

Schlussbericht vom Dezember 2005

Kompakt-Biogasanlage 9

Stand der Anlage: Fam. Winzeler

Projekt Nr. 100478 Vertrag Nr. 150587

Ausgearbeitet durch

Genesys GmbH

Verfasser: Daniel Ruch

Im Auftrag des

Bundesamtes für Energie

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern

Auftragnehmer:

Genesys GmbH, Baliererstrasse 29, 8500 Frauenfeld

Autor:

Daniel Ruch

Diese Studie wurde im Rahmen des Forschungsprogramms „Energie und Umwelt“ des Bundesamts für Energie BFE erstellt. Für den Inhalt ist alleine der/die Studiennehmer/in verantwortlich.

Bundesamt für Energie BFE

Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · office@bfe.admin.ch · www.admin.ch/bfe

Bezugsquelle: www.energieforschung.ch · www.energie-schweiz.ch

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	4
2	Abstract	4
3	Ausgangslage	5
4	Ziel der Arbeit	5
5	Hauptergebnisse	5
5.1	Feststoffeintrag und Biogas-Ertrag	5
5.2	Biogasertrag und Stromproduktion.....	6
5.3	Hydraulische Probleme.....	6
5.4	Gesamtbilanz	9
5.5	Fotos der Kompakt-Biogasanlage Winzeler	11
6	noch offene Probleme	12
7	weiteres Vorgehen	12

1 Zusammenfassung

Der Bau der Kompakt-Biogasanlage Winzeler in Thayngen, SH, wurde im November 2004 abgeschlossen. Der Bau der Anlage dauerte genau ein Jahr, was unüblich lange ist. Dies, weil ein Nahwärmenetzverbund zu einem angrenzenden Gewerbegebäude und ein Fernwärmehiznet mit ausgebaut wurden.

Die Anlage ging am 19. November 2004 in Betrieb. Während des ersten Betriebsjahres wurden die Eckdaten, welche zum Betrieb einer Biogasanlage gehören, erfasst.

Es wurde vor allem das Wärmemanagement beobachtet. Die Biogasanlage liefert mit rund 125 kW thermischer Leistung die Grundauslastung das ganze Jahr über. Im Sommer 2005 wurde eine 500 kW Holzschnitzelheizung in Betrieb genommen. Zusammen mit der bestehenden 100 kW Schnitzelheizung können insgesamt 725 kW in ein Heizwärmennetz eingespeist werden. Es wurde speziell die Kombination Biogas-BHKW und Holzfeuerung untersucht, da dieses Modell für landwirtschaftliche Betriebe besonders geeignet scheint.

Die aufgetretenen Probleme sind allgemeiner Natur und nicht spezifisch für eine Biogasanlage. Da die Wärmeabgabe der Biogasanlage nicht gut geplant war, hatte dies eine merkliche Ertragseinbusse zur Folge. Die Schwierigkeiten bestehen in erster Linie in der korrekten Einbindung und Beachtung der Temperaturniveaus, Volumenströme und Leistungen der einzelnen Erzeuger. Das Fernwärmennetz und ein zusätzlicher 500kW Holzkessel gingen erst diesen Sommer in Betrieb und verstärkten die gemachten Fehler bei der Einbindung. Dies wird nun in den nächsten Wochen behoben und die Abwärme des Motors wird nun konstant die thermische Grundlast liefern können.

2 Abstract

The biogas plant in Thayngen (SH) was completed in November 2004. The plant construction took an unusually long length of time due to the expansion of the existing community heating system, to which the plant was connected, was expanded to an adjacent business facility.

During the first year of operation basic data appropriate to the biogas plant were collected. Special attention was paid to warmth management. In the summer of 2005 a 500 kW wood chip heating system began operation. Together with the existing 100 kW chip heating, 725 kW can be fed into a district heating network. The biogas plant delivers 125 kW of thermal heat which is the basic load throughout the entire year. The combination biogas-CHP and wood heating was particularly examined because this model seems especially suitable for agricultural businesses.

