

**OTTO-VON-GUERICKE-UNIVERSITÄT MAGDEBURG**

Fakultät für Maschinenbau



Modulhandbuch für den Masterstudiengang

Module Handbook for the Masters Program

**Computational Methods in Engineering**

M-CoME

zur studiengangsspezifischen

Studien- und Prüfungsordnung vom 12.04.2023

(Datum des Fakultätsratsbeschlusses)

Version: 01.10.2023

## **Inhaltsverzeichnis | Table of contents**

Inhaltsverzeichnis   Table of contents	2
1 Kurzbeschreibung des Studiengangs   Description of the study program	3
2 Geltung des Modulhandbuchs   Validity of the module handbook	10
3 Pflicht- und Wahlpflichtbereich   Mandatory and elective areas	10
4 Modulbeschreibungen   Module descriptions	13
4.1 Hinweise zu Modulbeschreibungen   Notes on module descriptions	13
4.2 Master Thesis	13
4.3 Project: Simulation Methods in Science and Engineering	14
4.4 Project Work	15

## 1 Kurzbeschreibung des Studiengangs | Description of the study program

<b>Name des Studiengangs:</b>	Computational Methods in Engineering	<b>Name of the study program:</b>	Computational Methods in Engineering
<b>Art des Studiengangs:</b>	Präsenzstudiengang (Vollzeitstudium)	<b>Type of course of studies:</b>	Attendance course of studies (full-time study)
<b>Abschluss:</b>	Master of Science (M. Sc.)	<b>Degree:</b>	Master of Science (M. Sc.)
<b>Umfang:</b>	4 Semester	<b>Duration:</b>	4 semesters
<b>Profil:</b>	„stärker forschungsorientiert“	<b>Profile:</b>	„more research-oriented“

### Ausbildungsergebnisse

(Fachliche Kompetenzen):

Die interdisziplinäre Ausbildung des Masterstudiengangs Computational Methods in Engineering vermittelt die Fähigkeit, innovative, kreative und effiziente Lösungen für den Einzelfall und unter Berücksichtigung des vorgegebenen Zeitrahmens und Budgets zu finden. Die Modellierung und Simulation physikalischer Prozesse als Ergänzung zu experimentellen Methoden sind zu einem alltäglichen Werkzeug geworden, das zu relativ geringen Kosten erhältlich ist.

Die Methoden im Bereich der Computational Methods in Engineering sind die zukunftsorientierten Techniken, die ein moderner Ingenieur braucht.

Typische Anwendungen sind zum Beispiel:

- 3-D-Strukturanalysen, nichtlineare Dynamik, Optimierungen, Mehrkörperdynamik, Crashesimulationen und Akustik in der Fahrzeugtechnik und im allgemeinen Maschinenbau
- Fluid-Struktur-Interaktion, Strukturoptimierung, Überschallflugeigenschaften und Hochtemperaturbelastungen in der Aerodynamik und Verfahrenstechnik
- Materialmodelle (z. B. Knochen, Gewebe), Prothesen, Implantate und künstliche Blutgefäße in der Biomechanik und Medizintechnologie

Daher zielt der Studiengang auf Ingenieur\*innen an der Schnittstelle zwischen Maschinenbau, Verfahrenstechnik, Elektrotechnik, Informatik und Mathematik ab. Die Studierenden sollen qualifiziert sein als Spezialisten für numerische Analysen und Simulationen komplexer technischer Probleme zu

### Educational results

(professional competences):

The interdisciplinary education of the master's program Computational Methods in Engineering provides the ability to find innovative, creative, and efficient solutions for individual cases while considering the given time frame and budget. Modeling and simulation of physical processes as a complement to experimental methods have become an everyday tool that is available at relatively low costs.

The methods in the field of Computational Methods in Engineering are the future-oriented techniques that a modern engineer needs. Typical applications include:

- 3D structural analyses, nonlinear dynamics, optimizations, multi-body dynamics, crash simulations, and acoustics in automotive engineering and general mechanical engineering
- Fluid-structure interaction, structural optimization, supersonic flight properties, and high-temperature loads in aerodynamics and process engineering
- Material models (e.g. bones, tissues), prostheses, implants, and artificial blood vessels in biomechanics and medical technology.

Therefore, the master's program Computational Methods in Engineering is aimed at engineers at the intersection of mechanical engineering, process engineering, electrical engineering, computer science, and mathematics. The students should be qualified to function as specialists in numerical analysis and simulation of complex technical problems. To solve these problems, they can bridge classical engineering disciplines, mathematics, computer science, and software development. To achieve this goal, the program should enable

fungieren. Für die Lösung dieser Probleme können sie eine Brücke schlagen zwischen klassischen Ingenieurdisziplinen, Mathematik, Informatik und der Softwareentwicklung. Um dieses Ziel zu erreichen, soll der Studiengang die Studierenden befähigen, eigene Ideen zu entwickeln und die Horizonte ihres Berufes zu erweitern. Aus den oben genannten Gründen kann der Studiengang als forschungsorientiert bezeichnet werden.

