

LEC GETS
LEC Green Energy and
Transportation Systems

Programm: COMET – Competence
Centers for Excellent Technologies

Förderlinie: COMET-Zentrum (K1)

Projekttyp: mixed
Kurtitel: LEC GETS
Laufzeit: 2023 – 2026



© LEC GmbH, Foto Jorj Konstantinov

LEC LEAP – MOTORSIMULATIONEN LEICHT GEMACHT

3D-CFD-SIMULATIONEN SIND ENTSCHEIDEND FÜR DAS VERSTÄNDNIS VON STRÖMUNG, GEMISCHBILDUNG UND VERBRENNUNG IN GROßMOTOREN, INSBESONDERE BEI NEUEN KRAFTSTOFFEN. LEC HAT EINEN ANSATZ ENTWICKELT, DER HOCHAUFLÖSENDE MOTORSIMULATIONEN IN OPENFOAM EFFIZIENTER UND ZUVERLÄSSIGER MACHT.

Die Herausforderung

Die zukünftige Entwicklung von Brennverfahren für Großmotoren erfordert zuverlässige 3D-CFD-Methoden zur Strömungs- und Verbrennungssimulation. Die Simulation der Verbrennung in Großmotoren stellt aufgrund beweglicher Geometrien, komplexer Randbedingungen, hoher Geschwindigkeiten, gekoppelter physikalischer Phänomene und langer Rechenzeiten eine große Herausforderung dar. Der zunehmende Einsatz neuer Kraftstoffe erfordert zudem flexible Anpassungen der Simulationsmodelle, um den sich ändernden Stoffeigenschaften von Flüssigkeiten und Gasen Rechnung zu tragen. Proprietäre Simulationswerkzeuge schränken direkte Änderungen am Quellcode ein und bieten nur begrenzte Schnittstellen zu den Modellen, was umfangreiche Modellanpassungen verhindert und eine detaillierte Analyse der Phänomene erschwert. Dies wäre bei frei verfügbarer OpenSource-Software gegeben, allerdings fehlt dabei oft die Möglichkeit, die Durchführung komplexer

Simulationen mit vertretbarem Aufwand zu automatisieren, was besonders für Motorsimulationen von großer Bedeutung ist.

Die Innovation

Um die Einschränkungen proprietärer Simulationswerkzeuge zu überwinden, setzt LEC den OpenSource-Code OpenFOAM ein, der volle Flexibilität bietet. Allerdings ist dessen Bedienung wenig intuitiv, erfordert umfangreiche Erfahrung und Aufwand seitens der Anwender und verfügt nicht über automatisierte Abläufe für Motorsimulationen. Um diese komplexen Prozesse für den Anwender realitätstauglich nutzbar zu machen, wurde eine vollautomatisierte und standardisierte Methodik speziell für die Simulation von Verbrennungsmotoren entwickelt. Diese hebt auf OpenFOAM basierende Motorsimulationen auf ein Niveau, das mit jenem kommerzieller Software vergleichbar ist, gewährt dabei jedoch uneingeschränkten Zugriff und volle Kontrolle über die zu-

SUCCESS STORY



grundlegenden Modelle und schafft damit einen flexiblen Arbeitsablauf, der auf die Bedürfnisse der Anwender zugeschnitten ist.

Die Umsetzung

Die Methodik wurde im neu entwickelten Framework LEC LEAP implementiert, das OpenFOAM durch Python-basierte Schnittstellen erweitert und dadurch für CFD-Simulationen deutlich besser nutzbar macht. Die Methodik vereinfacht die Vorbereitung und die Durchführung der Simulationen, sodass Anwender komplexe Motorsimulationen mit geringem Aufwand und hoher Zuverlässigkeit durchführen können. LEC LEAP wurde in enger Zusammenarbeit mit Partnern aus der Industrie entwickelt und erfüllt hohe Standards hinsichtlich Benutzerfreundlichkeit, Dokumentation und Effizienz. Dank seines modularen Aufbaus lässt es sich einfach an spezifische Anforderungen anpassen und kann mit nur geringfügigen Änderungen auch für die Simulation von Prozessen in Spray- und Verbrennungskammern eingesetzt werden. Die hervorragende Parallelrechenleistung von OpenFOAM ermöglicht die Verwendung feinerer Netze und detaillierterer Simulationen, wodurch die Gesamt-

genauigkeit erhöht wird. Seine nahezu unbegrenzte Skalierbarkeit und langfristige Verfügbarkeit machen diesen Ansatz zukunftssicher.

Die Auswirkung

Der Einsatz von LEC LEAP vereinfacht die Durchführung von Motorsimulationen in OpenFOAM erheblich und macht hochpräzise CFD-Simulationen für anspruchsvolle Forschungs- und Entwicklungsaufgaben nutzbar. Der uneingeschränkte Zugriff auf den Quellcode ermöglicht gezielte Modellanpassungen und detaillierte Analysen, die mit kommerziellen Softwarelösungen in der Regel nicht möglich sind. Insbesondere bei neuen Kraftstoffen bietet die neu gewonnene Möglichkeit, Modelle flexibel anzupassen und Probleme zu erkennen, zu verstehen und zu beheben, einen erheblichen Vorteil. Die erfolgreiche Validierung anhand von Simulationen von mehreren Testmotoren hat die praktische Anwendbarkeit dieser Methode unter Beweis gestellt. Laufende Tests an Zwei- und Viertaktmotoren mit verschiedenen Verbrennungskonzepten unterstreichen das große Potenzial für den praktischen Einsatz. Auf diese Weise schließt die Methodik die Lücke zwischen der Flexibilität in der Forschung und der industriellen Anwendbarkeit.

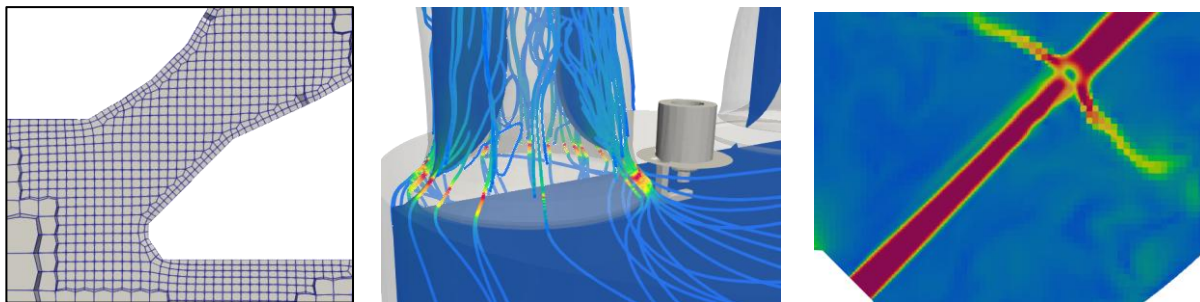


Fig. 1 LEC LEAP basierend auf OpenFOAM ermöglicht den gesamten Simulationsablauf von der Netzgenerierung (links) über die CFD-Strömungsanalyse im Motor (Mitte), bis hin zu hochauflösenden Simulationen einer Freistrahkollision (rechts) © LEC GmbH

Projektkoordination

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nicole Wermuth
Wissenschaftliche Leitung
LEC GmbH
T +43 (0) 316 873 30087
nicole.wermuth@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>

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