

Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse

Herausgeber: Electrosuisse

Band: 99 (2008)

Heft: 16

Artikel: Ökostrom aus Gasmotoren : statt zerstören Stoffe und Energie nutzen

Autor: Haltiner, Ernst W.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-855880>

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: 08.02.2026

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

Ökostrom aus Gasmotoren: Statt zerstören Stoffe und Energie nutzen

In der Gäranlage Chrüzlen wird jährlich aus über 10 000 t Biomasseabfällen Methangas gewonnen und damit eine vergleichbare Strommenge für über 850 Haushalte erzeugt. Statt Biomasse in einer Verbrennungsanlage zu zerstören, wird der natürliche Kreislauf dank Vergärung mit Gasnutzung und Stromerzeugung sowie dem Ausbringen der vergärten Masse und Rotte in der Landwirtschaft ökologisch geschlossen.

Biologische Abfälle aus Landwirtschaft, Gewerbe und Haushalt wurden jahrzehntelang unbehandelt deponiert, verrottet oder in KVA verbrannt. Dabei gehen wertvolle Biomasse und die darin gespeicherte (Sonnen-)Energie verloren. Die Langzeitfolgen

Ernst W. Haltiner

aus Deponien durch unkontrollierte Reaktionen mit Methangasbildung und der Grundwasserbelastungen sind beträchtlich.

Fermentersysteme mit Rückgewinnung der in der Biomasse eingespeicherten Energie zur Produktion von Biogas, als Mischung von Methan CH_4 (analog Erdgas) und CO_2 eröffnen neue Wege zum weitgehenden Schliessen des Stoffkreislaufs. Mit dem so gewonnenen Biogas können Gasmotoren-/Generatoreinheiten und Wärmeauskopplungssysteme zur effizienten Energieerzeugung betrieben werden.

Die Wiedag Recycling und Deponie AG Oetwil am See (ZH) erkannte die unternehmerischen Möglichkeiten und erstellte in ihrem Verwertungszentrum Chrüzlen eine Fermenteranlage «Kompogas» zusammen mit einer Gasmotoren-/Generatoranlage «Jenbacher/IWK» zur Verwertung des anfallenden Biogases. Aus jährlich über 10 000 t eingesammeltem Bioabfall werden 2 200 000 kWh (2007) Ökostrom, «nature-made-star-zertifiziert» erzeugt und ins öffentliche Netz des örtlichen Elektrizitätswerks eingespeist.

Christoph Hess, Geschäftsleiter, zu den bisherigen Erfahrungen: «Wir sind mit dem Betrieb und den erreichten Resultaten sehr zufrieden, insbesondere mit der hohen Verfügbarkeit der BHKW-Anlage von über 98% bezogen auf die Jahrestundenzahl. Der

Ausbau der Fermenteranlage mit einer zweiten Linie im Jahr 2007 ermöglichte eine Steigerung der Nutzung der Anlage bis nahe an die Leistungsgrenze der jetzigen Gasmotorenanlage.» Grundsätzlich kann eine Biogasanlage nach drei unterschiedlichen Prioritäten optimiert gefahren werden, wie Christoph Hess erläutert. Entweder wird die Maximierung der Energieproduktion, des Materialdurchsatzes im Fermenter oder der Qualität der Reststoffe (Rotte, Ausgangsprodukte) angestrebt. In der Praxis ergibt sich daraus eine Optimierungsaufgabe oder anders ausgedrückt «eine Art Gratwanderung».

Die Gasmotorenanlage in Chrüzlen wird über den Gasdruck gesteuert. Ein Gasbe-

hälter zur Zwischenspeicherung ist nicht vorhanden. Es kann zwischen Betrieb mit reinem Biogas, Betrieb mit reinem Propan oder mit einem Gemisch Biogas/Propan gewählt werden. Der Betrieb mit Propan wird nur für besondere Fälle beim Kaltstart der Fermenter zur Sicherung der notwendigen Wärmeversorgung benötigt. Die Steuerung des Gasmotors reagiert nach Betriebsartvorwahl automatisch auf die zugeführte Gasart.