Nach erfolgreichem Abschluss des Studiums haben die Studierenden mit dem Master of Science in Computational Methods in Engineering ein Portfolio an Kenntnissen, Fähigkeiten und Kompetenzen im Bereich der numerischen Simulation, der Modellierung ingenieurwissenschaftlicher Probleme und ein profundes Verständnis für mechanische Problemstellungen entwickelt. Insgesamt sind die Absolvent\*innen auf die Simulation von Strukturen, Fluiden, thermomechanischen Prozessen und elektromechanische Wechselwirkungen spezialisiert. Sie sind in der Lage, komplexe physikalische Systeme in mechanische Modelle zu übersetzen und geeignete Werkzeuge zur Vorhersage des Systemverhaltens mittels hochentwickelter numerischer Analysen zu nutzen. Folgende Kompetenzen werden während des Studiums geschult:

- 1) Wissen und Verständnis
- 2) Nutzung, Anwendung und Generierung von Wissen
- 3) Kommunikation und Kooperation
- 4) Wissenschaftliches Selbstverständnis/ Professionalität.

### **Wissen und Verständnis**

Auf Grundlage der Kompetenzen ihrer individuellen Bachelor-Studiengänge, erhalten die Absolvent\*innen des Masterstudiengangs Computational Methods in Engineering im Laufe des Studiums ein Verständnis für vertiefende Fragestellungen. Im Laufe des Studiums bekommen sie das Wissen und ein solides Verständnis dafür, wie struktur- oder strömungsmechanische und thermodynamische Problemstellungen zu analysieren und in geeignete numerische Modelle übertragen werden können. Sie sind in der Lage, die Fachterminologie ihres Fachgebiets zu interpretieren und die zugrunde liegenden Konzepte zu definieren und zu erklären. CoME-Absolvent\*innen sind befähigt, ihr Wissen und Verständnis in Forschung oder praktischer Anwendungen einzubringen. Darüber hinaus erlernen sie, neue Forschungsentwicklungen auf dem Gebiet der numerischen Methoden kritisch zu reflektieren. Außerdem sind die Absolvent\*innen in der Lage,

students to develop their own ideas and expand the horizons of their profession. For the reasons mentioned above, the program can be described as research-oriented.

After successfully completing the program, students will have developed a portfolio of knowledge, skills, and competencies in the field of numerical simulation, modeling of engineering problems, and a deep understanding of mechanical issues, earning them a Master of Science in Computational Methods in Engineering. Overall, graduates specialize in simulating structures, fluids, thermomechanical processes, and electromechanical interactions. They are able to translate complex physical systems into mechanical models and use advanced numerical analysis tools to predict system behavior. The following competencies are developed during the program:

- 1) Knowledge and understanding
- 2) Use, application, and generation of knowledge
- 3) Communication and collaboration
- 4) Scientific self-conception/ professionalism.

### **Knowledge and understanding**

Based on the competencies of their individual Bachelor's programs, graduates of the master's program in Computational Methods in Engineering gain an understanding of in-depth issues during their studies. Throughout the program, they acquire knowledge and a solid understanding of how to analyze structural, fluid, and thermodynamic problems and transfer them into suitable numerical models. They are able to interpret the technical terminology of their field and define and explain the underlying concepts. CoME graduates are capable of applying their knowledge and understanding in research or practical applications. Additionally, they learn to critically reflect on new research developments in the field of numerical methods. Furthermore, graduates are able to evaluate model assumptions related to model limitations, explain uncertainties that arose during the modeling and evaluation process, generate possible problem-specific extensions of models

Modellannahmen verbunden mit Einschränkungen von Modellen zu bewerten, Unsicherheiten, die während des Modellierungs- und Evaluierungsprozesses entstanden sind, zu erklären, mögliche problemspezifische Erweiterungen von Modellen zu generieren, die für falsche Modellannahmen notwendig sind und über detaillierte Kenntnisse von numerischen Techniken zu verfügen, um die Ingenieurprobleme mit Hilfe der entwickelten Modelle zu lösen.

Sie leiten im Arbeitsalltag Ideen zur Optimierung technischer Produkte ab und sind in der Lage, ausgewählte Softwaretools zu beurteilen. Dazu treffen sie wissenschaftlich fundierte Entscheidungen und können die Folgen kritisch reflektieren. Die Absolvent\*innen sind erprobt, ausgewählte Software-Tools anzuwenden und lernen autodidaktisch neue Softwareprodukte für numerische Simulationen kennen. CoME-Absolvent\*innen sind in der Lage, komplexe Prinzipien der Programmierung anzuwenden, einschließlich Parallelisierung und Software-Entwicklung. Sie werten die zugrunde liegenden partiellen Differentialgleichungen für verschiedene Ingenieursprobleme aus, hauptsächlich aus der Festkörper-, Strömungsmechanik und der Thermodynamik, kennen die Annahmen für Materialbeschreibungen für eine Vielzahl unterschiedlicher Werkstoffe sowie für die Anwendung von Niedrig- und Hochfrequenzanalysen.

