



Gefördert durch den
Innovationsfonds
Klima- und Wasserschutz

badenova
Energie. Tag für Tag

Projekt 2010-04

Erste Null Energie Käserei in Baden Württemberg

Molke-Biogasanlage Monte Ziege

Abschlussbericht



Ansprechpartner Martin Buhl

Erstellungsdatum August 2015

Inhalt

1	<i>Projektüberblick</i>	3
1.1	Ausgangslage	3
1.2	Wissenschaftliche und technische Ziele	3
1.3	Herausforderungen // Chancen und Risiken des Vorhabens	4
2	<i>Projektbeschreibung</i>	4
2.1	Projektablauf	4
2.1.1	Projektidee	5
2.1.2	Terminplan	5
2.1.3	Budgetplanung und Förderung	5
2.2	Projektplanung	6
2.2.1	Energiekonzept und Studien	6
2.2.2	Ausführungsplanung	6
2.3	Technische Umsetzung	6
2.3.1	Technische Daten	7
2.3.2	Anlagenbau	8
2.3.3	Schemata und Pläne	10
2.4	Anlagenbetrieb	9
2.4.1	Auswertung der Betriebsergebnisse	11
2.4.2	Aufgetretene Störungen	14
2.4.3	Lösungsansätze im Betrieb	14
2.5	Ökologischer Nutzen	14
2.5.1	Einsparung an Primärenergie	14
2.5.2	Reduktion der CO ₂ -Emission	14
2.6	Betrachtung der Wirtschaftlichkeit	15
2.6.1	Investitionskosten	15
2.6.2	Betriebskosten	15
2.6.3	Verbesserung der Wirtschaftlichkeit	15
3	<i>Wirkung der Umsetzung</i>	15
3.1	Auswirkungen auf den zukünftigen Betrieb	15
3.2	Weiterführende, resultierende Maßnahmen	16
3.3	Übertragbarkeit der Projektergebnisse	16
4	<i>Öffentlichkeitsarbeit</i>	16
4.1	Führungen und Vorträge	16
4.2	Flyer, Presse, Veröffentlichungen	16
5	<i>Zusammenfassung/Fazit</i>	16
6	<i>Ausblick</i>	17
7	<i>Anlage: Projekterkenntnisse</i>	17

1 Projektüberblick

1.1 Ausgangslage

In einer Käserei entstehen große Mengen an Molke. Sie eignet sich nur bedingt als Lebens- und Futtermittel, weshalb die Käsereien sie oft teuer entsorgen müssen. Dass Molke aber energetisch wertvolle Biomasse ist, zeigte bereits 2003 ein Innovationsfondsprojekt bei der Breisgaumilch GmbH (heute Schwarzwaldmilch) in Freiburg. Dort vergärte eine Pilotanlage die Molke zu Biogas mit einem überdurchschnittlichen Methangehalt von 65 Prozent. Weil sich die Anlage unter den damaligen Umständen als noch nicht wirtschaftlich erwies, führte Breisgau-/Schwarzwaldmilch das Projekt nach Ende der Laufzeit jedoch nicht fort.

Auf diesen Ergebnissen baut nun die Käserei Monte Ziego in Teningen auf: Der Biobetrieb plant die erste Nullenergiekäserei Deutschlands, will also ausschließlich mit nachhaltig auf dem Betriebsgelände erzeugter Energie auskommen. Eine Molkerei im Nullenergiestandard zu errichten ist besonders ehrgeizig: Konventionelle Käsereien benötigen viel Energie, weil sie Milch und Endprodukte sowohl kühlen müssen als auch Wärme benötigen, um Käse herzustellen. Monte Ziego setzt deshalb nicht nur auf Molkevergasung. Der Bau der Produktionsstätten folgt den neuesten Standards und nutzt systematisch alle vorhandenen Energiepotentiale aus.

Obwohl Molke einige sehr wertvolle Inhaltsstoffe enthält, gilt sie heute allein aufgrund der täglich anfallenden Mengen und der fehlenden Nachfrage als Abfallprodukt. Die in der auf Ziegenmilch spezialisierten Käserei Monte Ziego anfallenden Molkemengen sind zu gering um ein Molkekonzentrat mittels Ultrafiltrationsverfahren oder Trocknung herzustellen. Beide Verfahren sind kapital- und wartungsintensiv, energiezehrend und letztlich für diesen Mengenbereich unwirtschaftlich. Als gangbare Alternative hat sich die energetische Verwertung der Molke mittels Biogasfermentation herausgestellt. Ein Molkereibetrieb hat zusätzlich zur Elektrizität einen hohen Bedarf an thermischer Energie, womit der Nutzungsgrad des anfallenden Biogas wesentlich besser ausfällt als bei üblichen Anlagen, bei denen bis zu 60% an potentieller Energie als Abwärme verloren geht.

In Teningen entsteht so eine Biogasanlage, in der ausschließlich Molke zum Einsatz kommt. Ein Blockheizkraftwerk verbrennt das Biogas und erzeugt Strom und Wärme. Wenn die Ziegen im Winter weniger Milch geben, können die Betreiber entweder Molke aus anderen Molkereien zukaufen oder das BHKW mit Biogas befeuern. Kälte gewinnt eine klimafreundliche Absorptionskältemaschine.

Die neue Käserei verfügt damit über eine vorbildliche Produktionskette, die von der Bioziegenmilch aus dem Schwarzwald bis zum energiesparend erzeugten, handwerklich gefertigten Käse reicht. Gerade bei den Biolebensmitteln, wo sich Kunden und Hersteller besonders stark an nachhaltigen Kriterien orientieren, setzt Monte Ziegos Nullenergiekäserei neue Standards.

1.2 Wissenschaftliche und technische Ziele

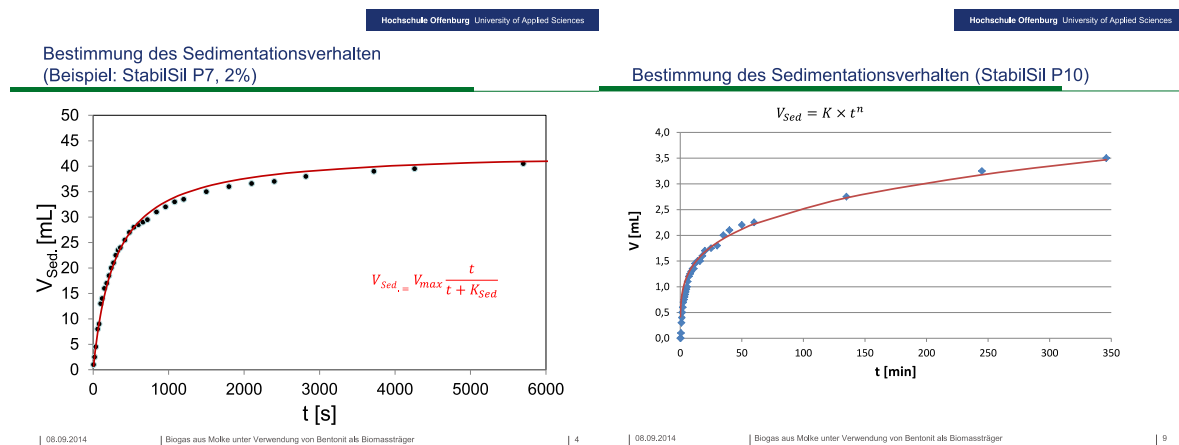
- 1) Im vorliegenden Fall ist das Ziel des Projekts die anfallende Molke der Käserei Monte Ziego (Teningen) vollständig energetisch zu verwerten um einen weitestgehend energieautarken Betrieb zu erreichen.

