

Jahresbericht 2001, 15. Dezember 2001

Betriebsoptimierung und Erfolgskontrolle Co- Vergärungsanlage E. Flachsmann AG

Autor und Koautoren	Thomas Weisskopf Christan Eugster Renato Colombi Dr. Johann Chaloupka
beauftragte Institution	Weisskopf Partner GmbH
Adresse	Hagenbuchrain 20, 8047 Zürich
Telefon, E-mail, Internetadresse	Tel. 01 / 400 40 08 thomas.weisskopf@weisskopf-partner.ch www.weisskopf-partner.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	38'715 / 79'425
Dauer des Projekts (von – bis)	14.11.00 – 30. 06.02

ZUSAMMENFASSUNG

Die Emil Flachsmann AG, Aromen + Extrakte, Wädenswil, betreibt eine Wärmekraftkopplungsanlage mit Biogas aus vergärten festen und flüssigen Produktionsabfällen.

Die Anlage funktioniert nicht ganz zufrieden stellend. In den Jahren 1999 und 2000 wurde bei der Elektrizitätsproduktion die Nennleistung etwa zu 55 % und bei der Wärmeproduktion ca. zu 70 % erreicht, da die garantierte Menge von beschickbarer Biomasse hauptsächlich in Folge von Problemen mit dem Feststofffermenter deutlich unterschritten wurde.

Mit den ersten eingeleiteten Betriebsoptimierungsmassnahmen, insb. der Behebung des Selenmangels im Feststofffermenter, konnte die Biogasproduktion bereits um 10% gesteigert werden.

Ein weiteres Verbesserungspotenzial ist vorhanden und ausschöpfbar.

Projektziele

Die Emil Flachsmann AG, Aromen + Extrakte, Wädenswil, betreibt eine Wärmekraftkopplungsanlage mit Biogas aus vergärten festen und flüssigen Produktionsabfällen. Im Betrieb fallen durchschnittlich feste biogene Abfälle von ca. 13 t/Tag und Abwasser von 50 - 200 m³/Tag mit einer organischen Fracht von bis zu 20'000 EWG an. Die Anlage wurde Ende 1997 dem Betrieb übergeben. Die Investitionskosten betrugen rund 10 Mio. Franken.

Die Anlage besteht aus folgenden Hauptkomponenten:

- | | |
|--|--------------------------|
| - Vorlagebehälter | 400 m ³ |
| - Abwasserfermenter | 210 m ³ |
| - Feststofffermenter | 600 m ³ |
| - Gasspeicher | 500 m ³ |
| - 2 BHKW | 2 x 160 kW _{el} |
| - Absorberkältemaschine | |
| - Gasfackel | |
| - Prozessleit- und Energiemanagementsystem | |

Die Anlage kann als mustergültiges Beispiel einer Co-Vergärungsanlage mit schweizweiter Ausstrahlung bezeichnet werden [1].

Im Jahre 1999 betrug die Elektrizitätsproduktion rund 450 MWh/a und die Wärmeproduktion ca. 900 MWh/a. Die Biogasproduktion betrug ca. 277'000 Nm³/a.

Die Anlage funktioniert nicht ganz zufrieden stellend. In den Jahren 1999 und 2000 wurde bei der Elektrizitätsproduktion die Nennleistung etwa zu 55 % und bei der Wärmeproduktion ca. zu 70 % erreicht, da die vom Totalunternehmer garantierte Leistung von beschickbarer Biomasse hauptsächlich in Folge von Problemen mit dem Feststofffermenter deutlich unterschritten wurde. Die Gründe liegen insb. bei einer instabilen und 'langsamen' Biologie und bei Mischungsproblemen im Feststofffermenter.

Der zu grosse Wassereintrag aus dem Abwasserfermenter in den Feststofffermenter mit Ausschwemmung von Biomasse aus dem Feststofffermenter ist unterdessen gelöst.

Zurzeit besteht nur ein kleines Stapelvolumen für Produktionsabfälle. Folglich müssen nicht beschickbare Produktionsabfälle entsorgt werden.