### **Nutzung, Anwendung und Generierung von Wissen**

Ausgangspunkte des Studiengangs Computational Methods in Engineering sind vertiefte Kenntnisse in den Grundlagen der Kontinuumsmechanik, Strömungsmechanik und Thermodynamik einerseits und der Numerik und Lösung der daraus resultierenden komplexen Differentialgleichungen. Auf der Grundlage dieser Kompetenzen, die über die üblichen Ansätze der Technischen (Strömungs-)Mechanik oder Thermodynamik hinausgehen, eignen sich die Absolvent\*innen von CoME vertiefte Kenntnisse in diesem Themenkomplex an und erlangen die Fähigkeit, Systemantworten komplexer Strukturen zu berechnen, zu bewerten und zu optimieren. Dies ist weitgehend unabhängig von der konkreten Anwendung, sei es Fahrzeugtechnik, Medizintechnologie, Biomechanik oder Prozesstechnik. Auf der Grundlage ihrer fundierten Kenntnisse numerischer Methoden und der zugrunde liegenden Modellgrenzen für Materialien sowie Systemverhalten können die Studierenden universell Simulationsergebnisse hinsichtlich numerischer und mechanischer Aspekte bewerten. Darüber hinaus er-

that are necessary for incorrect model assumptions, and have detailed knowledge of numerical techniques to solve engineering problems using the developed models.

They derive ideas for optimizing technical products in their everyday work and are able to assess selected software tools. To do this, they make scientifically sound decisions and can critically reflect on the consequences. Graduates are experienced in applying selected software tools and learn new software products for numerical simulations autodidactically. CoME graduates are able to apply complex principles of programming, including parallelization and software development. They evaluate the underlying partial differential equations for various engineering problems, primarily from solid mechanics, fluid mechanics, and thermodynamics, know the assumptions for material descriptions for a variety of different materials, as well as for the application of low- and high-frequency analyses.

### **Use, application, and generation of knowledge**

The Computational Methods in Engineering program is based on advanced knowledge of the fundamentals of continuum mechanics, fluid mechanics, and thermodynamics, as well as numerical methods and the solution of resulting complex differential equations. With these competencies, which go beyond the traditional approaches of technical (fluid) mechanics or thermodynamics, CoME graduates acquire in-depth knowledge of this subject area and the ability to calculate, evaluate, and optimize system responses of complex structures. This is largely independent of the specific application, whether it be vehicle technology, medical technology, biomechanics, or process technology. Based on their well-founded knowledge of numerical methods and the underlying material model limits as well as system behavior, students can evaluate simulation results with regard to numerical and mechanical aspects in a universal manner. In addition, students acquire a solid foundational knowledge of solid mechanics, fluid mechanics, thermodynamics, numerical analysis, and computer implementation.

langen die Studierenden ein fundiertes Grundlagenwissen in den Grundlagen der Festkörper-, Strömungsmechanik und Thermodynamik sowie der numerischen Analyse und dessen Computerimplementierung.

Durch die Verbindung dieser grundlegenden Kompetenzen in Kontinuums- und Fluidmechanik und Numerik entwickeln die Studierenden Kompetenzen zur Berechnung von komplexen Strukturen und Systemen. Darüber hinaus verbinden sie die erlernten Methoden zur Optimierung des Systemverhaltens und bewerten die Genauigkeit ihrer Vorhersagen. Anschließend erwerben die Studierenden die Kompetenzen zur kritischen Reflexion der gewonnenen Berechnungsergebnisse im Hinblick auf zugrunde liegenden Annahmen bezüglich der Materialien, gewählter mechanischer Formulierungen sowie der numerischen Diskretisierung und Lösungsstrategien. Diese Kompetenzen sind besonders wichtig in Praxisanwendungen in der Industrie, um nicht transparente Ungenauigkeiten und Fehler in der numerischen Analyse und des Modellierungsprozesses zu identifizieren, die bei der Verwendung von Black-Box-Simulationssoftware normalerweise nicht vermeidbar sind.

Im Rahmen eines wissenschaftlichen Dialogs stellen sich die Studierenden aktuelle Fragestellungen im Bereich der numerischen Methoden, statische und dynamische Analysen und strömungsmechanischen Problemen und lösen diese durch Anwendung geeigneter Forschungsmethoden. Schließlich sind sie in der Lage, diese Ideen kritisch zu reflektieren und kommunizieren die Ansätze und Ergebnisse.