- 2) Die Anlage, in der die Molke zu Biogas aufbereitet wird, muss so in den Betrieb integriert sein, dass die Biogasproduktion eigenständig funktioniert, ohne zusätzliche Personalkräfte zu binden.

1.3 Herausforderungen // Chancen und Risiken des Vorhabens

Die eigentliche Herausforderung dieser (Pilot-)Anlage* liegt im gewählten Fermentationsverfahren. Im Gegensatz zu den üblich eingesetzten Füllkörper-Reaktoren, werden Suspensions-Flotationsreaktoren eingesetzt. D.h. die Reaktionsbehälter enthalten nur das Gärsubstrat und mineralische Zuschlagstoffe (Mikrobenträger) in dem die Biogas-Mikroben bzw. deren Träger durch regelmässiges Umpumpen in Schwebelage gehalten werden. Das hat den Vorteil, dass auf Dauer kein Leistungsabbau durch Porenverstopfungen auftreten kann und damit das gelegentliche Austauschen oder Reinigen der Festkörpermatrix entfällt. Das gewählte Verfahren, hingegen birgt das Risiko die aktiven Mikroben durch Ausschwemmung bei hohem Durchfluss zu verlieren. Die maximale Effizienz der Anlage ist somit dann erreicht, wenn die ausgetragenen Mikroben mit den nachwachsenden im Gleichgewicht sind. Die wissenschaftliche Herausforderung dieser Anlage liegt einmal darin, zu eruieren, wann für diese Anlage dieses Gleichgewicht erreicht ist und wie für künftige Anlagen diese Parameter vorgängig bestimmt und berechnet werden können. Diese Studien beinhalten auch, gezielt nach effizienteren Mikrobenträgern zu suchen um die Dichte der Biomasse in den einzelnen Gärtanks zu erhöhen und damit die Volumenkapazität der Anlage zu verbessern.

Um diese Fragen im Zusammenhang eines „Biomassen-Management“ systematisch zu entschlüsseln und wissenschaftlich zu fassen, wurde auch früh eine Zusammenarbeit mit der Hochschule Offenburg (Prof. A. Wilke) eingegangen. Dort laufen u.a. Untersuchungen zum Umspülprozess und der Evaluation von möglichen, geeigneten Mikrobenträgern d.h. von Feinpartikeln mit aktiven Oberflächen wie z.B. Bentonit, Zeolith, Kohlenkoks etc.



Sedimentationskurven zum Sedimentationsverhalten von zwei Bentonittypen der Hochschule Offenburg

* Der hier gewählte Anlagentyp wurde von den Sachverständigen von Baden-Württemberg und der Badenova als Pilotanlage eingestuft, die auch der Hochschule Offenburg zu Forschungs- und Studienzwecken zur Verfügung steht.

2 Projektbeschreibung

2.1 Projektablauf

2.1.1 Projektidee

Die zugrunde liegende Idee ist es, eine autarke, vollautomatische funktionierende Biogasanlage zur energetischen Aufbereitung von Molke zu haben, die vollständig in den Käsereibetrieb integriert ist. Die ohne zusätzlichen bzw. nur mit minimalen Personalaufwand auskommt. Das Grundkonzept dazu wurde zum ersten Mal im Rahmen eines Studienprojektes der Breisgau-/Schwarzwaldmilch (Freiburg Br.) von Bieri und Stalder entwickelt.

2.1.2 Terminplan

Während der Planungsphase wurde die Dauer der einzelnen Etappen im Wesentlichen von der Sprechung von Fördergeldern und der Erteilung behördlicher Bewilligungen bestimmt. Danach nahm die Realisierung ab Baubeginn bis zur betriebsfertige Anlage noch 7 Monat in Anspruch (April – Oktober 2014).

2.1.3 Budgetplanung und Förderung

Als Grundlage für die Budget-Erstellung und Amortisationsrechnung dienten die von der Fa. Geiser asgearbeiteten Datentabelle (siehe unten):

Geiser TGA-Planung und Energieberatung GmbH UNTERGARTEN 28, 77966 KAPPEL - GRAFENHAUSEN 0814 29915
/ 76 122, FAX. 07822 / 866 602, MAIL. info@geiser-tga.de

Projekt:	Biogasanlage Monte Ziego
Projektnummer:	2381
Thema:	Wirtschaftlichkeit
Sachbearbeiter:	2012.07.30wj
überarbeitet:	25.09.2012/03.05.2013/06.05.2013/27.10.2014
p1	

Ermittlung der erzeugten Gasmenge BHKW

Durchschnittswert (Jahresdurchschnitt) Molke:	3,29 m³/Tag
Biogas/Molke:	40 m³/m³
Jährliche Biogasproduktion:	48.034 m³/a
Metahengehalt:	60 %
Brennwert Biogas:	6,3 kWh/m³
Jährliche Biogasproduktion:	302.614 kWh/a
Erdgasverbrauch BHKW bei Vollast pro Betrieb	71 kWh
Vollbenutzungsstunden:	4.262 h
Heizleistung BHKW mit Biogas thermisch max.:	36,4 kW (thermisch)
Leistung BHKW Biogas elektrisch max.:	18,0 kW (elektrisch)
Erzeugte Wärme:	155.143 kWh thermisch
Erzeugter Strom:	76.719 kWh elektrisch
Für den Prozess benötigte Wärme:	23.271 kWh thermisch
Für den Prozess benötigter Strom:	18.670 kWh elektrisch
In das Netz einzuspeisende Wärme:	131.872 kWh
In das Netz einzuspeisender Strom:	58.049 kWh
Energiebedarf Gas, jährlich:	290.000 kWh
Energiebedarf Strom, jährlich:	60.000 kWh
Anfallende Molke im Jahr:	1.799 m³/a
Davon über das Kanalnetz zu entwässern:	600 m³/a
Gesamtinvestitionskosten:	365.000,00 €
Förderung:	240.000,00 €

Bestandskessel

Jahresnutzungsgrad Gaskessel	0,85
Wärme die vom BHKW erzeugt worden wäre	131.872 kWh
BrennstoffbedarfBestandskessel	155.143 kWh
Strombezug	58.049 kWh

Ermittlung der Wirtschaftlichkeit - Inkl. Förderung Variante 1.2
BHKW mit Biogasanlage im Vergleich zum Bestandskessel

Energiekosten		
Kosten Strombezug	€/kWh	0,2570
Erlös Stromrückspeisung (ohne KWK-Bonus)	€/kWh	0,0407
Biogasgrundvergütung	€/kWh	0,1401
Arbeitspreis Erdgas	€/kWh	0,0572
Arbeitspreis Abwasser	€/m³	1,3566

Investition		
Investitionskosten, incl. Einbindung	€	365.000
Förderung	€	240.000
Zinssatz	%	5,00
Abschreibungsdauer	a	20