Um schrittweise an die Nennleistung 'heranfahren' zu können, sind folgende generelle Arbeitsschritte notwendig:

- Teil 1: Analyse und Optimierung Energiemanagement
- Teil 2: Analyse und Betriebsoptimierung Prozesse
- Teil 3: Gesamt-Erfolgskontrolle

Obige Arbeiten sind Gegenstand des hier beschriebenen Projektes.

Die Ausarbeitung von Lösungsvorschlägen zur Steigerung der Biomassebeschickung und einer stabilen, 'beschleunigten' Biologie im Feststofffermenter stellen den Schwerpunkt des Projektes dar (Teil A).

Zusätzlich werden im Rahmen des Projektes auch Massnahmen (insb. Betriebsoptimierungen) im Bereich der restlichen Energiezentrale (Dampfkessel, Absorber, u.a.) ausgearbeitet (Teil B).

Im vorliegenden Bericht wird der Projektstand per Ende September 2001 beschrieben.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Das Arbeitsprogramm wurde aufgrund einer ausführlichen Situationsanalyse wie folgt festgelegt:

Arbeitsprogramm Teil A (prioritär)

- Einsatz von Vergärungsbeschleunigern testen (prioritär)
- Mechanische Verkleinerung der Produktionsabfälle vor der Beschickung des Feststofffermenters prüfen
 - Verringerung der Filzbildung (am Dach der beschickten Biomasse) und somit Verkleinerung des Fermenter-Gebläseeinsatzes (elektrische Fremdenergie)
 - Erhöhung der Oberfläche der verkleinerten Biomasseteile zur besseren Reaktionsfähigkeit

Arbeitsprogramm Teil B

- Leistungsregulierung für den Absorber vorsehen (Einbau von FU)
- Ventilator-Regime des Kühlturmes prüfen und optimieren
- Wärmeentnahme aus dem Abgas des Dampfkessels prüfen und optimieren (Funktion Abgas-klappe, Abgas-Messstutzen)
- Ladungsregimes der 3 technischen Speicher prüfen, fallweise hydraulischer Neuabgleich
- Kenngrößen für die zu erwartende Biogasproduktion bestimmen und im Energiemanagementsystem als Prognose-Werte integrieren (wird dann relevant, wenn 2. BHKW wieder in Betrieb genommen werden kann)
- Messstelle ND-Dampf prüfen und neu kalibrieren
- Aktuelles Energieflussbild erstellen
- Optimierungen am Energiemanagementsystem prüfen
- Zuluft-/Fortluftsituation im Kesselhaus und Verbrennungsluftsituation nach Isolieren der Dampfkesseltüren prüfen
- Anleitung Inbetriebnahme alter Dampfkessel erstellen
- Lösungsvorschlag für einen häufig schadennehmenden FU ausarbeiten

Zwischenergebnisse

Die Zwischenergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

Arbeitsprogramm Teil A (prioritär)

Die Arbeiten konzentrierten sich bis anhin ausschliesslich auf die Analyse und Verbesserung der Biologie im Feststofffermenter.

Durch die spezialisierte Firma Entec Environment Technology, 6972 Fussach, Österreich, wurde eine Spurenelementanalyse des Fermenterinhaltendes durchgeführt. Während die meisten essenziellen Spurenelemente, welche für eine gut funktionierende Biologie nötig sind, in Konzentrationen von 10 - 100 mg/l Biomasse gefunden wurden, lag der Wert für Selen unter 0.01 mg/l. Damit bestand der dringende Verdacht auf einen akuten Selenmangel. Der Sachverhalt war detaillierter zu untersuchen.

Mit Proben aus dem Feststofffermenter und der unbeschickten Biomasse wurde mit unterschiedlicher Selenzugabe eine Versuchsreihe gefahren (siehe Bild 1).

