Valorisation du biogaz dans une installation industrielle

Autor(en): **Kratzer, D.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **72 (1981)**

Heft 24

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-905187

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

processus de transformation chimique limitent rapidement toute prétention à une production quelque peu régulière.

Après 3 ans d'expérience, les compteurs permettent de relever les moyennes suivantes:

- production moyenne annuelle du Totem 14 500 kWh
- complément fourni par le réseau 11 100 kWh/an
- fourniture de l'abonné au réseau 9 600 kWh/an
- consommation propre de l'abonné 16 000 kWh/an

Il ressort de ces résultats la grande interdépendance entre le réseau utilisé comme réservoir et l'autoproducteur, afin de palier aux insuffisances momentanées et permettre l'absorption des excédents.

D'autre part, si la génératrice devait subvenir complètement aux besoins énergétiques de la ferme, elle serait inutilement surdimensionnée, et le gaz devrait être stocké pour couvrir les pointes de consommation courtes et élevées.

Notons encore que la production totale du totem, dans cette exploitation, avoisine 11% de sa capacité de production maximum, valeur relativement faible comparée à d'autres moyens de production.

Il faut cependant relever que l'installation de l'agriculteur de Montherod lui aura permis de substituer une partie de l'énergie électrique achetée au réseau et de diminuer sa consommation de mazout; l'utilisation d'une mini-centrale chaleur-force trouve toute sa raison d'être, surtout en hiver, lorsque l'énergie thermique produite peut être pleinement récupérée et utilisée.

3. Conclusions

En conclusion, on peut constater que le caractère expérimental de l'installation est une réussite totale.

Cette installation a montré les limites «in situ» d'une telle forme d'exploitation.

L'agriculteur a pu acquérir partiellement une indépendance énergétique.

Par contre, une certaine réserve est nécessaire quant aux possibilités effectives de substitution d'énergie offertes par le biogaz, au niveau de la production nationale, tout en restant conscient que c'est grâce à de tels essais qu'un jour peut-être une petite partie de nos besoins sera couverte par des énergies douces.

Adresse de l'auteur
J.-P. Brun, directeur de la Société Electrique des Forces de l'Aubonne, 1170 Aubonne.

Valorisation du biogaz dans une installation industrielle

Par D. Kratzer

Abwasserreinigungsanlagen sind relativ grosse Energieverbraucher. Es lässt sich aber durch Verwendung des aus dem Klärschlamm gewonnenen Faulgases eine wesentliche Reduktion des Energiebedarfs erzielen. Am Beispiel der Anlage Roche der interkommunalen Klär- und Kehrichtverwertungsanlage Vevey-Montreux wird diese Möglichkeit erläutert.

Les installations d'épuration des eaux usées sont des consommateurs d'énergie relativement importants. On peut cependant réaliser par la récupération des gaz de digestion qui sont produits par les boues une considérable réduction du besoin en énergie. Cette possibilité est illustrée par l'exemple du service intercommunal SIEG Vevey-Montreux, dans le cadre de son usine de traitement des boues d'épuration de Roche.

1. Introduction

Le cadre dans lequel se situe l'expérience de valorisation du biogaz dans une installation industrielle est classique pour le domaine de l'épuration des eaux usées.

En effet, pour la plupart des stations d'épuration, les boues produites (en fait les matières retirées des eaux usées) subissent un premier traitement de stabilisation: la digestion. Cette opération a pour but d'éliminer les matières organiques les plus volatiles contenues dans les boues. Ces matières sont souvent malodorantes et leur transformation en gaz permet d'obtenir au niveau de la boue un produit relativement stable qui peut être utilisé en agriculture.

D'autre part, dans le cadre d'une filière de traitement des boues, comme c'est le cas à l'usine SIEG de Roche, l'opération de digestion permet une réduction sensible à la fois de la quantité de matière sèche et du volume des boues à traiter au stade de la déshydratation mécanique et de l'incinération.

