

**100**  
**BETRIEBE**  
FÜR  
**RESSOURCEN-  
EFFIZIENZ**  
BADEN-WÜRTTEMBERG

Käserei Monte Ziego

Teningen

# 100 Betriebe für Ressourceneffizienz

Exzellenzbeispiele in Baden-Württemberg aus allen Teilen der Wirtschaft

## Praxisbeispiel der Käserei Monte Ziego

# Mit Molke als Energieträger zur ersten Null-Energie-Käserei

## Käserei Monte Ziego, Teningen

Technik/Verfahrenstechnologie:

Biogaserzeugung

Maßnahme:

Mikrobiell-fermentative Aufbereitung von Molke zu Methan mit innerbetrieblicher Nutzung der Energie

### Ausgangslage und Zielsetzung

In einer Käserei fallen große Mengen an Molke an, die sich nur bedingt als Lebens- und Futtermittel eignen. Obwohl Molke einige sehr wertvolle Inhaltsstoffe enthält, gilt sie heute allein aufgrund der täglich anfallenden Mengen und der fehlenden Nachfrage als Abfallprodukt.

Die Molkemengen, die in der auf Ziegenmilch spezialisierten Käserei Monte Ziego anfallen, sind zu gering, um ein Molkekonzentrat mittels Ultrafiltrationsverfahren oder Trocknung herzustellen. Als gangbare Alternative hat sich die energetische Verwertung der Molke mittels Biogasfermentation herausgestellt. Ein Molkereibetrieb hat einen hohen Bedarf an thermischer Energie, womit der Nutzungsgrad des anfallenden Biogases wesentlich besser ausfällt als bei üblichen Anlagen, bei denen bis zu 60 % an potenzieller Energie als Abwärme verloren geht.



Ziegenkäse bei der Produktion  
(weiße Bröckchen = Käsebruch,  
gelbliche Flüssigkeit = Molke)

Bild rechts:  
Ziegen auf dem Weg  
zur Weide

Bereits im Jahr 2003 zeigte ein Innovationsfondsprojekt der Breisgaumilch GmbH (heute Schwarzwaldmilch) in Freiburg im Breisgau, dass Molke energetisch wertvolle Biomasse ist. Dort wurde in einer Pilotanlage die Molke zu Biogas mit einem überdurchschnittlichen Methangehalt von 65 % vergärt.

Basierend auf den im Projekt der Breisgau-/Schwarzwaldmilch gewonnenen Ergebnissen und Erfahrungen legte man bei der Planung der Anlage von Monte Ziego die Ziele fest. Die Anlage sollte eine integrale Komponente des Betriebes von Monte Ziego bilden. Außerdem sollte ihr Betrieb weitestgehend automatisch erfolgen und durfte kein zusätzliches Personal binden. Ein weiteres Ziel war ein möglichst geringer Wartungsaufwand. Darüber hinaus sollten der Käsereibetrieb und die

Molkeverwertung klar getrennt sein. Die Energie sollte als Wärme bzw. Elektrizität über die bereits vorhandene Energiezentrale in den Betrieb zurückgeführt werden.

### Herausforderung

Im Gegensatz zu den üblich eingesetzten Füllkörperreaktoren sollten Flotationsreaktoren eingesetzt werden. Das heißt, die Reaktionsbehälter enthalten nur das Gärsubstrat, in dem die Biogas-Mikroben durch regelmäßiges Umpumpen in Schwebelage gehalten werden. Das hat den Vorteil, dass auf Dauer kein Leistungsabbau durch Porenverstopfungen auftreten kann und dass damit das gelegentliche Austauschen oder Reinigen der Festkörpermatrix entfällt. Das gewählte Verfahren birgt hingegen das Risiko, die aktiven Mikroben durch Ausschwemmung bei hohem Durchfluss zu verlieren.

