



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Real-Time Substrate Feed Optimization of Anaerobic Co-Digestion Plants

Gaida, D.

Citation

Gaida, D. (2014, October 22). *Real-Time Substrate Feed Optimization of Anaerobic Co-Digestion Plants*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/29085>

Version: Corrected Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/29085>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/29085> holds various files of this Leiden University dissertation

Author: Gaida, Daniel

Title: Dynamic real-time substrate feed optimization of anaerobic co-digestion plants

Issue Date: 2014-10-22

Samenvatting (Dutch)

De doelstelling van de Europese Unie (EU) om tot het jaar 2020 20 % van het bruto energetisch eindverbruik met hernieuwbare energiebronnen te verzorgen, wekt een enorme behoefte aan onderzoek en ontwikkeling op het gebied van hernieuwbare energiebronnen. De productie van biogas door middel van anaerobe vergisting van biologisch afbreekbare materialen kan een bijdrage aan deze “Energiewende” leveren. Biogas kan voor stroom- en warmteproductie gebruikt worden, alsmede als opgewerkt groen gas in het aardgasnet geïnjecteerd of als biobrandstof ingezet worden. Als grondstoffen kunnen biologisch afbreekbare reststoffen, mest, gras, energiegewassen en andere dienen.

In Duitsland kwam het in de laatste jaren, gestimuleerd door de “Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)”, tot een massale groei van het aantal agrarische biogasinstallaties. Deze gebruiken grotendeels mais, dat speciaal verbouwd moet worden voor de productie van energie in biogasinstallaties. Bij het gebruik van zulke waardevolle grondstoffen is het efficiënte gebruik daarvan erg belangrijk. Dat geldt zowel uit economisch, ecologisch als ook uit ethisch (“tank of bord”) gezichtspunt. Een efficiënt en gelijktijdig stabiel functioneren is uiteraard ook voor biogasinstallaties die afval vergisten heel belangrijk daar deze anders niet rendabel in bedrijf gehouden kunnen worden.

In dit proefschrift wordt een regelsysteem voor de automatische aanpassing van de toevoer van substraat voor biogasinstallaties ontwikkeld. De methode past de toevoer van substraat zo aan, dat zowel de economie van het bedrijf gemaximeerd wordt, als ook de stabiliteit van het functioneren van de vergisters in elke situatie gewaarborgd is. Voor de berekening en de voorspelling van het procesgedrag gebruikt de methode een gedetailleerd dynamisch simulatiemodel van de biogasinstallatie. Het procesmodel gebruikt het *Anaerobic Digestion Model No. 1 (ADM1)* om de anaerobe vergisting te modelleren. Verder kunnen thermische en elektrische energiestromen en ook de rentabiliteit van het biogas bedrijf gesimuleerd worden.

Het ontwikkelde regelsysteem is gerealiseerd als op een modelgebaseerde voorspellende regelaar en hoort tot de klasse van de real-time optimalisering. Aan de hand van het model berekent een optimalisatie algoritme de optimale toevoer van substraat voor de volgende tijdsperiode, welke dan op de echte installatie toegepast wordt. Doordat de optimalisatie op regelmatige tijdstippen steeds weer opnieuw gedaan wordt, kan een

optimale regeling van de toevoer van substraat voor de biogasinstallatie bereikt worden. Het gebruik van een dynamisch model vereist dat de toestand van de biogasinstallatie bij het begin van elke optimalisatiestap bekend is. Omdat deze voor het ontwikkelde model niet direct gemeten kan worden, moet de toestand door een toestandschatter bepaald worden.

De essentiële bijdragen van dit proefschrift zijn:

- De ontwikkeling van een algemeen, gedetailleerd, dynamisch simulatiemodel voor biogasinstallaties.
- De ontwikkeling van een regeling voor de toevoer van substraat voor biogasinstallaties op basis van real-time optimalisatie.
- De ontwikkeling van een toestandschatter voor het ADM1.
- De omzetting en het testen van alle componenten in omvangrijke simulatiestudies.

In talrijke simulatie- en optimalisatie-onderzoeken kon in dit proefschrift aangetoond worden, dat het ontwikkelde regelconcept voor de optimalisatie van de toevoer van substraat geëigend is. Het regelsysteem is in staat de optimale toevoer van substraat voor de stationaire exploitatie van de installatie te vinden. Bovendien kunnen substraataanpassingen uitgevoerd worden op grond van voorspelde waarden, waardoor verlies bij de biogasproductie verhinderd kan worden. Tenslotte is eveneens een setpoint regelaar realiseerbaar, die enerzijds het voorgegeven setpoint traject volgt en anderzijds de stabiliteit van de installatie waarborgt.

De volgende stap zal zijn, het regelsysteem in een echte installatie in te zetten om de capaciteit ervan in de praktijk te valideren. Het doel van het proefschrift was een substraatregelaar voor grootschalige biogasinstallaties te ontwikkelen, die eraan kan bijdragen dat biogas bedrijven in de toekomst onafhankelijk van een subsidie economisch in bedrijf gehouden kunnen worden.