

# VERDAMPFUNG VON BIO- UND ALTERNATIVKRAFTSTOFFEN FÜR DIE LUFTFAHRT

Fabrice GIULIANI<sup>1</sup>, Johannes FRITZER<sup>2</sup>, Alain STRZELECKI<sup>3</sup>,  
Virginel BODOC<sup>3</sup>

## Abstract

Dieser Artikel behandelt grundsätzlich den Aufgaben- und Tätigkeitsbereich des Instituts für Thermische Turbomaschinen und Maschinendynamik der TU-Graz im Bereich des FP7-Projekts (European Commission's 7th Frame Work Program) ALFA BIRD, welches sich mit der Thematik von Bio- und Alternativkraftstoffen für die Luftfahrt beschäftigt. Hauptaugenmerk der Untersuchungen der TU-Graz richtet sich auf die Zerstäubung und Verdampfung der im Vorfeld von Projektpartnern ausgewählten Kraftstoffe in Zusammenarbeit mit ONERA Toulouse. Zu diesem Zweck wurde ein Verdampfungsprüfstand in die bestehende Versuchsanlage des ITTM integriert, in welchem es möglich ist unterschiedliche Kraftstoffe unter hohem Druck und Temperatur zu verdampfen und über einen optischen Zugang in eine Brennkammer die Dampfkonzentration in dem Spray integral mittels Infrarot-Extinktions-Messmethode zu ermitteln.

## Einleitung

Aufgrund der Erhöhung des Ölpreises und des sehr wahrscheinlichen Einflusses der Verbrennung von fossilen Kraftstoffen auf die globale Klima Veränderung einerseits, sowie der Erschöpfung der Erdölreserven und dem stetigen Anstieg des Mobilitätsanspruchs andererseits, ist es notwendig Alternativen zu Erdöl zu entwickeln, auch im Bereich der Aeronautik. Aus diesem Grund beschäftigt sich das Institut für Thermische Turbomaschinen der Technischen Universität Graz mit der Anwendbarkeit von Alternativkraftstoffen und Biokraftstoffen für den regulären Flugbetrieb. Diese Untersuchungen werden von der Europäischen Kommission (7th Framework Program) finanziert und sind Teil des Projektes ALFA BIRD (Alternative Fuels and Bio-fuels in Aircraft Development), welches von AIRBUS geleitet wird. Dieses Projekt ist unterteilt in drei Phasen:

- Identifikation und Auswahl geeigneter Alternativkraftstoffe
- Untersuchung der Anwendbarkeit der ausgewählten Kraftstoffmatrix
- Infrastrukturelle Untersuchung und Perspektivenanalyse

TU-Graz ist ausschliesslich an Punkten 2 und 3 beteiligt.

## Kraftstoffe

Die Kraftstoffmatrix, ursprünglich bestehend aus 12 unterschiedlichen Ersatzbrennstoffen wurde am Ende der ersten Phase auf 4 geeignete reduziert:

**Tabelle 1: Alfa Bird Kraftstoffmatrix**

Name	Bezeichnung	Zusammensetzung
FSJT (CtL)	8040	100%
FT-SPK (GtL)	8069	100%
GtL + 50% naphthenic cut	8075	GtL + 50% naphthenic cut

<sup>1</sup> COMBUSTION BAY ONE, Plüddemangasse 39 A-8010 Graz, [www.CBOne.at](http://www.CBOne.at)

<sup>2</sup> ITTM TU-Graz, Inffeldgasse 25a, [www.ttm.tugraz.at](http://www.ttm.tugraz.at)

<sup>3</sup> ONERA -French Aerospace Lab, 2. Avenue Edouard Belin, 31055 Toulouse, [www.onera.fr](http://www.onera.fr)

GtL + 20% 1-hexanol	8074	GtL + 20% 1-hexanol
---------------------	------	---------------------

