

Jahresbericht 2001, 15. Dezember 2001

Projekt

Mikroturbine in Biogasanlage

Test der Alltagstauglichkeit

Autor und Koautoren: Markus Widenhorn, Daniel Würzler
beauftragte Institution: ABB Energie Services Schweiz, Kompogas AG
Adresse Thurgauerstrasse 54, 8050 Zürich bzw Rohrstrasse 36, 8152
Glattbrugg
Telefon, 01 306 89 49; bzw 01 809 71 00
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer 42443/82332
Dauer des Projekts (von – bis) 1.7.01 bis 31.12.02

ZUSAMMENFASSUNG

Um die Energiequelle Biogas in Zukunft stärker zu nutzen, muss für Biogasproduzenten eine wirtschaftlichere Technologie zur Veredelung ihres Produktes zu Elektrizität gefunden werden. Die Mikroturbinen-Technologie stellt durch ihr grundsätzlich einfaches Wirkprinzip, kleine Baugrösse und lange Wartungsintervalle eine attraktive Lösung dar.

Die speziell gebaute Biogasturbine ist auf dem Gelände der KOGAS AG in Niederuzwil in einem eigens zu diesem Zweck entworfenen und gebauten Container aufgestellt und installiert worden. Die Turbine wird mit Biogas betrieben und kann netzparallel Elektrizität an das Hausnetz abgeben. Jüngste Erkenntnisse haben eine Anpassung der Brennkammer für die Mikroturbine vor der Auslieferung notwendig gemacht und dadurch den Installationsbeginn verzögert. Dies konnte Dank sehr engagiertem Einsatz aller Beteiligten seitens ABB und Kompogas durch einen zügigen Aufbau kompensiert werden. Die ersten Versuchsergebnisse vom 14. Dezember 2001 sind vielversprechend: Die Mikroturbine lässt sich auch bei Ansaugtemperaturen knapp unter dem Gefrierpunkt zünden. Bemerkenswert ist dabei, dass auf jegliche Zündbrennstoffe verzichtet wurde. Das Halten der Flamme beim Kaltstart erfordert noch immer viel Fingerspitzengefühl für die Maschinenparameter; das Verhalten der warmen Turbine ist hingegen weniger problematisch. Zur Kondensatabscheidung auf der Hochdruckgasseite wurden neue Wege beschritten. Durch die kalte Witterung stellte die Kondensatabscheidung am Verbraucher bisher keine Schwierigkeit dar. Dies wird in den Sommermonaten zu weiteren Erkenntnissen führen.

Damit die derzeit erreichbare Maximalleistung von 85 kW auch unter wechselnden Bedingungen auf den geplanten Wert von 97 kW angehoben werden kann, müssen Betriebsparameter wie Druck, Drehzahl und deren Änderungsgeschwindigkeit automatisch der entsprechenden Betriebssituation angepasst werden können. Diese Parameterversuche sind sehr aufwendig. Sie sind aber eine wichtige Voraussetzung, um die Biogasverstromung wirtschaftlicher zu machen. Mit diesen positiven Ergebnissen bei relativ ungünstigen Randbedingungen darf bei konsequenter Versuchsweiterführung bis zum Projektende mit der Erfüllung aller Projektziele gerechnet werden.

Projektziele

Um die Energiequelle Biogas in Zukunft stärker zu nutzen, muss für Biogasproduzenten eine wirtschaftlichere Technologie zur Veredelung ihres Produktes zu Elektrizität gefunden werden. Die Mikroturbinen-Technologie stellt durch ihr grundsätzlich einfaches Wirkprinzip und die grossen Wartungsintervalle eine attraktive Lösung dar. Auch die Chance, ohne fossile Zündbrennstoffe auszukommen oder Hochtemperaturwärme zur Hygienisierung auszukoppeln kommen dem wirtschaftlichen Erfolg der Biogaserzeuger entgegen. Diese Vorteile können aber nur genutzt werden, wenn der Anwender nicht mit der Anpassung eines Standardmodules an seine Betriebsverhältnisse alleingelassen wird. Vielmehr muss ein Turbinenmodul zur Verfügung gestellt werden, das bereits für die zu erwartenden Betriebsverhältnisse eingerichtet und optimiert ist. Der wirtschaftliche Erfolg dieser Anwender hilft sehr nachhaltig, die Nutzung der Biogasenergie in der Schweiz zu intensivieren.

