

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz  
**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz  
**Band:** 45 (1983)  
**Heft:** 10

**Artikel:** Verbesserung des Energiehaushaltes einer Biogasanlage mit  
Güllewärmetauscher  
**Autor:** Egger, K. / Kaufmann, R.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1081454>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 27.03.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Verbesserung des Energiehaushaltes einer Biogasanlage mit Güllewärmetauscher

K. Egger und R. Kaufmann, FAT Täniken TG

Zusammenfassung der «Blätter für Landtechnik» Nr. 224, Mai 1983

**Um die Wirtschaftlichkeit mesophil betriebener Biogasanlagen zu verbessern, muss vor allem die Prozessenergie verringert und die Gasverwertung verbessert werden. Ein im Eigenbau erstellter Güllewärmetauscher, der die Abwärme der aus dem Gärbehälter ausfliessenden Gülle nutzt, wurde auf Wirkungsgrad und Funktionstüchtigkeit untersucht. Als weitere Massnahmen zur Senkung des Prozessenergieanteils werden mögliche Isolationen von Anlageteilen diskutiert.**

Im weiteren konnten die Wirkungsgrade zwei verschiedener Arten von Heizkesseln verglichen sowie die Bedeutung des Biogases für die Energieversorgung auf diesem Betrieb analysiert werden.

## 1. Einleitung

In der Schweiz sind zurzeit mehr als 120 Biogasanlagen in Betrieb. Die Rentabilität ist bei vielen dieser Anlagen ungenügend. Nebst den Investitionskosten hängt diese entscheidend von der **benötigten Prozessenergie** ab.

Als Prozessenergie wird die Wärmemenge bezeichnet, die zur Abdeckung der Wärmeverluste durch den Behälter und für das Aufheizen der Frischgülle benötigt wird. Dazu kommt die elektrische Energie für das Pumpen und Mischen. Da die meisten Anlagen bei rund 30° C betrieben werden und oft grosse Wärmeverluste beim Transport der Gülle zwischen Stall und Biogasanlage auftreten, ist die Aufheizenergie der grösere Anteil des Prozesswärmebedarfs. Die nutzbare Energie wird dadurch entsprechend verringert.

Zur Verminderung dieser Verluste stehen Massnahmen wie Isolation von Vorgrube, Gülleleitungen und Behälter sowie bessere

Standortwahl der Vorgrube im Vordergrund. Zum ersten Mal in der Praxis wurde auf einem Schweinehaltungsbetrieb ein Gülle-Güllewärmetauscher eingesetzt. Die warme, aus dem Behälter ausfliessende und die aufzuheizende Gülle aus der Vorgrube werden durch einen Gegenstromwärmetauscher geleitet. Die so übertragene Wärmemenge leistet einen grossen Teil an die Aufheizenergie.

## 2. Bestimmung des Wärmetauscherwirkungsgrades

Wärmetauscher werden jene Apparate genannt, die imstande sind, die Wärme von einem Medium (zum Beispiel Flüssigkeit, Luft) in ein anderes zu übertragen. In der Regel werden die beiden Medien je auf einer Seite einer Metallfläche vorbeigeführt. Für eine gute Wirkung des Tauschers muss diese Fläche möglichst gross und gut wärmedurchlässig sein. Daneben ist für den Wärmetausch eine gute Durchmischung der einzelnen Medien wichtig. Am meisten Verbreitung finden in der Landwirtschaft Luft-Luftwärmetauscher für die Stallluft und Wassertauscher für die Milchkühlung.

Grundsätzlich unterscheidet man Gleichstrom- und Gegenstromwärmetauscher. Im Gleichströmer fliessen die beiden Medien in gleicher Richtung an der Austauschfläche vorbei. Bei dieser Art kann das kalte Medium maximal auf die Mischtemperatur von warmem und kaltem Medium gebracht werden. Im Gegensatz dazu kann beim Gegenströmer das kalte Medium mit Temperatur  $t_{\alpha}$  theoretisch bis auf die Anfangstemperatur  $T_{\alpha}$  des warmen Mediums aufgewärmt werden. Der Gegenstromwärmetauscher ist in seiner Wirkung also günstiger.