### Idee

Auf dem bestehenden Gelände des Molkereibetriebs Monte Ziego sollte in unmittelbarer Nähe zur Milchverarbeitung der Käserei, eine Molkeverwertungsanlage bzw. Biogasanlage erstellt werden. Die Biogasanlage in der die Molke mikrobiell zu Biogas fermentiert wird, musste autark und vollautomatisch betrieben werden können. Die mikrobielle Fermentation sollte dabei so ausgelegt sein, dass sie ausschließlich Molke als Nährsubstrat benötigt.

Es sollte möglich sein, die im Käsereibetrieb anfallende Molke direkt in den Molkesammeltank der Biogasanlage überführen zu können. Das Biogas, ein CO<sub>2</sub>-Methan-Gemisch, sollte dann unmittelbar über das vorhandene BHKW in Wärme und Elektrizität umgesetzt werden. Mit dieser Form der Aufbereitung des Abfallprodukts Molke zu einem Energieträger, näm-



lich Biogas, sollte der Anteil des Molkereibetriebs an Fremdenergie hinsichtlich Elektrizität und Erdgas weitgehend reduziert werden.

Als weiterer Nebeneffekt wird damit die lokale Kläranlage entlastet. Im Sommer kann die Restlösung als milder, rasch wirksamer Stickstoffdünger in der Landwirtschaft eingesetzt werden. Da diese Restlösung nur einen geringen BSB (Biologischer Sauerstoff Bedarf) aufweist, wird die Kläranlage durch das Einleiten der Restlösung während der Wintermonate nur mäßig beansprucht.

**Umsetzung**

Der Fermentationsprozess ist in drei Prozessphasen unterteilt. Der Molketank dient zum einen als Mengenpuffer, zum anderen wird im Molketank gleichzeitig die Milchsäurebildung maximiert. Aus dem Molketank wird die Sauermolke bedarfsgerecht in zwei Hauptgärtanks eingeleitet.

Die überstehende Gärlösung aus den beiden Hauptgärtanks wird in einen Nachgärtank geleitet, in dem die verbleibenden langkettigen organischen Verbindungen aufgeschlossen werden. Diese Nachgärung dient vor allem dazu, einen maximalen Abbau der organischen Substanzen zu erreichen.

Bei der Konstruktion der Biogasanlage wurde darauf geachtet, dass die notwendigen Umwälzungen und Transporte der Gärlösung mit einem Minimum an Energie vorgenommen werden können. Es erfolgt lediglich das Einbringen der Sauermolke mittels Pumpe. Die Gärlösung fließt fortan passiv innerhalb der Anlage von einer Gärstufe zur anderen.

Für die Aufteilung der Hauptfermentation auf zwei Gärtanks entschied man sich aus Gründen der Betriebssicherheit. Bei einer Störung in einem Gärtank ist in der Regel der andere Gärtank nicht betroffen. Eine Totalabschaltung der Anlage kann damit in den meisten Fällen verhindert werden. Für das Neu-Anfahren des Gärtanks, in dem Probleme aufgetreten sind, kann zudem auf eine gut angepasste Mikrobekultur aus dem Partnertank zurückgegriffen werden. Seit der Inbetriebnahme der Anlage kam es nie zu einem Totalausfall der Biogasproduktion.

Das Verfahrenskonzept und die Grundauslegung stammen von der Schweizerischen GmbH Ecobel. Sie hat auch das Einfahren der Anlage besorgt. Die Ecobel begleitet den Betrieb der Anlage. Die Detailplanung übernahm das Planungsbüro Geiser TGA aus Kappel-Grafenhausen und der Anlagenbau erfolgte durch die Firma Eckert & Wellmann aus Mittenwalde. Die Anlagesteuerung wurde von der Denzlinger H&S Energietechnik GmbH installiert und programmiert. Die Hochschule Offenburg agiert als wissenschaftliche Beratungsinstitution und unterstützt das Projekt mit eigenen Detailabklärungen. Die Badenova hat das Projekt während der ganzen Projektierungsphase ideell und finanziell unterstützt.