In diesem Projekt soll die Alltagstauglichkeit der Biogas-Mikroturbine in einem Feldversuch erreicht und nachgewiesen werden. Die Ziele des Versuchsprogrammes sind im Einzelnen:

- Erstes Ziel des vorliegenden Versuchsprogrammes ist, nachzuweisen, dass die BMT100 nicht nur unter Laborbedingungen sondern auch im rauen Betriebsalltag z.B. eines Kompogas-Prozesses ihre Funktion erfüllt.
- Zweitens sollen die Grenzen ausgelotet werden, unter welchen die volle Zuverlässigkeit gewährleistet wird.
- Am realen Beispiel soll der Aufwand für Unterhalt getestet werden.
- Drittes Ziel ist, festzustellen, ob die Grenzen der optimalen Verfügbarkeit durch erhöhten Aufwand z.B. gesteigerten Wartungsaufwand erweitert werden können
- Kenntnis über die Empfindlichkeit auf Wassergehalt im Biogas
- Es sollen Anhaltspunkte über die zu erwartende Lebensdauer gefunden werden.
- Versuche zur Nutzung der Abwärme auf verschiedenen Temperaturniveaus.
- Reaktion auf Änderung der Gasqualität
- Kontrolle Emissionsverhalten

Spezielle Ziele für das Berichtsjahr waren den Versuchsaufbau sowie der grundsätzliche Nachweis, eine Mikrogasturbine mit Biogas betreiben zu können

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Die speziell gebaute Biogasturbine Bild 1 ist samt den zugehörigen Gaskompressoren auf dem Gelände der KOGAS AG in Niederuzwil in einem eigens zu diesem Zweck entworfenen und gebauten Container (Bilder 2 und 3) aufgestellt und installiert worden.

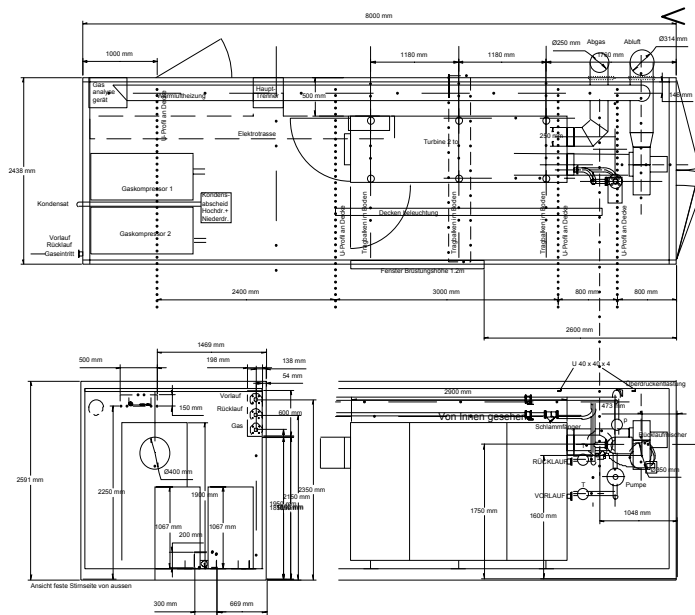


Bild 1 Grundriss und Schnitt durch den Maschinencontainer



Bild 2 Mikroturbine und Kompressor im Spezialcontainer.



Bild 3: Ansicht von der Ansaugseite

Damit wurde dem Wunsch vieler Biogaserzeuger nach einfachen und übersichtlichen Schnittstellen entsprochen: Nach derzeitigem Stand sind nur Heizungsvorlauf , Heizungsrücklauf und Biogaseintritt vorgesehen (Bild 4 Prozessübersicht).

