

## LEC FFF

Future Fuel Fundamentals

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Kooperationsstrukturen, Kooperationsstrukturen, COMET Module Ausschreibung 2022	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.01.2024	<b>Projektende</b>	31.12.2027
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2027	<b>Projektlaufzeit</b>	48 Monate
<b>Keywords</b>	Ammonia as a fuel in large engines; energy and transportation systems; numerical modeling; lube oil degradation; component materials		

### Projektbeschreibung

Großmotoren spielen eine wesentliche Rolle in den heutigen Energie- und Transportsystemen. Da sie meist mit fossilen Brennstoffen betrieben werden, tragen sie erheblich zum Klimawandel bei. Die Umstellung des Energie- und Transportsektors auf einen nachhaltigen Betrieb erfordert alternative Technologien, die die erforderliche mechanische Leistung bereitstellen. Angesichts der gesellschaftlichen Nachfrage nach einem kontinuierlichen Wachstum des Lebensstandards bei einer immer noch wachsenden Weltbevölkerung wird ein zunehmendes Angebot an mechanischer Energie erforderlich sein. Eine Umstellung auf Kraftstoffe, deren Produktion und Nutzung mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen in Einklang stehen, ist ein wirksames Mittel, um diesen Übergang zu gewährleisten. Ein vielversprechender Kandidat für solche Kraftstoffe ist Ammoniak. Im Gegensatz zu Wasserstoff kann es in flüssiger Form bei nahezu Umgebungstemperatur und -druck transportiert und gespeichert werden, was es für mobile Anwendungen wie Züge, Schifffahrt und Bergbau sowie für Anwendungen qualifiziert, die eine langfristige Energiespeicherung erfordern, wie z. B. die saisonale Energiespeicherung für Wärme und Strom. Darüber hinaus ermöglicht Ammoniak einen völlig kohlenstofffreien Energiekreislauf ohne komplexe und kostspielige Verfahren zur Kohlenstoffabscheidung, wie sie bei anderen synthetischen Brennstoffen üblich sind. Aufgrund der komplexen technologischen Hürden wie schlechte Entflammbarkeit, geringe Flammgeschwindigkeit, enge Entflammbarkeitsgrenzen sowie Emissionen und Auswirkungen auf das Schmieröl wurde Ammoniak bisher kaum als Kraftstoff eingesetzt. Der derzeit rasch steigende Bedarf an der Substitution konventioneller Brennstoffe hat aber dazu geführt, dass Hersteller Großmotoren ankündigen, die mit Ammoniak betrieben werden können, ohne die wissenschaftlichen Grundlagen zu haben, die für die Anwendung modernster Konstruktions- und Designmethoden im Entwicklungsprozess erforderlich sind. Die erste Generation der mit Ammoniak befeuerten Motoren wird daher ein enormes Verbesserungspotenzial aufweisen.

Das vorgeschlagene COMET-Modul LEC FFF wird die wissenschaftliche Grundlage für neuartige Entwicklungsmethoden und Entwicklungswerkzeuge liefern, um die Nutzung von Ammoniak in Motoren voranzutreiben. Der technologische Teil des LEC FFF umfasst Forschungsarbeiten zur detaillierten physikalischen Charakterisierung von Ammoniakflammen und zum Verständnis aller relevanten Prozesse, die innerhalb der Flammenfront ablaufen. Die detaillierte Modellierung dieser Phänomene ist ein wesentlicher Baustein für eine prädiktive Simulationsmethodik, da derzeit davon ausgegangen wird, dass

bekannte Simulationsmodelle nicht ohne erhebliche Anpassungen oder Neuentwicklungen auf die Ammoniakverbrennung angewendet werden können. Die Kraftstoffumwandlungsprozesse direkt in der Brennkammer und die Verbrennung von wasserstoffangereicherten Ammoniak-Luft-Gemischen sowie die Validierung von Simulationsmodellen werden ebenso untersucht wie grundlegende Tests mit speziellen Messeinrichtungen im Labor oder auf Motorprüfständen durchgeführt werden. Darüber hinaus wird sich das LEC FFF auch eingehend mit den Emissionen bei der Verbrennung von Ammoniak und den besonderen Auswirkungen des Kraftstoffs und der Verbrennungsprodukte auf Schmieröl und Werkstoffe von Motorkomponenten beschäftigen.

