

ALESIA

Mit Large-Eddy-Simulation zum digitalen Triebwerk

Programm / Ausschreibung	TAKE OFF, TAKEOFF Ausschreibung 2017	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.07.2018	Projektende	30.06.2022
Zeitraum	2018 - 2022	Projektlaufzeit	48 Monate
Keywords	digitales Triebwerk; Large Eddy Simulation; Strömungssimulation; Triebwerksauslegung		

Projektbeschreibung

Beim digitalen Triebwerk der Zukunft sollen die Auslegung, die Wirkungsgradbestimmung und die Darstellung der Betriebsverhaltens nur mehr durch aufwendige Simulationen am Computer erfolgen, ohne dass noch viel aufwendigere Versuche durchgeführt werden müssen. Um diesem Wunschziel näher zu kommen, bedarf es neuer zuverlässigerer Verfahren für die Berechnung der Strömung in Triebwerken.

Die Strömung in Triebwerken ist immer stark instationär, und durch hohe Turbulenz charakterisiert. Für die Auslegung von Triebwerken ist daher die genaue Simulation der instationären turbulenten Strömung mit etwaigen Grenzschichtumschlägen zwischen laminar und turbulent eine wichtige Voraussetzung. Bisher erfolgt dies meist durch Berechnung der zeitlich gemittelten Navier-Stokes-Gleichungen (RANS), bei denen die Turbulenz und der Grenzschichtumschlag durch Modelle berücksichtigt werden. Dieser rechnerisch schnelle Ansatz leidet aber meist an der zu geringen Güte der Modelle. Deshalb hat sich das Projekt ALESIA zum Ziel gemacht, mit Hilfe von Large Eddy Simulation (LES) die Berechnung turbulenter Triebwerksströmungen wesentlich zuverlässiger zu machen, um dem Ziel des digitalen Triebwerks näher zu kommen. LES löst einen Großteil der turbulenten Schwankungen zeitlich und örtlich auf und modelliert nur mehr die kleinskalige Turbulenz. Diese Vorgangsweise ist zwar sehr rechenzeitintensiv, erlaubt aber einerseits deutlich genauere Berechnungen der Strömung und gibt andererseits eine Fülle von Turbulenzdaten, die zum Verständnis der Strömung und auch zur Verbesserung der industriellen Methode der RANS-Simulationen wesentlich beitragen können. Zudem scheint diese Methode auch den bedeutenden Umschlag der Grenzschicht ohne zusätzliche Modellierung erfassen zu können, sodass kaum Zusatzmodelle notwendig sind.

Ausgangspunkt von ALESIA ist der am Institut entwickelte RANS-Strömungscode LINARS, der eine effiziente und genaue Berechnung triebwerksrelevanter Strömungen erlaubt. Im Rahmen von 7 Arbeitspaketen soll in Zusammenarbeit mit einem KMU, das lange Erfahrung in Programmierung und Datenauswertung hat, das LES-Verfahren in LINARS eingebaut werden, wobei neben dem Verfahren selbst die Möglichkeit der Netzerstellung für LES-Anwendungen und die effiziente Auswertung der Rechenergebnisse wichtige Aufgaben sind. Die Validierung der Arbeiten soll mit den am Institut im Rahmen eines LuFo-Projektes ermittelten Turbulenzdaten in einer Triebwerksgeometrie erfolgen.

Wenn LES bzw. die verbesserten RANS-Modelle die gewünschten Anforderungen an Zuverlässigkeit und Genauigkeit erfüllen können, kann mit diesem Projekt der Digitalisierungsgrad zukünftiger Triebwerke erhöht und damit zur globalen Wettbewerbsfähigkeit beigetragen werden.

Abstract

The digital aeroengine of the future allows the design, the prediction of efficiency as well as of the operational behavior through massive computer simulation without the need for additional experiments. In order to achieve this goal, the flow in aeroengines has to be predicted with innovative and more reliable methods.

The flow in aeroengines is always transient and also highly turbulent. The accurate simulation of the unsteady turbulent flow under consideration of the laminar-to-turbulent transition in the boundary layer is therefore a prerequisite for the design of modern aeroengines. In the industrial design process, the Reynolds-averaged Navier-Stokes equations (RANS approach) are usually applied which consider the turbulence and transition by appropriate models. But this computationally effective approach often suffers from the poor quality of the applied models.

Therefore, the goal of the project ALESIA is the improvement of the simulation of turbulent aeroengine flows by the application of Large Eddy Simulation (LES) to come closer to the ultimate goal of the digital aeroengine. LES dissolves most of the turbulent fluctuations in space and time and does model only the small-scale turbulence. This approach is very time-consuming but it leads to a more accurate prediction of the flow and provides a large amount of turbulence data. This data can contribute to a better understanding of the flow behavior in aeroengines and subsequently to improved RANS simulations in the industrial design process. Additionally, this method seems to be capable of predicting the laminar-to-turbulent transition without any further models.

Starting point of ALESIA is the RANS CFD code LINARS which has been developed and used for many years at the institute and allows an efficient and accurate simulation of aeroengine flows. In this project, together with an SME with long experience in programming and data evaluation, LES will be implemented in LINARS within 7 work packages. They cover besides the LES method itself an innovative method for the generation of computational grids for LES as well as efficient tools for the data evaluation. The validation of the work shall be done with turbulence data of an aeroengine flow acquired at the institute within a LuFo project.

If finally LES and the improved RANS models, respectively, are able to predict the aeroengine flow with required accuracy and reliability, this project will form an important step towards the digitalization of future aeroengines and thus to an increase of global competitiveness.

Projektkoordinator

- Technische Universität Graz Institut für Thermische Turbomaschinen und Maschinendynamik (TTM)

Projektpartner

- ABES Pircher & Partner GmbH