The apparent problems were general in nature and not specific to a biogas plant. As the warmth management of the single heat generators was not planned well, this resulted in a noticeable yield loss. The difficulties arose primarily in incorrect linking and monitoring of temperature levels, volume currents and achievements of the single producers. In summer of 2005 the district heating network was boosted with an additional 500kW chip wood heating system. Unfortunately this reinforced the earlier made errors with linking. These malfunctions will be resolved within the next few weeks. This will result in a constant heat delivery from the motor as the thermal basic load of the district heating system in future.

3 Ausgangslage

1997 wurde auf dem Hof Winzeler (Beheizung Wohnhaus und Stall) eine 100kW Holzschnitzelfeuerung installiert. Wenige Jahre später wurde dieser Wärmeerzeuger mit einem nahestehenden Gewerbehau mit einem Therapiezentrum verbunden. Dadurch konnte die Holzschnitzelheizung vollständig ausgelastet werden. Für Spitzenlastzeiten bestand nun aber eine geringe Unterdeckung. Dies konnte mit dem Hinzufügen einer Biogasanlage behoben werden. Die Abwärme des Motors wird ebenfalls in das Heizungsnetz eingespeist.

4 Ziel der Arbeit

Neben der Erfassung der monatlichen Stromproduktion soll bei dieser Anlage der Fokus besonders auf die Einbindung der Anlage in das Nahwärmeverbundnetz gelegt werden. Die gemachten Erfahrungen beim Wärmemanagement der Biogasanlage und des Wärmeverbundes sind von besonderem Interesse.

5 Hauptergebnisse

5.1 Feststoffeintrag und Biogas-Ertrag

Obwohl an fast jedem Tag die Eckdaten der Anlage manuell erfasst worden sind, liegen nur von den Monaten Januar, März, April und Oktober sämtliche Einzeltagesdaten vollständig vor. Da für die eingebrachten Kubikmeter Feststoff (Mist, Getreidereinigungsabgang, etc.) keine genauen Energieangaben gemacht werden können, ist eine Korrelation zwischen Eintrag und Gasertrag nur bedingt möglich.