Insgesamt soll das Forschungsprogramm COMET Module LEC FFF die internationale Spitzenposition des LEC im Bereich der Großmotorenforschung stärken und ausbauen. Zentrales Forschungsziel ist es, durch eine deutliche Erweiterung des Kompetenzspektrums des Zentrums neue, strategisch wichtige Forschungsgrundlagen zu erschließen und völlig neue Möglichkeiten der Technologieentwicklung abzuleiten. Die daraus resultierenden innovativen Lösungen sollen dem LEC und seinen Partnern einen signifikanten wissenschaftlichen, technologischen und damit Wettbewerbsvorteil verschaffen.

## **Abstract**

Large engines are essential to today's energy and transportation systems. Since they are mostly powered by fossil fuels, they play a significant role in climate change. Transitioning to sustainable operation in the energy and transportation sectors requires alternative technologies that provide the necessary mechanical power. Given the societal demand for a continued increase in living standards while the world's population continues to grow, the supply of mechanical power needs to increase. A shift to fuels whose production and usage is in line with the United Nations Sustainable Development Goals is an effective way to ensure this transition.

One promising candidate for such fuels is ammonia. Unlike hydrogen, it can be transported and stored in liquid form at near ambient temperature and pressure, which qualifies it for mobile applications such as trains, shipping and mining as well as for applications requiring long-term energy storage such as seasonal energy storage for heat and power. In addition, the energy cycle of ammonia is completely carbon-free so it does not require complex and costly carbon capture processes as do other synthetic fuels. Due to the challenging technological hurdles such as poor flammability, low flame speed and narrow flammability limits as well as emissions and the implications for lubricating oil and materials, ammonia has rarely been used as a fuel. The rapidly growing need for a substitute for conventional fuels has led manufacturers to announce large engines that can run on ammonia without the establishment of the scientific foundation required for applying state-of-the-art engineering and design methods in the development process. Thus the first generation of engines running on ammonia will require enormous improvements.

The proposed COMET module LEC FFF will provide the scientific basis for novel development methods and development tools to advance the use of ammonia in engines. The technological part of LEC FFF includes conducting research on the detailed physical characterization of ammonia flames and understanding all relevant processes that occur within the flame front. Detailed modeling of these phenomena is an essential building block for a predictive simulation methodology, as it is currently assumed that existing simulation models cannot be applied to ammonia combustion without significant adaptation or new developments. LEC FFF will investigate fuel conversion processes directly in the combustion chamber and the combustion of hydrogen-enriched fuel-air mixtures, perform fundamental tests with special measuring equipment in the lab or on engine test beds and validate simulation models. In addition, the module will also take a detailed look at the emissions resulting from the combustion of ammonia and the particular effects of the fuel and combustion products on lubricating oil and engine component materials.

All in all, the COMET module LEC FFF research program should strengthen and expand the top position of the LEC

internationally in the field of large engine research. The main research objective is to open up new, strategically important avenues of fundamental research and derive completely new opportunities for technological development by significantly expanding the range of competences at the center. The resulting innovative solutions should provide the LEC and its partners with a significant scientific, technological and thus competitive advantage.

### **Projektkoordinator**

- LEC GmbH

### **Projektpartner**

- INNIO Jenbacher GmbH & Co OG
- ExxonMobil Technology and Engineering Company
- AC2T research GmbH
- Winterthur Gas & Diesel AG
- Technische Universität Graz
- Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW
- AVL List GmbH
- Universitat Politecnica de Valencia CMT-Motores Termicos