

Aus der Professur für Abfall- und Stoffstromwirtschaft
der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät

Zusammenfassung der kumulativen Dissertation

Entwicklung und Optimierung netzautarker Biogasaufbereitungsanlagen für eine lokale Kraftstoffversorgung

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)

an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Rostock

vorgelegt von M.Eng. Fatih Gökgöz
aus Berlin

Verteidigung am 10. November 2023

Durch das Auslaufen der EEG-Vergütung sowie der starken Einschnitte bei der Förderung der Biogasverstromung im novellierten EEG 2017 steht die Biogasbranche vor der Frage, welche Anschlusskonzepte sowohl wirtschaftlich attraktiv als auch langfristig aussichtsreich sein könnten. Die lokale Kraftstoffproduktion und -versorgung aus Biogas wäre eine mögliche Anschlussoption.

Jedoch müssen für einen optimalen Anlagenbetrieb verschiedene Aspekte berücksichtigt werden, wie z.B. die Diskrepanz zwischen Produktion und Nachfrage, die Gesamtwirtschaftlichkeit der Anlage, die unterschiedlichen Betankungsprofile sowie die möglichen Nachfragespitzen.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, ein neues Anschlusskonzept für Biogasanlagen zu erforschen, das eine effiziente lokale Kraftstoffproduktion und -betankung ermöglicht, sowie neue Methoden und Ansätze zu entwickeln, um den Anlagenbetrieb zu optimieren.

Als erstes wurden dafür sieben Anschlussszenarien für Biogasanlagenbetreiber, als Perspektive nach dem Wegfall der fixen Vergütung aus der EEG, umfassend untersucht und wirtschaftlich bewertet. Im Vergleich zeigte sich das Konzept mit anteiliger Strom- und Kraftstoffproduktion als vielversprechend und am wirtschaftlichsten.

Um die Diskrepanz zwischen der kontinuierlichen Biogasproduktion und dem fluktuierenden Kraftstoffbedarf sowie der Kraftstoffproduktion zu lösen, wurden verschiedene Betriebsarten sowie Optimierungsansätze untersucht und dabei eine neue kraftstoffgeführte BHKW-Betriebsart entwickelt, welches das Problem der Diskrepanz am einfachsten und günstigsten löst.

Im Aufbereitungsprozess des Biogases zu Biomethan, wurde das Potenzial des nachgelagerten Betankungsprozesses genutzt, um einen Teil der Verdichtung vorzuverlagern und mit der Zwischenverdichtung im Membranverfahren die Energiekosten zu senken.

Das Problem der Diskrepanz, diesmal zwischen der Kraftstoffproduktion und dem -bedarf, verursacht auch in der Tankstelle Probleme. Dazu kommt der verlustbehaftete energieintensive Betankungsprozess. Um daraus resultierende hohe Investitions- und Energiekosten zu minimieren, wurden hier neue Regelungsarten & Optimierungsalgorithmen entwickelt.

Insgesamt liefert die Arbeit ein neues Konzept für Biogasanlagen, um deren Wirtschaftlichkeit zu erhöhen und um einen langfristig nachhaltigen Anlagenbetrieb zu gewährleisten. Es sind jedoch weitere Untersuchungen erforderlich, um die praktische Anwendbarkeit zu validieren sowie die optimalen Bedingungen für die Umsetzung des Konzepts zu ermitteln.

Due to the expiry of the EEG (Germany) compensation and the severe cuts in the support for biogas electricity generation in the amended EEG 2017, the biogas industry is faced with the question of which connection concepts could be both economically attractive and promising in the long term. Local fuel production and supply from biogas would be one of the possible connection scenarios.

However, various aspects need to be considered for optimal plant operation, such as the mismatch between production and demand, the overall economics of the plant, the different fueling profiles, and the possible demand peaks.

The aim of this study was to investigate a new connection concept for biogas plants that allows local fuel production and fuelling, and to develop new methods and approaches to optimize plant operation.

In order to offer plant operators a perspective after the discontinuation of the fixed compensation from the EEG, seven connection scenarios were comprehensively examined and economically evaluated for this purpose. In comparison, the concept with proportionate electricity and fuel production proved to be promising and the most economical.

To solve the discrepancy between the continuous biogas production and the fluctuating fuel demand and thus fuel production, different operation modes & optimization approaches were investigated and a new fuel-led CHP operation mode was developed, which solves the problem of the discrepancy in the simplest and cheapest way.

In the upgrading process, the potential of the downstream refueling process was used to bring some of the compression forward and reduce the energy cost with the intermediate compression in the membrane process.

The problem of discrepancy, this time between fuel production and consumption, also causes problems in the refueling station. In addition, there is the lossy energy-intensive refueling process. To minimize the investment & energy costs, new control modes & optimization algorithms have been developed here.

Overall, the study provides a new concept for biogas plants that can increase their economic efficiency as well as provide long-term sustainable plant operation. However, further studies are needed to validate the practical applicability and to determine the optimal site conditions for the implementation of the concept.