

3 Computational Fluid Dynamics

	Module	Modulnr.	ECTS
	3. Semester		
WP*	Technische Thermodynamik I	12320	6
WP	Numerische Mathematik für SimTech	100500	6
	4. Semester		
	Technische Thermodynamik II - Auflagenmodul Maschinenbau	55780	6
WP*	Fluidmechanik I	10660	6
WP*	Strömungslehre I	12130	6
	5. Semester		
WP	Grundlagen der Künstlichen Intelligenz	10110	6
	Fluidmechanik II	10840	6
**	CFD-Programmierseminar (oder im 6. Semester)	44170	3
	6. Semester		
	Numerische Methoden in der Fluidmechanik [auf Deutsch im WS] (Modeling of Hydrosystems) [auf Englisch im SS]	15020 (50140)	6
	<i>weitere Module</i>		6

WP: Wahlpflichtbereich

*: Eins der beiden Module kann im Wahlpflichtbereich gewählt werden, das andere im Wahlbereich.

** : Das CFD-Programmierseminar wird in jedem Semester angeboten (WS + SS).



Prof. Andrea Beck

Institut für Aerodynamik und Gasdynamik
Numerische Methoden in der Strömungsmechanik
E-Mail: andrea.beck@iag.uni-stuttgart.de

Weitere Ansprechpartner:



Prof. Christian Rohde

Institut für Angewandte Analysis und Numerische Simulation
Angewandte Mathematik
E-Mail: christian.rohde@mathematik.uni-stuttgart.de



Prof. Bernhard Weigand

Institut für Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt
E-Mail: bernhard.weigand@itlr.uni-stuttgart.de

Die Methode „Computational Fluid Dynamics“ (CFD) wird eingesetzt, um Strömungsprozesse jeglicher Art zu modellieren und numerisch zu lösen. Da Strömungsprobleme oft nichtlineare Probleme sind und sich nur unter speziellen Annahmen analytisch lösen lassen, ist die Ausarbeitung eines numerischen Modells, seine Implementierung und anschließende Auswertung oft die einzige Möglichkeit zur Bestimmung einer Lösung. Außerdem kann dadurch weitestgehend auf teure Experimente in Wind- oder Wasserkanälen verzichtet werden. In einigen Fällen sind Experimente gar nicht möglich, da sich die Prozesse auf sehr großen oder sehr kleinen räumlichen oder zeitlichen Skalen abspielen. Auch in solchen Fällen kann mithilfe von CFD geforscht und entwickelt werden.

Mit CFD werden aus physikalischen und konzeptionellen Modellen mathematische Modelle entwickelt, die in der Regel als Systeme von partiellen Differentialgleichungen dargestellt werden. Für diese werden geeignete numerische Verfahren entwickelt und angewandt, um approximative Lösungen zu erhalten. Hieraus entstehen spannende Fragen bezüglich der Stabilität, Konvergenz und Lösungsgenauigkeit. Darüber hinaus ergeben sich aus der Vielfalt an möglichen physikalischen Modellen zahlreiche Anwendungsgebiete. Diese reichen von der technischen Strömungsmechanik, die sich beispielsweise mit der Entwicklung von Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen sowie Flugzeugen beschäftigt, über Strömungsprozesse in Lebewesen und Pflanzen, z.B. der Dynamik des Blutes in den Adern oder des Stofftransports in Blättern, bis hin zu Strömungen kontaminierter Fluide oder der Gasspeicherung im Untergrund.

Die Simulation der genannten Herausforderungen ermöglicht Wissenschaftler:innen und Unternehmen, frühe Entwurfsprozesse und Konzepte zu realisieren sowie Entwicklungskosten in der Industrie zu reduzieren.

Das Cluster of Excellence SimTech ist im Bereich Computational Fluid Dynamics bestens aufgestellt. Dazu gehören die oben genannten, erfahrenen Ansprechpartner:innen sowie weitere Mitglieder aus den Bereichen Bauingenieurwesen, Informatik, Luft- und Raumfahrttechnik, Physik, Mathematik, Thermodynamik und Umweltschutz.

