

Betriebserfahrungen mit kleinen Gasmotoren

Kosten und Nutzen für den Deponie- und Biogasbetrieb

Mit dem Inkrafttreten des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) wurde der gasmotorischen Nutzung von Biogas neue Impulse verliehen. Es entstehen sehr viele Biogasanlagen, welche mit Gasnutzungsanlagen ausgerüstet werden. Der Leistungsbereich dieser Gasnutzungsanlagen reicht dabei von ca. 50 kW bis über 1 MW hinaus. Die Auswahl, welche Gasmotoren eingesetzt werden sollen, ist dabei von mehreren Faktoren abhängig. Dies betrifft besonders den untersten Leistungsbereich.

Aber auch im Deponiegasbereich ist die Installation von kleinen Gasmotoren interessant geworden, was besonders durch den allgemeinen Rückgang der Absaugvolumenströme während der Nachsorge unterstützt wird.

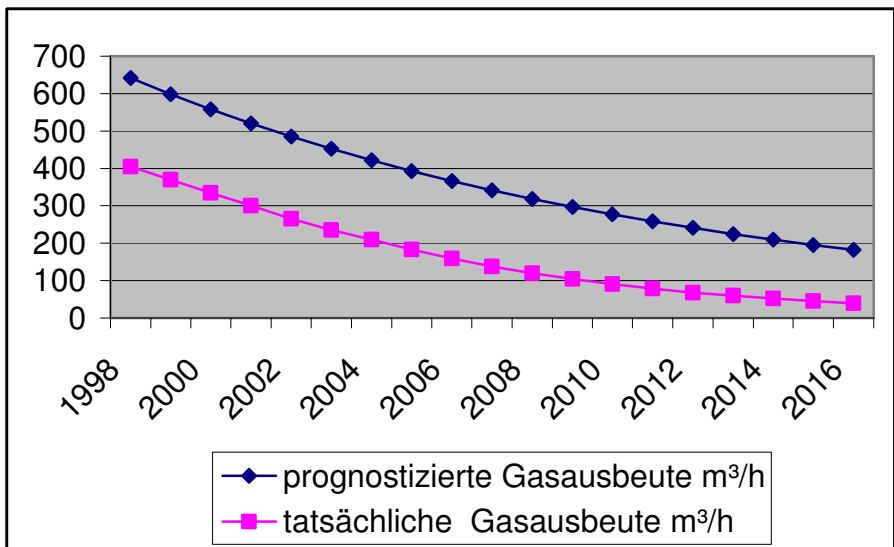
Aus den bisherigen Erfahrungen mit dem Betrieb von Gasmotoren haben sich folgende wesentliche Entscheidungskriterien für die Auswahl des Gasnutzers herauskristallisiert:

- Bereitstellbare Energie (Gasmenge und –qualität)
- Regelbarkeit der Leistung im Verhältnis zur installierten Leistung (Schwankungen in der Bereitstellung der Energiemenge)
- technische Redundanzen (gewünschte oder geforderte)
- Investition und laufende Kosten
- genehmigungsrelevante Eckdaten

Dimensionierung und technische Umsetzung der Deponiegasnutzung auf der Deponie Stockstadt

Das anfallende Deponiegas auf der Deponie Stockstadt wird seit 1998 in einem Gasmotor energetisch genutzt. Nach 6-jährigem Betrieb war die absaugfähige Deponiegasmenge soweit gesunken, dass der Motor im Teillastbereich mit 55 % Last (=ca. 250 kW_{el.}) betrieben werden musste. Da der Wartungsaufwand betriebsstundenabhängig ist, blieben die Aufwendungen für den Unterhalt der Maschine weitestgehend gleich. Bei ausreichender Gasqualität wäre zwar mit einem geringeren Verschleiß zu rechnen, da aber der Methangehalt im Deponiegas unter 50 Vol.% lag, wurde durch den hohen Anteil an Inertgas der Verschleiß wiederum erhöht. Es musste also mit geringeren Standzeiten der Zylinderköpfe, Zündkerzen etc. gerechnet werden.