Um verschiedene Wärmetauscher mitein-

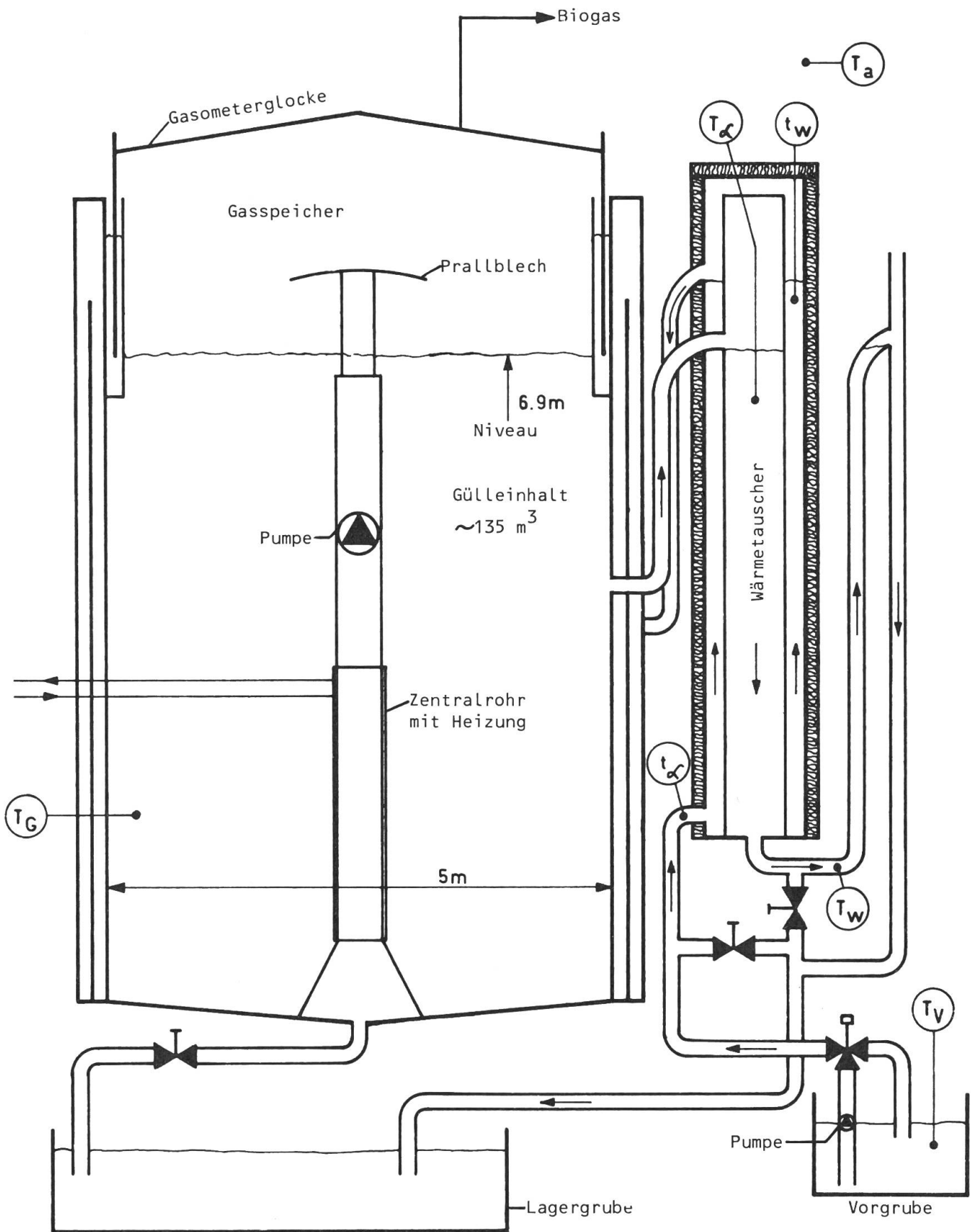


Abb. 1: Biogasanlage mit Wärmetauscher (Temperaturmessstellen siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Daten und Resultate des gemessenen Wärmetauschers

(Alle Angaben sind über die jeweilige Messperiode gemittelte Werte)