A Roche, usine dimensionnée pour traiter les boues de plus de 100000 habitants, l'opération de digestion est réalisée dans deux réacteurs fermés de forme cylindro-conique et de 2700 m³ de capacité unitaire. Le premier réacteur est maintenu en anaérobiose à une température de 35 °C et la boue est introduite régulièrement, tous les jours. C'est dans ce réacteur qu'intervient, par le biais d'une action biologique, la transformation d'une partie de la matière organique des boues en biogaz.

Le biogaz produit contient environ 65% de gaz méthane et environ 35% de gaz carbonique. D'autres composants, tels l'hydrogène sulfureux, l'azote etc. se retrouvent dans le gaz mais en très petites quantités (en tout, moins de 0,5%).

Le deuxième réacteur est utilisé comme épaississeur afin de réduire le volume résiduel à traiter. Le gaz produit est récupéré au sommet des deux digesteurs et ensuite stocké dans un gazomètre de 4000 m³ de capacité, après avoir subi un traitement de désulfurisation.

Afin de situer d'une manière plus précise le contexte «industriel», on peut s'appuyer sur quelques-uns des chiffres du bilan annuel du traitement de l'usine de Roche:

- *population raccordée:* environ 50000 habitants
- *quantité de gaz produit:* environ 550000 m³ de gaz, soit l'équivalent de plus de 365000 litres de mazout
- *production journalière moyenne:* plus de 1500 m³ (avec des pointes de l'ordre de 2500 m³ par jour)
- *l'installation de Roche a été mise en service en 1975.*

2. Exploitation des digesteurs

Si certaines stations d'épuration sont équipées de digesteurs depuis plusieurs dizaines d'années, cela ne signifie pas pour autant que l'on domine complètement les divers éléments qui peuvent influencer le processus de transformation biologique, bien au contraire.

Dans le cadre de l'usine de Roche, nous avons, dès 1977, essayé par l'adjonction d'enzymes spécifiques, d'améliorer le rendement de la transformation. Les résultats ont été positifs, puisque la minéralisation plus poussée de la boue ainsi obtenue a permis d'augmenter la production spécifique de gaz dans des proportions de 30 à 50 %. A relever que le but premier de l'opération était d'améliorer la qualité de la boue à traiter en déshydratation et que l'augmentation de production de gaz n'était considérée que d'une manière accessoire, dans la mesure où la production initiale suffisait déjà amplement à alimenter les chaudières de l'usine.

3. Utilisation du gaz

Le gaz de digestion était, à l'origine, repris du gazomètre pour alimenter les brûleurs mixtes (gaz-mazout) de deux chaudières d'importante capacité.

Plus du quart du gaz produit devait alors être brûlé à la torchère (environ 150000 m³ par année).

Au moment de la flambée des prix des carburants, le fait de brûler à la torchère l'excédent du gaz produit, et ce, même pendant les journées les plus froides de l'hiver engendre un sentiment de «culpabilité» pour toute personne soucieuse d'économie.

On a donc essayé de trouver un moyen de valoriser au mieux, c'est-à-dire tant sur le plan technique que financier, le gaz produit dans le cadre de l'usine.

4. Systèmes à énergie totale

L'idée directrice est d'utiliser un maximum du potentiel énergétique contenu dans le biogaz produit par la mise en œuvre de systèmes dits «à énergie totale».

Cette notion d'énergie totale peut être mise en évidence par analogie à la réalisation d'un barrage permettant la création d'un bassin artificiel dont l'eau servira à l'irrigation. Indépendamment de la possibilité d'utiliser l'eau en raison de ses propriétés, ce serait une erreur de construire un barrage et d'oublier d'y placer, à la base, une turbine pour produire de l'électricité. En ajoutant une turbine, en effet, on peut non seulement continuer à irriguer, mais avoir en plus de l'énergie électrique. Tout ceci est évident, car on comprend intuitivement que l'eau possède également un «potentiel énergétique» quand elle se trouve à une certaine hauteur, qu'elle le perd au niveau de la mer, et que pour l'exploiter, il est nécessaire d'installer une turbine sans laquelle ce potentiel énergétique est irrémédiablement perdu.

