MELOS

Bioelektrochemisches Verfahren zur Abwasserbehandlung unter Erhöhung des Methangehalts im Deponie(schwach)gas

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung 3. Ausschreibung 2016	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.04.2017	**Projektende**	31.10.2019
Zeitraum	2017 - 2019	**Projektlaufzeit**	31 Monate
Keywords	Methanisierung, mikrobielle Elektrosynthese, Abwasser, Deponiegas, CO2		

Projektbeschreibung

Im Abwasser sind organische Verbindungen wie Proteine, Fette und Zucker enthalten, die im Wesentlichen aus Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff aufgebaut sind, sowie anorganische Verbindungen, wie z. B. Salze. Um diese Abwässer zu reinigen, werden mit den derzeitigen eingesetzten Technologien im Mittel etwa 40 kWh/(EW a) benötigt. Maßnahmen bzw. Möglichkeiten zu nachhaltigerer Abwasserbehandlung und Energieerzeugung aus Abwasser sind daher von Nöten. Mit Hilfe eines bioelektrochemischen Systems könnte die heutige Energiesenke Abwasser in eine wertvolle Ressource verwandelt werden.
Deponiegas andererseits besteht, abhängig vom Alter der Deponie, hauptsächlich aus CH4, CO2, N2 und O2. Durch das Eindringen von Luft sinkt der CH4 Gehalt nach der Langzeitphase deutlich ab, wodurch eine energetische Nutzung des Gases erschwert bzw. unmöglich wird. Es wird weiterhin nach effektiven Technologien gesucht, welche Deponiegas nach Stilllegung bzw. bei Deponien in der Nachsorge, also Gasmengen mit geringem Energieinhalt verwerten können. Hier setzt das MELOS Projekt an und versucht Lösungen für beide Problemstellungen zu bieten: Einerseits werden Abwässer hinsichtlich der organischen Verunreinigungen gereinigt, andererseits wird gleichzeitig CO2 – entstanden durch die Oxidation der organischen Verunreinigungen bzw. im Deponie(schwach)gas enthalten – zu CH4 reduziert. Dabei kommt ein sogenanntes Mikrobielles Elektrosynthese System (MES) zum Einsatz, wo auf Elektroden Mikroorganismen immobilisiert sind, die Elektronen an die entsprechenden Elektroden abgeben bzw. an diesen aufnehmen können. Diese „Biokatalysatoren“ ermöglichen eine energieeffektive Technologie. In den ersten Schritten im MELOS Projekt wird eine Biokathode für die Reduktion von CO2 zu CH4 im Labor entwickelt und die Stabilität des Systems über einen längeren Zeitraum bestimmt. Da Deponiegas auch andere Verunreinigungen enthalten kann, werden in Batchversuchen für die Mikroorganismen kritische Bestandteile identifiziert. Basierend auf Untersuchungen eines realen Abwassers bzw. Deponiesickerwassers wird ein geeignetes bioanodisches System ausgewählt und in weiterer Folge im Labormaßstab etabliert und ebenfalls über einen längeren Zeitraum tiefgreifend charakterisiert. Nachfolgend werden Biokathode und Bioanode kombiniert und eine entsprechende CO2 Überführung realisiert. Nach Charakterisierung des Systems wird durch Elektrodenmodifikationen das System verbessert und mittels Impedanzmessungen charakterisiert. Es wird ein CSB Abbau im Abwasser von größer als 85% angestrebt und auf der Methanseite sollen mindestens 90% des CO2 in CH4 umgewandelt werden. Weiters wird auch ein konzeptives Upscaling und die Wirtschaftlichkeit betrachtet.

Durch die Anreicherung von Methan im Deponiegas wird eine Verlängerung der Deponiegas-Nutzungsdauer erreicht. Treibhauswirksames Deponie-Schwachgas, welches in der Praxis abgefackelt wird oder entweicht, kann so einer sinnvollen Nutzung zugeführt werden.

Abstract

In the wastewater there are organic compounds such as proteins , fats and sugars, which are composed mainly of carbon, nitrogen and oxygen, as well as inorganic compounds like salts. Cleaning these wastewaters with the current state of the art technologies requires an average of about 40 kWh/(EW a). Measures or ways to more sustainable wastewater treatment and energy generation from wastewater are therefore needed.
Landfill gas (LFG) on the other hand contains mainly methane, carbon dioxide, nitrogen and oxygen. The concentration of these gases depends on the landfill age. Due to air infiltration in the landfill site the methane concentration is decreasing after the long term phase thus making the energetic usage of LFG complicated or impossible. Therefore there is the need for effective technologies that can deal with this low methane concentration of landfill site in the post-operative period.
Within the MELOS project a microbial electrosynthetic system (MES) will be developed that addresses both of the problems stated above: wastewater is treated in terms of organic pollution and simultaneously the concentration of methane in LFG is enhanced by reduction of carbon dioxide – obtained from the oxidation of organic pollutants and as part of (lean) landfill gas respectively. In such a MES microorganisms are immobilized on suitable electrodes. Due to their ability of interacting with electrodes (electron transfer to or from electrodes) they act as “biocatalysts” for the respective electrochemical reactions. Therefore an energy effective technology is feasible, as the energy content of wastewater can be utilized.
The first project stage is to develop a suitable biocathode for carbon dioxide reduction to methane in the laboratory and to test system stability. As landfill gas may contain several contaminants in addition to the above mentioned components, those that are critical for the microorganism are identified in batch test. Based on analytical studies of a wastewater or a real leachate a suitable bioanodic system is chosen and realized afterwards in the laboratory (including system stability testing). In every step the systems is characterized by means of analytical and electrochemical measurements, AFM and Fluorescencespectroscopy. In the next stage both biocathode and bioanode are combined to a fully microbial electrosynthetic system including CO2 transfer from anode to cathode chamber. After a full characterization of the system electrode modifications are implemented to increase the performance (monitored by impedance spectroscopy).
A COD removal in the wastewater of greater than 85% should be achieved and on the biocathode side at least 90% of the CO2 should be converted to CH4. Furthermore, a conceptually upscaling and the economic viability of the system is considered.

Projektkoordinator

- ACIB GmbH

Projektpartner

- RM Umweltkonsulenten ZT GmbH
- Universität Linz Institut für Physikalische Chemie und Linzer Institut für organische Solarzellen