Wartung und Betrieb		
Wartungskosten (0,525 €/Bh)	€	5,888
Betriebsaufwand (100 h/a, 25 €/h)	€	2.500

Jährlich Kosten		
Brennstoffkosten		0,00 €
Kapitalkosten		10.030,32 €
Wartung und Betrieb		8.387,64 €
Abwasser Biogasanlage		813,71 €
Summe		19.231,67 €

Jährliche Erträge		
Eingesparte Brennstoffkosten		8.880,23 €
Biogasgrundvergütung		10.748,34 €
Stromrückspeisung		0,00 €
vermiedener Strombezug		14.920,82 €
KWK-Bonus (5,11 Ct./kWh)		3.920,35 €
Wärmeerzeugung BHKW		0,00 €
Mineralölsteuerrückerstattung (5,5 €/MWh)		0,00 €
Summe		38.469,74 €

Gewinn und Verlust **19.238,06 €** pro Jahr

In 20 Jahren wäre der Kredit abbezahlt

Amortisationszeit der Kapitalkosten: **6,85** wenn der Gewinn zu 100 % ir

Achtung es wurden Nettopreise angesetzt (für die Kapitalkosten, Wartung und Betriebskosten)

Achtung für die Biogasvergütung wurde von der Grundvergütung ausgegangen.
Es ist zu prüfen, ob ggf. noch Vergütungen hinsichtlich des Einsatzstoffes oder hinsichtlich der Vergärung von Bioabfällen möglich sind.

2.2 Projektplanung

2.2.1 Energiekonzept und Studien

Ziel dieser Anlage ist es, die aus der Molkevergärung gewonnene Energie in Form von Wärme und Elektrizität primär im eigenen Milchverarbeitungsbetrieb zu nutzen. Das Spezielle im vorliegenden Fall ist, dass bei der Milchverarbeitung viel Prozesswärme benötigt wird. Da in vorliegenden Fall auch die thermische Energie genutzt wird, erreicht man auch eine deutlich besseren Energieeffizienz.

2.2.2 Ausführungsplanung

Die Ausführungsplanung erfolgte im Wesentlichen als Team-Arbeit an der folgende Firmen und Partner beteiligt waren:

- Monte Ziego (Auftraggeber und Inhaber der Anlage)
- Geiser TGA-Planung und Energieberatung GmbH (Bauplanung und Bewilligungen)
- Eckert & Wellmann (Anlagebau)
- H & S (Elektronische Steuerung und Programmierung)
- Ecobel GmbH (Konzept, Auslegung und Betrieb der Anlage)

2.3 Technische Umsetzung

2.3.1 Technische Daten

Der Fermentationsteil der Biogasanlage ist organisatorisch und räumlich in drei Phasen aufgeteilt (Punkte 1-3, Tabelle unten).

Technische Einheit *	Anzahl	Kapazität / Einheit	Prozess-Stufe
1) Molketank	1	8'000 l	Lagerung und Hydrolisierung
2) Hauptgärtank	2	10'300 l	Hauptfermentation
3) Nachgärtank	1	10'300 l	Nachfermentation
4) Gasballon	1	30'000 l	Sammeln und Zwischenlagerung Biogas
5) Gasreinigung	1	-	Entschwefelung und Entwässerung Biogas
6) BHKW	1	33kW/Thermisch 18kW/elektrisch	Umwandlung von Biogas in thermische und elektrische Energie
7) Gärresttank	1	23'000 l	<i>Sommerbetrieb</i> Lagertank der Restlösung als Biodünger

* Erläuterungen der einzelnen Komponenten, siehe unten

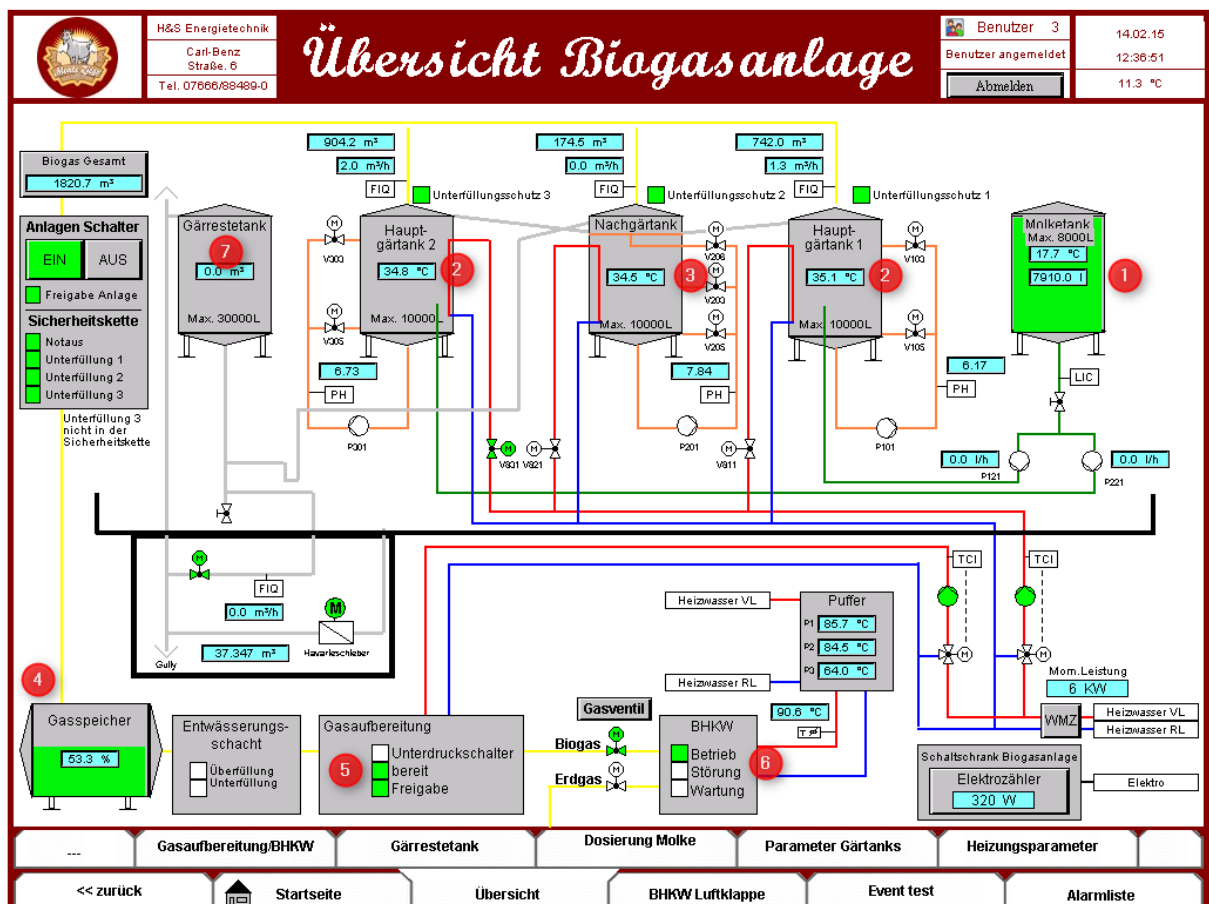
Die Gesamtanlage ist auf eine maximale Verwertungskapazität von 5'000 l Molke pro Tag und einer hydraulische Verweilzeit von 6 Tagen ausgelegt. Die Anlage wird im passiven Durchlauf betrieben, d.h. die frisch zugeführte Molke verdrängt das entsprechende Volumen von einer Gärstufe in die nächste.