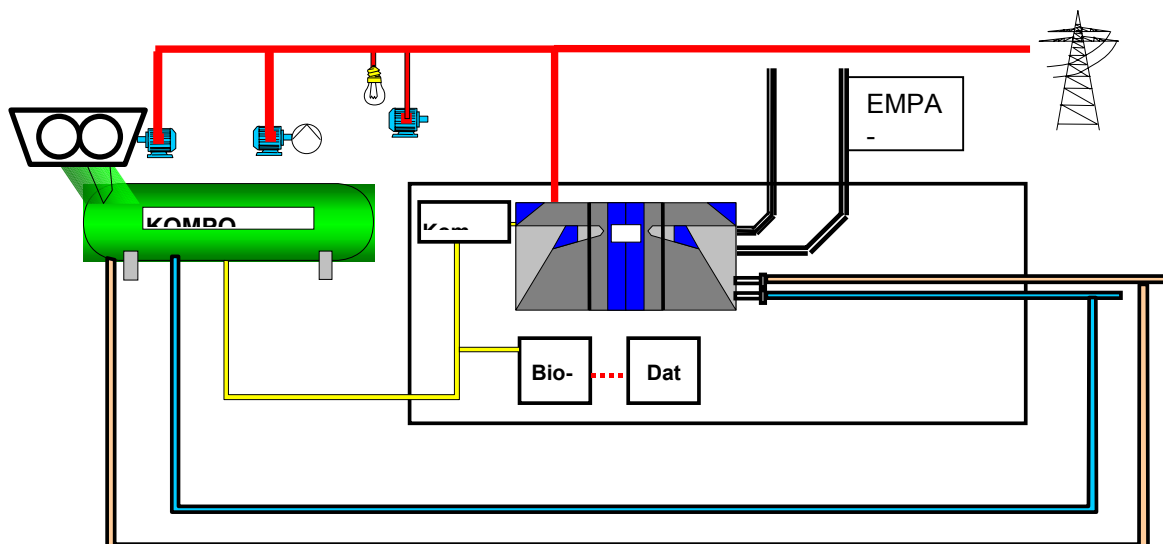


Bild 4 Prozessübersicht

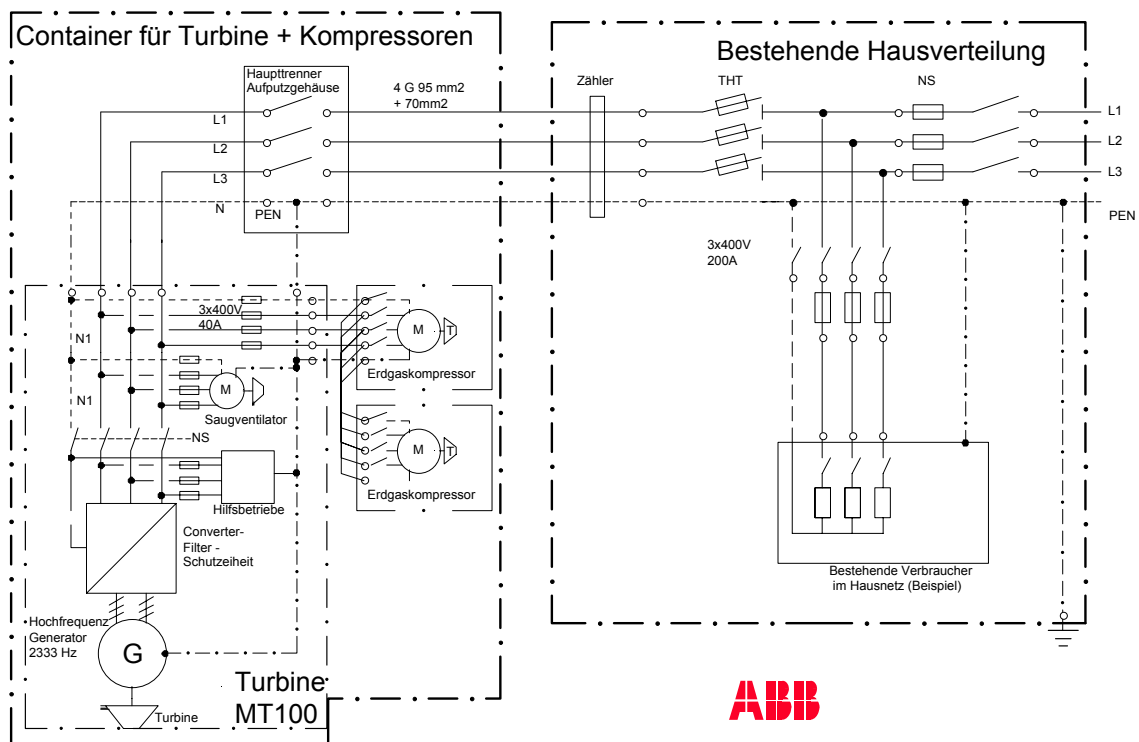


Bild 5 Elektroschema

Die elektrischen Schnittstellen beschränken sich auf einen 200A-Sicherungsabgang (Bild 5: Elektroschema) sowie grundlegendste Signale: EIN/AUS/Betrieb/Störung. Die dazu erforderliche Fundamente und Versorgungsleitungen wurden von der Kompogas AG hergestellt. Die Turbine wird mit Biogas betrieben und kann netzparallel Elektrizität an das Hausnetz abgeben. Bei der Wahl der gasführenden Teile wurde dem Korrosionsschutz grosse Beachtung geschenkt. Jüngste Erkenntnisse haben eine weitere Anpassung der Brennkammer für die Mikroturbine vor der Auslieferung notwendig gemacht und dadurch den Installationsbeginn verzögert. Dies konnte Dank sehr engagiertem Einsatz aller Beteiligten seitens ABB und Kompogas durch einen zügigen Aufbau kompensiert werden.

