

EnCat

Enhanced catalytic fast pyrolysis of biomass for maximum production of high-quality biofuels

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, ERA-NET Bioenergy 10. AS 2016	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.03.2017	Projektende	31.08.2020
Zeitraum	2017 - 2020	Projektlaufzeit	42 Monate
Keywords	Sekundärenergieträger aus biogenen Rohstoffen; Pyrolyse; Gasturbine; Gasmotor;		

Projektbeschreibung

Die schnelle Pyrolyse (Fast Pyrolysis) ist eines der vielversprechendsten Verfahren für die Gewinnung von flüssigen Brennstoffen aus Biomasse. Das produzierte Pyrolyseöl weist jedoch Nachteile für die Anwendung im Bereich der Strom- und Wärmegewinnung oder als Automobilkraftstoff auf, bspw. hohe Gehalte an Sauerstoff, Wasser und wasserlöslichen Komponenten (Säuren), schlechte Mischbarkeit mit fossilen Brennstoffen, unzureichende chemische Stabilität, hohe Viskosität und niedrige Energieinhalte.

Das Projekt Enhanced Catalytic Pyrolysis (EnCat) zielt auf die Entwicklung eines neuen Konzepts für die Produktion von hoch qualitativem Bioöl bei hoher Ausbeute ab. Durch einen neu zu entwickelnden Vorbehandlungsschritt soll das neue Konzept für holzartige Biomasse und für landwirtschaftliche Reststoffe anwendbar sein. Die vorbehandelte Biomasse soll in einem Reaktor unter Verwendung von Katalysatoren zum Sauerstoffentzug pyrolysiert werden. Weiters wird CO₂ mit Sorptionsmitteln gebunden und über die Wassergas-Shift-Reaktion in-situ Wasserstoff produziert. Nach einem Reinigungsschritt sollen die Öldämpfe hydriert werden, um hochqualitative Bioöle zu erhalten. Das Öl soll in Verbrennungstests in Dieselmotoren und Gasturbinen zur Energiegewinnung eingesetzt werden. Parallel dazu soll das Bioöl durch eine neue Methode einer Hochdruck-Hydrierung für die Produktion von hochwertigen Automobilkraftstoffen aufgewertet werden. Am Ende des Projektes soll ein Full-Scale-Konzept für den Prozess vorliegen. Um eine ökonomisch und ökologische Prozessentwicklung zu gewährleisten werden techno-ökonomische Analysen, Umwelt-verträglichkeitsbewertungen und LCA's durchgeführt.

Im Rahmen des Projekts wird BIOS eine neue Methode zur Biomassevorbehandlung basierend auf Extraktion mit der leichten (wasserreichen) Fraktion des Pyrolyseöls entwickeln. Durch diese Maßnahmen soll der Gehalt an Aschebildnern reduziert und dadurch die Eignung des Eingangsmaterials für die Pyrolyse verbessert werden. Systematische Extraktionstests im Labormaßstab sollen sowohl mit simulierten Holzsäuren als auch mit realen Leichtfraktionen aus dem Pyrolyseprozess bei unterschiedlichen Temperaturen, Verweilzeiten, Säuregehalten und Brennstoff-Extraktionsmittel-Verhältnissen erfolgen. Der Prozess soll hinsichtlich technischer, ökonomischer und ökologischer Aspekte optimiert werden, wobei die Prüfung und Bewertung der erforderlichen Abwasserbehandlung eine relevante Rolle spielt. BIOS wird mittels CFD-Simulationen auch zur Weiterentwicklung einer mit Pyrolyseöl betriebenen Gasturbine beitragen. Die Hauptaufgabe wird dabei die Entwicklung einer Brennkammer und eines Luftstufungskonzepts für eine vollständige Verbrennung bei niedrigen NO_x-Emissionen sein.

Die Teillastfähigkeit ist hierbei ein weiteres relevantes Entwicklungsziel, um die Eignung für dezentrale (wärmegeführte) Anwendungen zu erhöhen.

Als Resultat des gesamten Projekts soll ein Full-Scale Konzept der EnCat-Technologie erreicht werden. BIOS wird dazu mit techno-ökonomischen Analysen der gesamten Prozesskette (vom Ausgangsmaterial bis hin zur Strom- und Wärmegewinnung mittels Turbinen und Motoren bzw. bis hin zu Automobilkraftstoffen) beitragen. Diese Studien sollen die Entwicklung einer technisch und ökonomisch konkurrenzfähigen Technologie unterstützen.

Abstract

Fast pyrolysis of biomass is one of the most promising ways to directly generate liquid fuels from biomass. However, the produced pyrolysis oil may have several major drawbacks which suppress its application for power and heat generation or transportation fuels, such as high oxygen, water and water-soluble (acids) contents, miscibility with petroleum-based fuels, chemical stability, high viscosity and low energy densities.

The Enhanced Catalytic Pyrolysis (EnCat) project aims at the development of a new concept for the production of high-quality bio-oil at a high yield. Because of a novel biomass pre-treatment step to be developed the concept shall be suitable for both woody biomass and biomass residues from agriculture. The pre-treated biomass shall be pyrolysed in a reactor making use of deoxygenation catalysts. Simultaneously, CO₂ shall be captured with sorbents and via the water-gas-shift reaction in-situ hydrogen shall be produced. After cleaning, the oil vapours shall be mildly hydrogenated to produce a high-quality bio-oil. The high-quality oil shall be used for combustion tests in both a diesel engine and a gas turbine for combined power and heat generation. Parallel to this, the bio-oil shall be further upgraded by a new method of downstream hydrogenation under high pressure for production of high-grade transportation fuels. At the end of the project, a full-scale design concept for the new process shall be available. In order to assure also an economically and environmentally feasible process development, accompanying techno-economic analyses, environmental impact assessments and LCAs shall be performed.

Within the framework of the international project, the Austrian partner BIOS shall develop a new biomass pre-treatment process based on leaching with the light (water-rich) fraction of the pyrolysis oil. By this measure the contents of ash forming matter shall be reduced significantly and thereby the suitability of the feedstock for pyrolysis shall be improved. Therefore, systematic lab-scale leaching test with both, simulated wood-derived acids and real light fractions from pyrolysis shall be performed at different temperatures, residence times, acidities and fuel/leaching agent ratios. The process shall be optimised in terms of technological, economic and environmental aspects. The treatment of the waste water (leachate) shall thereby also play a relevant role. As a second main task, BIOS shall contribute to the further development of a gas turbine for the utilisation of bio-oil with numerical (CFD) simulations. The main objective shall be to develop a turbine combustion chamber design and air staging concept for complete burnout and operation at low NO_x emissions. To make the turbine better suitable for decentralised (heat controlled) applications, partial load operation capability shall thereby be a relevant development target. From the entire project a full-scale design concept for the EnCat technology shall result. Thereby, BIOS shall contribute with techno-economic analyses of the whole process chain starting with the feedstock material and ending at heat and electricity produced in turbines or engines respectively at the production of transportation fuels. These studies shall support the development of a technically and economically competitive application concept.

Projektpartner

- BIOS BIOENERGIESYSTEME GmbH