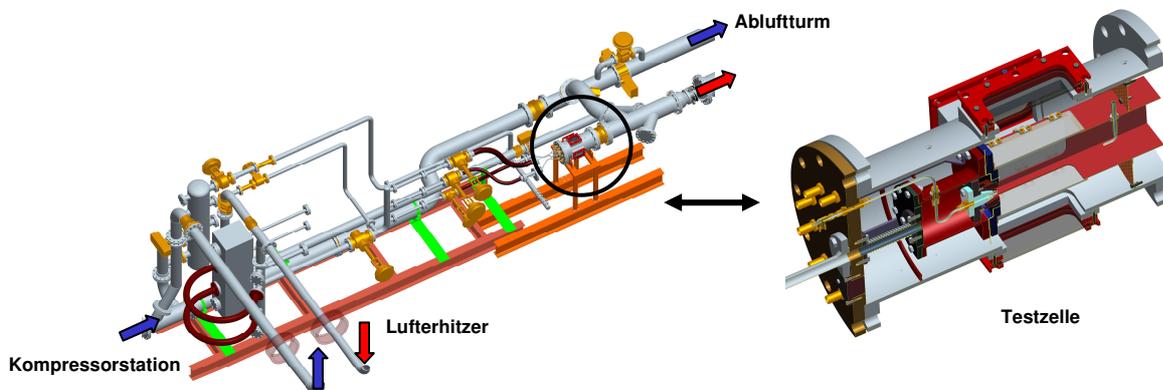
FSJT:	Fully Synthetic Jet Fuel
FTSPK:	Fischer Tropsch Synthetic Parafinic Compound
CTL:	Coal To Liquid
GTL:	Gas To Liquid

### **Betriebspunkte**

Die ausgewählten Betriebspunkte im Alfa Bird Projekt entsprechen realistischen Bedingungen in einer Gasturbinenbrennkammer und basieren auf Ähnlichkeitsgesetzen bezüglich des reduzierten Massenstroms  $WR = 0.3$ , einer konstanten Referenzgeschwindigkeit  $v_{ref} = 33,36 \text{ m/s}$  und einem konstantem Äquivalenzverhältnis  $\Phi = 1$  bei gleichbleibender Temperatur von  $750 \text{ K}$ . Basierend auf diesen Ähnlichkeitsgesetzen werden die Druckniveaus variiert von atmosphärischem Druck über  $3 \text{ bar}$  bis  $5 \text{ bar}$  Absolutdruck. Jeder der 4 Ersatzbrennstoffe wird unter Zugrundelegung dieser Testmatrix untersucht.

### **Versuchsanlage**

Die Prüfstandseinheit zur Untersuchung der Verdampfung wurde in die bestehende Verdichteranlage des Institutes integriert. 3 MW Kompressoren in Verbindung mit einem 5 MW Luftherhitzer können zum Zwecke realitätsnaher Brennkammerbedingungen Luft, verdichtet bis zu  $10 \text{ bar}$  bei einer Temperatur von  $800 \text{ K}$  bereitstellen [1]. Die Kraftstoffanlage, bestehend aus einem Kreislauf mit Hochdruckpumpe und hochpräzisen Coriolis-Massenstrommesser/regler kann einen Kraftstoffmassenstrom von bis zu  $10 \text{ g/s}$  bereitstellen. Der Prüfling, bestehend aus einem Airblast-Brenner mit quadratischem Liner-Profil stellt einen großzügigen optischen Zugang zur messtechnischen Erfassung der interessierenden Größen bereit und ist an den relevanten Positionen mit Temperatur und Druckaufnehmern bestückt.



**Abbildung 1:** 3D Design der Versuchsanlage (links) Schnittdarstellung des Prüflings (rechts)

### **Messtechnik**

- **Aerodynamik:** 2 Komponenten Laser-Doppler-Anemometry System von Dantec zur Ermittlung der Geschwindigkeiten in x, y und z Richtung.