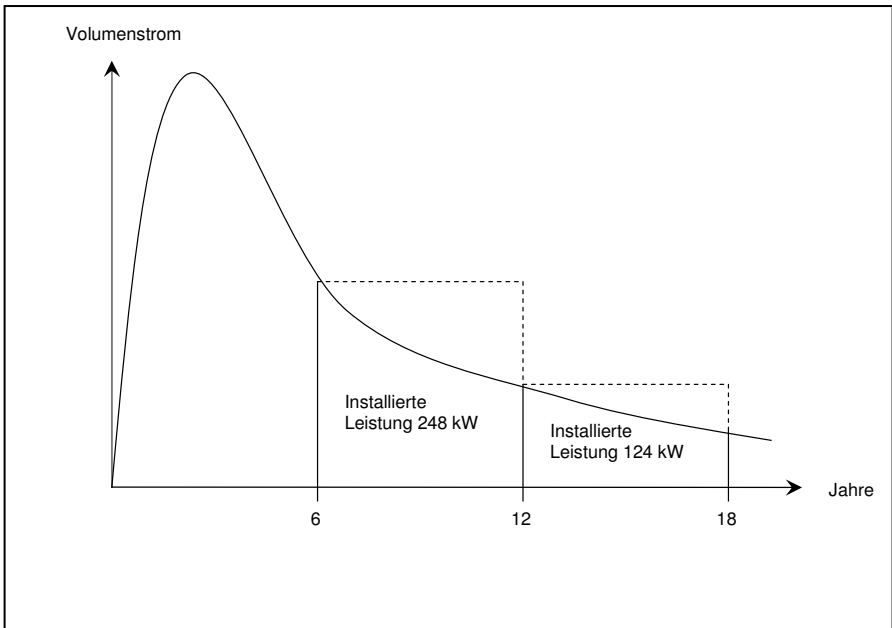
Darüber hinaus war mit einem weiteren Rückgang der Deponiegasabsaugmenge zu rechnen. Durch die Mülldeponie KG wurde eine Gasprognose aus dem Jahr 1998 zur Verfügung gestellt. Die prognostizierte Gasausbeute für das Jahr 2004 betrug hier 421 m³/h. Im tatsächlichen Betrieb können jedoch nur 210 m³/h abgesaugt werden. Betrachtet man die durchschnittlichen Jahresfördermengen der letzten Jahre, so lässt sich erkennen, dass jeweils nur die Hälfte der prognostizierten Menge abgesaugt wurde. Unter der Voraussetzung, dass dieser Trend sich auch in den nächsten Jahren so fortsetzen wird, ist mit einem Rückgang der Absaugbaren Gasmenge bis auf 40 m³/h im Jahr 2016 zu rechnen. Dieser Zusammenhang ist in folgendem Diagramm dargestellt:



Im Ergebnis dieser Überlegungen war eine Umgestaltung der gasmotorischen Deponiegasnutzung erforderlich. Dabei wurden zwei Varianten in Erwägung gezogen.