Messperioden	1	2	3	4	5
<u>Temperaturen in °C:</u>					
Aussen	0,6	2,4	3,0	6,6	8,8
$t_{\alpha}$ = kalte Gülle beim Eintritt in den Wärmetauscher	10,0	9,5	11,5	12,3	12,9
$T_{\alpha}$ = warme Gülle beim Eintritt in den Wärmetauscher	29,3	28,8	29,6	29,6	29,7
$t_w - t_{\alpha}$ = Erwärmung der kalten Gülle	8,7	9,3	7,2	7,2	7,0
$\epsilon$ (Wirkungsgrad)	0,45	0,48	0,40	0,42	0,42

( $t_w$  = kalte Gülle beim Austritt aus dem Wärmetauscher)

ander vergleichen zu können, wird der **Wärmewirkungsgrad**  $\epsilon$  definiert:

$$\epsilon = \frac{\text{an das kalte Medium übertragene Wärmemenge}}{\text{maximal übertragbare Wärmemenge}}$$

Der Wärmewirkungsgrad  $\epsilon$  gibt also den Anteil der tatsächlich übertragenen Wärmemenge im Vergleich zur maximal möglichen Wärmemenge an. In der Praxis werden für Gegenstromwärmetauscher (zum Beispiel Milchkühlung) Wirkungsgrade bis  $\epsilon = 0,75$  erreicht.

Die bei diesem Gülle-Güllewärmetauscher gemessenen Daten sind in Tabelle 1 zusammengetragen.

Durchschnittlich kann die kalte Gülle um rund 8°C erwärmt werden, was einen  $\epsilon$ -Wert von 0,45 ergibt. Bei einwandfreier Funktion des Tauschers wurden an einzelnen Tagen Werte gemessen, die deutlich über 0,5 lagen.

Über längere Betriebszeiten wird man jedoch kaum mit Wirkungsgraden über 50% rechnen können.

Die möglichen Temperaturerhöhungen und der Wärmewirkungsgrad hängen entscheidend von der Zulauftemperatur  $t_{\alpha}$  der kalten Gülle ab. Für einen guten Wärmeübergang im Wärmetauscher muss eine möglichst grosse Temperaturdifferenz zwischen kalter und warmer Gülle vorhanden sein. Da in den wärmeren Jahreszeiten die zufließende Gülle aus dem Stall eine höhere Temperatur als im Winter aufweist, muss im Sommer mit deutlich niedrigeren Wärmewirkungsgraden gerechnet werden.

### 3. Die Funktionstüchtigkeit des Wärmetauschers

Beim Betrieb mit Gülle lagern sich immer kleine Partikel an der Austauschfläche an. Diese Schmutzschichten auf der Metallflä-

che haben einen negativen Einfluss auf den Wärmewirkungsgrad. Der verbesserte Wärmetausch in der zweiten Messperiode (vgl. Tab. 1) dürfte auf die vorhergehende Reinigung zurückzuführen sein. Der Wärmetauscher sollte mindestens alle zwei Monate gereinigt werden (leeren und abspritzen mit Wasser).

Die während der Beobachtungszeit gemachten Betriebserfahrungen zeigen, dass ein reibungsloser und nicht allzu aufwendiger Betrieb eines solchen Wärmetauschers gewissen Bedingungen bezüglich Güllequalität unterworfen ist. So beeinträchtigen vor allem die sperrigen Feststoffe die Funktion des Tauschers. Für eine Gülle ohne Strohzusätze dürften Wärmetauscher wie der hier beschriebene auch bei hohen Trockensubstanzgehalten gut funktionieren.

#### 4. Die Kosten des Wärmetauschers

Dieser Wärmetauscher wurde im Eigenbau vom Betreiber der Biogasanlage hergestellt.