	Ansatz 1	Ansatz 2	Ansatz 3	Ansatz 4
Selenzusatz [mg/l]	0.0	0.3	1.0	3.0
Gärvolumen [l]	2.0	2.0	2.0	2.0
Gärtemperatur [°C]	35.0	35.0	35.0	35.0

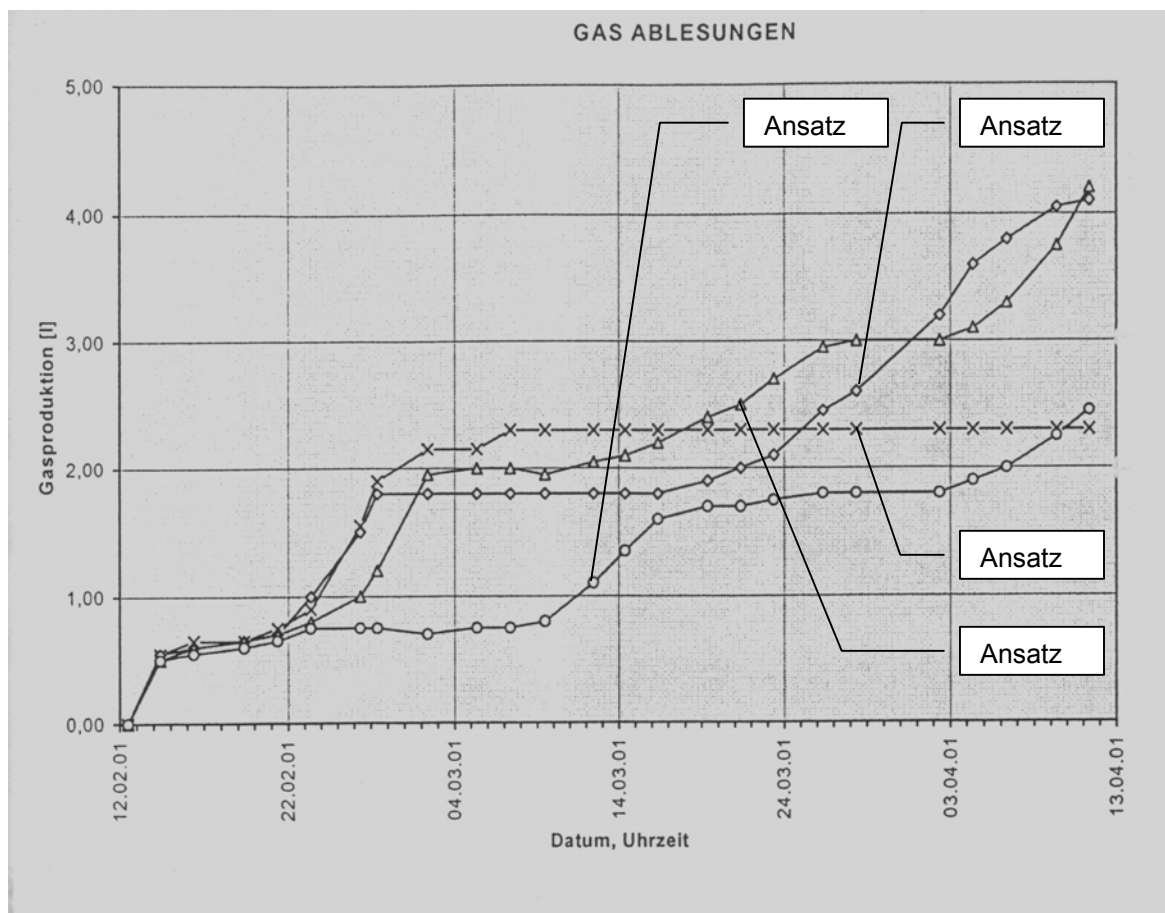


Bild 1: Versuchsreihe Selenzugabe

Bei allen Ansätzen war eine Anfangsgasproduktion von etwa 0.6 l zu beobachten, nach welcher eine erste Lagphase einsetzte. Diese dauerte bei den meisten Ansätzen etwa 7 Tage, nur bei Ansatz 4 mit dem höchsten Selenzusatz etwa 25 Tage. Anschliessend folgte eine neuerliche Phase von Gasproduktion zwischen 1.8 - 2.3 l. Beim Ansatz 1 ohne Selenzusatz war keine weitere Gasproduktion mehr festzustellen.

Bei den Ansätzen mit Selenzugabe setzte nach 10 - 15 Tagen wieder Gasproduktion ein. Die Ansätze 2 und 4 gaben mehr oder weniger kontinuierlich. Bei Ansatz 2 wurde bei Versuchsende eine maximale Gasproduktion von 4.1 l erreicht bei anschliessend fallender Gasproduktion. Ansatz 3 erreichte nach einer dritten Lagphase von 5 Tagen schlussendlich 4.2 l bei noch steigender Gasproduktion. Ansatz 4 produzierte zum Schluss 2.5 l Gas bei noch steigender Produktion.

