

ELF4GREEN

Electro-fermentation as advanced tool for targeted bioproduction of green fuels and chemicals

Programm / Ausschreibung	KS 24/26, KS 24/26, COMET-Module 2024	Status	laufend
Projektstart	01.04.2026	Projektende	31.03.2030
Zeitraum	2026 - 2030	Projektlaufzeit	48 Monate
Keywords	Electro-fermentation, electro-syngas fermentation, electro-biosynthesis, electro-driven acid fermentation, electro-biomethanation		

Projektbeschreibung

In einer künftigen Kreislaufwirtschaft werden in Bioraffinerien Chemikalien und Kraftstoffe aus erneuerbaren Rohstoffen hergestellt werden. Ein wichtiger Bestandteil des Übergangs auf eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft ist der Einsatz fortschrittlicher Fermentationskonzepte wie der Elektro-Biosynthese. Das Projekt ELF4GREEN erforscht dieses Verfahren zur effizienten Nutzung von Bioabfällen, schwer abbaubaren Reststoffen und CO₂-reichen Gasströmen. Diese Materialien sind kostengünstig und in der EU weithin verfügbar, aber ihre effektive Nutzung erfordert Innovationen, um die Variabilität der Ausgangsstoffe zu berücksichtigen und die Bioverfügbarkeit zu verbessern.

Die Elektro-Biosynthese ist ein hochwertiges Biokonversionsverfahren, bei dem elektroaktive Mikroorganismen Elektronen zwischen Zellmembranen und externen Elektroden übertragen. Durch das Anlegen von elektrischem Strom lenkt diese Technik die Stoffwechselreaktionen und verbessert die Produktausbeute und -konzentration, was die Wirtschaftlichkeit erhöht und eine konstante Versorgung mit kostengünstigen Rohstoffen unterstützt.

In ELF4GREEN werden drei Schlüsselszenarien erforscht:

1. Behandlung biologisch schwer abbaubarer Materialien wie gemischte Kunststoffabfälle oder Schlämme durch Vergasung und nachfolgender Syngas-Elektrofermentation. Das aus CO₂, CO und H₂ bestehende Syngas wird für die Biosynthese grüner Produkte verwendet.
2. Biologisch umsetzbare Ausgangsstoffe wie Abwässer aus der Lebensmittelindustrie werden fermentiert, um mittelkettige organische Säuren oder Alkohole zu erzeugen, wobei die Elektrofermentation die Produktspezifität und Produktion allgemein verbessert.
3. Elektro-Biokonversion von CO₂ zur Biogasaufbereitung oder Behandlung von CO₂-reichen Abgasströmen zur Erzeugung von Biomethan.

Für die Entwicklung dieser Szenarien ist eine solide Grundlagenforschung als Basis erforderlich. Diese umfasst notwendige Fortschritte bei den Elektrodenmaterialien, tiefere Einblicke in die Mechanismen der Elektronenübertragung und innovative Reaktorkonzepte. Durch den Einsatz von mikrobiellen Mischkonsortien wird der Prozess flexibel und robust und soll einen

deutlichen wirtschaftlichen Vorteil gegenüber chemisch-katalytischen Verfahren bieten.

Die Elektrobiosynthese ist eine aufstrebende Technologie, und es gibt derzeit keine österreichische Forschungseinrichtung, die sich speziell mit diesem zukunftsweisenden Gebiet befasst. Durch die Anbindung an ein Netzwerk von nationalen und internationalen Wissenschaftler*innen wird ELF4GREEN die Etablierung dieser vielversprechenden, zukunftsweisenden Technologie bei BEST ermöglichen und damit den nationalen Sektor für grüne Energie und grüne Chemie stärken.

Die wichtigsten Highlights von ELF4GREEN:

- Elektrofermentation als Schlüsseltechnologie zur Steigerung der Effizienz und Erzeugung grüner Produkte
- Ein flexibles Biokonversionsverfahren, das mit unterschiedlicher Qualität der Ausgangsstoffe umgehen kann
- Vielseitige, maßgeschneiderte Szenarien zur Erweiterung der Rohstoffoptionen für die nachhaltige Kraftstoff- und Chemieproduktion
- Einrichtung eines neuen Forschungsbereichs 'Elektro-Biosynthese' innerhalb von BEST

Abstract

In a future circular economy, biorefineries will produce chemicals and fuels from renewable feedstocks. A key part of this transition is the use of advanced fermentation concepts like electro-biosynthesis. The ELF4GREEN project explores this process to efficiently utilise bio-waste, poorly degradable residues, and CO₂-rich gas streams. These materials are inexpensive and widely available in the EU, but their effective use requires innovations to address feedstock variability and enhance bioavailability.

Electro-biosynthesis is a high-end bioconversion process using electro-active microorganisms to transfer electrons between cell membranes and external electrodes. By applying an electric current, this technique directs metabolic reactions, improving product yields and concentrations, which enhances economic viability and supports a consistent supply of cost-effective feedstocks.

Three key scenarios will be researched:

1. Treatment of poorly biodegradable materials like mixed plastic waste or sludge via gasification and syngas electro-fermentation, using CO₂, CO, and H₂ for green product biosynthesis.
2. Bio-convertible feedstocks like food industry wastewater will be fermented to produce medium-chain organic acids or alcohols, with electro-fermentation enhancing product specificity and production.
3. Electro-bioconversion of CO₂ for biogas upgrading or treatment of CO₂-rich off-gas streams to produce biomethane.

To develop these scenarios, a strong foundation of fundamental research is required. Therefore, this research will be supported by advancements in electrode materials, deeper insights into electron transfer mechanisms, and innovative reactor designs. Engineered microbial consortia will make the process flexible and robust, aiming at a distinct economic advantage over chemical-catalytic routes.

Electro-biosynthesis is an emerging technology, and no Austrian research institution currently focuses specifically on this cutting-edge field. Through its connection to a network of national and international scientists, ELF4GREEN will enable the establishment of this promising, future-oriented technology at BEST, thereby strengthening the national green energy and green chemicals sectors.

The key highlights of ELF4GREEN are:

- Electro-fermentation as a key technology for boosting efficiency and green product generation
- A flexible bioconversion process capable of handling varying feedstock quality
- Versatile, tailor-made scenarios to expand feedstock options for sustainable fuel and chemical production
- Establishment of a novel research area 'electro-biosynthesis' within BEST

Projektkoordinator

- BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH

Projektpartner

- University of Girona Institute of the Environment
- Ing. Karl Pfiel GmbH
- Aichernig Engineering GmbH
- WIEN ENERGIE GmbH
- Naku e.U.
- Universität für Bodenkultur Wien
- Technical University of Denmark
- Institute of Science and Technology - Austria
- Freie Universität Bozen
- Proman Management Gesellschaft m.b.H.