Auf die Spitze getrieben

An der Vergärungsanlage Chrüzlen lassen sich die Entwicklung der Gasmotortechnik und der Kampf um die letzten Prozente beim Wirkungsgrad für die Stromproduktion dokumentieren. Bei bisherigen thermischen Verfahren zur Energiegewinnung fallen, bezogen auf die zugeführte Brennstoffmenge, höchstens 35% an elektrischer Energie an. Die übrigen 65% sind nutzbare Abwärme auf niedrigem Temperaturniveau, z.B. für Fernwärme oder in Kombination mit einer Wärmepumpenanlage. Der Absatz des mit Gasmotoren erzeugten Stroms ist gesichert, weniger aber derjenige für die Abwärme, wo entsprechende Abnehmer, idealerweise über das ganze Jahr, gefunden werden müssten.

Was ist Gärung?

Unter Fermentation oder Vergärung wird die Umsetzung biologischen Materials mit Hilfe von Bakterien, Pilzen oder Zellkulturen verstanden, dies entweder anaerob (ohne Sauerstoffzufuhr) oder aerob (mit Sauerstoffzufuhr).

Bei der **anaeroben** Vergärung erfolgt der das organische Material zersetzende Stoffwechselprozess ohne Beisein von Sauerstoff durch Mikroorganismen. Bei diesem Prozess (Methanogenese) entstehen CO_2 , Wasser und Energie in Form von Methan CH_4 sowie Kompostprodukte.

Die Bioabfälle aus Garten, Küche, Gewerbe und Lebensmittelindustrie werden vorgängig von Fremdstoffen befreit, zerkleinert, unter Zusatz von Presswasser und mit Vorwärmung dem Gärreaktor bzw. Fermenter zugeführt. Bei der Sortierung des anfallenden Materials werden Metalle und Kunststoffe (Folien) ausgeschieden, was eine allfällige Belastung des Komposts durch Schwermetall- und Chlorverbindungen weitgehend verhindert.

Für die anaerobe Fermentation ist ligninhaltiges Material wie Holz nicht geeignet.

Im Fermenter wird unter Luftabschluss (anaerob) die organische Struktur durch Mikroorganismen in Kompost und Biogas umgewandelt, bestehend aus ca. 64% Methan und ca. 35% CO_2 .

Der thermophile Gärvorgang erfolgt bei einer Temperatur von 55 bis 60 °C innert ca. zwei Wochen. Der Gärprozess erlaubt je nach Zusammensetzung des Inputmaterials die Gewinnung von 105 bis 130 m³ Biogas pro Tonne Biomasse, was vergleichsweise dem Energieinhalt von 70 Liter Benzin oder Dieselöl/Heizöl entspricht.

Die heutige Marktlage und Preisentwicklung verlangen daher vordringlich eine Maximierung des elektrischen Wirkungsgrades von kombinierten Systemen wie der WKK (Wärmelektrische Kopplung) oder der BHKW (Blockheizkraftwerke). Nachdem der Wirkungsgrad von Generatoren in den letzten Jahren schon auf technisch hohes Niveau gesteigert werden konnte, gilt es heute, alle Verbesserungsmöglichkeiten bei der Antriebsmaschine, insbesondere dem Gasmotor mit Fremdzündung (Ottoprinzip), auszunutzen.

Im Brennpunkt stehen dabei das Motorenkonzept, der Magerbetrieb mit Hochaufladung, die Klopfregelung und die Ausregelung/Erkennung der Gasqualität. «Ein patentiertes Verbrennungssystem mit ausgereiftem Motoren- und Anlagenmanagement sichert die Einhaltung der Emissionsvorschriften, aber auch der Spitzenwerte bei Wirtschaftlichkeit, Langlebigkeit und Verfügbarkeit», unterstreicht Joachim Maier, Geschäftsführer der IWK.

«An die Grenze zu gehen» bedeutet, dass der Gasmotor Spitzendrücke im Triebwerk weitgehend ausnutzt und in Bezug auf die Charakteristik der eingesetzten Gase, wie z.B. hinsichtlich Klopfestigkeit, optimiert wird. Die Regeltechnik zur selektiven Zündzeitpunktregelung und ausgefeilte Steuerungen mit Sensorik haben zwar ihren Preis, der aber über den Mehrerlös des wertvollen Ökostroms finanzierbar ist.

Gasmotoren der neuesten Generation ermöglichen die Verwendung sehr unterschiedlicher Gasarten, wie Biogas, Klärgas, Koksgas, Deponiegas, Grubengas, Pyrolyse/Holzgas. Selbst Schwachgase aus der Wirbelschichtvergasung von Holz mit einem Heizwert von 1,5 bis 3,5 kWh/Nm³ oder aus der Kunstharzproduktion mit einem Heizwert von nur noch 0,5 bis 0,6 kWh/Nm³ können in Gasmotoren energetisch genutzt werden. Am anderen, oberen Ende der Heizwertkala der bei Gasmotoren einsetzbaren Brennstoffe finden sich Erdgas, Propan, LNG.