Aus der Versuchsreihe liessen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

Selenmangel

Im Feststofffermenter sind noch abbaubare Substanzen enthalten, die aber erst nach der Zugabe von Selen abgebaut werden. Eine Ergänzung mit diesem Spurenelement ist daher unbedingt erforderlich.

Selenhemmung

Die extrem verlängerte Lagphase bei den höchsten Selendosierungen weist auf eine Hemmung durch dieses Spurenelement hin. Bei der Ergänzung mit Selen ist daher unbedingt darauf zu achten, dass es zu keiner Überdosierung kommt. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass die Zugabe von kleinen Dosen über längere Zeit effizienter und sicherer ist als die Zugabe von wenigen aber hohen Dosen.

Diauxieeffekte

Die Mikroorganismen verwerten bei gleichzeitigem Vorliegen mehrerer Substanzen diese nicht gleichzeitig sondern eine nach der anderen. Je nach Abbaubarkeit dieser Substanzen können dazwischen längere Lagphasen liegen. Dies ist am deutlichsten bei Ansatz 3 festzustellen. Um die Bakterien anzuregen, alle verfügbare Biomasse abzubauen, müssen sie daher nach einer ersten Selenzugabe 'ausgehungert' werden. D.h. die Biomassebeschickung ist über längere Zeit einzustellen.

Mitte 2001 wurden die obigen Laborerkenntnisse wie folgt auf den Feststofffermenter übertragen:

Zunächst wurde über drei Wochen jeweils am Montag, Mittwoch und Freitag mit der Beschickung von Biomasse Selen eingebracht, jeweils entsprechend einer Selenmenge von 0.1 mg pro m³ Fermenternutzvolumen. Anschliessend wurde die Beschickung eingestellt.

Es wurde erst nach 5 Tagen wieder beschickt als der Fermenter teilweise ausgegast war. Die Beschickung erfolgte etwa zu 70% der derzeitigen Lastgrenze. Anschliessend wurde die Beschickung in Raten von 3% pro Woche bis zum Erreichen des derzeitigen Lastmaximums erhöht.

Um zu vermeiden, dass es in Zukunft wieder zu einem Selenmangel kommt, ist mit der Beschickung eine kontinuierliche Selenzugabe erforderlich. Selen könnte auch über die Zugabe von Schweinegülle eingebracht werden. Allerdings wäre durch chemische Analyse sicherzustellen, dass die Gülle ausreichend Selen enthält.

Erste Erfolge der Selenzugabe wurden im Herbst 2001 deutlich sichtbar. E. Flachsmann AG erwartet für das Jahr 2001 eine um 10% höhere Biogasproduktion gegenüber dem Jahr 2000.

Arbeitsprogramm Teil B

Der E. Flachsmann AG wurden zur Leistungsregulierung für den Absorber (Einbau von FU) ausführliche Entscheidungsgrundlagen vorgelegt. Ein Investitionsentscheid ist noch nicht gefallen.

Nationale Zusammenarbeit

Es ist keine über das Projektteam hinausgehende nationale Zusammenarbeit zu verzeichnen.

Internationale Zusammenarbeit

Es erfolgte eine Zusammenarbeit mit der Firma Entec Environment Technology, 6972 Fussach, Österreich.

Bewertung 2001 und Ausblick 2002

Die Optimierung der Selenzugabe in den Feststofffermenter ist noch nicht abgeschlossen.

Auch sind Untersuchungen bezüglich des Stickstoffvorkommens im Fermenter geplant.

Ebenso werden im Jahre 2002 die weiteren Arbeitsschritte gemäss Arbeitsprogramm A und B weiterverfolgt.

Das gesamte Projekt wird Mitte 2002 abgeschlossen werden können.

Referenzen

- [5] **Abwasser und Abfälle als Energiequelle**, Faltblatt M67d 1.99 der Reihe Energie Innovation, Gute Lösungen, BFE, 1999