

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 49 (1987)
Heft: 14

Artikel: Hoher Wirkungsgrad mit richtig eingestellten Biogasbrennern
Autor: Egger, Kurt
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1081658>

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: 03.02.2026

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

Hoher Wirkungsgrad mit richtig eingestellten Biogasbrennern

Kurt Egger, Dipl. Ing. ETH, Infosolar, Tänikon TG

Die meisten der rund 140 Biogasanlagen in der Schweiz nutzen das Biogas in handelsüblichen Heizgeräten zur Gewinnung von Raumwärme, Warmwasser und Wärme für temperaturabhängige Prozesse. Viele Geräte arbeiten jedoch bei schlechtem Wirkungsgrad und weisen betriebliche Störungen auf. Eine Untersuchung an der FAT, Tänikon hat jedoch gezeigt, dass bei richtiger Anpassung und bei Berücksichtigung der speziellen Eigenschaften von Biogas alle Gerätetypen eingesetzt werden können.

Beim natürlichen Abbau von organischem Material bildet sich unter Luftabschluss ein brennbares Gas, das auf landwirtschaftlichen Betrieben aus Gülle gewonnen wird. Biogas besteht im wesentlichen aus Methan (55 bis 70 Vol-%) und dem inerten Kohlendioxid (25 bis 40 Vol-%), ist meistens wasserdampfgesättigt und enthält geringe Mengen an Stickstoff und Sauerstoff. Daneben ist je nach Art der verwendeten Gülle mehr oder weniger Schwefelwasserstoff vorhanden (bis 0,5 Vol-%).

Eigenschaften von Biogas

Für die Verbrennung von Biogas ist dessen Gehalt an Methan wichtig, welcher je nach Produktionsbetrieb variieren kann. So sind auch die verbrennungstechnischen Eigenschaften in Abhängigkeit des Methangehalts anzugeben. Die Abb. 1 und 2 zeigen den Heizwert, die Wobbezahl und die maximale Zündgeschwindigkeit in Luft.

Ein weiterer für die optimale Einstellung von Heizgeräten wichtiger Wert ist der Kohlendioxidge-

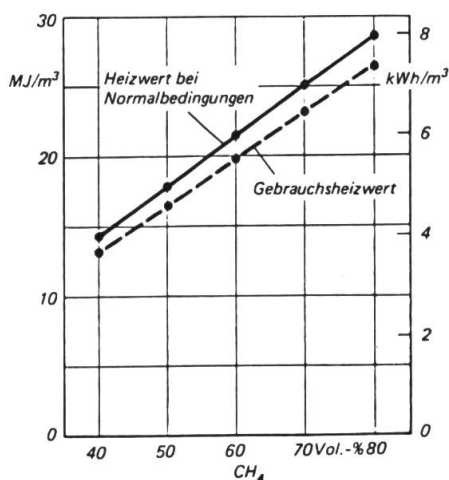


Abb. 1: Gebrauchsheizwert eines CH_4/CO_2 -Gemisches. Der Gebrauchsheizwert gibt den Energieinhalt pro m^3 Biogas an bei durchschnittlichen Bedingungen im Gaszähler (Temperatur 15°C , wasserdampfgesättigt, Barometer 720 mm Hg, 500 m über Meer) Heizwert eines CH_4/CO_2 -Gemisches bei Normalbedingungen (Temperatur 0°C , trocken, Barometer 1013 mbar).

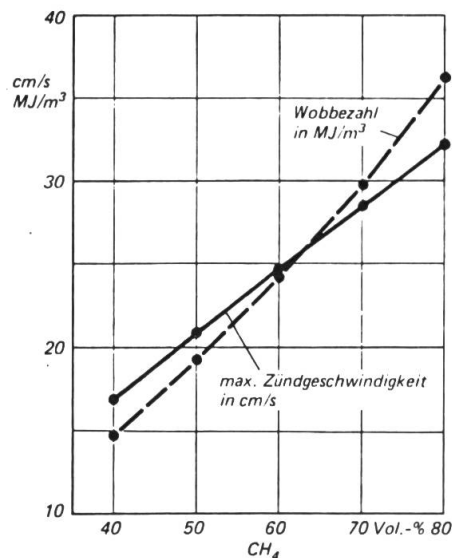


Abb. 2: Maximale Zündgeschwindigkeit und Wobbezahl eines CH_4/CO_2 -Gemisches.

$$\text{Wobbezahl} = \frac{\text{Heizwert}}{\text{Dichte}}$$

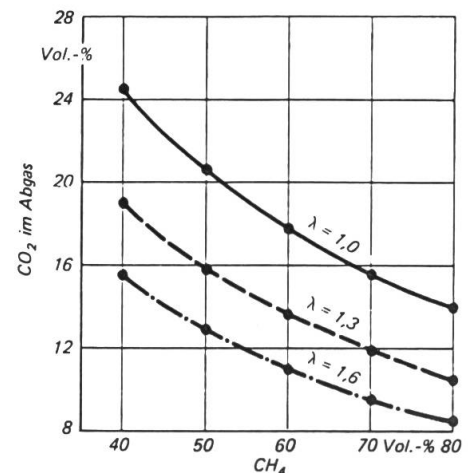


Abb. 3: CO_2 -Gehalt der trockenen Abgase bei verschiedenen Luftüberschusszahlen nach der Verbrennung eines CH_4/CO_2 -Gemisches mit 2% Stickstoff

$$\text{Luftüberschusszahl } (\lambda) = \frac{\text{tatsächlich vorhandene Luftmenge}}{\text{theoretische nötige Luftmenge}}$$

halt der Abgase. In Abb. 3 sind die CO_2 -Anteile im Rauchgas in Abhängigkeit der Luftüberschusszahl und dem Methangehalt im Biogas aufgetragen.

Die Umstellung der Heizgeräte auf verschiedene Brenngase erfolgt in der Regel anhand eines Vergleichs der verbrennungstechnischen Eigenschaften. Für die am häufigsten eingesetzten Brenngase Erdgas und Stadtgas sowie Biogas von durchschnittlicher Qualität (60% Methan) sind diese in Tabelle 1 zusammengefasst.

Der Vergleich zeigt, dass Biogas innerhalb der in Tabelle 1 aufgeführten Brenngase eine Sonderstellung einnimmt. Infolge des grossen Anteils an CO_2 , das eine grosse Dichte aufweist, wird die Wobbezahl praktisch gleich gross wie diejenige von Stadtgas, obwohl der Heizwert um einiges grösser ist. Daneben ist die maximale Zündgeschwindigkeit noch niedriger als diejenige von Erdgas. Diese Eigenschaften bedingen für die gleichen Leistungen wie bei Erdgas grosse Gas-Luftdurchsätze,

was zu Flammenabheben und bei atmosphärischen Geräten auch zu grossem Luftüberschuss führt.

Der Taupunkt der Abgase wird durch die darin enthaltenen Schwefeloxide, insbesondere SO_3 , (das in Gegenwart von Wasserdampf in Schwefelsäure übergeht) bestimmt, wobei ein Maximalwert von 160°C bis 170°C nicht überschritten wird. Die Schwefeloxide insgesamt sind abhängig vom Gehalt an H_2S im Biogas.

Einstellung und Anpassung der Geräte

Die Einstellung aller Geräte erfolgt zuerst anhand der Beobachtung der Verbrennung. Die Flammen müssen eine dunkelblaue Farbe aufweisen und an den Austrittsöffnungen haften. Zur Erreichung eines möglichst hohen Wirkungsgrades sollen die Luftüberschusszahlen niedrig sein, wobei λ -Werte von 1,25 bis 1,5 für atmosphärische und von 1,1 bis 1,3 für Gebläsebren-

ner angestrebt werden. Die entsprechenden CO_2 -Gehalte der Rauchgase können für die verschiedenen Biogaszusammensetzungen aus Abb. 3 entnommen werden. Eine weitere zu messende Grösse ist der Kohlenmonoxidgehalt, der gemäss Vorschrift unter 1 Vol-% liegen muss. Da in der Regel beim selben Betrieb der Methangehalt des Biogases nur wenig variiert, genügt eine jährlich einmalige Einstellung der Heizgeräte.

Wichtig bei der Anpassung von atmosphärischen Geräten an den Biogasbetrieb ist die Einregulierung der Pilotflamme. Damit der Hauptbrenner überhaupt starten kann, muss die Pilotflamme das Thermoelement gut umspülen, damit dieses genügend heiss wird. In der Regel muss dafür die Düse etwas ausgebohrt und eventuell das Thermoelement zurechtgebogen werden.

Anschliessend werden die Hauptbrennerdüsen ausgewechselt. Der Durchmesser sollte dabei eher grösser als bei Stadtgasdüsen gewählt werden, damit auch bei hohen Leistungen befriedigende Ergebnisse erzielt werden. Falls die anhand von CO_2 -Messungen im Rauchgas festgestellten Luftüberschusszahlen noch zu gross sind, können Schikanen eingebaut werden, die den Primär- (Hülsen, Kappen) oder den Sekundärluftzutritt (Abweisbleche) erschweren.

Bei den Gasboilern empfiehlt sich allenfalls, die Brennerleistung gegenüber der Typenschildangabe niedriger zu wählen. Damit erreicht man höhere Wirkungsgrade, jedoch wird die Aufheizzeit länger.

Die Gebläsebrenner werden mit einem Brennerkopf für Stadtgas

Tabelle 1: Verbrennungstechnische Eigenschaften von verschiedenen Brenngasen (Alle Angaben sind auf den trockenen Normzustand bezogen)

	Erdgas	Stadtgas	Biogas (60% Methan, 38% Kohlendioxid, 2% Restgase)
Heizwert H_u (MJ/m ³)	36,14	15,49	21,48
Dichte (kg/m ³)	0,82	0,61	1,21
Wobbezahl (MJ/m ³)	50,4	25,56	24,48
Zündtemperatur ($^\circ\text{C}$)	620	540	700
Max. Zündgeschwindigkeit in der Luft (m/s)	0,39	0,70	0,25
Zündbereich (Vol-%)	5 – 15	5 – 33	7,5 – 18
Theoretischer Luftbedarf (m ³ Luft/m ³ Brenngas)	9,53	3,83	5,71
Max. CO_2 -Gehalt der Abgase (Vol-%)	11,90	13,1	17,80
Taupunkt der Abgase ($^\circ\text{C}$)	59	60	60 – 160

ausgerüstet. Durch Verstellen von Stabilisierungselementen wie Stauscheibe und Flammrohr kann eine haftende, dunkelblaue Flamme erzeugt werden. Mit der Dosierklappe des Ventilators wird die Luftüberschusszahl für die gewünschte Leistung eingestellt.