### **Kommunikation und Kooperation**

Nach Abschluss des Masterstudiengangs Computational Methods in Engineering sind die Absolvent\*innen im Stande, Präsentationen vor einem internationalen, akademischen Publikum zu halten. Dazu erlangen sie das Wissen, wie man diese Präsentationen klar und prägnant aufbereitet. CoME-Absolvent\*innen sind in der Lage, selbstständig zu arbeiten und relevante Problemstellungen durch ihre Expertise selbst zu meistern. Sie verfügen über die Expertise, ihre wissenschaftlichen Erkenntnisse mit internationalen Experten zu diskutieren. CoME-Absolvent\*innen verfügen über gute soziale und kommunikative Fähigkeiten, die sie befähigen, in kooperativer Weise zusammenzuarbeiten. Darüber hinaus sind sie sensibel für Probleme, die sich in interkulturellen und interdisziplinären Arbeitswel-

By combining these fundamental competencies in continuum and fluid mechanics and numerical methods, students develop competencies for calculating complex structures and systems. In addition, they use the learned methods to optimize system behavior and evaluate the accuracy of their predictions. Afterwards, students acquire competencies for critically reflecting on the calculation results with regard to underlying assumptions about the materials, selected mechanical formulations, and numerical discretization and solution strategies. These competencies are particularly important in practical applications in industry, to identify non-transparent inaccuracies and errors in numerical analysis and modeling processes that are typically unavoidable when using black-box simulation software.

As part of a scientific dialogue, students address current issues in numerical methods, static and dynamic analyses, and fluid mechanics problems, and solve them using appropriate research methods. Finally, they are able to critically reflect on these ideas and communicate their approaches and results.

### **Communication and collaboration**

After completing the master's program in Computational Methods in Engineering, graduates are able to give presentations to an international academic audience. They gain knowledge on how to prepare these presentations clearly and concisely. CoME graduates are able to work independently and tackle relevant problems through their expertise. They possess the skills to discuss their scientific findings with international experts. CoME graduates have good social and communication skills, which enable them to work cooperatively. Furthermore, they are sensitive to problems that arise in intercultural and interdisciplinary work environments. Graduates act responsibly, are tolerant, and open-minded towards their peers and colleagues.

During their studies, they improved their communication skills in groups, both with academics and non-

ten ergeben. Die Absolvent\*innen handeln verantwortungsbewusst, sind tolerant und aufgeschlossen gegenüber ihren Mitmenschen und Mitarbeiter\*innen.

Sie haben während des Studiums ihre Kommunikationsfähigkeiten in Gruppen, sowohl mit Akademiker\*innen als auch mit Nicht-Akademiker\*innen verschiedener Disziplinen verbessert. Die Absolvent\*innen sind im Stande, Konfliktpotenziale in einem kollaborativen Prozess zu erkennen und ggf. Lösungen zu erarbeiten wo Konflikte entstehen. Sie sind in der Lage, eine Brücke zwischen den verschiedenen Berufszweigen zu bauen und mögliche Alternativen zur Lösung interdisziplinärer und fachbezogener Probleme zu diskutieren.

### **Wissenschaftliches Selbstverständnis / Professionalität**

Absolvent\*innen des Masterstudiengangs Computational Methods in Engineering können auf Basis ihrer Kenntnisse ihr eigenes professionelles Handeln rechtfertigen und die Ergebnisse ihrer Arbeit kritisch reflektieren. Sie haben durch ihr Studium ein berufliches Selbstverständnis entwickelt, auf dessen Grundlage die Ziele und Maßstäbe professionellen Handelns in Wissenschaft und Gesellschaft beruhen. Sie beurteilen ihre eigenen Fähigkeiten, wissen um die Grenzen ihrer Kenntnisse und nutzen ihre Gestaltungsfreiheiten und Implementierungsentscheidungen unabhängig voneinander. Sie sind in der Lage, diese selbstständig oder im Team weiterzuentwickeln. CoME-Absolvent\*innen erkennen die Grenzen der angewandten Theorien und haben gelernt ihr professionelles Handeln im Hinblick auf die Vorhersagegenauigkeit dieser Theorien und Methoden kritisch zu überdenken. Dabei schätzen sie stets ihre eigenen Fähigkeiten ein und wissen, wie sie sich beruflich weiterentwickeln können.

### **Zielgruppe**

Der Masterstudiengang Computational Methods in Engineering baut auf nationale und internationale Bachelor-Absolvent\*innen aller Ingenieursbereiche und angrenzenden Bereichen der Ingenieursnahen Mathematik- und Informatikabschlüssen auf. Es bietet somit für Studierende die Möglichkeit, Einblicke in andere Bereiche des Ingenieurwesens zu erhalten und auch Kontakte zu anderen Branchen außerhalb des Ingenieurwesens zu etablieren. Es kann somit als interdisziplinärer Studiengang betrachtet werden, der verschiedene Ingenieurberei-

academics from various disciplines. Graduates are able to recognize potential conflicts in a collaborative process and, if necessary, work towards solutions. They are able to build bridges between different professions and discuss possible alternatives for solving interdisciplinary and field-specific problems.