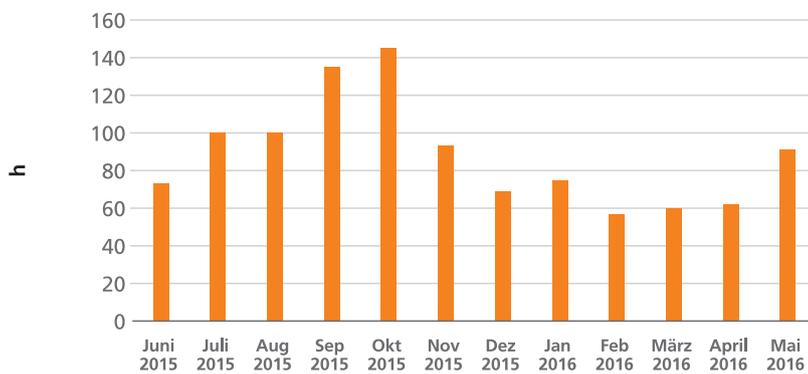
**Einsparungen**

Die Inbetriebnahme der Anlage erfolgte Ende Oktober 2014 und nach einer Einfahr- und Lernphase war die Anlage im Stande ab Juni 2015, die anfallende Molkemenge zu verwerten. Die angelieferte Milchmenge ändert sich üblicherweise im Jahresverlauf und weist in den Sommermonaten ein Maximum und im Winter ein Minimum auf. Entsprechend dem Molkeangebot variierte somit auch die Anzahl der Betriebsstunden, während denen das BHKW mit Biogas betrieben werden konnte. Während dieser Zeitspanne wurden ca. 365 m<sup>3</sup> Molke verwertet und 9.100 m<sup>3</sup> Methan produziert, was einer Energiemenge von 90.800 kWh und einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von



Gärtanks

Anzahl der monatlichen Betriebsstunden des BHKW der Käserei Monte Ziego



14,6 t entspricht. Die tatsächliche Größe des finanziellen Nutzens ist sehr schwer abzuschätzen. Neben dem eingesparten Erdgas gilt es ebenso zu berücksichtigen, dass die verwertete Molke nicht als Abfall entsorgt werden musste und zudem Klärgebühren eingespart werden konnten.

### Lernziel

Bereits in der Pilotphase bei der Schwarzwaldmilch zeigte sich, dass eine gute Instrumentalisierung der Anlage mit entsprechender Datenerfassung und -speicherung kein Luxus ist. Insbesondere bei einer Anlage, die ausschließlich Molke ohne Co-Substrate verwertet, ist man zur Prozessoptimierung auf eine präzise Prozesssteuerung und Datenauswertung angewiesen. Gerade bei Biogasanlagen ist es zudem wichtig, stets auf einen ordnungsgemäßen und reibungslosen Betrieb zu achten, insbesondere auf Leckagen beim Gas und Verstopfungen im Leitungssystem von Gärlösung und Gas.

Da man auf keine vergleichbare bestehende Anlage zurückgreifen konnte, sind all die neuen Erfahrungen und das in den vergangenen Betriebsmonaten mit dieser Anlage gesammelte Know-how für die Betreiber zukünftig sehr wertvoll. Durch die Anlage ist es gelungen, einen innerbetrieblichen Stoffkreislauf zu schließen. So muss ein Stoffstrom, namentlich die Molke, nun nicht mehr als Abfall entsorgt werden, sondern wird zur Energiegewinnung herangezogen.

Das Projekt hat sich trotz mancher Rückschläge schon allein aufgrund der erzielten Energie- und Kosteneinsparungen für den Molkereibetrieb gelohnt. Darüber hinaus hat sich die Anlage auch als hervorragendes Studienobjekt erwiesen, mit dem man konkrete Erfahrungen und Datensätze gewinnen konnte, die weiteren Projekten zugute kommen werden.



Molke-Biogasanlage mit Technikgebäude

### Unternehmen

Im Jahr 2000 begann die Käserei Monte Ziego mit der Produktion ihrer Ziegen- und Kuhmilch-Käsemarken Monte Ziego und Mona Liesl. Heute ist der Demeter-Betrieb Monte Ziego die größte handwerkliche Bio-Ziegenkäserei in Deutschland und erhielt bereits zahlreiche Auszeichnungen.