Nebst dem Heizwert des Gases sind die sogenannte Methanzahl, die Zündgrenze und die laminare Flammgeschwindigkeit entscheidend für Technologie und Einsatz in Gasmotoren.

Umweltverträglichkeit dank Low-NO_x

Gasmotoren mit Magermischungs-Verbrennungsregelung gewährleisten unter allen Betriebszuständen das richtige Luft-Gas-Mischungsverhältnis und damit höchstmögliche Ausnutzung der eingesetzten Energie. «Damit werden die Abgasemissionen auf ein Minimum gesenkt und der Motorbetrieb stabil gehalten», erläutert



Bild 1 Gesamtansicht der Biogasproduktion Chrüzlen.

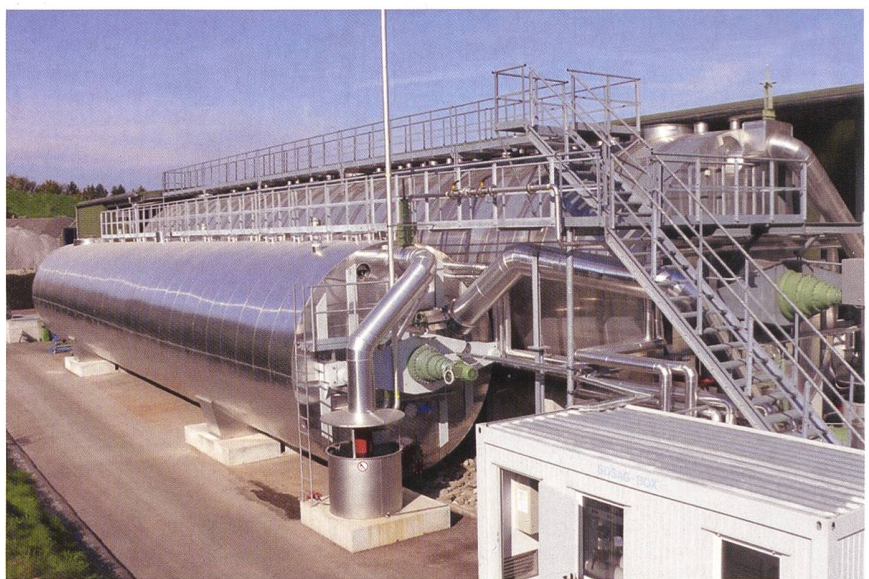


Bild 2 Fermenter in paralleler Anordnung.

Ing. Joachim Maier von IWK. «Bei den von uns eingesetzten Jenbacher-Gasmotoren sorgt das Leanox-System über eine spezielle Brennraumkonstruktion für eine wirkungsvolle Verbrennung.»

Die Leanox-Regelung schafft eine direkte Abhängigkeit zwischen Motorenleistung,

Ladedruck, Gemischtemperatur und NO_x-Emission. Der Einsatz von Lambdasonden zur Überwachung des Restsauerstoffs im Abgas erübrigt sich. Ein «Monitoring Ignition Control»-System ermöglicht die individuelle automatische Überwachung und Auswertung der Zündvorgänge und des Zustands

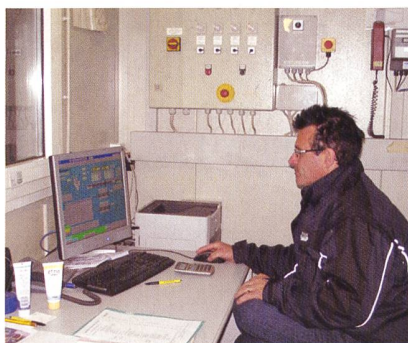


Bild 3 Betriebsleiter Christoph Hess in der Betriebszentrale.

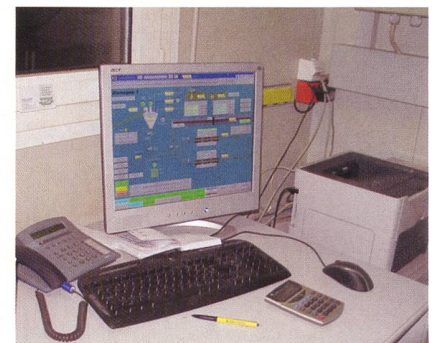


Bild 4 Anlagensteuerung mit Überwachung am PC.