Pour le gaz, même raisonnement: quelle que soit la manière dont il est utilisé, il termine son parcours quand la quantité de chaleur produite atteint la température ambiante. Par ailleurs, le gaz a également un potentiel énergétique qui en accroît sa valeur. En brûlant, il produit un saut de température qui, semblable en ceci à la chute du barrage, peut être exploité pour obtenir un autre type d'énergie primaire, mécanique ou électrique, type d'énergie plus noble que l'énergie calorifique.

C'est ainsi que chaque fois que l'on utilise un combustible pour obtenir uniquement de la chaleur, on commet un gaspillage au sens énergétique.

5. Expérience des modules TOTEM

En 1978, un constructeur automobile procédant depuis quelques mois à des essais d'un groupe dit «à énergie totale», appelé TOTEM, et fonctionnant au gaz méthane a été intéressé par l'aspect de l'utilisation du biogaz produit par nos installations. Un module expérimental a été mis à notre disposition en juillet 1978. On a donc eu la possibilité d'évaluer directement les performances de ce TOTEM dans le contexte S.I.E.G.

Le développement du module pour produire de l'électricité et de la chaleur a été axé sur les caractéristiques de puissance d'un moteur de voiture construit en très grande série, de 903 cm³ de cylindrée, auquel un générateur électrique de type asynchrone a été accouplé en même temps qu'un ensemble d'échangeurs de chaleur pour la production thermique.

La production d'électricité et la mise en marche du module sont réalisées au moyen d'un moteur asynchrone d'une puissance nominale d'environ 15 kW.

La production de chaleur est obtenue en récupérant l'énergie thermique sur:

- le circuit d'huile du moteur
- le bloc moteur
- les gaz d'échappement
- la génératrice

Le bilan global énergétique du module dans le contexte d'une installation fonctionnant au biogaz, comme c'est le cas à Roche, est le suivant:

- rendement énergétique total: environ 90 %
- rendement calorifique: environ 65 %
- rendement électrique: environ 25 %

6. Installation

La conception modulaire du système permet d'adapter le nombre d'appareils aux besoins thermiques ou électriques de l'installation. Pour l'usine de Roche, huit modules sont aujourd'hui en service.

L'option de l'utilisation du moteur asynchrone simplifie grandement la conception du raccordement électrique du groupe et a une influence non négligeable sur les coûts d'investissement.

Le raccordement au réseau de chauffage est également très simple.

Pour l'usine de Roche, dans la mesure où l'objectif est une valorisation maximale du gaz produit in situ, il a été nécessaire d'ajouter au circuit de chauffage un échangeur de chaleur permettant de détruire l'énergie thermique produite en excès.

7. Exploitation

Le taux d'utilisation est d'environ 80 %, soit environ 7000 heures de fonctionnement par année pour chaque groupe.

En fonction du gaz disponible, l'utilisation des groupes à énergie totale nous permet de produire environ 700000 kWh par année. Cette énergie est entièrement utilisée sur place, puisqu'elle couvre environ 55 % des besoins totaux en énergie électrique de l'usine de Roche.

Sur le plan économique, en tenant compte des conditions particulières de l'usine de Roche, l'amortissement de l'installation est obtenu sur une période de trois ans environ.

L'investissement total pour les huit groupes a représenté une dépense d'environ Fr. 135000.–. L'entretien électro-mécanique représente une dépense d'environ 4 à 5 centimes par kWh électrique produit.

8. Conclusion

En guise de conclusion à cet exposé, on peut relever deux aspects-guides de l'expérience réalisée à Roche:

– Intensification des investigations dans le domaine de la bioénergie. Ces recherches devraient permettre d'augmenter les rendements des installations existantes à court terme. A long terme, l'intérêt est évident si l'on sait que dans plusieurs pays l'objectif de rendre l'agriculture complètement autonome sur le plan énergétique n'est pas une utopie, et ce, en partie grâce à la biotechnologie.