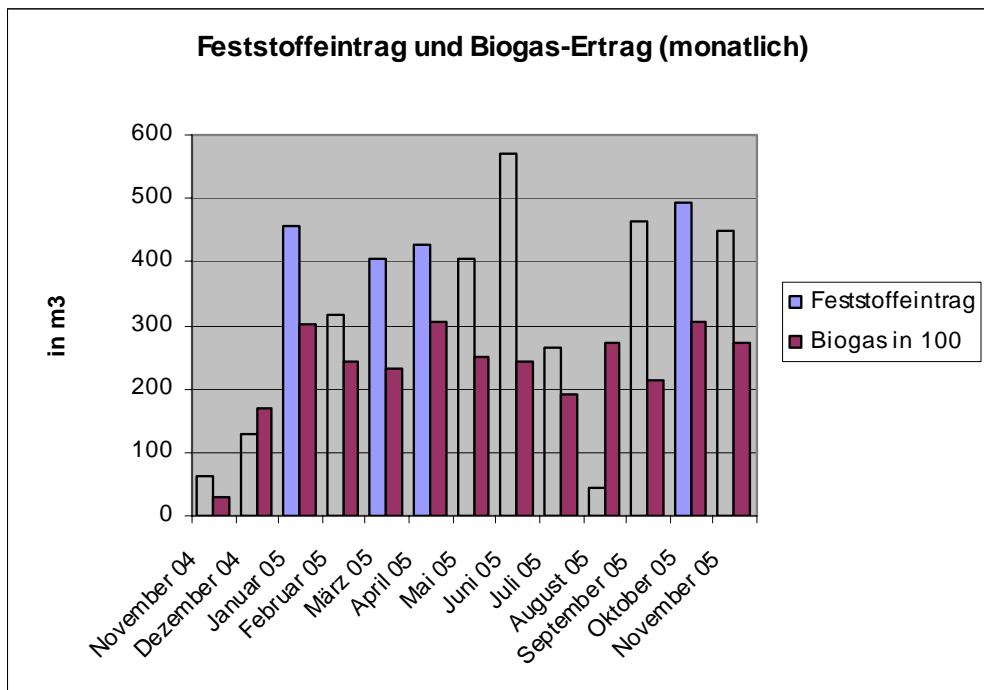


Fig. 1: monatlicher Feststoffeintrag und Biogasertrag

5.2 Biogasertrag und Stromproduktion

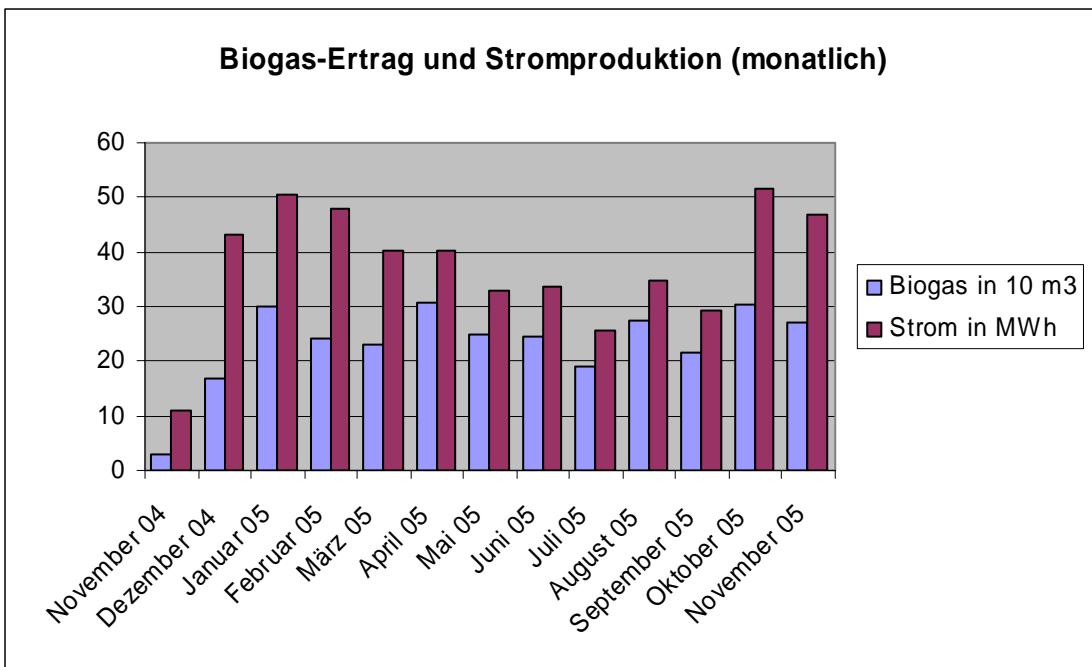


Fig. 2: Biogasertrag und Stromproduktion

Figur 2 zeigt wie schnell die Biogasanlage hochgefahren werden konnte. Die Erfahrungen der letzten Jahre, vor allem im Bereich Biotechnologie und Prozessstabilität, kommen neuen Anlagen voll zu Gute. Bereits nach dem ersten Betriebsjahr hatte das 100 kWel BHKW über 400'000 kWh Ökostrom produziert. Ein hoher Wert, der vor wenigen Jahren noch unvorstellbar war.

5.3 Hydraulische Probleme

In obigem Diagramm sind erste Produktionsausfälle ersichtlich. Der Kühlkreis des BHKW's wurde falsch in den Nahwärmeverbund eingebunden. (Vor- und Rücklauf wurden nahe nebeneinander an den Rücklauf des Wärmeverbunds geschlossen; statt den Vorlauf in den Vorlauf und Rücklauf in den Rücklauf!). Die Wärme konnte dadurch nur ungenügend abgegeben werden und die Motorenleistung musste oft reduziert werden.

