

MAGICO2

Magnetic induction heating of a reactor for CO₂ conversion to syngas

Programm / Ausschreibung	EW 24/26, EW 24/26, Energieforschung 2024 FTI -Fokusinitiativen	Status	laufend
Projektstart	01.10.2025	Projektende	30.09.2026
Zeitraum	2025 - 2026	Projektlaufzeit	12 Monate
Keywords	CO ₂ utilization; induction heating; process intensification, catalytic reactor		

Projektbeschreibung

Die Umwandlung von CO₂ ist von entscheidender Bedeutung für die Eindämmung des Klimawandels und der Etablierung eines nachhaltigen Kohlenstoffkreislaufs. CO₂ kann so in wertvolle Produkte wie Kraftstoffe oder Chemikalien umgewandelt werden und unterstützt damit die Nachhaltigkeit. Dieser Ansatz verringert die Abhängigkeit von fossilen Ressourcen, treibt die Innovation bei grünen Technologien voran und fördert eine widerstandsfähigere energieunabhängige Zukunft. Die heterogene Katalyse ermöglicht aufgrund ihrer Skalierbarkeit und Kompatibilität mit kontinuierlichen industriellen Prozessen die CO₂-Umwandlung im großen Maßstab. Katalysatoren und ihre aktiven Oberflächen sind der Schlüssel für die Umwandlung von CO₂.

CO₂-Umwandlung in großtechnischem Maßstab steht vor Herausforderungen wie hohem Energiebedarf, begrenzter Katalysatoreffizienz und langsamer Reaktionskinetik. Zu den wirtschaftlichen Hindernissen gehören teure Materialien, komplexe Verarbeitungstechnologien und unzureichende Marktanreize. Die Überwindung dieser Hindernisse erfordert Fortschritte bei Katalysatoren, Prozessoptimierung und unterstützende politische Rahmenbedingungen. Eine neue Technologie, die das Potenzial hat, diese Beschränkungen zu überwinden, ist die Induktion.

Die Induktionsheizung von katalytischen Reaktoren revolutioniert die heterogene Katalyse, indem sie eine schnelle, lokalisierte und energieeffiziente Erwärmung durch elektromagnetische Felder ermöglicht. Sie heizt katalytische Materialien direkt auf, minimiert Energieverluste und ermöglicht eine präzise Temperaturkontrolle für verbesserte Reaktionsraten und Selektivität. Die schnelle Reaktionszeit und die räumliche Steuerung unterstützen fortschrittliche katalytische Prozesse wie hybride thermisch-elektrische Reaktionen. Die Skalierbarkeit der Induktionsheizung und ihre Kompatibilität mit verschiedenen Materialien machen sie zur idealen Lösung für die nachhaltige chemische Produktion und für Anwendungen im Bereich der grünen Energie. Die einzigartigen Fähigkeiten dieser Technologie machen sie zu einem wichtigen Wegbereiter für die nächste Generation von Katalysatorsystemen.

Das Ziel des vorliegenden Projekts ist die Entwicklung eines Proof of Concept für die effiziente Umwandlung von CO₂ in Synthesegas in einem induktiv beheizten Reaktor. Um dieses Ziel zu erreichen, werden wir einen mehrstufigen Ansatz verfolgen: Basierend auf einem kürzlich eingereichten Patent von Prof. Sanchez werden wir einen eisenbasierten Induktionskatalysator mit optimierten magnetischen Eigenschaften entwickeln. Dieses Material wird dann mit festen Matrizen und Additiven vermischt, die für die Skalierung in einer Pilotanlage erforderlich sind. Die Auswirkungen der

Forming-methode und der Additive auf die Aktivität des Katalysators und seine Heizleistung sowie seine Stabilität unter Reaktionsbedingungen werden bewertet. Das interdisziplinäre Team mit Prof. Sanchez (Induktionserwärmung und Chemieingenieurwesen) und Prof. Rameshan (Katalysatordesign und Skalierung) wird den Erfolg der Entwicklung einer bahnbrechenden Technologie zur effizienten CO₂-Nutzung sicherstellen.

Abstract

CO₂ utilization is crucial for mitigating climate change by reducing greenhouse gas emissions and promoting a circular carbon economy. It transforms CO₂ into valuable products like fuels, chemicals, and building materials, supporting sustainable development. This approach decreases reliance on fossil resources, drives innovation in green technologies, and fosters a more sustainable and resilient future. Heterogeneous catalysis enables large-scale CO₂ conversion due to its stability, reusability, and compatibility with continuous industrial processes. Solid catalysts provide active surfaces for CO₂ transformation into valuable products like fuels and chemicals. Their scalability, ease of separation, and adaptability to diverse reactions make them ideal for sustainable carbon utilization at an industrial level.

Large-scale CO₂ conversion faces challenges like high energy demands, limited catalyst efficiency, and slow reaction kinetics. Economic barriers include costly materials, complex processing technologies, and insufficient market incentives. Overcoming these obstacles requires advancements in catalysts, process optimization, and supportive policy frameworks. A novel technology that has the potential to overcome these limitations is induction.

Induction heating revolutionizes heterogeneous catalysis by enabling rapid, localized, and energy-efficient heating through electromagnetic fields. It directly heats catalytic materials, minimizing energy losses and allowing precise temperature control for enhanced reaction rates and selectivity. Its fast response time and spatial control support advanced catalytic processes like hybrid thermal-electric reactions and enables advanced control for e.g. oscillating reactions. Induction heating's scalability and compatibility with diverse materials make it ideal for sustainable chemical production and green energy applications, reducing operational costs and environmental impact. This technology's unique capabilities position it as a key enabler of next-generation catalytic systems.

In the proposed project we will successfully develop a proof of concept for CO₂ utilization via the reverse water gas shift reaction in an inductive heated reactor at lab scale. To achieve this goal, we will tackle this task by a multilevel approach: Based on a recently filed patent of Prof. Sanchez we will develop an iron-based induction catalyst with optimized magnetic and catalytic properties. This material will then mixed with solid matrices and additives that are necessary for its scale-up in a pilot plant. The effects of catalyst forming method and additives in its activity and heating capacity, as well as stability under reaction conditions will be assessed. The interdisciplinary team with Prof. Sanchez (induction heating and chemical engineering) and Prof. Rameshan (catalyst design and scale-up) will ensure the success of developing a game changing technology for efficient CO₂ utilization.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien

Projektpartner

- Montanuniversität Leoben