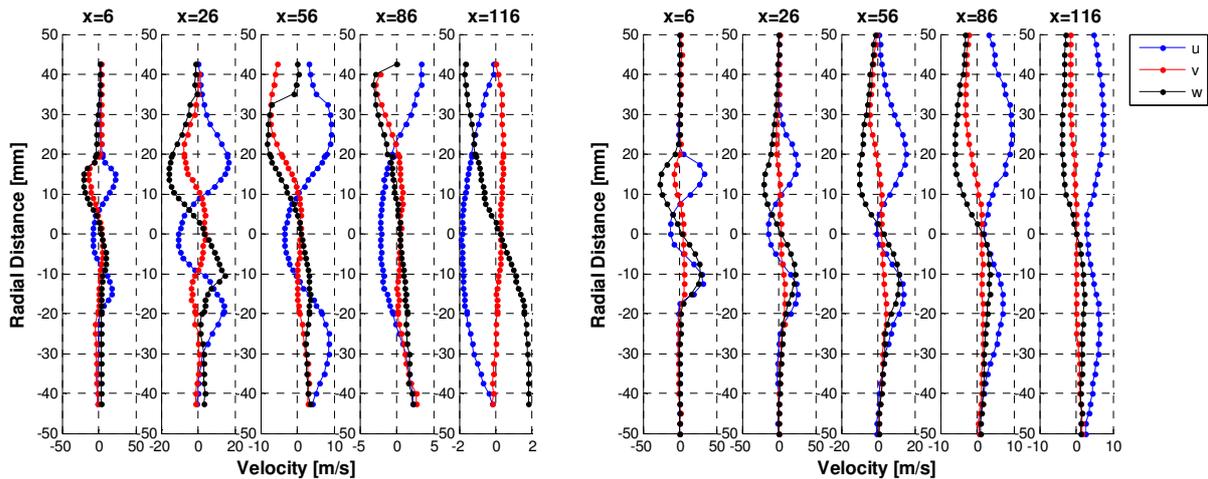


Abbildung 2: Darstellung der 3 Geschwindigkeitskomponenten (u, v, w) in 6 Ebenen für Confined (rechts) und Free-jet (links) bei 1 atm

- Dampfkonzentration:** Hierfür wird die Infrarotabsorptionsmessmethode angewendet. Basierend auf dem Beer-Bouguer-Lambert Gesetz kann durch den Vergleich der Extinktion zweier konzentrisch positionierter Laserstrahlen im sichtbaren und infraroten Wellenlängenbereich im Messvolumen auf die Integrale Dampfkonzentration in der Länge L geschlossen werden. Durch eine Abel-Transformation können lokale Konzentrationen im Spray ermittelt werden [2][3]. Diese Messtechnik wurde im Rahmen des Marie Curie Fellowships in Zusammenarbeit mit Onera Toulouse validiert. Dabei wurde ein Kraftstoffspray bei atmosphärischen Bedingungen vermessen und die daraus erzielten Ergebnisse mit den Werten aus einer vorangegangenen Simulation (CEDRE) verglichen [4].

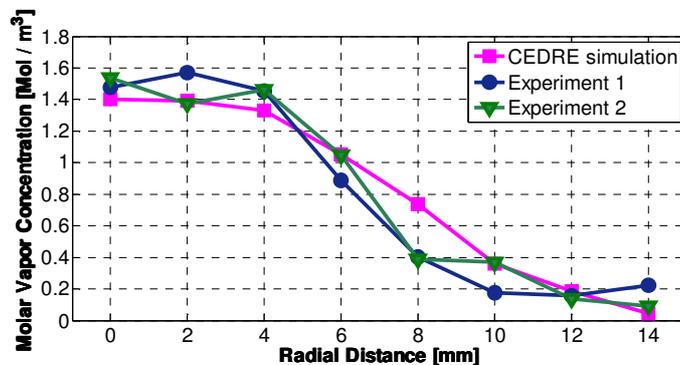


Abbildung 3: Vergleich der Dampfkonzentrationen aus Messungen mit der Simulation

### Quellen

- [1] Leitgeb Th., et.al. , “Computer-aided Dimensioning and Validation of a versatile Test Facility for Combustion Chambers and Turbines“ ASME Turbo Expo 2009 GT-59592
- [2] F. Giuliani, U. Bhayaraju, and C. Hassa, “Analysis of air-blasted kerosene vapour concentration at realistic gas turbine conditions using laser infra-red absorption.” Proceedings of the European Combustion Meeting.
- [3] M. Brandt, Lasermesstechnische Untersuchung der Kerosin-verdampfung und –mischung für die magere Vormischbrennung unter erhöhtem Druck” FB 1999-25, DLR, Institute of Propulsion Technology, DLR Cologne, Germany, 1999
- [4] Fritzer J., et al , “Validation of the Infrared Extinction Method for fuel vapour concentration measurements towards the systematic comparison between alternative and conventional fuels for aviation“, ASME Journal for Engineering in Gas Turbines and Power 2011 GTP-11-1097