Vergärungsanlage Chrüzlen

Verfahren	Trockenfermentation nach «System Kompogas». Einstufiger thermophiler Prozess zwischen 50 und 55 °C in kontinuierlicher Pfropfenströmung über ca. 2 Wochen Durchlauf
Einsatzmaterial	Total 10 000 t Bioabfälle aus Grüngut und Gartenabfällen sowie organische Abfälle aus der Speiseproduktionsindustrie
Biogasproduktion	Ca. 12 000 Nm ³ /a mit Methangehalt von 58 bis 64%

Produkte aus Gärprozess

Frischkompost für die Landwirtschaft	5000 t
Flüssiger Naturdünger (Presswasser)	4000 t
Reifkompost für den Gartenbau	500 t

Energieproduktion	Ökostrom, «naturmade-star-zertifiziert» Ca. 2 200 000 kWh el/a (2007)
-------------------	--

Abwärme des Motors für Eigenbedarf bei Trocknungsprozessen, Substratbeheizung, Hallenheizung und Trocknung von Holzschnitzeln in Drittanlagen

Gasmotor-/Generatoranlage (BHKW)

BHKW-System	GE Jenbacher, IWK Winterthur/Sarnen
Motorenbauart	8-Zylinder-4-Takt-Gasmotor, Magermischungsprinzip mit Fremdzündung
Zugeführte Biogasmenge bei Volllast	147 Nm ³ /h, ca. 852 kW
Motorenleistung	342 kW, mech.
Generatorleistung	330 kW el cos ϕ 1.0
Wärmeproduktion aus Motorkühlung	405 kW. Für Eigenbedarf im Sommer zu ca. 40%, im Winter zu 100% genutzt
Emissionswerte	NO _x max. 400 mg/ Nm ³ (bei 5% O ₂) CO max. 650 mg/ Nm ³ NMHC max. 150 mg/ Nm ³

Energieerzeugung, Bilanz Jahr 2007

Stromproduktion gesamthaft	2 223 000 kWh
Stromabgabe ans Netz	1 894 000 kWh
Eigenbedarf des Entsorgungszentrums	329 000 kWh
Betriebsstundenzahl	8610 Std./Jahr
Verfügbarkeit	98,3%
Stromproduktion durchschnittlich	258 kW
Stromnetzabgabe	220 kW

Bauherrschaft/Betreiber

Wiedag Recycling und Deponie AG, Oetwil am See
Ein Dienstleistungsunternehmen für Entsorgung von Reststoffen und Abfällen, Muldenservice, Sortieranlage, kommunale Entsorgung sowie Reaktor- und Reststoffdeponie mit einer Vergärungsanlage für Bioreststoffe

Planung und Bau

Gasmotoren und Generatoranlage: IWK Integrierte Wärme und Kraft AG.
IWK ist Teil der Dillier Holding AG, Sarnen, die im Transport- und Nutzfahrzeugbereich sowie in den Bereichen Entsorgung und Recycling, Energiesysteme und Dienstleistungen tätig ist.
Die IWK wurde vor 20 Jahren gegründet und ist Marktführer auf dem Gebiet der WKK-Anlagen und Generalvertreter der GE Jenbacher.

Gasmotor-/Generatorgruppe in Container: GE Jenbacher

Fermentieranlage: System Kompogas



Bild 5 Teilansicht Gasmotorkopf mit Zündkerzen und Abgassammler.



Bild 6 Kompakte Containeranlage mit Gasmotor-Generatoreinheit.

der Zündkerzen am Gasmotor. Beim derzeitigen Stand der Technik können in einem BHKW mit Gasmotoren bis zu 40% des Biogas-Energieinhalts in elektrischen Strom umgewandelt werden. Die restlichen 60% (Ab-)Wärme stehen zur Gebäudeheizung und für Prozesswärme zur Verfügung.

Angaben zum Autor

Ernst W. Haltiner, berat Ing., 9450 Altstätten, info@haltiner.ch

Résumé

Courant vert des moteurs à gaz: utiliser les substances et l'énergie plutôt que les détruire

L'installation de compostage et de méthanisation Chrüzlen récupère chaque année le méthane de plus de 10 000 tonnes de déchets de biomasse et produit l'équivalent d'électricité consommée par plus de 850 ménages. Au lieu de détruire la biomasse dans une usine d'incinération, on ferme le cycle naturel de manière écologique grâce à la méthanisation avec utilisation du gaz et production d'électricité, et grâce au fait de répandre la masse fermentée et le compost en agriculture.