Die folgende Skizze soll den Fehler verdeutlichen:

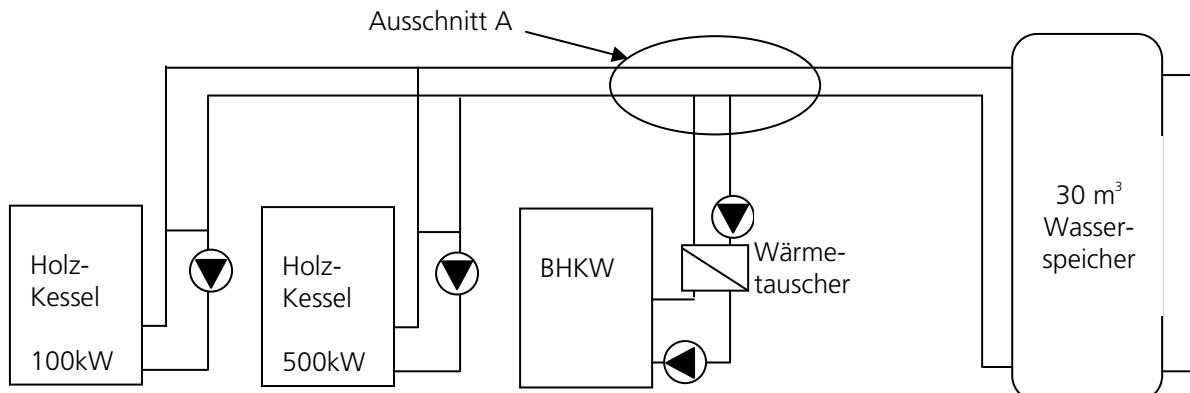


Fig. 3: Einbindung der Biogasanlage ins Netz der Wärmeerzeuger

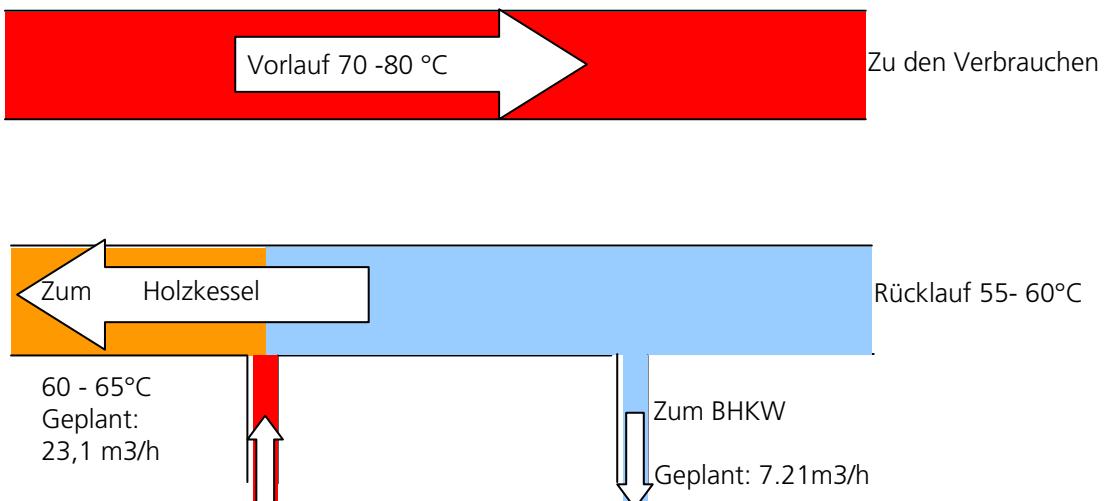


Fig. 4: Ausschnitt A aus Figur 3

Bei einem Volumenstrom von $7,21\text{m}^3/\text{h}$ wird über dem Wärmetauscher des BHKW's eine Temperaturspreizung von 15 K benötigt, damit die Wärme von 125 kW abgeführt werden können.