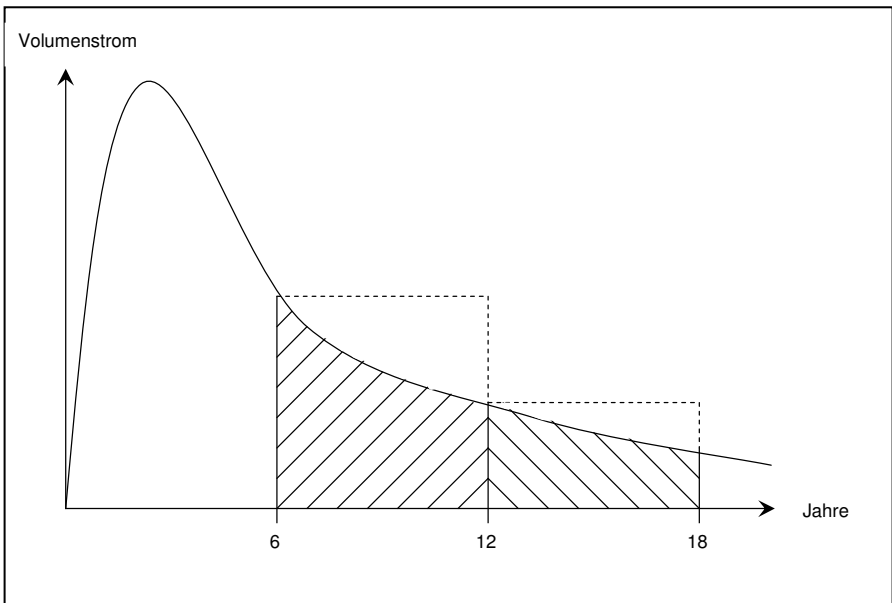
Aus technischer Sicht war zunächst der Austausch des bestehenden Gasmotors vom Typ TBG 616 V12K (460 kW_{el.}) gegen einen Gasmotor vom Typ TBG 616 V8 (250 kW_{el.}) sinnvoll. Bei dieser Variante war die weitere Nutzung der bestehenden Schaltanlage sowie einiger peripheren Komponenten möglich. Jedoch waren einige Anpassungen sowie eine allgemeine Ertüchtigung der Anlage erforderlich, was dazu führte die Installation einer neuen Gasmotorenanlage mit zwei kleineren Motoren (je 125 kW_{el.}) in Betracht zu ziehen.

Ausgehend von den eingangs erwähnten Entscheidungskriterien wurden die beiden Varianten zunächst hinsichtlich der verfügbaren Gasmenge anhand der Gasprognose und der tatsächlichen Absaugmenge gegenübergestellt. Dabei wurde festgestellt, dass bei dem Einsatz von zwei kleinen Gasmotoren aufgrund des höheren Regelbereiches bezogen auf die installierte Leistung, eine wesentlich längere Deponiegasnutzung auf der Deponie Stockstadt zu erwarten ist. Im folgenden Diagramm ist dieser Zusammenhang dargestellt:



Wie aus der Grafik erkennbar ist, kann mit einer Verdoppelung der Nutzungsdauer des Deponiegases gerechnet werden.

In den schraffierten Flächen der folgenden Abbildung wurde die verfügbare chemische Energie dargestellt, welche der Gasnutzung zur Verfügung gestellt wird und ein Maß für die zu erwartenden Erlöse aus der Stromeinspeisung ist:



Diese Energiemenge wird natürlich gemindert durch den Wirkungsgrad des Motors und letztlich durch die Verfügbarkeit der Anlage, bevor sie als vergütbare Elektroenergie eingespeist werden kann.

Der größere Regelbereich, der beim Einsatz von zwei kleineren Motoren zur Verfügung steht, erhöht aber auch im normalen Deponiegasabsaugbetrieb die technische Flexibilität der Deponiegasnutzungsanlage. Bei temporären Abschaltungen von Gasfassungselementen oder ganzer Gasfassungsabschnitte (Defekte, Reparaturen oder Bauarbeiten) kann hier unter

Umständen ein Motor notfalls auch im Teillastbereich weiter betrieben werden.

Ferner ist davon auszugehen, dass durch die beiden kleineren Motoren bei möglichen motorenspezifischen Störungen nur die betroffene Maschine abgestellt wird, während die andere Maschine weiter laufen kann. Im Vergleich zur größeren Maschine heißt das, dass bei Ausfall einer Zündkerze maximal nur 50% der installierten Leistung abgestellt wird und nicht die gesamte Deponiegasnutzung. Im Ergebnis dessen ist mit einer insgesamt höheren Verfügbarkeit der Anlage bezogen auf die Laufzeit und auf die installierte Leistung zu rechnen.

