

BioMeFilm

Biologische Methanisierung im Biofilmreaktor

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung 8. Ausschreibung	Status	laufend
Projektstart	01.01.2023	Projektende	30.06.2026
Zeitraum	2023 - 2026	Projektlaufzeit	42 Monate
Keywords	Biologische Methanisierung, Energiespeicher, Lastverschiebung, Wasserstoff		

Projektbeschreibung

Durch Erhöhung des erneuerbaren Anteils bei der Energieproduktion durch Photovoltaik und Windenergie steigt aufgrund der Fluktuationen in den Produktionsbedingungen die Gegenläufigkeit von Angebot und Nachfrage, und infolgedessen der Bedarf an langfristigen Speichern für eine kontinuierliche Bereitstellung grüner Energie. Eine Möglichkeit, dieser Herausforderung zu begegnen, stellt die Methanisierung von Kohlendioxid aus Biogas großer Kläranlagen, industriellen Abgasen oder aus der Luft unter Nutzung von Wasserstoff aus Elektrolyse dar, wobei hier auch biologische Prozesse zum Einsatz kommen können, wie die im Projekt thematisiert biologische Methanisierung. Diese stellt dabei eine Möglichkeit dar, bestehende Infrastruktur wie Gasnetz und Speicher zu nutzen, CO₂-Emissionen zu reduzieren, gleichzeitig das Stromnetz zu entlasten und fossiles Erdgas aus politisch unsicherer Herkunft durch regional produziertes Biomethan zu ersetzen. Das energetische Potential einer Implementierung der biologischen Methanisierung, die insbesondere für Abwasserreinigungsanlagen mit bestehender Biogasproduktion von hohem Interesse ist, liegt für Österreich bei 220 GWh/a, bzw. 3% der erneuerbaren Stromproduktion oder 1% des gesamten Erdgasbedarfes. Das derart bereitgestellte Energiepotential liegt monetär bei ca. 120 Mio. Euro pro Jahr.

Für die Implementierung der biologischen Methanisierung wird Wasser unter Nutzung von elektrischem Strom (aus erneuerbaren Energiequellen) über Wasser-Elektrolyse in Sauerstoff und Wasserstoff zerlegt. Anschließend wird mit dem erzeugten Wasserstoff, Kohlendioxid im Biogas von Kläranlagen von Mikroorganismen biologisch zu Methan umgewandelt (methanisiert). Dadurch wird neben der CO₂ Entfernung auch der Methangehalt des Biogases von ca. 65% auf nahezu 100% gesteigert, was vielfältige, weitere Nutzungsmöglichkeiten mit sich bringt. Das erzeugte Biomethan kann verflüssigt oder komprimiert direkt als Energiequelle genutzt werden oder in die bestehende Erdgasinfrastruktur zur Verteilung und Speicherung eingespeist werden. Der bei der Elektrolyse des Wassers anfallende Sauerstoff kann industriell oder z.B. direkt vor Ort in der Abwasserreinigung genutzt werden.

In einem Vor-Projekts (BioMAra) konnte bereits die grundsätzliche Machbarkeit einer biologischen Methanisierung von CO₂ im Biogas von Abwasserreinigungsanlagen demonstriert werden. Gemäß den Ergebnissen dieses Vor-Projekts wurden jedoch eine Reihe von grundlegenden und entscheidenden Faktoren für die Prozessumsetzung definiert, die bislang nur unzureichend erforscht wurden. Im Projekt BioMeFilm (Biologische Methanisierung im Biofilmreaktor) soll deshalb der Bedarf an Nährstoffen und Spurenelementen sowie die langfristige Stabilität und Effizienz einer biologischen Methanisierungsanlage