Solange der Volumenstrom an den Holzschnitzelkessel deutlich grösser ist als derjenige im BHKW-Kühlkreislauf bleibt der Fehler ohne Folgen. Sobald beim Holzkessel die Leistung und somit der Volumenstrom reduziert wird, kommt es zu einem Kurzschluss in der Rücklaufleitung und die Wärme des BHKW's kann nicht mehr abgeführt werden. Wegen diesem Zeichnungsfehler musste oft der Notkühler zugeschaltet werden.

Steigt die Rücklauftemperatur über 65 °C , kann ebenfalls nicht mehr genügend Wärme in den Wärmeverbund abgeführt werden und auch in diesen Situationen schaltet der Notkühler zu.

Da vor dem Wärmetauscher kein Schmutzfilter eingebaut wurde, ist zusätzlich noch mit einem reduzierten Durchfluss wegen Verschmutzung zu rechnen.

Fazit 1:

ein kleiner Zeichnungsfehler mit grossen Auswirkungen → Zeichnungen immer überprüfen

Die Schwierigkeiten, welche sich bei hohen Rücklauftemperaturen ergeben, hätten durch einfache Massnahmen bestimmt vermieden werden können.

Die beiden Holzschnitzelheizungen und die Biogasanlage speisen in denselben Speicher. Auch wenn dieser mit $30'000\text{l}$ auf den ersten Blick riesig erscheint, so ist er doch bei einem geplanten Massenstrom von maximal $35,85\text{ m}^3/\text{h}$ schnell umgewälzt und rasch gefüllt. Während sich beim Holzkessel bei hohen Rücklauftemperaturen keine Probleme ergeben, sollten diese vor dem Wärmetauscher des BHKW's tief sein (s.o.). Anstatt die Rücklaufleitung des Holzkessels an der tiefsten Stelle des Speichers anzubringen, sollte diese dem BHKW vorbehalten bleiben. Die Entnahmestelle für den Holzkessel soll auf mittlere Höhe oder sogar ins oberste Drittel des Speichers verlegt werden. So bliebe dem BHKW-Kreis genügend Volumen um sicher 24h seine Wärme abzugeben.

Zur Vereinfachung wird nur noch ein Holzkessel gezeichnet.