Erläuterungen zu den einzelnen Anlage-Komponenten (siehe dazu unten *Übersicht Steuerung Biogasanlage*):

- 1) **Molketank** Fassungsvermögen 8'000 l Molke. Dieser Tank gilt im Wesentlichen als Lagertank des Rohmaterials. In ihn wird die im Betrieb anfallende Sauermolke eingebracht. Die Säurebildung ist in diesem Fall erwünscht. In diesem ersten Tank findet die Hydrolisierung des Rohsubstrats ihren Fortgang.
- 2) **Hauptgärtank 1 und 2**, Fassungsvermögen von je 10'300 l (Total: 20'600 l) Gärlösung. Die beiden Hauptgärtanks werden als unabhängige Fermentationseinheiten geführt. Dies hat den Vorteil, dass in einem Pannenfall, der nur den einen Tank betrifft, noch genügend substratspezifische Biomasse verbleibt um die Anlage rasch wieder hoch zu fahren. Beide Tanks sind mit einer Umwälzpumpe von einer Förderleistung von 24 m³ pro Stunde versehen, d.h. bei einer Laufzeit von 1 min werden 400 l Gärlösung umgewälzt.

- 3) **Nachgärtank**, Fassungsvermögen 10'300 l Gärlösung. Hier werden die schwerer aufschliessbaren organischen Komponenten der beiden Hauptgärtanks eingeleitet und fermentiert. Der Tank ist mit demselben Umwälzpumpen-Typ wie die Hauptgärtanks ausgerüstet.
- 4) Der **Gasballon**, Fassungsvermögen 30 m³, dient zum Sammeln und Zwischenlagern des anfallenden Rohgases. Beim Erreichen des oberen Füllgrades des Ballons wird das Biogas automatisch im BHKW verwertet.
- 5) **Gasreinigung** dient der Entschwefelung und Entwässerung des Rohgases, bevor es dem BHKW zugeführt werden kann.
- 6) Das **BHKW** wandelt die potentielle Energie des im Biogas enthaltenen Methans in thermische und elektrische Energie um.
- 7) Der **Gärresttank** ist ein reiner Sammel- und Lagertank, der nichts zur Biogas-Fermentation beiträgt. In ihm wird die Gärrestlösung gesammelt und im Sommer als Bio-Stickstoffdünger eingesetzt werden kann. Damit ist zumindest während den Sommermonaten ein vollständiges Recycling gewährleistet.

Übersicht Steuerung Biogasanlage

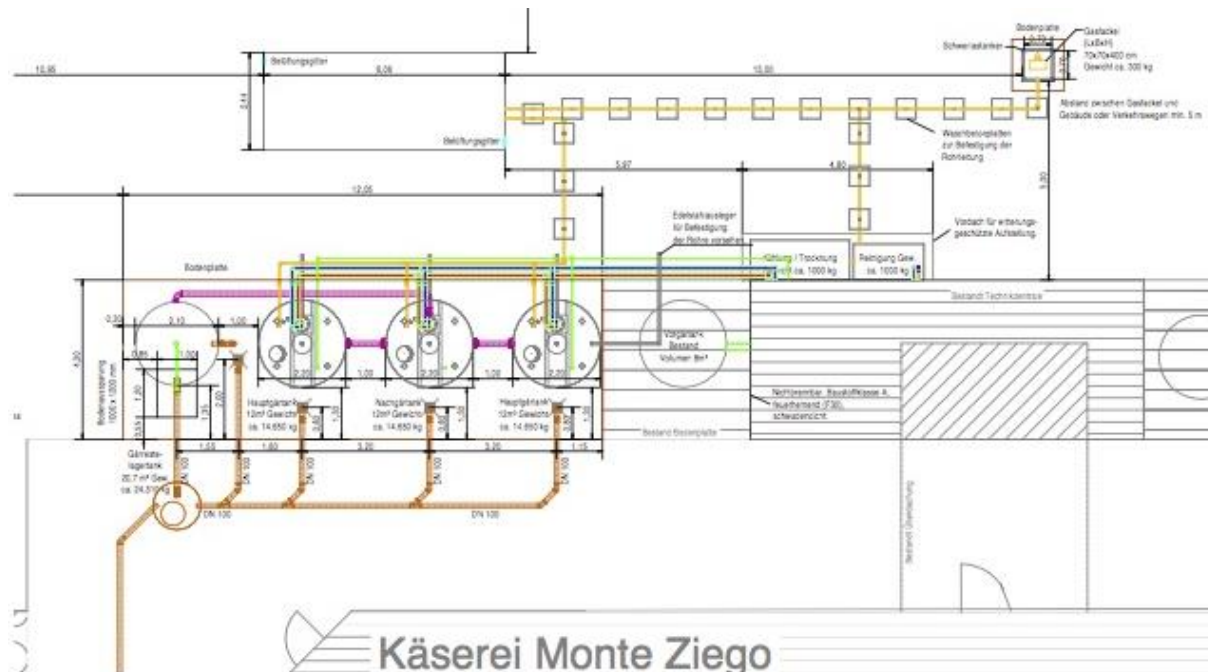


2.3.2 Anlagenbau

Der Bau der Anlage und der automatischen Steuerung erfolgte nach den gemeinsam erarbeiteten Plänen und Vorgaben. Die Realisierung der betriebsbereiten Anlage auf dem Gelände von Monte Ziego erforderte 7 Monate.

2.3.3 Schemata und Pläne

Lageplan und Anordnung der einzelnen Komponenten der der Biogasanlage im Milchverarbeitungsbetrieb Monte Ziego



Auf der nächsten Seite finden Sie den Verrohrungsplan mit den einzelnen technischen Komponenten, sowie den Bauplan (Querschnitt der Anlage).