Betrieb

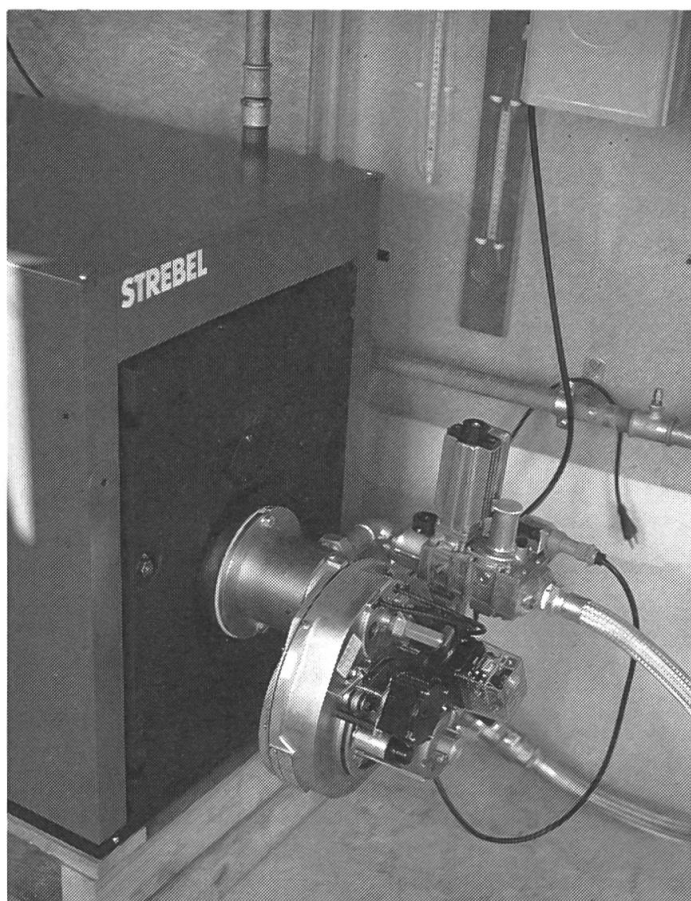
Gegenüber dem Betrieb mit Stadt- oder Erdgas liegt der Taupunkt der Rauchgase bei biogasbeheizten Geräten höher. Dieser richtet sich in erster Linie nach dem H_2S -Gehalt im Biogas. Als Richtwert kann ein Tau-

punkt von $100^\circ C$ bei Biogas mit bis zu 1000 ppm H_2S und ein solcher von $160^\circ C$ bei mehr als 2500 ppm H_2S angenommen werden. Damit keine Kondensationen entstehen, die zu Korrosionen führen, darf diese Temperatur im Schornstein nicht unterschritten werden. Dazu ist die Kesseltemperatur hoch zu halten, was aber auch zu höheren Strahlungsverlusten führt. Im weiteren können die Geräte – insbesondere bei hohem Schwefelwasserstoffanteil und bei atmosphärischen Brennern – stark verschmutzen. Eine periodische Reinigung der Kesselglieder, allenfalls mehrmals pro

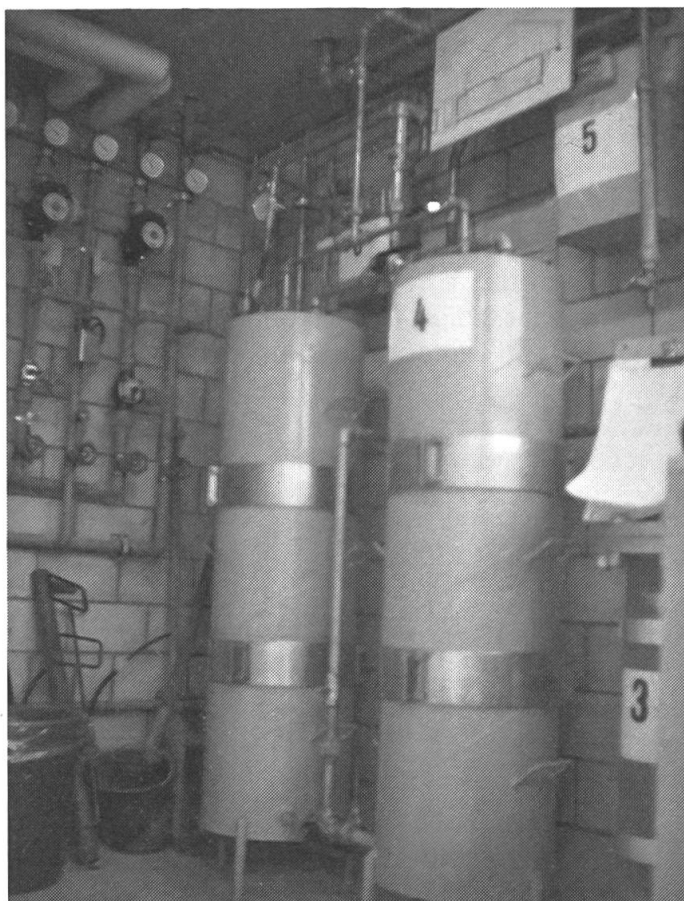
Jahr, ist Voraussetzung für einen einwandfreien Betrieb. Korrosions- und Verschmutzungsprobleme lassen sich vermeiden, wenn das Biogas vor der Nutzung entschwefelt wird.

Auswahl eines Heizsystems

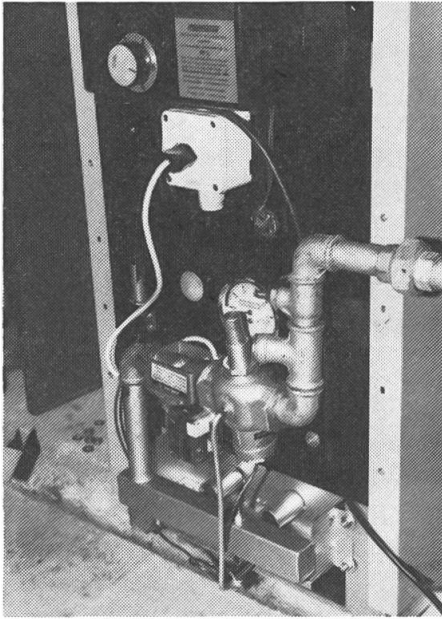
Bei der Auswahl eines Heizgerätes für die Verbrennung von schwefelwasserstofffreiem Biogas gibt es von technischer Seite her keine Einschränkungen. Bei allen Typen werden Geräte angeboten, die den Leistungsbereich bis unter 10 kW ab-



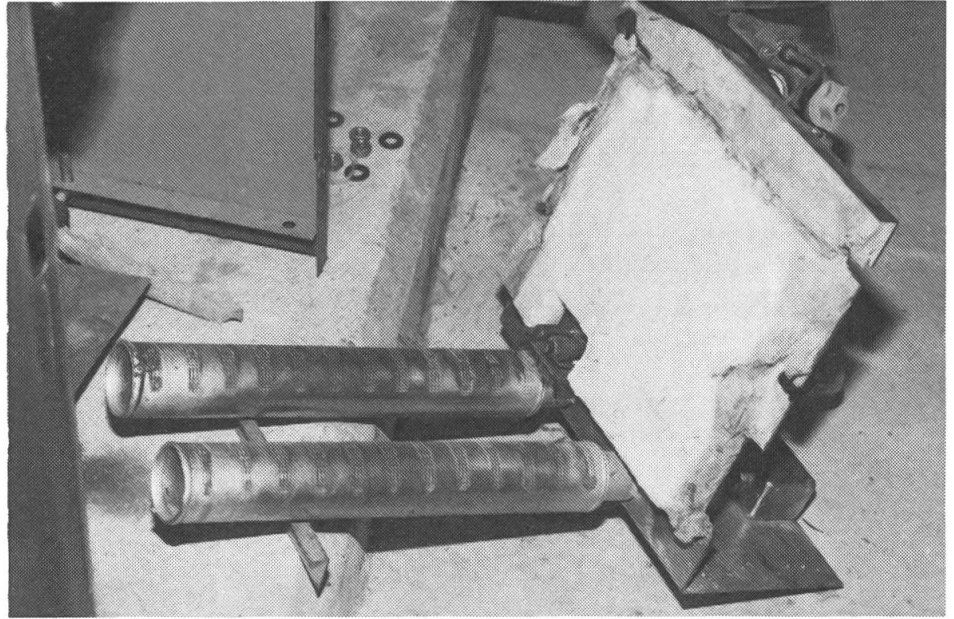
Im Rahmen der technischen Kommission 5 des SVLT für alternative Formen der Energiegewinnung und -nutzung ist am Kurszentrum in Riniken AG kürzlich zum ersten Mal ein Kurs über die richtige Installation und Wartung von Gasbrennern unter Verwendung von Biogas als Energieträger durchgeführt worden.