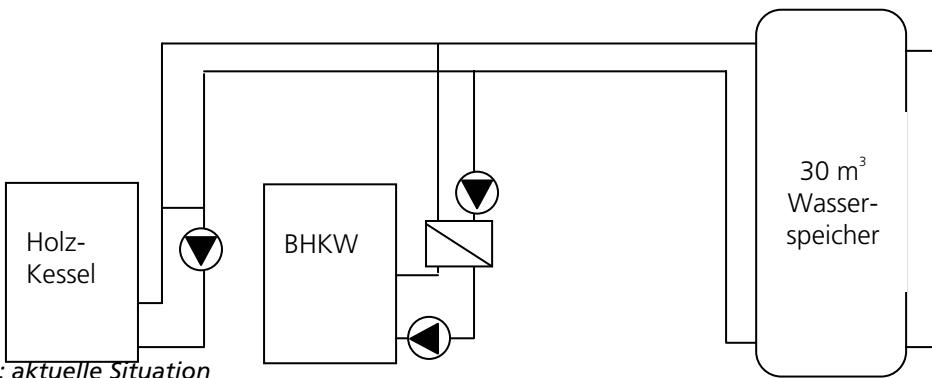


Fig. 5: aktuelle Situation

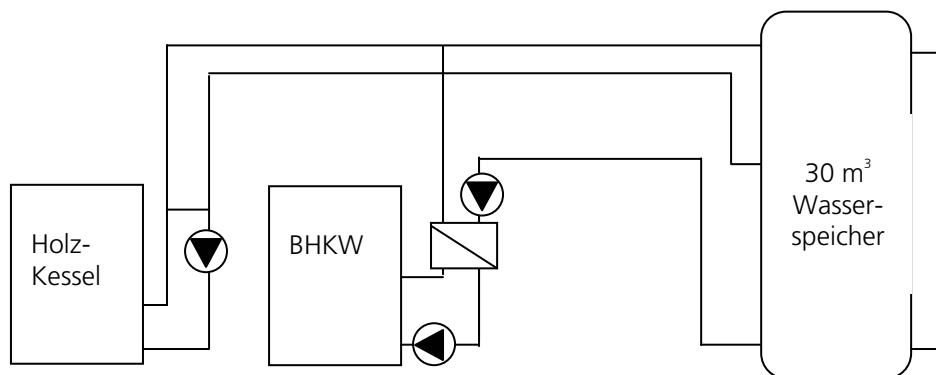


Fig. 6: vorgeschlagener Umbau

Fazit 2:

Bei der Einbindung einer Biogasanlage in ein Nah- oder Fernwärmennetz müssen die verschiedenen Wärmeerzeuger bezüglich unterschiedlicher Temperaturniveaus, Leistungen, Durchflussmengen gut aufeinander abgestimmt sein.

Im vorliegenden Fall hätte eine hochwertige elektronische Steuerung das Wärmemanagement übernehmen sollen. Dieses ist jedoch entweder zu komplex und zu wenig kundenfreundlich (kleine Anzeige, kleine Bedienelemente, unverständliche Parameter) oder wurde schlecht auf das System angepasst. Mit den vorgeschlagenen Massnahmen und einer Einfachst-Steuerung lässt sich deutlich Kosten sparen.

Fazit 3:

Den örtlichen Gegebenheiten ist besondere Beachtung zu schenken. Kurze Leitungslängen anstreben und unnötige Pumpenleistung vermeiden.

5.4 Gesamtbilanz

Wirkungsgradberechnungen können keine erstellt werden, da einerseits der Energieeintrag mit dem Feststoff nur sehr ungenau festgelegt werden kann, andererseits die Biogasanlage weder über eigene Stromzähler, noch über einen Wärmezähler verfügt. Trotzdem sind Aussagen bezüglich den finanziellen Aufwendungen möglich. Die folgenden Zahlen stammen von den ersten 11 Betriebsmonaten. Aus den in vorhergehenden Kapiteln genannten Gründen ist das erste Betriebsjahr jedoch kein repräsentatives Jahr. Bereits im nächsten Jahr kann mit einem deutlich besseren Ergebnis gerechnet werden.

Der Aufwand setzt sich aus diversen Kleinbeträgen für Motorenfilter, Aktivkohle, etc. und dem Dieselöl, welches im Zündstrahlmotor für die Zündung benötigt wird, zusammen. Die folgende Grafik zeigt das Dieselöl die Hauptbetriebskosten ausmachen.

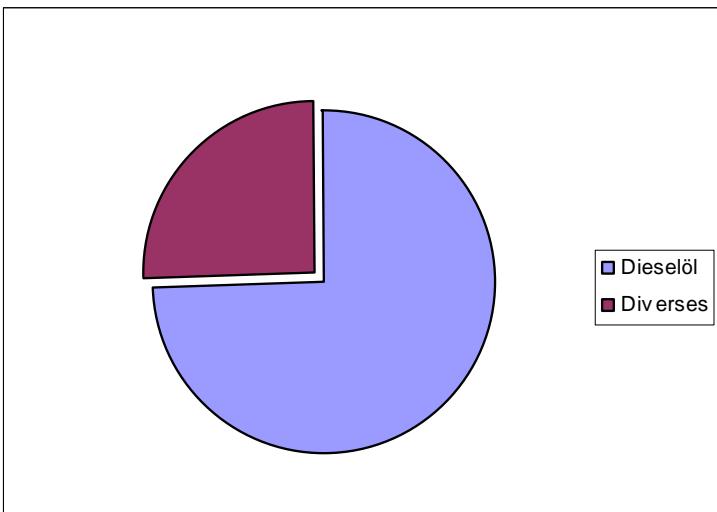


Fig. 7: Aufwand

Nimmt man zu den finanziellen Aufwendungen noch die aufgewandete Arbeit hinzu, so ergibt sich folgendes Bild: (dabei wurde folgende Annahme gemacht: täglich 20 min Arbeit à Fr. 50.- pro h)