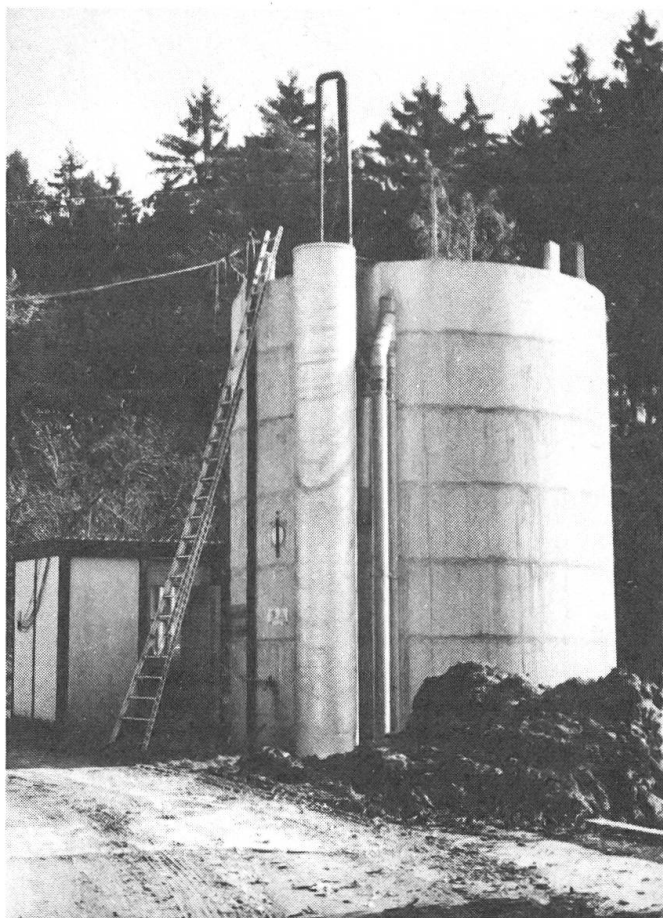


Abb. 2: Biogasanlage mit Güllewärmetauscher und Messkabine.

Für rund Fr. 10 000.–, Montage inbegriffen, werden solche Wärmetauscher verkauft. Für den aus verzinktem Stahlblech hergestellten Tauscher wird eine Amortisationszeit von zehn Jahren angenommen. Zusammen mit den Zinsen und den Reparaturkosten ergibt das jährlich Kosten von rund Fr. 1500.–. Dazu kommt die Arbeit für die Reinigung des Wärmetauschers, die einige Stunden pro Monat beansprucht. Da der Gärbehälter wegen des Wärmetauschers alle zwei Stunden beschickt wird, fallen zusätzliche Stromkosten von rund Fr. 4.– pro Monat an.

Die Anschaffung eines Wärmetauschers dieser Grösse verursacht jährlich Kosten zwischen Fr. 1500.– und Fr. 2000.–.

#### 5. Schlussfolgerungen

Die vorliegende Kurzfassung beschränkte sich auf die Darstellung des Wärmetauschers. In der Zusammenfassung werden zusätzlich Ergebnisse von parallel laufenden Erhebungen zitiert.

Durch den Bau der Biogasanlage auf einem Schweinezucht- und Mastbetrieb im Jahre 1979 veränderte sich der Energiefluss auf dem Betrieb entscheidend. Rund 66% des gesamten Energiebedarfs werden durch Biogas und Holz gedeckt. Massnahmen zur Einsparung von Wärmeenergie sind gerade bei Betrieben, deren Energiehaushalt sich auf erneuerbare Quellen abstützt, besonders wichtig.

Der nachträglich eingebaute **Güllewärmetauscher** erbrachte einen guten Wirkungsgrad, stellt jedoch bezüglich der Funktionstüchtigkeit einige Anforderungen an die Güllequalität. Über die Wirtschaftlichkeit kann im Moment noch nichts genaues ausgesagt werden, da die Entwicklung solcher Wärmetauscher noch im Gange ist. Zudem hängt die Wirtschaftlichkeit davon ab, ob im Sommer überschüssiges Gas vorhanden ist, da dann der Wärmetauscher nur im Winter einen effektiven Nutzen bringt. Mindestens für grössere Biogasanlagen dürften solche Tauscher bezüglich der Rentabilität interessant sein.

Einsparungen von rund 100 GJ (42 GJ entsprechen 1000 kg Heizöl EL) pro Jahr sind durch die Isolation von Vorgrube, Gülleleitung sowie der Gasometerglocke des Gärbehälters möglich. Insbesondere auf diesem Betrieb stellt sich die Frage, ob Investitionen für die Isolation gegenüber einem Wärmetauscher, der jährlich Kosten von Fr. 1500.– bis Fr. 2000.– verursacht, vorzuziehen wären.

