Syllabus

Kursbeschreibung

Titel der Lehrveranstaltung	Fortgeschrittene Methoden für die Planung von Fluidenergiemaschinen
Code der Lehrveranstaltung	42181
Zusätzlicher Titel der Lehrveranstaltung	
Wissenschaftlich-disziplinärer Bereich	IIND-06/A
Sprache	Englisch
Studiengang	Bachelor in Industrie- und Maschineningenieurwesen
Andere Studiengänge (gem. Lehrveranstaltung)	
Dozenten/Dozentinnen	Dr. Jacopo Carlo Alberizzi, JacopoCarlo.Alberizzi@unibz.it https://www.unibz.it/en/faculties/engineering/academic-staff/person/38725
Wissensch. Mitarbeiter/Mitarbeiterin	dr. Mohsen Fatehi
Semester	Zweites Semester
Studienjahr/e	3
KP	6
Vorlesungsstunden	36
Laboratoriumsstunden	24
Stunden für individuelles Studium	90
Vorgesehene Sprechzeiten	18
Inhaltsangabe	The course can be intended as a container of fluid dynamic knowledge directly applicable in the field of mechanical engineering - therefore, Computational Fluid Dynamics (CFD) will be treated as a means by which to address engineering problems in the field of fluid machines design. The attempt that will be proposed here is to hold together as much as possible a purely knowledge-based

	approach to the basic subject matter - that is, CFD and the numerical methods involved - with an applied one - the use of programming, computational and simulation tools - whose aim is to develop all through the course typical case studies of turbomachines. • Conservation equations and Finite volume method; • Computational approach for fluid dynamics: from geometry to post-processing; • Evaluation and choice of spatial discretization, temporal discretization, and turbulence models; • Practical applications to turbomachinery design.
Themen der Lehrveranstaltung	Die Vorlesungen waren nach folgenden Modulen gegliedert: • Modul 0 – Einführung in CFD, partielle Differentialgleichungen und Vektorrechnung. • Modul 1 – Grundlagen der Strömungsmechanik: Grundbegriffe; das Konzept der Erhaltung; Erhaltung der Masse; Erhaltung des Impulses und der Kräfte in einer Flüssigkeit; Erhaltung der Energie; Navier-Stokes-Gleichungen. • Modul 2 – Einführung in die Turbulenz: Reynolds-Experiment; Wirbel und Wirbelstärke; Grenzschichten; Turbulenzskalen und Energiekaskade; Turbulenz in der CFD. • Modul 3 – Die Finite-Volumen-Methode (FVM): der rechnerische Ansatz, FVM: Hauptkonzepte; Definition der Zellen; Diskretisierung des Diffusionsterms; das Problem der Konvektion-Diffusion; Eigenschaften der diskretisierten Gleichungen; fortgeschrittene Diskretisierungsschemata; Schemata erster Ordnung; Schemata höherer Ordnung; Zusammenfassung der Diskretisierungsschemata; zeitliche Diskretisierung. • Modul 4 – Numerische Methoden: Gaußsche Eliminierung; Jacobi-Methode; Gauss-Seidel-Methode; schlecht konditionierte Systeme; Druck-Geschwindigkeits-Kopplung. • Modul 5 – Lösung eines CFD-Problems: ein praktischer Ansatz: Erstellung der Geometrie; Netz; physikalische und

	Fluideigenschaften; Randbedingungen; Lösungsverfahren; Initialisierung; Konvergenz; Nachbearbeitung. Die praktischen Übungen umfassen einige grundlegende CFD-Beispiele, die in ANSYS-Umgebungen entwickelt wurden. Anschließend wird die Konstruktion von Turbomaschinen wie Pumpen, Kompressoren und Turbinen unter Verwendung der ANSYS-Umgebung gemäß den folgenden Abschnitten ausführlich behandelt: 1) Einführung in Turbomaschinen: Klassifizierung von Maschinen, Anwendung der Grundgesetze der Thermodynamik und Strömungsmechanik, Verwendung von Normen und technischen Diagrammen. 2) Auslegung des Turbomaschinenzyklus: Auslegung der Mittellinie, Durchfluss, Terminologie der Schaufeln, Erzeugung der Schaufelgeometrie, Anwendung von CFD. 3) Einführung in die ANSYS-Module für Turbomaschinen: Vista-Module für die Auslegung der Mittellinie, BladeGen-Modul, Blade Editor-Modul, Turbo Grid und CFX. 4) Anwendung des Auslegungsmoduls: Unter Verwendung der Module werden verschiedene Arten von Beispielen entworfen, von der eindimensionalen Auslegung bis zur CFD-Simulation, und die Ergebnisse werden analysiert.
Stichwörter	Computational Fluid Dynamics, Numerische Methoden, Finite-Volumen-Methoden, Ansys
Empfohlene Voraussetzungen	Mathematische Analyse, Differentialgleichungen, Strömungsmaschinen
Propädeutische Lehrveranstaltungen	
Unterrichtsform	Der Kurs besteht aus Vorlesungen, in denen die Themen vom Dozenten vorgestellt werden; dabei kommen digitale Präsentationen zum Einsatz. Die praktischen Übungen werden am PC durchgeführt – bei Bedarf wird ein Computerraum reserviert.
Anwesenheitspflicht	Not compulsory, but strongly suggested.