Die beiden Gaskompressoren sind von hermetischer Bauart und erzeugen nachgewiesenermassen keine Ex-Zone und sind ebenfalls im Container untergebracht. Auch Abluft und Abgasanlagen sind im Container integriert. Die Turbine saugt sowohl ca. 3000 m³/h Verbrennungsluft als auch bis zu 3600 m³/h Kühlluft via Filter aus dem Containerinnenraum. Die Spülung des Raumes ist so optimal gewährleistet (150facher Luftwechsel). Dies hat vor allem beim Versuchsteam für kalte Nasen gesorgt. Dem TISG sei an dieser Stelle für die wertvollen Ratschläge zur sicheren Ausführung gedankt.

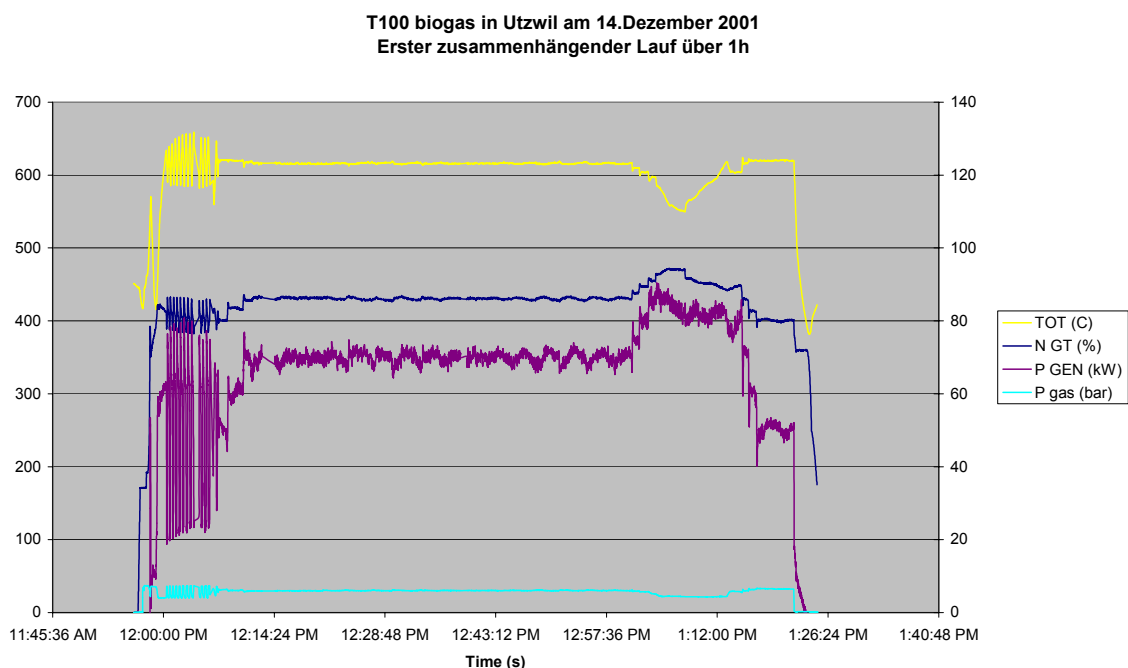


Bild 6: Lauf-Diagramm Von oben nach unten:

TOT, Drehzahl, Leistung und Gasdruck vor Brennkammer über der Laufzeit
(TOT= Turbine Outlet Temperature = Turbinenauslasstemperatur)

Die ersten Versuchsergebnisse vom 14. Dezember 2001 sind vielversprechend: Die Mikroturbine lässt sich auch bei Ansaugtemperaturen knapp unter dem Gefrierpunkt zünden. Bemerkenswert ist dabei, dass auf jegliche Zündbrennstoffe verzichtet wurde. Das Halten der Flamme beim Kaltstart erfordert noch immer viel Fingerspitzengefühl und Handeingriffe für die Maschinenparameter; das Verhalten der warmen Turbine ist hingegen weniger problematisch und es ist ein stabiler Betrieb möglich. Das Bild 6 zeigt den ersten längeren Lauf der Turbine bei 70kWe nach der Beseitigung einiger Regelschwünge (links im Bild). Nach einer Stunde wurde die Maximalleistung der ersten Versuchs-Version getestet und es wurden ca. 85 kWe erreicht. Zur Kondensatabscheidung auf der Hochdruckgasseite wurden neue Wege beschritten. Durch die kalte Witterung stellte die Kondensatabscheidung am Verbraucher bisher keine Schwierigkeit dar. Dies wird in den Sommermonaten zu weiteren Erkenntnissen führen.

Ein beiläufig erhaltenes Versuchsergebnis ist die geringe Schallabstrahlung ausserhalb des Containers, obwohl dieser über keine speziellen Isolationen verfügt. Quantitative Messungen werden gegen Ende der Versuchsreihe durchgeführt.

Nationale Zusammenarbeit

Da eines der Ziele die Praxistauglichkeit ist, muss diese sinnvollerweise durch Anwender in der Schweiz definiert werden. Daher sind die Bedürfnisse sowohl von industriellen Anwendern wie

auch von landwirtschaftlichen Anwendern in Diskussionen ermittelt worden. Eine Konsequenz hieraus ist z.B. die Versuchsdurchführung in einer kommerziell betriebenen Anlage. Vorversuche mit einer künstlichen Mischung aus Methan und CO₂ sind aufwendige Methoden mit sehr eingeschränkter Aussagekraft. Beim Entwurf des Gassystemes sind wertvollen Ratschläge des TISG eingeflossen.

Durch die Unterstützung des BFE sowie die strikt zielorientierte Zusammenarbeit der *ABB Energie Services Schweiz* und der *Kompogas AG* konnten die Lösungen schneller und früher gefunden werden, als bei Projekten mit ähnlichen Zielsetzungen im Ausland.

Bewertung 2001 und Ausblick 2002

Die grösste Hürde in der Machbarkeit ist mit der Zündbarkeit des Biogases mit nur 55% Methan genommen. Der Weg bis zur Alltagstauglichkeit ist zwar noch weit aber überschaubar.

Damit die derzeit erreichbare Maximalleistung von 85 kW auch unter wechselnden Bedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit und Methangehalt) auf den geplanten Wert von 97 kW angehoben werden kann, müssen Betriebsparameter wie Druck, Drehzahl und deren Änderungsgeschwindigkeit automatisch der entsprechenden Betriebssituation angepasst werden können. Diese Parameterversuche sind sehr Zeit – und Kostennintensiv. Sie sind aber eine wichtige Voraussetzung, um die Biogasverstromung wirtschaftlicher zu machen.

Mit diesen positiven Ergebnissen bei relativ ungünstigen Randbedingungen darf bei konsequenter Versuchsweiterführung bis zum Projektende mit der Erfüllung aller Projektziele gerechnet werden.