in Laborversuchen systematisch erforscht und die Ergebnisse für die Erstellung eines entsprechenden digitalen Prozessmodells verwendet werden. Dazu kommen u.a. Methoden wie 16s-rDNA Analytik, HPLC und ICP-OES Methoden zum Einsatz. Zudem sollen die grundlegenden Anforderungen an und die Wirkung von Aufwuchsträgern für die Bakterien im hydrogenotrophen Biofilm erforscht werden, die einen zentralen Faktor für die biologische Prozesseffizienz darstellen. Prototypen des mittels CFD-Simulation zu entwickelnden Biofilmträgers sollen mit 3D-Druck gefertigt und anschließend im Versuchsbetrieb real erprobt werden. Schließlich wird die kurz- und langfristige Anfahrtdynamik (on/off-Betrieb) des biologischen Systems für eine Nutzung der Elektrolyse zur Netzstabilisierung und zur Sicherstellung eines stabilen langfristigen Anlagenbetriebs untersucht. Am Ende des Projekts sollen alle für ein Scale-Up und Umsetzung auf einem höheren „technical readiness level“ notwendigen prozess- und verfahrenstechnischen Grundlagen vorliegen, um Biofilm-Methanisierungsanlagen am Standort von Kläranlagen mit Biogasproduktion errichten und betreiben zu können. Betreiber großer Kläranlagen und Energieversorgungsunternehmen haben für das Projekt und den Ansatz ihr Interesse bekundet und Unterstützung zugesagt. Die TU Wien, Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement und die Competence Center CHASE GmbH werden als Projektpartner ihr komplementäres Know-how im Bereich Biomethan-Erzeugung und Speicherung mittels Power-to-Gas bzw. Prozessintensivierung einbringen und weiter ausbauen, global verbreiten und so Österreich als Innovationsstandort in diesem Bereich ausbauen.

Abstract

By increasing the renewable share in energy production through photovoltaics and wind energy, the fluctuations in production conditions increase the opposition of supply and demand, and consequently the need for long-term storage for a continuous supply of green energy. One possibility to meet this challenge is the methanation of carbon dioxide from digester gas of large wastewater treatment plants, industrial waste gases or from the air using hydrogen from electrolysis, whereby biological processes can also be used here, such as the biological methanation addressed in the project. This represents an opportunity to use existing infrastructures such as the gas grid and storage facilities, to reduce CO₂ emissions, and at the same time to relieve the electricity grid and replace fossil natural gas from politically uncertain origins with regionally produced biomethane. The energetic potential of implementation of biological methanation, which is of high interest especially for wastewater treatment plants with existing biogas production, is 220 GWh/a for Austria, or 3% of the renewable electricity production or 1% of the total natural gas demand. The energy potential provided in this way is monetarily about 120 million Euro per year.

For the implementation of biological methanation, water is decomposed into oxygen and hydrogen via water electrolysis using electric power (from renewable energy sources). Subsequently, with the generated hydrogen, carbon dioxide in biogas of wastewater treatment plants is biologically converted to methane by microorganisms (methanized). This not only removes CO₂, but also increases the methane content of the biogas from about 65% to almost 100%, which brings with it a wide range of other possible uses. The biomethane produced can be liquefied or compressed and used directly as an energy source or fed into the existing natural gas infrastructure for distribution and storage. The oxygen produced during the electrolysis of the water can be used industrially or, for example, directly on site in wastewater treatment.

In a preliminary project (BioMara), the basic feasibility of a biological methanation of CO₂ in the biogas of wastewater treatment plants could already be demonstrated. However, according to the results of this pre-project, a number of fundamental and crucial factors for the process implementation were defined, which have been insufficiently explored so far. Therefore, in the BioMeFilm (Biological Methanation in Biofilm Reactor) project, the nutrient and trace element requirements as well as the long-term stability and efficiency of a biological methanation plant will be systematically researched in laboratory experiments and the results will be used to create a corresponding digital process model. For this purpose,

methods such as 16s-rDNA analysis, HPLC and ICP-OES methods will be used. In addition, the basic requirements for and the effect of biofilm carriers for the bacteria in the hydrogenotrophic biofilm will be explored, which are a key factor for biological process efficiency. Prototypes of the biofilm carrier to be developed using CFD simulation will be manufactured using 3D printing and then tested in real-world trials. Finally, the short- and long-term start-up dynamics (on/off operation) of the biological system will be investigated for using electrolysis to stabilize the grid and to ensure stable long-term plant operation. At the end of the project, all process and procedural fundamentals necessary for a scale-up and implementation on a higher "technical readiness level" should be available to establish and operate biofilm methanation plants at the site of wastewater treatment plants with biogas production.

Operators of large wastewater treatment plants and energy supply companies have expressed their interest in the project and the approach and have promised support. The Vienna University of Technology, Institute for Water Quality and Resource Management and the Competence Center CHASE GmbH will contribute as project partners their complementary know-how in the field of biomethane production and storage by means of Power to Gas or process intensification and will further expand and globally disseminate it, thus expanding Austria as an innovation location in this field.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement

Projektpartner

- Competence Center CHASE GmbH