Erwartungsgemäß war die Investitionssumme für die beiden kleineren Motoren deutlich höher als die für die andere Variante. Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde für beide Varianten die durchschnittliche Verfügbarkeit der Gasmotorenanlage in den vorangegangenen Jahren zugrunde gelegt. In Abhängigkeit der verfügbaren Gasmenge, der Laufzeit der jeweiligen Gasnutzung und der Wartungskosten konnte die Wirtschaftlichkeit für die Variante mit zwei Motoren nachgewiesen werden. Im Vergleich beider Varianten war das Betriebsergebnis für die Variante mit zwei Motoren um ca. 5% schlechter. Dennoch entschied sich der Betreiber für die Variante mit zwei kleineren Motoren, da die Deponiegasnutzung

deutlich länger betrieben werden kann und durch die zu erwartende höhere Verfügbarkeit ein um 10% besseres Ergebnis möglich ist.

Die genehmigungsrechtliche Prozedur am Standort Stockstadt verlief unproblematisch, da in der ursprünglichen Genehmigung der Gasmotorenanlage bereits zwei Motoren berücksichtigt waren. Über eine einfache Änderungsanzeige konnte hier die Zustimmung seitens der Behörden erwirkt werden.

Der Bau der BHKW-Anlage wurde Ende Oktober 2005 beendet. Die bisherigen Betriebserfahrungen bestätigen die prognostizierte höhere Verfügbarkeit der Anlage.

Seit der Inbetriebnahme kam es nur zu einem Ausfall der Gesamtanlage infolge eines Netzausfalles. Alle weiteren Stillstände waren auf durchzuführende Wartungen und vereinzelte Störungen an den Motoren zurückzuführen. Die Verfügbarkeit stieg im Vergleich zur alten Maschine um 10% und erreichte seit Inbetriebnahme einen Wert von 96 %.

Biogasverwertung auf den Biogasanlagen Schweinfurt und Hausbreitenbach

Auf der Biogasanlage Schweinfurt steht eine Gasmenge zur Verfügung, mit der eine elektrische Leistung von ca. 460 kW erzeugt werden kann. Bei der technischen Umsetzung entschied man sich für den Einsatz zweier 6-Zylinder-MAN-Motoren mit je 190 kW_{el.}

Auf der Biogasanlage Hausbreitenbach steht eine Gasmenge für die Verstromung von 150 kW_{el.} zur Verfügung. Hier entschied man sich für den Einsatz einer 6-Zylinder Liebherr-Maschine mit 143 kW_{el.}

Beide Motorenanlagen wurden so ausgeführt, dass die Motoren notfalls auch mit Propangas betrieben werden können und verfügen über einen Gasspeicher zur Zwischenlagerung des Biogases.

Die Regelbarkeit der Leistung in Bezug zur installierten Leistung liegt bei der Anlage Schweinfurt bei 25...100% und in Hausbreitenbach bei 50...100%.

Auf beiden Anlagen verläuft der Motorenbetrieb normal wobei sich auf der Anlage Schweinfurt das Konzept mit zwei Gasmotoren als sehr vorteilhaft erweist.

Da die Wärmeversorgung auf der Anlage Hausbreitenbach für die biochemischen Prozesse im Reaktor durch die Motoren erfolgt, ist diese bei Motorenausfall gefährdet. Schlimmstenfalls kann dies zum Erliegen der gesamten biochemischen Prozesse und damit zum Stillstand der gesamten Anlage führen. Der Wiederanlauf der gesamten Anlage ist dann sehr aufwendig, da der Gasmotor zunächst mit Propangas gestartet wird, um die für den Prozess erforderliche Wärme zur Verfügung zu stellen. Erst nachdem die Biologie wieder normale Betriebswerte aufweist, kann der Motor wieder für den Biogasbetrieb umgestellt werden.

Um die Auswirkungen dieses Defizits zu minimieren, hat der Betreiber ein umfangreiches Ersatzteillager angelegt zu dem unter anderem ein kompletter Austauschmotor gehört. Die weiteren Überlegungen gingen dahin, dass ein zweites Aggregat installiert werden sollte, welches mit dem vorhandenen identisch ist. Dabei war ein wechselseitiger Betrieb der Motoren vorgesehen.