2.4 Anlagenbetrieb

2.4.1 Auswertung der Betriebsergebnisse

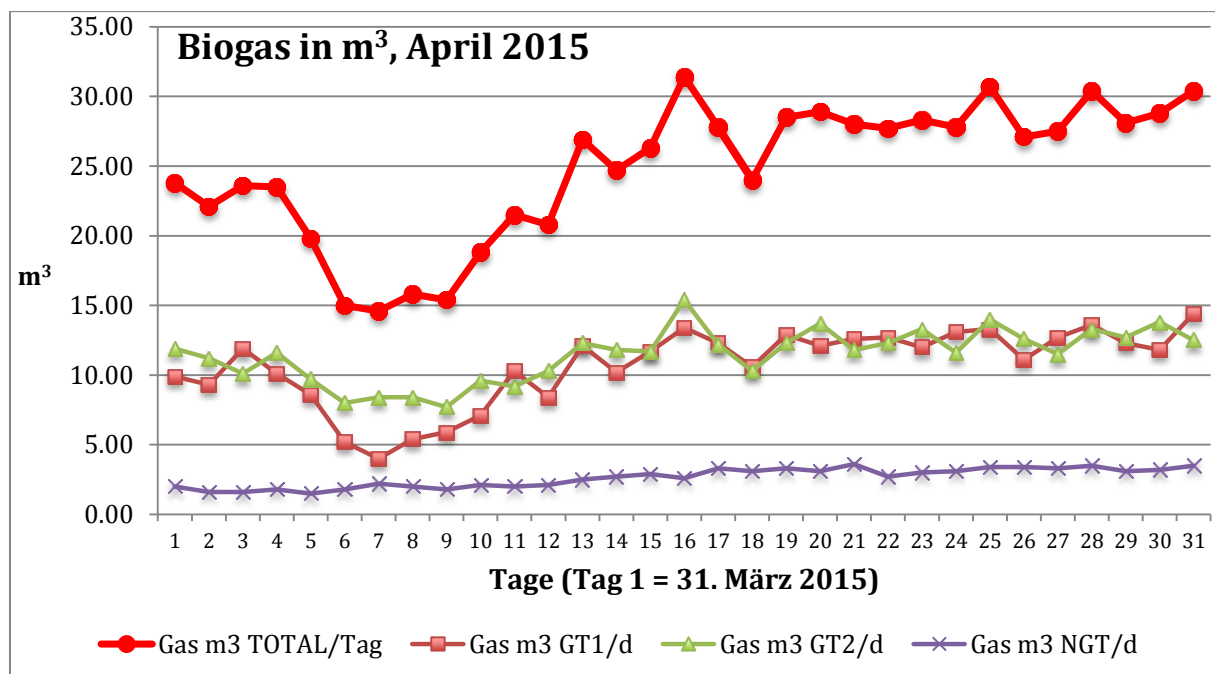
Mitte Oktober 2014 wurde die Anlage in Betrieb genommen und läuft seitdem ununterbrochen mit der damals zugesetzten Mikrobekultur der Kläranlage (Teningen-Köndringen). Während der ganzen Zeit lief die Anlage vollautomatisch und die Betriebsparameter lassen sich sowohl vor Ort sowie über das Internet abrufen und einstellen. Die Betriebsdaten werden laufend abgespeichert und abgelegt.

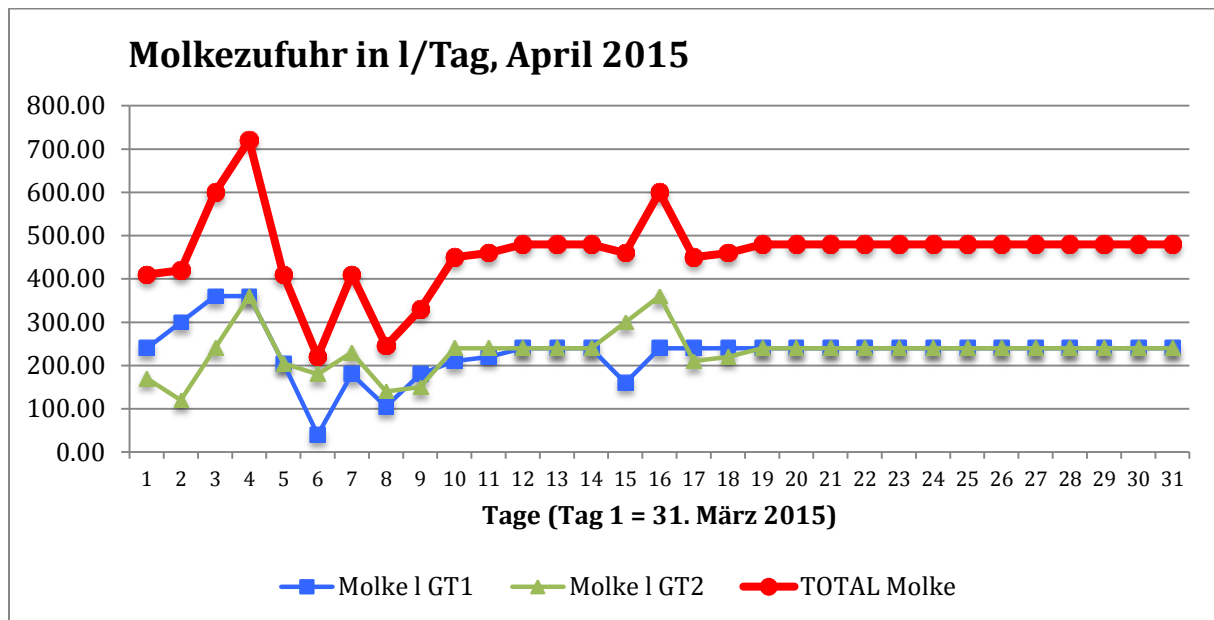
Da bei dieser Anlage eine direkte Zusammenarbeit mit der Hochschule Offenburg besteht, werden die Daten gemeinsam mit der Hochschule Offenburg ausgewertet und interpretiert.

Wie Eingangs erwähnt, handelt es sich um eine Pilotanlage, ausschließlich Molke zu fermentieren. In dem anstelle von Festkörper feinen Mikroberträger verwendet werden, die durch umpumpen mit der Gärlösung in Schwebelage gebracht werden, um den Mikroben den notwendigen Stoffaustausch zu ermöglichen. Zudem wird diese Anlage ausschließlich mit Molke betrieben.

Ein solches Konzept stellt spezielle Ansprüche an die Art der Betriebsweise und der Mikroberträger. In der ersten Betriebsphase wurde primär an der Optimierung der Betriebsweise gearbeitet.

In einem ersten Schritt untersuchte man den Einfluss des Einbringens einer mengenmäßig definierten Molkemenge in gleichmäßigen kurzen Zeitintervallen. Die Molkezufuhr wird erst dann unterbrochen, wenn der pH-Wert einen definierten Schwellenwert unterschreitet. Der Effekt dieser Maßnahme kann der untenstehenden Grafik entnommen werden:

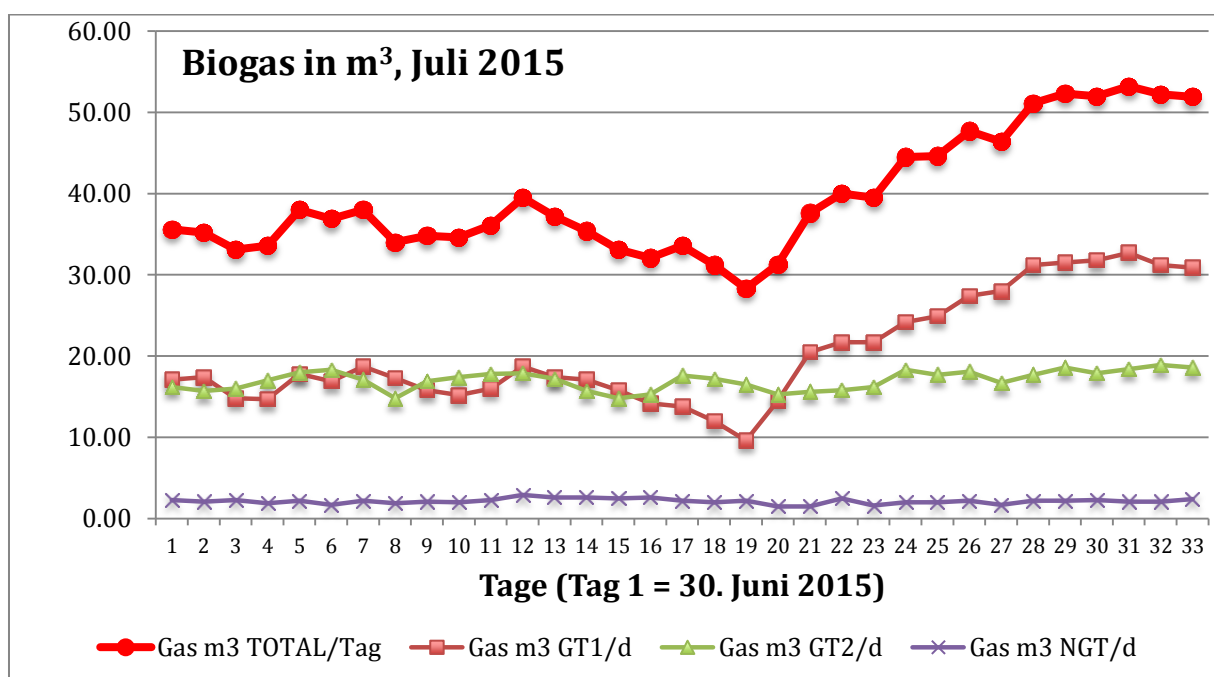


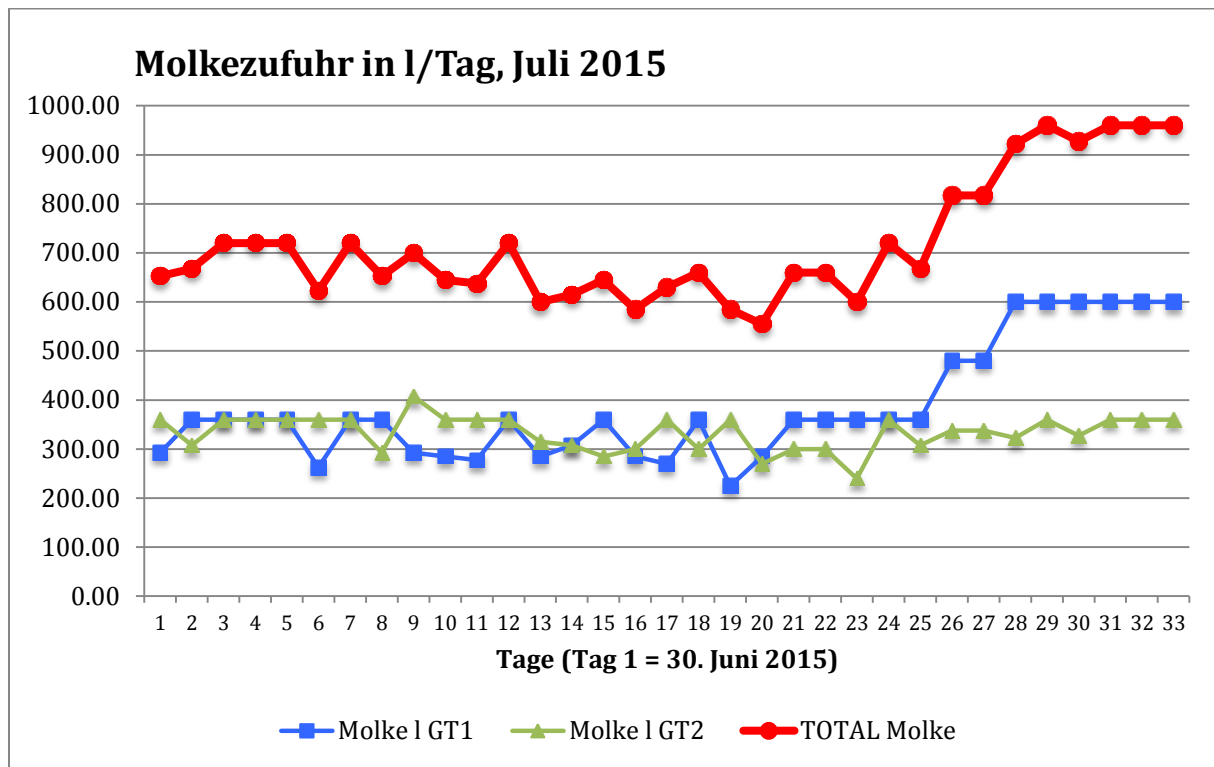


Mit einer gezielt dosierten Molkemenge (untere Grafik) in geregelten Zeitabständen ab Tag 19 hat sich die Biogasproduktion der Anlage stabilisiert und pendelte sich bei ca. 28 m³ Biogas pro Tag ein (obere Grafik).

Mit dem bis jetzt verwendeten Bentonit als Mikrobenträger schien die Leistungsgrenze der Anlage bei 30 m³ Biogas erreicht zu sein. Allerdings war die Ausbeute an Biogas und Methan pro Liter Molke sehr hoch. Ende April erzielte man pro 1 l Molke 60 Liter Biogas mit einem Methananteil von 54 %, d.h. 32.4 l Methan pro 1 l Molke. Allerdings zeigte sich, dass mit Bentonit allein sich der Molkedurchsatz nicht erhöhen liess, da jeder Versuch den Molke-Input zu erhöhen bald gestoppt wurde, da der pH zu stark abfiel und die Molkezufuhr eingestellt wurde.

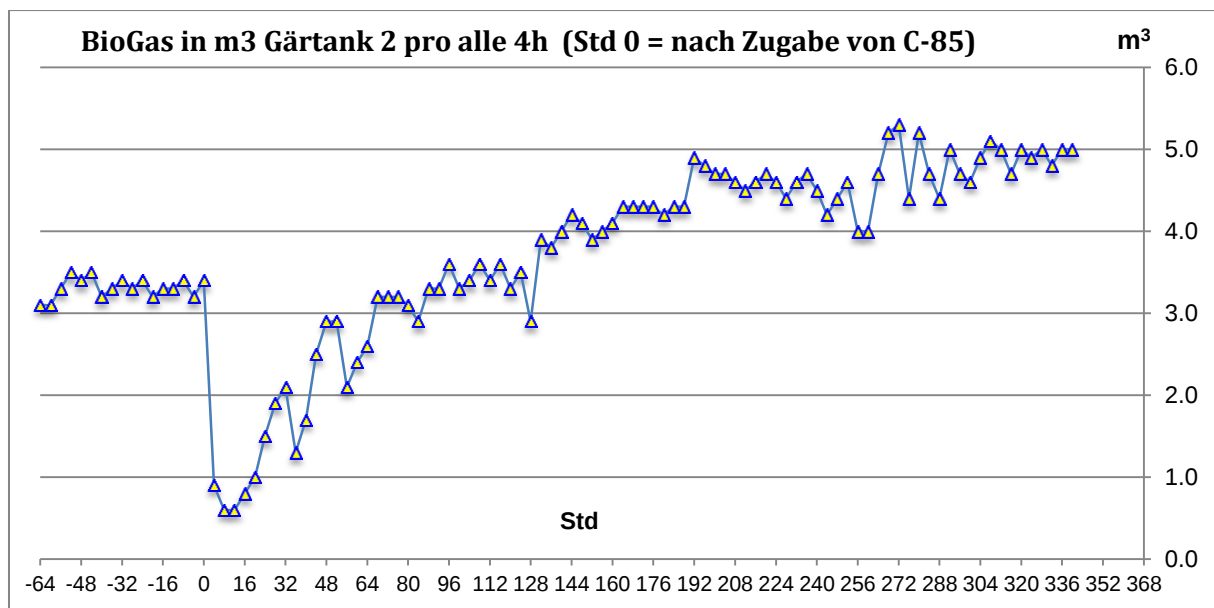
Als möglicher alternativer Mikrobenträger wurde Staub von Braunkohlenkoks in Erwägung gezogen. Die Firma Remacon (Säckingen) lieferte für erste Tests einen Braunkohlenkoks-Staub mit einer Korngrösse von 0 – 1 mm. Am 17. Juli wurde in Gärtank 1 200 kg Koksstaub eingeführt. Die Wirkung auf den Molke-Input auf die Gasmenge kann man den nachfolgenden Grafiken entnehmen:





Die Zugabe des Kohle-Koks erfolgte am Tag 18 (17. Juli) in Gärtank 1 (GT1). Am Folgetag ist eine deutliche Abnahme der Biogasproduktion festzustellen. Dieser Effekt war zu erwarten, da Kohle viele Stoffe bindet und offenbar auch für Biogasbakterien essentielle Stoffe der Gärung entzogen hat. Allerdings innert weniger Tage stieg die Gasproduktion wieder deutlich an und übertraf bald einmal den alten Produktions-Level, was mit einem deutlich höheren Molkebedarf einherging.

Am 10. August wurden Gärtank 2 200 kg Kohlenkoks und Gärtank 1 nochmals 175 kg Kohlenkoks zugegeben. Am Muster der Gasproduktion alle 4 Std von Gärtank 2 seit Zugabe des Kohlen-Koks lässt sich der Effekt dieses Zuschlagsstoffs darstellen. Siehe Grafik unten:



Hier zeigt sich, dass nach Zugabe des Kohlen-Koks die Biogasproduktion von ca. 3.2 m³ massiv auf unter 1 m³ Biogas abfiel. Inzwischen hat sich die Biogasproduktion in einem Zeitintervall von 4 Std auf 5 m³ erhöht und stabilisiert.

2.4.2 Aufgetretene Störungen

Bis anhin sind keine gravierende Probleme aufgetreten. Die eruierten Probleme d.h. die inzwischen behobenen Kleinpannen erwiesen sich als nicht vorhersehbare Bagatellfälle, meist technischer Art. Sie konnten die in der Regel relativ leicht behoben werden. Allerdings führten sie stets zu Verzögerungen beim Einfahrprozess.

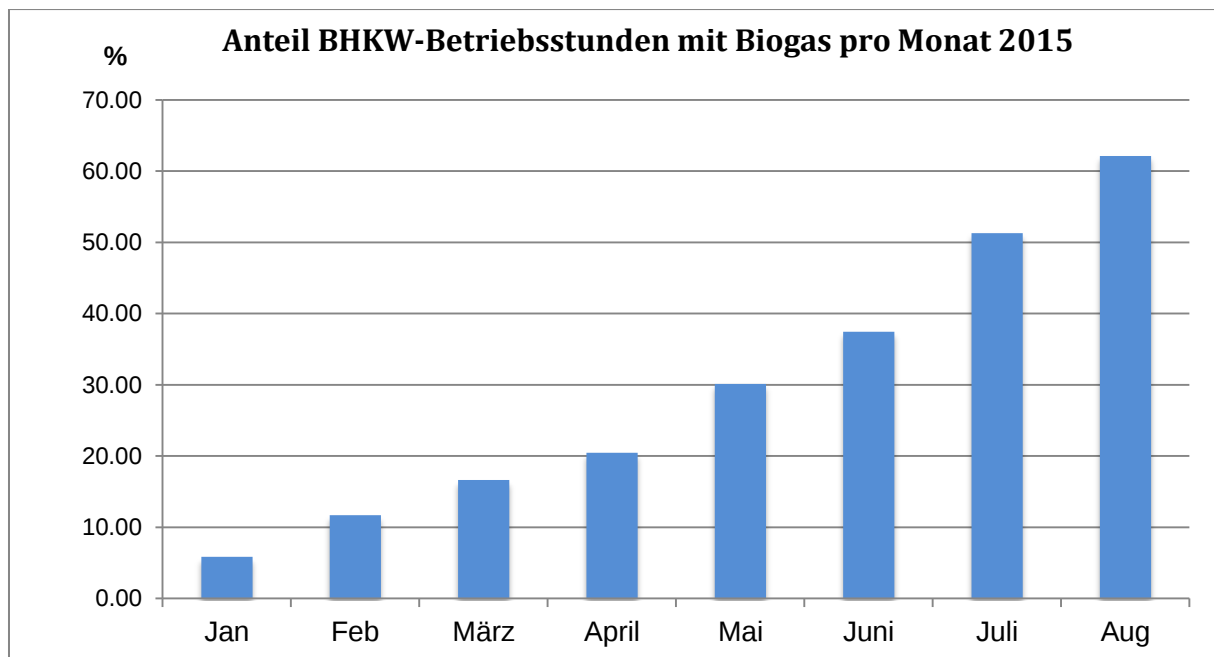
2.4.3 Lösungsansätze im Betrieb

Die bis anhin aufgetretenen technischen Probleme erforderten keine speziellen innerbetrieblichen Lösungsansätze. Allerdings muss bezüglich der Erhöhung des Molkedurchsatzes noch die „Fahrweise“ der Anlage weiter optimiert werden. Als weitere Maßnahme wird gemeinsam mit der Hochschule Offenburg nach weiteren für Flotationsanlagen taugliche Mikrobenträgern gesucht.

2.5 Ökologischer Nutzen

2.5.1 Einsparung an Primärenergie

Dazu liegen noch keine detaillierten Daten vor. Doch anhand der Betriebsstunden bei denen das BHKW mit Biogas betrieben wurde, hat stetig zugenommen und liegt zurzeit bei 62 % der Gesamtauslastung des BHKW, siehe Grafik unten.



2.5.2 Reduktion der CO₂-Emission

Während der jetzigen Betriebsphase wurden ca. 160 m³ Molke zu Biogas fermentiert. Pro 1 m³ vergaster Molke werden 32 m³ CO₂ eingespart, das entspricht 40 kg CO₂ pro 1 m³ Molke. Womit bereits 6.4 t CO₂ eingespart werden konnten. Mit dem momentanen Ziel 2 m³ Molke pro Tag zu verarbeiten, werden pro Woche 560 kg CO₂ eingespart bzw. ca. 29 t CO₂ pro Jahr. Bei einer maximal angestrebten Verwertung von 5 m³ Molke pro Tag wären es sogar 72.5 t CO₂ pro Jahr.