### **Scientific self-conception / professionalism**

Graduates of the master's program in Computational Methods in Engineering are able to justify their own professional actions based on their knowledge and critically reflect on the results of their work. Through their studies, they have developed a professional self-conception on which the goals and standards of professional action in science and society are based. They assess their own abilities, are aware of the limits of their knowledge, and use their design freedom and implementation decisions independently or as part of a team. CoME graduates recognize the limits of the applied theories and have learned to critically reconsider their professional actions in terms of the predictive accuracy of these theories and methods. They always appreciate their own skills and know how to develop professionally.

### **Target group**

The master's degree program in Computational Methods in Engineering is aimed at national and international bachelor's degree graduates in all engineering fields and related areas of engineering mathematics and computer science. It provides students with the opportunity to gain insights into other areas of engineering and to establish contacts with other industries outside of engineering. It can therefore be considered an interdisciplinary degree program that bridges various engineering fields and is based on the commonality of numerical methods.



che überbrückt und auf der Gemeinsamkeit der numerischen Methoden fußt.

### **Ausbildungsergebnisse**

(Soziale Kompetenzen):

Im Studienverlauf erhalten die Studierenden über Qualifizierungsarbeiten und ein interdisziplinäres Teamprojekt Zugang zu den vorhandenen Forschungsschwerpunkten.

Die Studierenden werden entsprechend qualifiziert, um nach dem Abschluss des Masterstudiums unterschiedliche Karrierewege einschlagen zu können:

- Einerseits soll durch die Teilhabe der Studierenden an wissenschaftlichen forschungsprojektbezogenen Arbeiten eine Qualifizierung im Bereich der Forschung und Entwicklung, aber auch im Bereich der Wissenschaft erreicht werden.
- Durch die frühe Einbindung der industriellen Vertreter\*innen und den anwendungsbezogenen Inhalten der Module werden andererseits Ingenieure und Ingenieurinnen für die Tätigkeit in der freien Wirtschaft ausgebildet.

Die Absolventen und Absolventinnen sind befähigt, einerseits leitende und selbständige Tätigkeiten in der Industrie sowohl in Anwendung und Dienstleistung als auch in der Forschung auszufüllen. Andererseits sind entsprechende Tätigkeiten in Wissenschaft und Bildungswesen möglich.

Der Studiengang ist Teil der Fakultät für Maschinenbau der OVGU. Er ermöglicht den Absolvierenden der bereits vorhandenen Bachelorstudiengänge Maschinenbau, Wirtschaftsingenieur Maschinenbau und weiteren passenden Studiengängen der anderen Fakultäten, ihre akademische Ausbildung fortzusetzen.

Die akademische Ausbildung mit dem Abschluss M.Sc. der Otto-von-Guericke-Universität liefert eine hinreichende Voraussetzung für weitere postgraduale Ausbildungen im Bereich der Ingenieurwissenschaften und angrenzenden Gebieten. (zum Beispiel Promotion).

### **Educational results**

(social competences):

During their studies, students gain access to existing research focuses through qualification work and an interdisciplinary team project. The students are qualified accordingly to pursue different career paths after completing their Master's degree:

- On the one hand, the participation of students in scientific research-related work qualifies them in the field of research and development, as well as in the field of science.
- On the other hand, the early involvement of industrial representatives and the application-oriented content of the modules train engineers for work in the private sector.

Graduates are able to take on leadership and independent roles in industry, both in application and service as well as in research. Other career opportunities in science and education are also possible.

The program is part of the Faculty of Mechanical Engineering at OVGU. It enables graduates of existing bachelor's programs in Mechanical Engineering, Industrial Engineering in Mechanical Engineering, and other suitable programs from other faculties to continue their academic education.

The academic education with a Master of Science degree from Otto-von-Guericke University provides sufficient prerequisites for further postgraduate training in the field of engineering and related areas, such as a PhD.



## Kurzcharakteristik

Die Immatrikulation erfolgt zum Wintersemester. Der Masterstudiengang ist so konzipiert, dass das Studium einschließlich der Anfertigung der Masterarbeit mit Kolloquium in der Regelstudienzeit von vier Semestern abgeschlossen werden kann.

Der Studienaufwand wird mit Leistungspunkten (Credit points [CP]) beschrieben. Er beträgt insgesamt 120 CP, die sich auf den Pflicht-, Spezialisierungs- und Wahlpflichtbereich sowie die Masterarbeit verteilen.