Nachdem alle Varianten wirtschaftlich betrachtet wurden, entschied sich der Betreiber für die Installation einer separaten Warmwasserversorgung, welche für diesen Fall die Wärmeversorgung im Anlaufprozess übernehmen soll, da sich Propangasbetrieb des Motors als zu kostenintensiv darstellte.

Auf der Anlage Schweinfurt ging man diesem Problem durch die Installation von zwei Motoren weitestgehend aus dem Weg. Bei Ausfall eines Motors muss lediglich die Biogasproduktion gedrosselt werden um das Biogas nicht abfackeln zu müssen.

Eine ähnliche Situation entsteht bei Betriebsbeeinträchtigungen in der Biogasproduktion. So kann die Biogasproduktion in Hausbreitenbach nicht unterhalb von 50% der betriebsüblichen Gasmenge gesenkt werden, um einen einwandfreien Motorenbetrieb sicherzustellen. In Schweinfurt kann die Biogasproduktion auf 25% der betriebsüblichen Gasmenge gesenkt werden.

Bei der Betrachtung der Investitions- und laufenden Kosten sind beide Anlagen nicht vergleichbar. Es stellt sich vielmehr die Frage, wie verhalten sich Investitions- und laufende Kosten wenn man in Hausbreitenbach zwei Motoren mit je 75 kW_{el.} und in Schweinfurt einen Motor mit 460 kW_{el.} installiert hätte. Da es sich in beiden Fällen zum Zeitpunkt der Entscheidung um neue Anlagen handelte, ist nicht von einem deutlichen Kostenunterschied zwischen der Variante mit einem Motor zu der Variante mit zwei Motoren auszugehen.

Für die Anlage in Schweinfurt gilt Gleiches für die laufenden Kosten. So ist im Vergleich der beiden 6-Zylinder MAN-Motoren zur 12-Zylinder-Deutz-Maschine mit 460 kW kaum ein Unterschied in den laufenden Kosten zu erwarten.

Bei der Anlage Hausbreitenbach ist dagegen mit spürbar höheren laufenden Kosten zu rechnen. Unsere Betriebserfahrungen mit einem Deponiegasmotor mit 80 kW_{el.} zeigen, dass die laufenden Kosten im Vergleich zur vorhandenen Liebherr-Maschine nicht deutlich geringer sind. Es ist daher davon auszugehen, dass die laufenden Kosten für zwei kleinere Motoren deutlich höher liegen werden als für eine große Maschine. Am Standort Hausbreitenbach wäre es dennoch die technisch und auch wirtschaftlich sinnvollere Lösung gewesen, da die höhere Flexibilität der Anlage bei zwei Motoren insgesamt zu einem wirtschaftlicheren Betrieb der Gesamtanlage führen würde.

Fazit

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Schaffung eines größeren Regelbereiches der Motorenanlage sowie die Realisierung von Redundanzen einen wesentlichen Vorteil für den Betrieb von Gasmotoren im Deponiegasbereich aber insbesondere bei Biogasanlagen aufweist. Dieser Vorteil steigt mit der Größe der

installierten Leistung, ist aber auch noch bei kleinen Leistungen wirksam. Ein sehr wesentlicher Faktor ist dabei der übliche tägliche Wettstreit um die Verfügbarkeit der Motoren. Hier spielt insbesondere eine gute Zusammenarbeit zwischen Anlagenhersteller, Betreiber und dem technischen Service eine tragende Rolle.

Anschrift des Verfassers:

Wolfgang Göbel

Göbel Energie- und Umwelttechnik

GmbH & Co. KG

Fehmarnstrasse 11

D-24782 Büdelsdorf

Telefon: 04331-20100-0

Fax: 04331-20100-29

eMail: goebel@goebel-technik.de

www.goebel-technik.de