Durch die Sanierung des Heizsystems konnten bei Investitionskosten von Fr. 3000.– weitere 123 GJ pro Jahr eingespart

werden. Der Einsatz von richtig dimensionierten Gasspezialkesseln ist für Biogasanlagen wegen des Intervallbetriebes besser geeignet als Gebläsebrenner mit voluminösen Kesseln.

Mit den beschriebenen Massnahmen kann der Energieverbrauch auf diesem Betrieb so weit verringert werden, dass weder Heizöl (2900 l) noch Holz (32 Ster) zugekauft werden muss. Bei fachlicher Planung und Beurteilung von Sanierungsmassnahmen ist der Energiehaushalt auch bei relativ neu installierten Biogasanlagen zu verbessern.

## Wärmerückgewinnung aus belüfteter Gülle

### Allgemeines

Zur Aufbereitung von Flüssigmist werden auf verschiedenen Betrieben Belüftungsgeräte eingesetzt. Durch den Betrieb einer Güllebelüftung wird Luftsauerstoff in die Gülle eingetragen. Dieser aktiviert die aeroben (sauerstoffliebenden) Bakterien. Es entsteht ein biologischer Prozess, bei dem ein Teil der organischen Substanz (ca. 20%) abgebaut wird. Gleichzeitig wird die Gülle auf 20 – 30° C erwärmt. Als Folge der aeroben Behandlung können folgende Vorteile erwartet werden:

- starke Verminderung des Geruches
- Homogenisierung der Gülle, dadurch regelmässige Verteilung der Nährstoffe

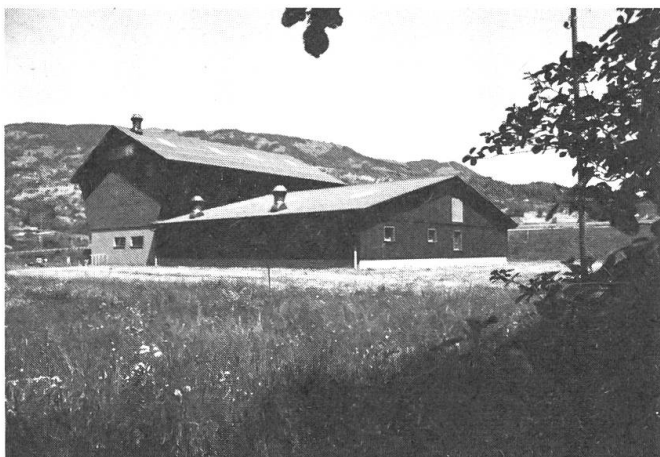


Abb. 1: Gesamtansicht des Schweinestallneubaus (Foto LBA)

- Verminderung der Äzschäden beim Ausbringen während der Vegetationsperiode
- Verbesserung des Geschmackes von Gras bei intensiver Düngung.

Die meisten eingesetzten Anlagen werden zur Verminderung des Güllengeruches beim Ausbringen verwendet. Insbesondere im Agglomerationsbereich kann sich eine solche Massnahme aufdrängen.

Eine interessante Möglichkeit besteht darin, die bei der Belüftung entstehende Wärme durch eine Rückgewinnung für Heizzwecke zu nutzen. Der wirtschaftliche Einsatz einer solchen Anlage ist dort möglich, wo so oder so belüftet wird. Das heisst, es ist nicht sinnvoll, aus Gründen der Energiegewinnung eine Belüftungsanlage einzubauen.

### Funktionsprinzip

Die niederwertige Wärme der Gülle (20 – 30° C) kann in der Regel nicht direkt genutzt werden. Damit eine konventionelle Heizungsanlage, eventuell mit Warmwasseraufbereitung, betrieben werden kann, ist eine höhere Temperatur erforderlich. Diese kann mit einer Wärmepumpe erreicht werden.

Das Prinzip einer Wärmepumpe ist auf Bild 2 ersichtlich. Im Verdampfer wird der Wärmequelle Wärme entzogen, wobei die Wärmequelle abgekühlt wird. Im elektrisch an-