

Bluetifuel

Blue flames for low-emission combustion using non-carbon eco-fuels

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung (KP 2020), Energieforschung 6. Ausschreibung (KP)	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.01.2021	Projektende	31.12.2023
Zeitraum	2021 - 2023	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	adaptive pulse combustion, renewable fuels, eco-fuels, Power-to-X, Betriebssicherheit, thermische Effizienz, low_NOx, low-Soot		

Projektbeschreibung

Ausgelöst durch die vorherrschende Problematik des Klimawandels und durch die zusätzlich auftretende Verknappung der fossilen Energieträger wurden neue Wege für Ecofuels beschritten. Eine Technologie namens „Power-to-X“ liefert einen vielversprechenden Energiespeicher für erneuerbare Ressourcen. Dabei kann durch überschüssigen Strom aus Wind-, Solar- oder Wasserkraft ein nicht-konventioneller Ecofuel generiert werden, welcher in der bestehenden europäischen Gas- und Ölinfrastruktur gespeichert wird. Dieser klimaneutral gewonnene Brennstoff kann zur Deckung der elektrischen Residuallast oder zur Deckung des Wärmebedarfs herangezogen werden.

In diesem Projekt beschäftigen wir uns speziell mit kohlenstofffreien Ecofuels, welche CO₂-frei verbrennen, wie Wasserstoff H₂, Ammoniak NH₃, Verbindungen wie Schwefelwasserstoff H₂S und jede beliebige Mischung dieser Stoffe, die meist in unterschiedlichen Verfahren/Prozessen als Nebenprodukte anfallen, aber noch nicht industriell thermisch verwertet werden. Grund für die mangelnde, thermische Verwertung dieser Stoffe liegt einerseits in gewissen, neuartigen Sicherheitsrisiken, andererseits in der hohen Fluktuation der Zusammensetzung dieser Brennstoffe, da Verunreinigungen auftreten. Im Rahmen des Projektes „Bluetifuel“ will das Konsortium, bestehend aus, Combustion Bay One e.U., FH JOANNEUM GmbH und P&P Industries AG eine vollständig digitalisierte Verbrennungstechnologie entwickeln, welche auf Basis einer präzise-gesteuerten, erzwungenen Flammenturbulenz arbeitet. Durch die kontrolliert erhöhte Flammenaktivität, ersichtlich durch die Veränderung der Flammenform und der Energiedichte, kommt es zu einer sehr guten Vermischung der Reaktanden, was einen vollständigen Ausbrand der teilweise toxischen Brennstoffe gewährleistet. Zusätzlich können unerwünschte, gasförmige Schadstoffe wie Stickoxide (NO_x) auf ein Minimum reduziert werden, da der Pulsationsprozess die Möglichkeit bietet, Mischungen mit instabilem Verbrennungsvorgang stabil ablaufen zu lassen. Des Weiteren wird die thermische Verwertung von H₂S zur Produktion von Schwefelsäure verwendet, wodurch der Bereich der Verfahrenstechnik erschlossen wird. Diese Strategie weist hohes Potential in Hinblick auf die bestmögliche Nutzung von kohlenstofffreien Ecofuels auf, da eine flexible, kompatible und sichere Anwendung von gemischten Brennstoffen oder Reinstoffen, erfolgt. Entscheidende Vorteile in Bezug auf die Betriebssicherheit werden durch die Möglichkeit der thermischen Verwertung des Brennstoffes im stark verdünnten Zustand dargelegt. Digitalisiert wird ein Prozess, der eine hochgradig reaktive Kraftstoffdynamik mit schnellen Messungen und schnell ansprechenden Aktuatoren verbindet. Die Digitalisierung ist das wichtigste Merkmal des Projekts, bei dem Messungen, Entscheidungen und Aktuatorik im Kilohertzbereich arbeiten. Der digitale Regelkreis enthält