Biogas ist korrosiv. Die Lebensdauer der Apparate kann durch die Einschaltung einer Entschwefelungsanlage entscheidend verlängert werden.



Im Gegensatz zum Gebläsebrenner wird beim «atmosphärischen» Brenner die Verbrennungsluft vom ausströmenden Gas passiv mitgerissen. Die Gasdüsen befinden sich hinter der Gaszuleitung mit dem rechteckigen Profil.



Die beiden ausgebauten Hauptbrenner. Darüber ist die Austrittsöffnung des Gases für die Pilotflamme zum Zünden der Hauptbrenner sowie das Thermoelement zur Unterbrechung der Gaszufuhr im Falle einer Störung in der Brennkammer erkennbar.

decken, was bei Biogasanlagen z.B. für die Gärbehälterheizung nötig ist. Die relativ hohen Bereitschaftsverluste von rund 4% unterstreichen die Wichtigkeit einer richtigen Dimensionierung der Heizgeräte. Bei einer Auslastung von z.B. 50% wird der Bereitschaftswirkungsgrad 96%, bei einer solchen von 25% lediglich 88%. Unter Annahme eines Kesselwirkungsgrades von 85% ergeben sich Jahresbereitschaftswirkungsgrade von 82 resp. 75%.

Die atmosphärischen Brenner sind gegenüber der Kombination Gebläsebrenner/Heizkessel um einiges billiger. Dagegen müssen einige Nachteile in Kauf genommen werden. Der Kesselwirkungsgrad ist um rund 5% niedriger, Anpassung und Einstellung sind schwieriger. Weiter verlangen atmosphärische Geräte vom Biogassystem einen Vordruck von mindestens

8 mbar, um die Pilotflamme dauernd zu erhalten. Bei geschickter Biogasanlagensystemwahl kann dieser Druck auch durch die Produktion im Gärbehälter selbst erzeugt werden. Neben dem Vorteil eines höheren Kesselwirkungsgrades bieten die Gebläsebrenner, wie die Praxis gezeigt hat, in der Regel auch weniger betriebliche Probleme. Zudem besteht die Möglichkeit, mit einem Kombibrenner Gas und Öl im selben Heizkessel zu verbrennen. Um den nötigen Vordruck zu erzeugen, kann hier ein Druckerhöhungsgebläse eingesetzt werden, was dank der elektronischen Zündung nur während der Brennerlaufzeit in Betrieb zu sein braucht.

Einschränkungen bei der Verbrennung von Biogas ergeben sich durch den Schwefelwasserstoffgehalt. Geräte mit Teilen aus Buntmetall oder niedrige-

giertem Eisen können in kurzer Zeit korrodieren. Diesbezüglich haben sich Wandheizgeräte mit Kupferlamellenwärmeaustauschern schlecht bewährt, während mit Gusskesseln gute Erfahrungen vorliegen. Beim Betrieb mit schwefelwasserstoffhaltigem Biogas sollten die Schornsteine wärmegeklämt sein, um den Taupunkt nicht zu unterschreiten. Infolge der resultierenden, niedrigen Abgastemperaturen können auch Abgaswärmeaustauscher und Niedertemperatursysteme nicht eingesetzt werden. Da jedoch Brennwertkessel mit integrierten Abgaswärmeaustauschern immer häufiger und damit auch kostengünstiger auf dem Markt angeboten werden, dürfte sich die Reinigung des Biogases von Schwefelwasserstoff immer mehr aufdrängen. Dazu liegen auch bereits in der Praxis erprobte Reinigungsanlagen vor.