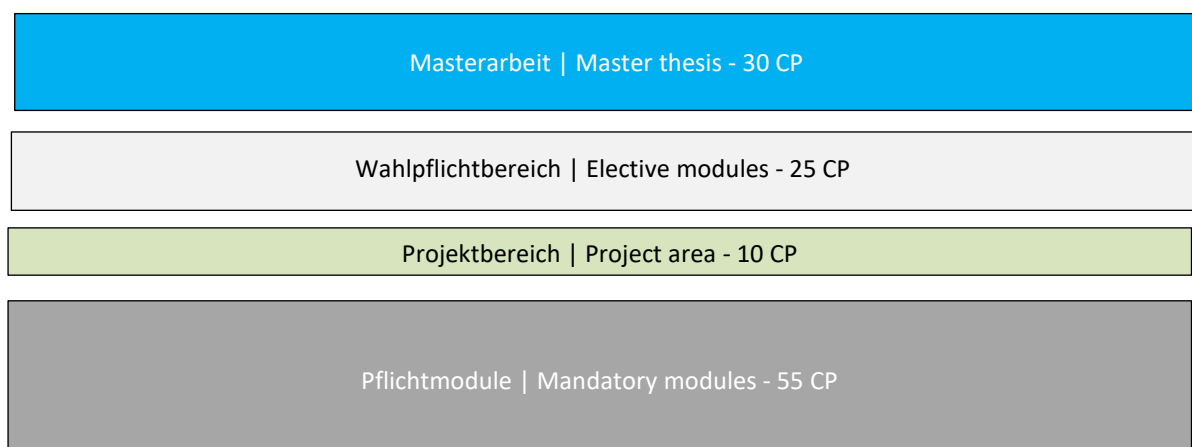
Das Arbeitspensum beträgt ca. 30 CP pro Semester.

## Brief Description

The enrolment takes place in the winter semester. The master's program is designed to be completed within the regular study period of four semesters, including the preparation of the master's thesis with a colloquium.

The workload is described in credit points (CP). It amounts to a total of 120 CP, which are distributed among the mandatory, specialization, and elective modules as well as the master's thesis.

The workload is approximately 30 CP per semester.



Prinzipieller Aufbau des Masterprogramms Computational Methods in Engineering |  
General structure of the master degree program Computational Methods in Engineering

Die Abbildung zeigt schematisch den prinzipiellen Aufbau des Masters Computational Methods in Engineering, bestehend aus:

- einem Pflichtbereich mit 11 Modulen zu je 5 CP
- einem interdisziplinären Projektbereich mit 2 Modulen zu je 5 CP,
- einem Wahlpflichtbereich mit 4 technischen und einem nicht-technischen Modul zu je 5 CP aus dem dafür verfügbaren breiten Modulangebot
- und der abschließenden Masterarbeit.

Der Pflicht- und Wahlpflichtbereich verteilen sich auf die ersten drei Semester. Die projektorientierten Module Project Work und Simulation Methods in Science and Engineering werden weitestgehend von allen beteiligten Dozierenden des Studiengangs betreut, wobei auch Themen aus der Industrie und anderen Forschungseinrichtungen bearbeitet werden können.

The figure schematically shows the basic structure of the master's program in Computational Methods in Engineering, consisting of:

- a compulsory area with 11 modules, each worth 5 CP
- an interdisciplinary project area with 2 modules, each worth 5 CP
- an elective area with 4 technical and 1 non-technical module, each worth 5 CP, from the available broad module offerings
- and the final master's thesis.

The compulsory and elective areas are distributed over the first three semesters. The project-oriented modules Project Work and Simulation Methods in Science and Engineering are largely supervised by all participating lecturers of the degree program, and topics from industry and other research institutions can also be addressed. The Project Work module aims to encourage students to

Das Modul Project Work zielt auf eine selbstständige Auseinandersetzung der Studierenden mit aktuellen Herausforderungen in den Simulationmethoden ab.

Das Modul Simulation Methods in Science and Engineering ist ein besonderes Modul, in dem Dozierende der OVGU und aus der Industrie durch Beiträge in Ringvorlesungen eingebunden sind. Anhand der Anforderungen an die Simulationmethoden, die in der Forschung und Industrie genutzt werden, sollen die Studierenden in Gruppenarbeit neue oder alternative Lösungsansätze finden und öffentlich präsentieren.

Das Studium schließt mit einer Abschlussarbeit, der so genannten Masterarbeit und deren Präsentation in einem Kolloquium ab. Die Abschlussarbeit soll zeigen, dass die Studierenden in der Lage sind, innerhalb einer vorgegebenen Bearbeitungszeit eine Problemstellung selbstständig, wissenschaftlich und kompetent zu bearbeiten.

Aus dem nicht-technischen Bereich müssen die Studierenden einen Umfang von 5 CPs belegen. Hierbei steht es den Studierenden frei, Module aus den Modulangeboten der anderen Fakultäten der OVGU zu wählen.

independently engage with current challenges in simulation methods.

The module Simulation Methods in Science and Engineering is a special module in which lecturers from the OVGU and industry are involved through contributions in lecture series. Based on the requirements of simulation methods used in research and industry, students are expected to find new or alternative solutions in group work and present them publicly.