– Reprendre la phrase: «chaque fois que l'on utilise un combustible pour obtenir uniquement de la chaleur, on commet un gaspillage au sens énergétique». Cette orientation dépasse très largement le cadre du biogaz et devrait jouer un rôle important dans le choix de l'approvisionnement énergétique global d'un pays. Ce jour-là, on aura peut être oublié que l'impulsion pour l'implantation de la cogénération énergétique chez Monsieur-Tout-le Monde est partie des efforts de quelques-uns dans le domaine de la valorisation des énergies douces.

Adresse de l'auteur
D. Kratzer, chef de service au Service intercommunal d'épuration et de traitement de gadoues de Vevey-Montreux, quai Maria-Belgia 18, 1800 Vevey.

Expériences dans le domaine des éoliennes

Par S. Mattatia

Die Forces Motrices Neuchâteloises untersuchen das Verhalten von Windkraftanlagen seit rund 6 Jahren. Neben Laboruntersuchungen sind auch Tests in der alpinen Region durchgeführt worden. Über einige wesentliche Aspekte solcher Anlagen wird berichtet.

Les Forces Motrices Neuchâteloises examinent le comportement des installations éoliennes depuis environ 6 ans. A côté d'essais de laboratoire, on a également procédé à des tests dans les régions alpines. L'exposé traite quelques aspects essentiels de ce genre d'installations.

1. Introduction

Les différentes parties constitutives d'une éolienne sont principalement:

– L'hélice qui est l'élément moteur transformant l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique directement utilisable.

– La transmission mécanique (permettant d'utiliser directement l'énergie au pied du mât sous forme mécanique) ou le générateur électrique (permettant la conversion de l'énergie mécanique fournie par l'hélice en énergie électrique).

– Le dispositif de régulation de vitesse mécanique ou électrique.

– Le dispositif d'orientation dans le vent.

– Le mât porteur.

– Le stockage de l'énergie électrique produite.

Ces différentes éléments ont fait l'objet d'une étude complète et globale de telle façon qu'elle tienne compte de toutes les interactions entre toutes ces parties.

2. L'hélice

La puissance maximum théorique récupérable vaut:

$$P_{\text{theor}} = \frac{16}{27}\,\frac{\mu}{2}\quad S \cdot v^3$$

où: μ = masse spécifique de l'air en (kg/m^3)
S = surface apparente balayée par l'hélice (m^2)
v = vitesse du vent (m/s)

et $P_{\text{mec}} = \eta \cdot P_{\text{theor}}$

ou η = rendement de l'hélice.

On s'aperçoit d'emblée qu'un des paramètres, la vitesse du vent, prend plus d'importance que les autres termes puisqu'il varie à la puissance 3e. D'où l'importance primordiale d'une étude anémométrique préalable du site où sera installée l'éolienne.

Pour obtenir cette conversion d'énergie, on a le choix entre plusieurs hélices:

2.1 Hélice à axe vertical

2.11 Hélice de type Savonius

Cette hélice constituée de deux demi-tonneaux est très simple. Son inconvénient est un rendement très faible (inférieur à 25 %) à un chiffre de vitesse faible (env. 1).

2.12 Hélice de type Darrieus (fig. 1)

Ce type d'hélice a un bon rendement (65 %) et un chiffre de vitesse relativement élevé (6). Son principal inconvénient réside dans la nécessité de prévoir un démarreur d'appoint. Par contre, il ne nécessite pas de système de mise dans le vent.

Les Forces Motrices Neuchâteloises ont construit une éolienne de type Darrieus d'une puissance de 1 kW. Les problèmes rencontrés liés au démarrage et à la protection antirafales ont contraint à abondonner ce type d'éoliennes.

2.2 Hélices à axe horizontal

2.21 Hélice à grand nombre de pales

Cette solution est intéressante pour une utilisation directe de l'énergie mécanique. Son rendement est moyen (50 %) pour un chiffre de vitesse bas (env. 1).

2.22 Hélice à faible nombre de pales

Ce type d'hélice est rapide (chiffre de vitesse 8 à 10) et son rendement bon (70 %).