizwert) erhalten. Der Marktpreis für 1 Srm Hackgut beträgt ca. 24 €/Srm (netto). Für 1 Srm ist ca. 1 Liter EMa Lösung erforderlich. Die Kosten für 1 Liter EMa betragen 70 Cent (netto). Aufgrund der Ergebnisse des Versuches errechnen sich mit und ohne EMa behandeltes Hackgut folgendes spezifischen Kosten in € pro MWh:

	Hu [kWh/Srm]	Brennstoffkosten [€/Srm]	Kosten EMa [€/Srm]	gesamt Brennstoffkosten [€/Srm]	gesamt Brennstoffkosten [€/MWh]
1 Srm ohne Ema lt. Literatur	774	24	0	24	31
1 Srm ohne Ema lt. Versuch	727	24	0	24	33
1 Srm mit EMa lt. Versuch	828	24	0,7	24,7	30

Tabelle 3: Vergleich spezifische Brennstoffkosten

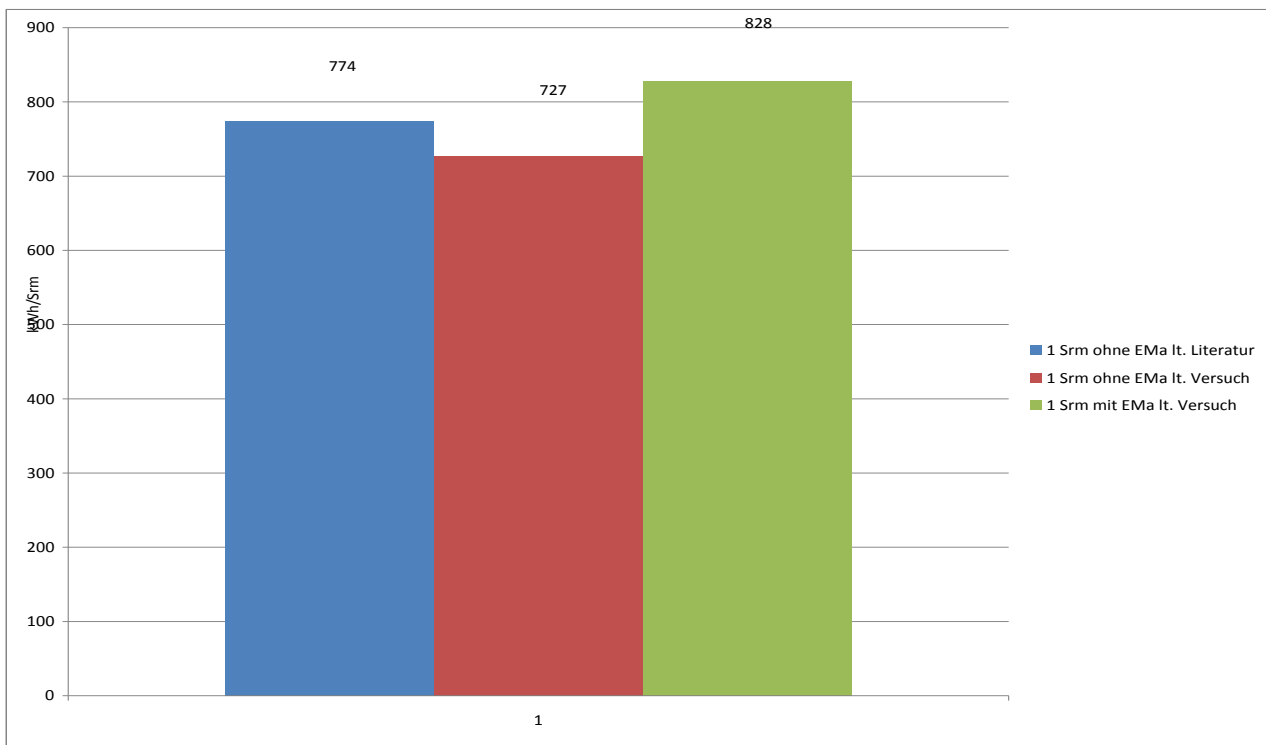


Abbildung 14: Vergleich spezifischer Brennstoffkosten

Ohne EMa Behandlung beträgt der Brennstoffverbrauch rd. 94 Srm p.a.. Mit EMa behandeltem Hackgut beträgt der Jahresverbrauch hochgerechnet 83 Srm (Einsparung von 11 Srm p.a.).