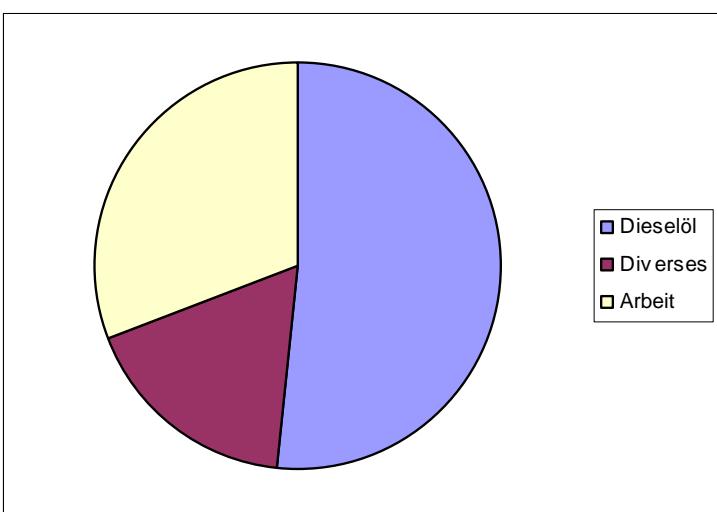


Fig. 8: Aufwand inkl. Arbeit

Der Ertrag setzt sich aus den Erträgen aus der Stromrücklieferung und der Vergütung für die Substratannahme zusammen.

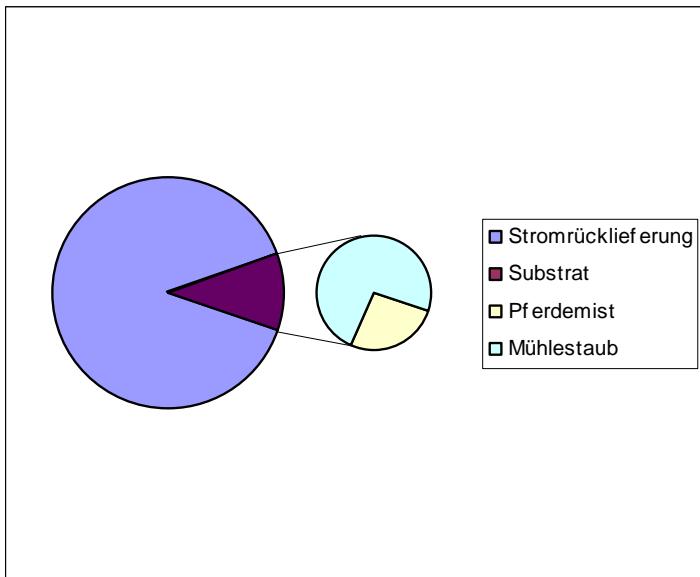


Fig. 9: Erträge

Den Aufwendungen von rund Fr. 20'000.- steht also ein Ertrag von rund Fr. 50'000.- gegenüber. Der Gewinn zur Amortisation der Anlage liegt nach den ersten 11 Monaten hinter den Vorgaben. Wegen den vielen Ausfällen während den bilanzierten 11 Monaten lag die Stromproduktion deutlich unter dem Erreichbaren. Diese wird in den nächsten Jahren bis zu 50% besser ausfallen ohne dass die Aufwendungen um denselben Faktor zunehmen.