2.6 Betrachtung der Wirtschaftlichkeit

2.6.1 Investitionskosten

	Projektkosten Molkebiogasanlage Käserei Monte Ziego	Planzahlen
Pos	Leistungsbeschreibung	Betrag
1	Baunebenkosten	96.200 Euro
2	Personalkosten	32.500 Euro
3	Anlagenbau	285.579 Euro
4	Sonstige Kosten	20.659 Euro
5	Hochschule Offenburg	18.000 Euro
6	Eingeplante Reserven 8%	34.795 Euro
7	Gesamtinvestitionskosten	487.733 Euro

2.6.2 Betriebskosten

Da die Pilotanlage noch im Optimierungsstadium ist, lassen sich dazu auch keine abschliessende Angaben machen. Doch bereits jetzt steht fest, dass der Hauptteil der Betriebskosten auf die für den Betrieb der Anlage benötigte Elektrizität entfällt. Personal wird kaum beansprucht. Die monatliche Eichung der pH-Sonden fällt da kaum ins Gewicht.

2.6.3 Verbesserung der Wirtschaftlichkeit

Mit der laufenden Optimierung der Anlage verbessert sich auch deren Wirtschaftlichkeit. Sobald diese Optimierungen abgeschlossen sind, wird an der Verbesserung bzw. der Energieeffizienz der Gasaufbereitung gearbeitet. Hier sehen wir noch Potential elektrische Energie einzusparen.

3 Wirkung der Umsetzung

3.1 Auswirkungen auf den zukünftigen Betrieb

Die bis jetzt beobachtete Erhöhung der Biogasproduktion ist Teil des Optimierungsprogramms und hat keine Auswirkung auf den Betrieb der Biogasanlage. Für den Molkereibetrieb hingegen, nimmt die Abhängigkeit von Fremdenergie ab.

3.2 Weiterführende, resultierende Maßnahmen

Künftig müssen die mikrobiologischen Prozesse und das Verhalten der Biogasbakterien bezüglich der diversen Mikrobenträger vertiefter untersucht und geklärt werden.

3.3 Übertragbarkeit der Projektergebnisse

Die vorliegende Anlage ist ausschließlich zur Verwertung eines Flüssigrohstoffs (Molke) konzipiert. Deshalb muss mit aller Deutlichkeit darauf hingewiesen werden, dass die gewonnenen Ergebnisse nur auf Anlagen übertragbar sind, die ausschließlich mit Flüssigrohstoffen betrieben werden. Aus unserer Sicht sollte die Übertragbarkeit auf künftige Anlage zur Herstellung von Biogas aus reiner Molke direkt übertragbar sein. Bei Anlagen, die für Flüssigstoffe anderer Art wie z.B. Sojamilch, Fruchtsäfte, Destillate etc. bestimmt sind, müssten unter Umständen aufgrund der Eigenschaften der Inhaltsstoffe Anpassungen vorgenommen werden.

4 Öffentlichkeitsarbeit

4.1 Führungen und Vorträge

Momentan ist es aufgrund der kurzen Betriebsdauer noch zu früh um regelmäßige Betriebsführungen zu organisieren. Allerdings kann anhand der bereits zahlreichen eingegangenen Anfragen darauf hingewiesen werden, dass insbesondere seitens der Milchverarbeitungsbranche Interesse besteht, die Anlage zu besichtigen.

Im Rahmen regelmäßiger Führungen durch den Molkereibetrieb wird auch die Biogasanlage als Bestandteil des Betriebs vorgestellt.

Am 03.Mai 2015 feierte man im Rahmen des Europatages einen Tag der offenen Tür und stellte der interessierten Öffentlichkeit unsere Anlage vor.

4.2 Flyer, Presse, Veröffentlichungen

Erste Ergebnisse und Erfahrungen mit dieser Anlage und dem Konzept werden anlässlich der Biogas Expo und Kongress an der Messe Offenburg vom 25. Und 26. November 2015 als wissenschaftliche Präsentation einem breiten Fachpublikum vorgestellt. Die Ergebnisse werden anschließend in den Kongress-Proceedings als wissenschaftliche Publikation veröffentlicht.

5 Zusammenfassung/Fazit

Mit dem vorliegenden Pilotprojekt zur energetischen Verwertung der im Käsereibetrieb Monte Ziego anfallenden Molke, gelang es den praktischen Beweis zu erbringen, dass mit dem gewählten Konzept der Anlage, ein vollautomatischer Betrieb möglich ist und dass sich eine solche Anlage auch in einen Kleinbetrieb so integrieren lässt, dass damit kein zusätzliches Personal erforderlich ist.

In der Anfangsphase hat sich gezeigt, dass pro 1 l Molke ca. 32 l Methan gewonnen werden können.

Das von Bieri und Stalder für die Breisgau-/Schwarzwaldmilch (Freiburg Br.) entwickelte Konzept wurde zum ersten Mal von einer Laboranlage in eine reale Anlage übertragen. Der Betrieb wird von der Hochschule Offenburg aktiv betreut und wissenschaftlich unterstützt.

Das Konzept dieser Anlage beruht ausschließlich auf der Verwertung von Flüssigrohstoff (Molke) und lässt sich somit nur auf Anlagen die mit Flüssigrohstoff betrieben werden, direkt übertragen.

6 Ausblick

Von einer Pilotanlage wird in der Regel davon ausgegangen, dass noch weiteres Potential für Verbesserungen und Optimierungen vorhanden ist. Dahin werden wir in Zukunft unseren Schwerpunkt legen und dies in enger Zusammenarbeit mit der Hochschule Offenburg vornehmen.

7 Anlage: Projekterkenntnisse

Molke ist ein rasch reagierendes Gärgut, das zu Beginn der Fermentation viel CO₂ freisetzt. Die maximale Methanproduktion stellt sich nach ca. 30 Std. Gärzeit ein und ist nach ca. 80 Std. Gärzeit abgeschlossen. Um eine gleichmäßige Gasausbeute und Qualität zu erzielen und gleichzeitig den Molkedurchsatz zu erhöhen, zielt man nun darauf ab, die Molke in kleinen, regelmäßigen Zugaben über 24 Std aufzuteilen.

Hauptaugenmerk gilt der Erhaltung, Vermehrung und der Aktivität der mikrobiellen Biomasse insbesondere die Effekte von:

- Reaktion auf Umspülen, wie Dauer, Frequenz, Konusreinigung oder generell auf mechanische Belastungen
- Evaluation weitere geeigneter Trägermaterialien
- Verhinderung eines Ausspülens der Organismen.

Die wesentlichen Erkenntnisse aus dem Projekt.

1.	Die Führung einer automatischen Molke-Biogasanlage, mit anschließend automatischer Einspeisung und Verwertung des erzeugten Biogas in das BHKW ist möglich.
2.	Der erzielte Automatisierungsgrad erlaubt es die Anlage so in den Milchverwertungsbetrieb zu integrieren, dass keine zusätzlichen Arbeitskräfte gebunden werden.
3.	Es hat sich gezeigt, dass pro Einheit Molke ein um 25 – 30% höherer Methanertrag resultiert, als bei der Planung der Anlage angenommen wurde.

Einweihung der Biogasanlage am 08.Oktober 2014



v.l.n.r. Andreas Geiser, Markus Bieri und Mathias Nikolay



v.l.n.r. Martin Buhl, Alexander Bonde, H.Hagenacker und Mathias Nikolay



v.l.n.r. Anke Held, Martin Buhl, Alexander Bonde, H. Hagenacker