Brennstoffenergiebedarf gesamtes Jahr= 68.349 kWh.
 Heizwert mit EMa behandeltem Hackgut lt. Versuch: 828 kWh/Srm

Jahresverbrauch mit EMa Hackgut = 68.349 kWh / 828 kWh/Srm = 83 Srm

Die Kosten für unbehandeltes Hackgut betragen 24 €/Srm. EMa Hackgut ist um 0,7 €/Srm teurer und kostet 24,7 €/Srm.

	[Srm]	Kosten EMa [€/Srm]	Brennstoffkosten [€/a]
Ohne EMa	94	24	2.256 €
Mit EMa	83	24,7	2.050 €
Brennstoffkosten Einsparung	11		206 €

Tabelle 4: Vergleich der absoluten Brennstoffkosten

5.2 Investitionskosten

Die Investitionskosten für das Dosiergerät betragen € 200,--. Für diverse Schläuche und Befestigungen sind weiters € 100,-- erforderlich. Die Gesamtkosten belaufen sich auf ca. € 300,--.

5.3 Amortisationszeit

Die Amortisationszeit für das Dosiergerät beträgt bei der Versuchsanlage etwas weniger als ca. 1,45 Jahr.

Amortisation (Statisch) = Invest € 300,-- / Reduktion Betriebskosten p.a. € 206 = 1,45 Jahre

6 Alternativen

Ein gebremster Ablauf des Abbauprozesses durch technische Trocknungsverfahren verlangsamt zwar den Trockensubstanzabbau, ist aber mit einem erheblichen finanziellen Mehraufwand verbunden. Zudem wird wiederum Energie benötigt.

Eine weitere Alternative ist die Verkürzung der Lagerzeiten durch mehrmaliges Häckseln. Auch diese Maßnahme ist teuer, da der Häcksler öfter angemietet werden muss und damit höhere Kosten verursacht.

7 Zusammenfassung und Empfehlungen

Die Gewinnung von Energie aus nachwachsenden Energieträgern und die immer wieder betonte CO₂-Neutralität durch den Einsatz von Biomasse verleitet leicht dazu, weitere Optimierungsmöglichkeiten in der Lagerung sowie in der Verbrennung nicht mehr zu beachten. Bei der EM - Anwendung wird genau dort angesetzt, um Emissionen und Verbrauch zu reduzieren.

Der durchgeführte Versuch ist vielsprechend. Allerdings sind für die genauere Abschätzung der Wirkungen von EMa auf den Heizwert von Hackgut weitere Messungen erforderlich um die Ergebnisse abzusichern. Bei drei größeren Biomasseheizwerken in Vorarlberg wird EMa sehr wahrscheinlich in kürze versuchsweise eingesetzt.

Für eine letztgültige Aussage zu den Auswirkungen auf die Emissionen (Staub) sind wesentlich umfangreichere, auch wissenschaftliche Untersuchungen erforderlich. Tatsache ist jedoch, dass die Staubemissionen bei der Versuchsanlage mit EMa behandeltem Hackgut deutlich geringer waren.

Sollten sich die Ergebnisse aus diesem Versuch bestätigen, ist EMa behandeltes Hackgut eine sehr effektive Möglichkeit zur Reduktion der Brennstoffkosten von Biomasseheizwerken. Eine Reduktion des Brennstoffeinsatzes um bis zu 10 % erscheint realistisch.

8 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Heizwert von Hackgut lt. QM Holzheizwerke – Planungshandbuch	12
Tabelle 2: Wärmeverbrauchswerte in der Messperiode.....	13
Tabelle 3: Vergleich spezifische Brennstoffkosten	15
Tabelle 4: Vergleich der absoluten Brennstoffkosten.....	16
Abbildung 1: Temperaturverlauf im Hackgut lt. Studie	4
Abbildung 2: Abbauwert in % laut Studie	4
Abbildung 3: Abbaubeschreibung im Hackgut.....	5
Abbildung 4: Mikrobienmischkultur EMA.....	5
Abbildung 5: Typenschild Kesselanlage.....	7
Abbildung 6: Wärmemengenzähler	8
Abbildung 7: Heizhaus.....	9
Abbildung 8: Kesselanlage mit Beschickung	9
Abbildung 9: Netzpumpen	9
Abbildung 10: Netzplan	10
Abbildung 11: Dosiergerät.....	12
Abbildung 12: Hackvorgang	13
Abbildung 13: Temperaturverlauf bei EMA behandeltem Hackgut.....	14
Abbildung 14: Vergleich spezifischer Brennstoffkosten	15

9 Beilagen

TÜV-Bericht Brenner
Datenblatt Wärmezähler
Datenblatt Temperaturschreiber
Schornsteinfegerprotokolle
Konformitätserklärung EMA