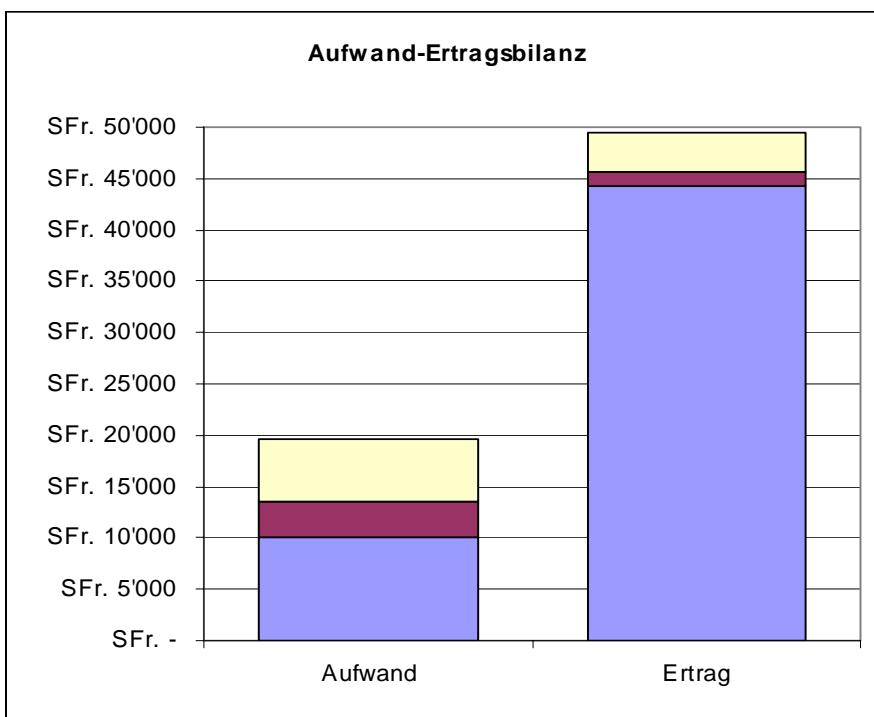


Fig. 10: Aufwand-Ertragsbilanz

5.5 Fotos der Kompakt-Biogasanlage Winzeler



Fig. 11: In der Mitte ist der Fermenter mit der schwarzen Gasfolienhaube sichtbar. Vor dem Fermenter lagern die hauptsächlichen Co-Substrate Getreideabgang und Mist.



Fig. 12: Eine Förderschnecke bringt die Substrate direkt in den Fermenter.



Fig. 13: 500 kW Holzschnitzelheizung

6 noch offene Probleme

Das Zusammenspiel der verschiedenen Wärmeerzeuger bedarf einer guten Abstimmung (Temperaturniveaus, Leistungen, Durchflussmengen). Der eingebaute 500kW Holzschnitzelkessel kann nicht wie eine Grünschnitzelfeuerung betrieben werden. Das heisst beim Beschicken mit feuchten Holzschnitzeln lässt sich die Leistung nicht im vollen Bereich modulieren. Die Umlaufmenge muss hoch bleiben. Eine zu hohe Rücklauftemperatur im System bewirkt ein Abblasen der Abwärme des Motors über den Notkühler.

Die elektronische Steuerung ist noch weiter zu optimieren. Eine winzige Anzeige und unklare Einstellungen sind nicht kundenorientiert.

7 weiteres Vorgehen

Das Holzschnitzellager soll überdacht werden. So kann die Betriebsführung des 500kW Kessels deutlich verbessert werden.

Ein Spülen des Wärmetauschers im Wärmeabgabekreis des BHKW's soll den Durchfluss und somit die Abnahmleistung verbessern.

Sollte diese Massnahme nicht ausreichen, soll der Wärmetauscher an den Verteilerbalken angeschlossen werden. Somit wird die tiefstmögliche Rücklauftemperatur erreicht (Verteiler und BHKW sind im selben Raum).

Bundesamt für Energie BFE

Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · office@bfe.admin.ch · www.admin.ch/bfe

Vertrieb: ENET, Egnacherstrasse 69, CH-9320 Arbon
Tel. 071 440 02 55 · Tel. 021 312 05 55 · Fax 071 440 02 56
enet@temas.ch · www.energieforschung.ch · www.energie-schweiz.ch