einen adaptiven Einlass, der starke Schwankungen des Energiegehalts des Brennstoffes verfolgen kann, einen pulsierten Brenner, welcher das Ergebnis einer früheren Studie über die vollständige Verbrennung von Biogasen mit niedrigem Energieinhalt ist, und die Kontrolle der Schadstoffe im Abgas. Der pulsierte Verbrennungsprozess wird durch Messung der Schadstoffkonzentration und automatischer Adaption der Eintrittsbedingungen (Regelkreis) optimiert, um eine vollständige Verbrennung der Reaktanden zu erreichen und den Stickoxid- und Rußgehalt der Abgase zu minimieren. In diesem Kooperationsprojekt bei niedrigem Entwicklungslevel (ca. TRL 4) wird sich Combustion Bay One mit der Entwicklung der pulsierten Verbrennung und ihrer Anpassung an die kohlenstofffreien Ecofuels befassen. Die FH JOANNEUM wird für experimentelle Tests im Labormaßstab, für die Validierung des Regelkreises und für die Erstellung eines Digital Twins der Anlage verantwortlich sein. Die P&P Industries AG wird einen Demonstrator im industriellen Labormaßstab realisieren und im firmeninternen Labor testen. Ziel liegt darin, diese Technologie für thermische Leistungen im Megawatt-Bereich zu validieren. Dieses Verfahren ist disruptiv und der Bluetifuel-Brenner im großen Labormaßstab wird der erste seiner Art sein. Der Fokus des Projektes liegt darin, einen positiven Beitrag zur Erreichung der Energiewende in Österreich und Europa zu schaffen. Am Ende des Projekts soll ein Weg für eine sichere und optimale Nutzung von kohlenstofffreien Ecofuels aufgezeigt werden.

Abstract

Triggered by the predominant problem of climate change, caused by high concentrations of pollutants in the atmosphere, and by the additional scarcity of fossil fuels, new paths for eco-fuels have been taken. A technology called "Power-to-X" provides a promising energy storage for renewable resources. Excess electricity from wind, solar or hydro power can be used to generate a non-conventional eco-fuel, which is stored in the existing European gas and oil infrastructure. This climate-neutral fuel can be used to cover the residual load or the heat demand of a country.

In this project we are especially concerned with carbon-free eco-fuels, which burn without any CO₂, such as hydrogen H₂, ammonia NH₃, compounds such as hydrogen sulphide H₂S and any mixture of these substances, which mostly occur as by-products in different procedures/processes and burn without any CO₂ generation, but are not yet used for industrial thermal utilization. The reason for the lack of thermal utilization of these substances is, on the one hand, due to certain new types of safety risks and, on the other hand, due to the high fluctuation of the composition of these fuels, as impurities can occur. Within the framework of the project "Bluetifuel", the consortium consisting of Combustion Bay One e.U., FH JOANNEUM GmbH and P&P Industries AG intends to develop a completely digitalised combustion technology that works on the basis of a precisely controlled, forced flame turbulence. Due to the controlled, increased flame activity, which can be seen by the change in flame shape and energy density, a very good mixing of the reactants takes place, which guarantees a complete burnout of the partially toxic fuel. In addition, undesirable gaseous pollutants such as nitric oxides (NO_x) can be reduced to a minimum since the flame pulsation process provides the opportunity to run reliably a mixture with an otherwise unstable combustion process. Furthermore, the thermal utilisation of H₂S is used for the generation of sulphuric acid, so the part of process engineering is also opened up. This strategy has a high potential in terms of the best possible use of CO₂-neutral eco-fuels, since a flexible, compatible and safe use of mixed or pure fuels is possible. Decisive advantages in terms of operational safety are demonstrated by the opportunity of thermal utilization of highly diluted fuel. It is a disruptive process that combines highly responsive fuel dynamics with fast measurements and fast reacting actuators. Digitization is the most important feature of the project, where measurements, decisions and actuators operate in the kilohertz range. The digital control loop includes an adaptive inlet that can track large fluctuations in the fuel's energy content, a pulsed burner, which is the result of a previous study on the complete combustion of low-energy biogases, and the control of pollutants in the exhaust gas. The pulsed combustion process is optimized by measuring the pollutant concentration and automatic

adaptation of the inlet conditions (control loop) to achieve complete combustion of the reactants and minimize the nitrogen oxide and soot content of the exhaust gases.

In this collaborative project at low technical readiness level (approx. TRL 4) Combustion Bay One will focus on the development of the pulsed combustion and its adaptation to carbon-free eco-fuels. FH JOANNEUM will be responsible for experimental tests on laboratory scale, for the validation of the control loop and for the creation of a digital twin of the plant. P&P Industries AG will realise a demonstrator on an industrial laboratory scale and test it in the company's own laboratory. The aim is to validate this technology for thermal power in the Megawatt range. This process is disruptive and the large-scale "Bluetifuel" burner will be first-of-a-kind. The focus of the project is to create a positive contribution to achieving the energy transition in Austria and Europe. At the end of the project a way for a safe and optimal use of carbon-free eco-fuels will be shown.

Projektkoordinator

- Combustion Bay One e.U.

Projektpartner

- FH JOANNEUM Gesellschaft mbH
- P & P Industries AG