The program concludes with a master's thesis and its presentation in a colloquium. The thesis should demonstrate that the students are capable of independently and competently addressing a given problem within a specified period of time in a scientific manner.

In the non-technical area, students must complete a total of 5 CPs. Students are free to choose modules from the module offerings of the other faculties of the OVGU.

## **2 Geltung des Modulhandbuchs | Validity of the module handbook**

Das vorliegende Modulhandbuch gilt für Studierende, deren Studium sich nach der Studien- und Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Computational Methods in Engineering vom 12.04.2023 (Datum der Fakultätsratsbeschlusses) richtet.

This module handbook applies to students whose studies are based on the study and examination regulations for the master degree program in Computational Methods in Engineering dated 12.04.2023 (date of the decision of the Faculty Council).

## **3 Pflicht- und Wahlpflichtbereich | Mandatory and elective areas**

Die Module des Pflichtbereichs spannen den weiten Bogen und den Facettenreichtum des CoME-Studiengangs auf und bilden den Rahmen für die möglichen Spezialisierungen. Die Module liegen im zweiten und dritten Semester des Fachstudiums und sind von allen Studierenden zu absolvieren..

The modules of the mandatory area cover the broad spectrum and the many facets of CoME and provide the context for the possible specializations. The modules are situated in the second and third semester of the study program and have to be completed by all students.

## Regelstudienplan allgemein | General study plan

Masterstudiengang   Master degree program Computational Methods in Engineering	CP	V Ü P [SWS]	1. Sem	2. Sem	3. Sem	4. Sem
			WiSe	SoSe	WiSe	SoSe
Pflichtbereich   Mandatory area (55 CP)						
Continuum Mechanics	5	2 2 –	K90			
Scientific Computing	5	2 2 –	M			
Multibody Dynamics	5	2 2 –	M			
Simulation of Mechanical Processes	5	2 2 –	K90/B			
Introduction to Numerical Ordinary and Partial Differential Equations and their Applications	5	2 2 –	M			
Advanced Fluid Dynamics	5	2 2 –		K120		
Finite Element Method	5	2 2 –		K30/W		
Modeling, Simulation and Optimization	5	3 1 –		M		
Parallel Programming	5	2 2 –		M		
Discrete Element Method	5	2 2 –			K30/W	
Computational Fluid Dynamics	5	2 – 1			K30/R	
Wahlpflichtbereich   Elective area (25 CP)						
Modul 1	5			P		
Modul 2	5			P		
Modul 3	5				P	
Modul 4	5				P	
Modul 5 (nichttechnisch   non–technical)	5				P	
Projektbereich   Project area (10 CP)						
Simulation Methods in Science and Engineering	5		R			
Project Work	5				S	
Masterarbeit mit Kolloquium   Master thesis with colloquium						P
Summe in CP je Semester   Total in CP per term	30	30	30	30	30	30

### Legende Prüfungsformen | Legend Forms of examination:

K – Klausur (angegebene Dauer in Minuten) | written exam (duration in minutes),

M – Mündliche Prüfung | oral examination

R – Referat | oral presentation,

S – Seminar- / Hausarbeit | homework, term paper

W – Wissenschaftliches Projekt | scientific project

V|Ü|P – Vorlesung|Übung|Praktikum | Lecture|Exercise|Practical course

Liste an Modulen zur Wahl der Module 1–4  
im Wahlpflichtbereich

List of modules to choose from modules 1–4  
in the elective area

Categories	CP	Winter semester				Summer semester			
		V	Ü	P	PL	V	Ü	P	PL
Computer Aided Geometric Design – CAGD (Prof. Theisel)	5	2	2		M				
Computed Tomography I (Prof. Rose)	5	2	1		K60				
Deep Neural Networks for Physical Simulation (Prof. Richter, Prof. Lessig)	5	2	1		M				
FE Modelling of Thin-Walled Structures (Dr.-Ing. Ringwelski)	5	2	2		M				
Nonlinear FEM (Prof. Juhre)	5	2	2		M				
Optimization Methods for Machine Learning (Prof. Sager)	5	2	2		M				
Visualization (Prof. Preim)	5	2	2		K120				
Advanced Topics in Numerical Linear Algebra (Prof. Benner)	5					2	1		M
Inelastic Structure Analysis (Prof. Naumenko)	5					2	2		M
Material Modelling (Prof. Halle)	5					2	1		M
Modelling and Simulation in Logistics Planning (Dr. Reggelin)	5					2	2		W
Nonlinear Vibrations (Prof. Woschke)	5					2		2	M
Structure Preserving Discretizations (Prof. Lessig)	5					2	2		M
<b>Seminar Mechanical Process Engineering</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>W</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>W</b>

Legende Prüfungsformen | Legend Forms of examination:

V – Vorlesung | Lecture,

Ü – Übung | Exercise,

P – Praktikum | Practical course,

PL– Prüfungsleistung | Forms of examination,

K – Klausur (angegebene Dauer in Minuten) | written exam (duration in minutes),

M– Mündliche Prüfung (angegebene Dauer in Minuten) | oral examination (duration in minutes)

R – Referat | oral presentation,

S – Seminar– / Hausarbeit | homework, term paper

W – Wissenschaftliches Projekt | scientific project

B – Belegarbeit | coursework

Modul 5 im Wahlpflichtbereich

Freie Wahl aus dem Modulangebot aller Fakultäten der OVGU in Umfang von 5 CP

Module 5 in the elective area

Free choice from the modules offered by all faculties of the OVGU, amounting to 5 CP..