Die Vertiefungsrichtung CFD im BSc Simulation Technology soll auf Grundkenntnissen in den Bereichen der Thermodynamik, der Fluidmechanik und der Numerik aufgebaut werden. Hierbei wird empfohlen, die Veranstaltungen aus der numerischen Mathematik, der technischen Thermodynamik und der Strömungsmechanik zu belegen. Da in vielen Zusammenhängen zunehmend neuronale Netze eingesetzt werden, wird das Wahlpflichtfach "Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (10110)" aus dem Pool der Informatikfächer empfohlen.

Weiterführung im Master-Studiengang

	Module	Modulnr.	ECTS
	1. Semester Master		
WP	Multiphase Modeling in Porous Media	50280	6
WP*	Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen (Introduction to the numerics of partial differential equations for SimTech)	34910 (104200)	9 (6)
	Numerische Methoden in der Fluidmechanik (<i>sofern im Bachelor nicht gehört, Hinweis zur Sprache siehe dort</i>)	15020	6
E	Numerische Strömungsmechanik	70050	6
E	Thermodynamik der Gemische I	11320	6
E	Analytische und numerische Methoden in der Luft- und Raumfahrt	40010	6
E	Digitale Strömungsvisualisierung (<i>oder im 3. Semester</i>)	44240	3
	2. Semester Master		
WP	Machine Learning	29470	6
WP	Mathematical Foundations of Scientific Computing	104210	6
WP*	Sustainable development of simulation software	104240	6
	Mathematische Methoden der Strömungsmechanik	44820	6
	Ausbreitungs- und Transportprozesse in Strömungen	14980	6
E	Multiscale models, methods and numerics	103760	6
E	Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme	44050	3
E	Grenzschichtdynamik und -kontrolle	44500	3
	3. Semester Master		
WP*	Modelling and Analysis of Coupled Systems	104220	6
	Spezielle Aspekte der Numerik	34950	6
E	Modellierung verfahrenstechnischer Prozesse	15910	6

** E	Konstruktion von Discontinuous-Galerkin-Verfahren	44660	3
** E	Programmierung von Discontinuous-Galerkin-Verfahren	45000	3
E	Dimensionsanalyse	44260	3
*** E	Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen	44910	3
*** E	Ein- und Mehrphasenströmungen und deren Anwendungen in der Industrie (<i>wird WS und SS angeboten</i>)	44320	3

WP: Wahlpflichtbereich

E: vorgeschlagene Ergänzungsmodule

*: Eins der drei Module kann im Wahlpflichtbereich gewählt werden, die anderen im Wahlbereich.

** : Es gibt auch das Modul „Discontinuous-Galerkin-Verfahren“ (44270), 6 ECTS, das aus den Modulen 44660 und 45000 besteht.

***: Es gibt auch das Modul „Mehrphasenströmungen, Anwendungen und Simulation“ (44840), 6 ECTS, das aus den Modulen 44910 und 44320 besteht.

Im Master-Studiengang kann eine Vertiefung wie folgt zusammengestellt werden:

Als Wahlpflichtfächer sind aus dem Pool „Data Science“ das Modul „Machine Learning“ und aus dem Pool „Simulation Science“ das Modul „Mathematical Foundations of Scientific Computing“ im Sommersemester zu belegen. Aus dem Wahlpflicht-Pool „Simulation“ wird zunächst das Modul „Multiphase Modeling in Porous Media“ im 1. Semester empfohlen. Anschließend ist aus den Modulen „Einführung in die Numerik partieller Differenzialgleichungen“, „Sustainable development of simulation software“ und „Modelling and Analysis of Coupled Systems“ ein Modul als Wahlpflicht- und die restlichen zwei als Wahlmodule zu wählen. Die verbleibenden 36 ECTS können beispielsweise mit den Modulen „Numerische Methoden in der Fluidmechanik“ und „Analytische und numerische Methoden in der Luft- und Raumfahrt“ im 1. Semester, „Mathematische Methoden der Strömungsmechanik“, „Ausbreitungs- und Transportprozesse in Strömungen“ und „Multiscale models, methods and numerics“ im 2. Semester, sowie „Spezielle Aspekte der Numerik“ im 3. Semester abgedeckt werden. Der Wahlbereich kann aber selbstverständlich den eigenen Wünschen angepasst werden.