Spezifische Bildungsziele und erwartete Lernergebnisse	The course of Advanced Methods for Fluid Machine Design is a compulsory course for the curriculum in Energy in the Bachelor of Industrial and Mechanical Engineering and it is an elective course for all the other curricula. It belongs to the scientific sector of Fluid Machines (ING-IND/08) and it consists of 36 hours of frontal lectures and 24 hours of practical exercises. The main specific educational objectives include: • understanding the theoretical global aspects underlying computational fluid dynamics (CFD) • understanding the basics of turbulence and its modeling in CFD • understanding the basic theoretical aspects of the finite volume method (FVM) • acquire the fundamental knowledge for a correct definition of a CFD problem • apply the fundamental aspects of CFD to fluid machines. Intended Learning Outcomes (ILO) Knowledge and understanding 1. Fundamental understanding of the Finite Volume Method and its use in CFD 2. Fundamental knowledge on the computational approach used in CFD for solving fluid machines related problems Applying knowledge and understanding 3. Ability to qualitatively and quantitatively define the stages required to solve a fluid dynamic problem according to the dictates of CFD Making judgements 4. Ability to evaluate discretization methods and major flow models (laminar and turbulent) 5. Critical approach to computational solutions, consciously questioning elements such as computational domain, computational mesh, and flow modeling parameters. Communication skills 6. Ability to structure and communicate a typical study-case in applied CFD for fluid machines

	Ability to learn 7. Ability to autonomously extend the knowledge acquired during the study course by reading and understanding.
Spezifisches Bildungsziel und erwartete Lernergebnisse (zusätzliche Informationen)	na
Art der Prüfung	- Summative Bewertung: 50 % schriftliche Prüfung: Die schriftliche Prüfung besteht aus vier offenen Fragen zu den in den fünf Modulen behandelten Themen; bewertete ILOs: 1, 2, 3, 4, 5, 6. 50 % Projektarbeit: Die Projektarbeit besteht aus dem Verfassen eines technischen Berichts zu einer zugewiesenen Fallstudie. Die Fallstudie basiert auf den praktischen Übungen, die während des Kurses mit der ANSYS-Software entwickelt wurden; bewertete ILOs: 3, 4, 5, 6.
Bewertungskriterien	Studierende, die ordnungsgemäß im dritten Jahr des Bachelorstudiengangs Industrie- und Maschinenbau eingeschrieben sind, können an den Vorlesungen teilnehmen und die Prüfung ablegen. Andere Ausnahmefälle müssen mit dem Dozenten besprochen werden. Schriftliche Prüfung Die schriftliche Prüfung bewertet die Kenntnisse und das Verständnis der im Kurs behandelten Themen sowie die Fähigkeit, diese auf Fallstudien anzuwenden und Urteile zu formulieren. Folgende Kriterien werden berücksichtigt: • Theoretische Kenntnisse (sowohl grundlegende als auch angewandte) • Fähigkeit, Beispiele/Anwendungen der theoretischen Konzepte zu liefern • Fähigkeit, ein CFD-Problem unter Berücksichtigung der während der Übungen hervorgehobenen praktischen Aspekte anzugehen • Kommunikationsfähigkeit und Beherrschung der Fachsprache Projekt (technischer Bericht) Das Projekt zielt darauf ab, die rein anwendungsbezogenen

	Kompetenzen in Bezug auf die Analyse der Physik eines fluidodynamischen Problems, die Entscheidungsfähigkeit bei der Auswahl der Simulationsmerkmale sowie die Klarheit der Darstellung und Argumentation der Ergebnisse zu bewerten. Das Projekt wird auch während der Übungsstunden durchgeführt; daher fließen die Teilnahme und das persönliche Engagement in die Endbewertung ein. Die Prüfung wird wie folgt gewichtet: schriftlicher Teil (15/30), Projekt (15/30).
Pflichtliteratur	Vorlesungsfolien und offizielles Kursheft.
Weiterführende Literatur	"Computational Fluid Dynamics - Principles and Applications", J. Blazek “A Guide to Fluid Mechanics” - H. Wang, Beihang University, Beijing, translated by Y. Zhang, School of Computer and Software Engineering, Nanyang Institute of Technology – Cambridge university Press “The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics” – F. Moukalled, L. Magnani, M. Darwish
Weitere Informationen	na
Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs)	Bezahlbare und saubere Energie, Maßnahmen zum Klimaschutz, Industrie, Innovation und Infrastruktur