## 4 Modulbeschreibungen | Module descriptions

### 4.1 Hinweise zu Modulbeschreibungen | Notes on module descriptions

Die Modulbeschreibungen sind bis auf die nachfolgenden dem Master-Modulkatalog der FMB für die Studiengänge MB, IDE, SEM und CoME zu entnehmen.

With the exception of the following, the module descriptions can be found in the FMB Master's Module Catalog for the MB, IDE, SEM, and CoME degree programs.

### 4.2 Master Thesis

Name of the module	Master Thesis
Teaching aims and content of the module	The master thesis shall indicate that the student is able to solve a problem individually within a given period of time. For this purpose, the student uses scientific methods to work on the problem and to present and analyze in detail the own solution strategy. The topics for the master thesis are coming from related fields of Materials Science.
Teaching forms	Master thesis, final colloquium
Preconditions for starting the master thesis	Proof of 70 CP
Preconditions for the colloquium	Proof of all 90 CP, Submission of two expertises for the master thesis with a minimal grade of „pass“
Usability of module	Master program
Prerequisites for the provision of ECTS	2 positive reviews, passing the colloquium
ECTS and marks	30 CP Marks following Study and Examination Regulations
Efforts	Individual management of a project, master thesis, colloquium
Frequency of provision	Every term
Duration of module	5 months from starting the thesis
Responsible lecturer	All lecturers of the study program

### 4.3 Project: Simulation Methods in Science and Engineering

Course name	Project: Simulation Methods in Science and Engineering
German name	
Teaching aims and content of the module	The students learn in teams <sup>1)</sup> to realize a project which is addressed to problems with practical relevance. Within this module the students have to understand and analyze a given problem and to find appropriate solutions for solving it. The results will be documented and presented. The types of problem are proposed in cooperation with the lecturers of the OVGU or local industry partners who are also involved in lecturing.
Teaching forms	Lectures, workshops and documentary assignment
Literature	
Preconditions for attending	
Usability of module	Master program
Prerequisites for the provision of ECTS	Documentary assignment <sup>2)</sup> , presentation with final defense <sup>3)</sup>
ECTS and marks	5 CP Grading following Study and Examination Regulations
Efforts	Time of attendance: Lecture: 2 SWS (in the first month) Workshop: 2 SWS (in the second month)  Self-study: Joint documentary assignment that is included in the examination grade.
Frequency of provision	Every winter term
Duration of module	One semester
Responsible lecturer	Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre

<sup>1)</sup> The number of team members should be between three and six.

<sup>2)</sup> In the document the contribution of each team member has to be emphasized.

<sup>3)</sup> The joint presentation serves for individually proving every member's contribution.

#### 4.4 Project Work

Course name	Project Work
German name	
Teaching aims and content of the module	<p>The students learn in teams (1) to realize a project which is addressed to problems with practical relevance. Within this module the students have to understand and analyze a given problem and to find appropriate solutions for solving it. The results will be documented and presented.</p> <p>The types of problem are proposed in cooperation with the lecturers of the OVGU or local industry partners who are also involved in lecturing.</p>
Teaching forms	Lectures, workshops and documentary assignment
Literature	
Preconditions for attending	
Usability of module	Master program
Prerequisites for the provision of ECTS	Documentary assignment (2), presentation with final defense (3)
ECTS and marks	<p>5 CP</p> <p>Grading following Study and Examination Regulations</p>
Efforts	<p>Time of attendance:</p> <p>Lecture: 2 SWS (in the first month)</p> <p>Workshop: 2 SWS (in the second month)</p> <p>Self-study:</p> <p>Joint documentary assignment that is included in the examination grade.</p>
Frequency of provision	Every winter term
Duration of module	One semester
Responsible lecturer	Prof. Dr.-Ing. Daniel Juhre



#### 4.5 Seminar Mechanical Process Engineering

Course name	Seminar Mechanical Process Engineering
German name	
Teaching aims and content of the module	
Teaching forms	
Literature	
Preconditions for attending	
Usability of module	Master program
Prerequisites for the provision of ECTS	
ECTS and marks	5 CP Grading following Study and Examination Regulations
Efforts	
Frequency of provision	Every winter and summer term
Duration of module	One semester
Responsible lecturer	