

LEC FFF

Future Fuel Fundamentals

Programm: COMET – Competence Centers for Excellent Technologies

Förderlinie: COMET-Modul

Projekttyp: strategisch

Kurztitel: LEC FFF

Laufzeit: 2024 – 2027



© LEC GmbH, Foto Jorj Konstantinov

VISUALISIERUNG TURBULENTER AMMONIAKFLAMMEN

ZUR ERFORSCHUNG DER PROZESSE BEI DER AMMONIAKVERBRENNUNG IN GROSSMOTOREN WURDE AM LEC EINE OPTISCH ZUGÄNGLICHE BRENNKAMMER ENTWORFEN UND AUFGEBAUT, DIE UNTERSUCHUNGEN DER FLAMME UNTER KONTROLLIERTEN TURBULENTEN BEDINGUNGEN ERMÖGLICHT.

Die Herausforderung

Grünes Ammoniak ist ein vielversprechender Energieträger und lässt sich als Kraftstoff in Großmotoren einsetzen, ohne CO₂-Emissionen zu verursachen. Die Verbrennungseigenschaften von Ammoniak unterscheiden sich jedoch deutlich von herkömmlichen kohlenstoffbasierten Kraftstoffen, was sowohl eine Anpassung des motorischen Brennverfahrens, als auch der numerischen Simulationsmodelle zur Analyse der Verbrennung erforderlich macht. Reale Prozesse im Motor finden in der Regel unter stark turbulenten Bedingungen statt, was das umfassende Verständnis der zugrundeliegenden komplexen Verbrennungsvorgänge erheblich erschwert. Für ein vertieftes Verständnis der Ammoniakverbrennung ist es daher entscheidend, die einzelnen Teilprozesse sowie insbesondere den detaillierten Einfluss der Turbulenz auf das Verhalten der Ammoniakflamme zu untersuchen. Entsprechend anspruchsvoll ist die Schaffung einer experimentellen Umgebung, die es ermöglicht, die

Flamme unter gezielt einstellbaren turbulenten Bedingungen optisch zu beobachten und die dabei gewonnen Erkenntnisse systematisch auszuwerten.

Die Innovation

Zur Untersuchung dieser hochkomplexen Vorgänge hat das LEC eine optisch zugängliche Konstantvolumen-Brennkammer (CVCC) mit Rotoren zur Turbulenzerzeugung entwickelt, mit der die Flammenausbreitung unter definierten turbulenten Bedingungen messtechnisch erfasst werden kann. Dadurch wird es möglich, den Einfluss der Turbulenz auf die Verbrennung von jenem der Hintergrundströmung zu separieren. Die gewonnenen Messdaten bilden zugleich eine wichtige Grundlage für die Modellierung und Simulation dieser Prozesse.

Die Umsetzung

Bei der Entwicklung des Konzeptes für die Brennkammer war die Schaffung von möglichst realitätsnahen, motorähnlichen Randbedingungen für die Verbrennung bei

SUCCESS STORY

gleichzeitig hoher Flexibilität und optischer Zugänglichkeit zentrale Forderung. Der erste Schritt bestand darin, eine geeignete Auslegung der Kammer vorab mittels Simulationen zu ermitteln, wozu der frei verfügbare CFD-Code OpenFOAM eingesetzt wurde. Die Ergebnisse der Simulation verschiedener Konstruktionsvarianten wurden evaluiert und jenes Design, das die zur Untersuchung der Effekte geeignetsten Turbulenzbedingungen generiert, identifiziert. Symmetrisch angeordnete, gegenläufige Rotoren in einer sphärischen Kammer liefern sehr gute Bedingungen hinsichtlich des erforderlichen Strömungsfeldes und der Turbulenz im Beobachtungsraum. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde die Brennkammer konstruiert und gebaut und für erste Referenzmessungen mit ruhendem Gemisch eingesetzt.

Die Auswirkung

Mit der turbulenten Brennkammer wurde ein wertvolles Forschungswerkzeug geschaffen, das es ermöglicht, relevante Prozesse der Verbrennung isoliert zu betrachten. Basierend auf den gewonnenen optischen Messdaten werden Simulationsmodelle geschaffen, mit denen zukünftige Brennverfahren mit neuen Kraftstoffen besser vorausberechnet werden können. In Kombination mit hochauflösenden Simulationen können detaillierte Einblicke in die zugrundeliegende Struktur der Ammoniakflamme gewonnen werden und daraus mittels Vereinfachungen ressourcenschonendere Simulationsmodelle abgeleitet werden, welche in der Praxis überwiegend bei Motorsimulationen eingesetzt werden.

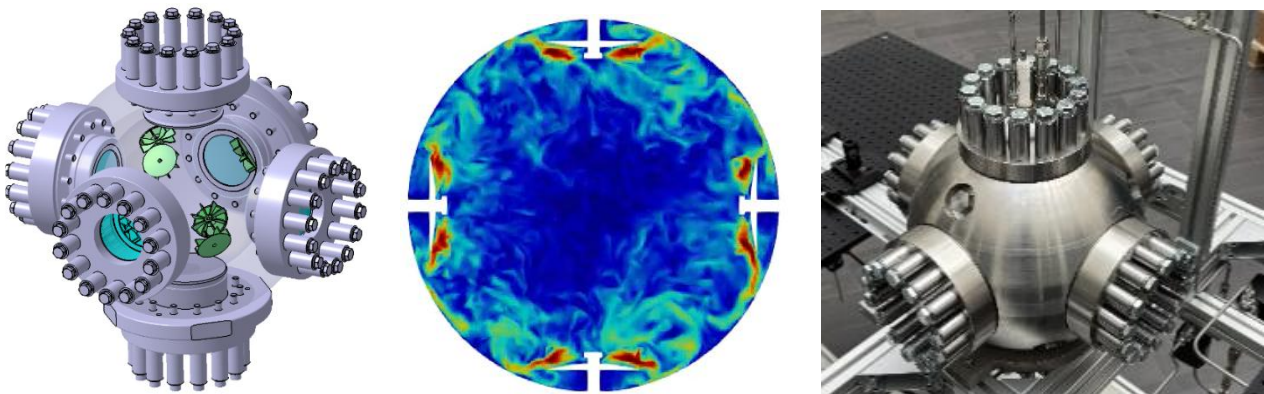


Abb. 1: Erster Entwurf (links), CFD-Analyse des Beobachtungsraums (Mitte), aufgebaute Kammer (ohne Rotoren, rechts), © LEC GmbH

Projektkoordination

Dr. Gerhard Pirker
Projektleiter COMET Modul
LEC GmbH
T +43 (0) 316 873 30130
gerhard.pirker@lec.tugraz.at

K1 COMET Zentrum LEC GETS

LEC GmbH
Inffeldgasse 19/2
8010 Graz
T +43 (0) 316 873 30101
office@lec.at – <https://www.lec.at>

Projektpartner

- INNIO Jenbacher GmbH & CO OG, Österreich
- AVL List GmbH, Österreich
- WinGD Ltd., Schweiz
- Technische Universität Graz, Österreich
- Fachhochschule Nordwestschweiz, Schweiz

Diese Success Story wurde von der Zentrumsleitung und den genannten Projektpartnern zur Veröffentlichung freigegeben. Das COMET-Modul LEC FFF wird im Rahmen von COMET – Competence Centers for Excellent Technologies durch BMIMI, BMWET, und die Länder Steiermark und Tirol gefördert. Das Programm COMET wird durch die FFG abgewickelt. Weitere Informationen zu COMET: www.ffg.at/comet