Aktuell liefern neun Demeter-Höfe ca. 800.000 l Ziegenmilch pro Jahr. In der 850 m<sup>2</sup> großen Käserei fertigt Monte Ziego jährlich rund 130 t Ziegenkäse sowie ca. 15 t Kuhmilchkäse. Vertrieben werden die Spezialitäten in ganz Deutschland. Ziel des Unternehmens ist es, mit der eigenen Molke-Biogasanlage und Solarstrom bald auch zur ersten Null-Energie-Käserei zu werden.



### Käserei Monte Ziego, Inh. Martin Buhl

Gottlieb-Daimler-Straße 5  
D-79331 Teningen  
[www.monteziego.de](http://www.monteziego.de)  
Martin Buhl  
[info@monteziego.de](mailto:info@monteziego.de)

Das Projekt „100 Betriebe für Ressourceneffizienz“ wurde 2013 von der Allianz für mehr Ressourceneffizienz zwischen den führenden Wirtschaftsverbänden des Landes Baden-Württemberg und der Landesregierung initiiert. Zu der Allianz gehören das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, der Landesverband der Baden-Württembergischen Industrie e.V. (LVI), der Baden-Württembergische Industrie- und Handelskammertag e. V. (BWIHK), der Verband der Chemischen Industrie e. V. (VCI), Landesverband Baden-Württemberg, der Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbauer Baden-Württemberg (VDMA) und der Zentralverband Elektrotechnik und Elektroindustrie (ZVEI), Landesstelle Baden-Württemberg.

Das Projekt wird gemeinsam vom Institut für Industrial Ecology (INEC) an der Hochschule Pforzheim, der Landesagentur Umwelttechnik BW und dem Institut für Arbeitswissenschaften und Technologiemanagement (IAT) der Universität Stuttgart durchgeführt. Die präsentierten Beispiele wurden sorgfältig geprüft und von einer Jury aus Mitgliedern der beteiligten Allianzpartner ausgewählt.

Die Initiative soll aufzeigen, wie Ressourceneffizienz konkret umgesetzt werden kann und welcher Nutzen damit verbunden ist. Sie wird die bisherigen Aktivitäten zur Ressourceneffizienz im Land mit konkreten, vorzeigbaren Ergebnissen unterstützen und auf die operative Handlungsebene bringen. Damit sollen weitere Unternehmen zum Mitmachen gewonnen werden.

Die 100 Exzellenzbeispiele sollen über Baden-Württemberg hinaus Strahlkraft entfalten und die Leistungsfähigkeit der einheimischen Wirtschaft unterstreichen. Ziel ist es, die Exzellenzbeispiele repräsentativ, öffentlichkeitswirksam und beispielgebend hervorzuheben und darzustellen.

**Weitere Informationen über das Projekt:**

[www.100betriebe.pure-bw.de](http://www.100betriebe.pure-bw.de)

**Kontakt zum Projektteam:**

Prof. Dr. Mario Schmidt,  
E-Mail: [mario.schmidt@hs-pforzheim.de](mailto:mario.schmidt@hs-pforzheim.de)

Dr.-Ing. Hannes Spieth,  
E-Mail: [hannes.spieth@umwelttechnik-bw.de](mailto:hannes.spieth@umwelttechnik-bw.de)

**Die Seiten sind ein Auszug aus dem Buch**

Mario Schmidt, Hannes Spieth, Joa Bauer, Christian Haubach: 100 Betriebe für Ressourceneffizienz, Band 1 - Praxisbeispiele aus der produzierenden Wirtschaft. Verlag Springer Spektrum 2017.

[www.springer.com/de/book/9783662533666](http://www.springer.com/de/book/9783662533666)

Die Arbeiten zu diesem Projekt wurden im Rahmen des Forschungsprojektes FZK L75 14008-10 mit Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg gefördert.



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT