



# Modulhandbuch

Master Gebäudephysik

## Modulübersicht

### Curriculum

#### Wintersemester HFT-Stuttgart

Theoretische Gebäudephysik  
Wahlpflichtmodul I  
Vertiefungsmodul I  
Studienprojekt I

#### Sommersemester TH-Rosenheim

Wahlpflichtmodul II  
Akustik im Bauwesen  
Aspekte zukunftsorientierter Gebäudeplanung  
Wahlvertiefungsmodul II  
Studienprojekt II

#### 3. Semester      Master-Thesis



## Curriculum Master Gebäudephysik

Lfd.-Nr.	Modul	Teilmodul	SWS	CP Teilmodul	CP Modul	Prüfungsleistung
<b>1</b>	<b>Wintersemester (HFT Stuttgart)</b>					
1.1	Theoretische Gebäudephysik	Transportvorgänge	2	4	10	KL 150
		Lineare und statistische Optimierung	2	3		
		Akustik	2	3		
1.2	Wahlpflichtmodul I (Auswahl A oder E)	A: Akustische Messtechnik	4	5	5	Benotete Projektarbeit
		E: Simulationswerkzeuge	4	5		Benotete Projektarbeit
1.3	Vertiefungsmodul I (Auswahl A1 oder A2)	A1: Akustik im Gebäude (60)	2	3	6	A1/E: KI 120
		A2: Körperschall (45)	2	3		A2/E: KI 105 + Benotete Projektarbeit
		E: Energiesysteme und Anlagentechnik (60)	2	3		
1.4	Studienprojekt I		2		9	Benotete Projektarbeit
<b>Gesamt Wintersemester:</b>			<b>≥ 16</b>		<b>30</b>	
<b>2</b>	<b>Sommersemester (TH Rosenheim)</b>					
2.1	Wahlpflichtmodul II (Auswahl 2)	Statistische Methoden und Data Science	4	5	10	KL 90
		Hygrothermische Bauteilsimulation	4	5		RE 15 MP 20
		Vertiefte Strömungslehre und CFD	4	5		RE 15 MP 20
		Sonderteilmodul	4	5		
2.2	Akustik im Bauwesen	Schallschutz im Holz- u. Leichtbau	2	2	6	KL 120
		Vertiefte Raumakustik	2	2		
		Schallschutz bei gebäudetechnischen Anlagen	2	2		
2.3	Aspekte zukunftsorientierter Gebäudeplanung	Nachhaltiges Bauen	2	3	5	Benotete Projektarbeit
		BIM und Gebäudesimulation	2	2		
2.4	Wahlvertiefungsmodul II (Auswahl 2)	Messtechnik TGA und Raumklima	2	2	4	RE 20 MP 15
		Bauakustische Berechnungen mit FE und SEA	2	2		KL 60
		Gebäudemonitoring	2	2		KL 60
		Transformationsprozesse zur CO <sub>2</sub> -Neutralität	2	2		Benotete Projektarbeit
		Sonderteilmodul	2	2		
2.5	Studienprojekt II		2		5	Benotete Projektarbeit
<b>Gesamt Sommersemester:</b>			<b>≥ 26</b>		<b>30</b>	
<b>3</b>	<b>3. Semester</b>					
3.1	Master-Thesis	Master-Arbeit			28	MA
		Kolloquium			2	RE
<b>Gesamt Studium:</b>			<b>≥ 36</b>		<b>90</b>	

# Modulhandbuch

## Wintersemester

### HFT Stuttgart



Hochschule für Technik Stuttgart					
Modulname		Theoretische Gebäudephysik			
Studiengang		Masterstudiengang Gebäudephysik			
Verantwortliche(r)		Prof. Dr. Andreas Beck			
Dozent(in) / Modulteil		Prof. Dr. Andreas Beck / Transportvorgänge LB Prof. Dr. Wolfram Mollenkopf / Lineare und stat. Optimierungsmethoden Prof. Dr. Karl Degen / Akustik			
CP	SWS	Workload	Präsenz	Selbststudium	Dauer
10	6	300	90	210	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester
Modultyp		Studienabschnitt (nur bei Bachelor-Studiengängen)			Angebot Beginn
Pflichtfach					<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
Weitere Modulinformationen					
Voraussetzungen für die Teilnahme		<p><b>Transportvorgänge:</b> Beherrschen der Differential- und Integralrechnung, Grundkenntnisse im Umgang mit gewöhnlichen Differentialgleichungen. Vertrautheit mit Herleitung und Lösung der Wärmetransportgleichung.</p> <p><b>Optimierungsmethoden:</b> Grundlagen der linearen Algebra, insbesondere der linearen Gleichungen und Kenntnis des Gauß'schen Eliminationsverfahrens, Grundkenntnisse in Statistik, zudem Kenntnisse in Python oder Matlab für die Programmierung in den Übungen</p> <p><b>Akustik:</b> Kenntnis thermodynamischer Grundlagen (ideale Gasgleichung, Adiabatangleichung, Partialdruck), Kenntnis der Bedeutung von partiellen Differentialen und Erfahrung im Umgang damit, Kenntnis elementarer Lösungsansätze für partielle Differentialgleichungen, Kenntnisse und Anwendungspraxis zu komplexen Zahlen und Funktionen.</p>			
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen		-			
Prüfungsvorleistung		-			
Prüfungsleistung		Klausur (150 Min.)			
Zusammensetzung der Endnote		Gewichtung der Teilmodule entsprechend der Vergabe der CP			
Sonstige Informationen		-			
Letzte Aktualisierung		März 2024			
Zugeordnete Module					
Nr.	Titel Lehrveranstaltung	Lehrform	CP	SWS	Semester
1	Transportvorgänge	Vorlesung	4	2	1/2
2	Lineare und statistische Optimierungsmethoden	Vorlesung	3	2	1/2
3	Akustik	Vorlesung	3	2	1/2

Lehrveranstaltung	Transportvorgänge
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<p>Aufbauend auf den Vorkenntnissen wird in diesem Modul das Wissen über die physikalisch-mathematischen Zusammenhänge von Transportvorgängen (Diffusion, Strömung, Wellen) im Gebäudebereich zu den Themen Wärme, Feuchte und Schall vertieft und erweitert. Dadurch können diese verstanden und quantitativ berechnet werden</p> <p><b>Fachkompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden verstehen die zugrundeliegenden Prinzipien des Wärme- und Feuchtetransportes</li><li>• Sie können diese anwenden, um Aussagen zum Wärmetransport in Nahwärmenetzen und durch Gebäudewände zu machen</li><li>• Die Studierenden können die Raumluftfeuchte sowie die Bauteilfeuchten dynamisch berechnen.</li></ul> <p><b>Überfachliche Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden sind im Umgang mit den grundlegenden Transportgleichungen geübt und können diese auf neue Problemsituationen anwenden.</p>	
<b>Lehrinhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung in die Theorie der Partiellen Differentialgleichungen zur Beschreibung von Diffusion (Wärme-, Feuchte, Luftschadstoffen), Strömung (Gasen, Wasser). Lösungsmethoden: Separationsansatz, Fouriertransformation, numerische Verfahren</li><li>• Anwendung auf Feuchte- und Wärmetransport, Luft- und Kapillarwassertransport</li><li>• Schreiben kleiner Programme; Einarbeiten in FE-Software, Berechnungen mit Hilfe von selbst geschriebenen Programmen sowie von FE-Software</li><li>• Vertiefung der Vektoranalysis und der elementaren Feldtheorie mit dem Erarbeiten von Methoden zur Beschreibung von Strömungsvorgängen. Damit sollen die theoretischen Grundlagen für die Anwendung von Strömungssimulationen gelegt (z.B. COMSOL o.ä. Programme) und diese exemplarisch angewandt werden</li></ul>	
<b>Literatur</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Strauss: Partielle Differentialgleichungen</li><li>• Butz: Fouriertransformation für Fußgänger</li><li>• Keller; Klimagerechtes Bauen</li></ul>	

Lehrveranstaltung	Lineare und statistische Optimierungsmethoden
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<p><b>Fachkompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• sind in der Lage, bauphysikalische und insbesondere anlagentechnische Situationen zu analysieren und die Zusammenhänge zu verstehen</li><li>• beherrschen an die jeweilige Situation angepasste Methoden um unter vorgegebenen Rahmenbedingungen eine optimale Lösung eines Problems zu finden</li><li>• kennen unterstützende Software und können diese für Modellierung, Simulation und Lösung von Optimierungsaufgaben vorrangig im Bereich der Anlagentechnik anwenden</li><li>• sind in der Lage, Planungen im Neubau bzw. der Sanierung beratend zu unterstützen</li></ul> <p><b>Überfachliche Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• lernen die Mechanismen des Handels an der Energiebörse kennen</li><li>• bekommen Einblicke in die aktuelle Thematik des Regenergiemanagments und der damit zusammenhängenden technischen Entwicklungen, wie z.B. Smartmeter etc.</li></ul>	
<b>Lehrinhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aufbauend auf den Kenntnissen der linearen Algebra wird die Methode der linearen Optimierung ausführlich behandelt und zur Analyse und Bewertung von Energiesystemen verwendet</li><li>• Einsatz von Python, Matlab oder EES</li><li>• Optimierung von Energiesystemen</li><li>• Einführung von statistischen Methoden zur Prognose und Bewertung von Zukunftsdaten (z.B. Klimadaten, Preise, etc.). Methoden: Monte-Carlo, Random-Walk</li><li>• Erstellung von Simulationstools in Python, Matlab oder EES, Anwendung der genannten Methoden in konkreten Aufgabenstellungen (z.B. KWK-Anlagenbetrieb nach Strombörse)</li></ul>	
<b>Literatur</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Strauss: Partielle Differentialgleichungen</li><li>• Butz: Fouriertransformation für Fußgänger</li><li>• Keller; Klimagerechtes Bauen</li></ul>	

Lehrveranstaltung	Akustik
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<p><b>Fachkompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• verstehen die Ansätze zur Diskretisierung eines Kontinuums am Beispiel der Luftsäule,</li><li>• verstehen, wie aus solchen Ansätzen unter Verwendung der thermodynamischen Grundgleichungen idealen Gasgleichung sowie Adiabatengleichung unter Verwendung von Näherungen die Wellengleichung für die akustischen Feldgrößen abgeleitet werden kann,</li><li>• kennen die Beschreibung mit komplexen Lösungen und können damit umgehen,</li><li>• haben durchdrungen, mit Hilfe des Ansatzes einer Überlagerung von rechts und linkslaufenden Wellen die physikalisch möglichen Lösungen der Wellengleichung zu beschreiben,</li><li>• verstehen, wie Randbedingungen die Lösungsvielfalt reduzieren,</li><li>• haben anhand der theoretischen Lösung der eindimensionalen Wellengleichung das Phänomen der laufenden und stehenden Wellen durchdrungen,</li><li>• wissen um die Grenzen der Modelle und kennen die Effekte von Nicht-Linearitäten,</li><li>• kennen Ansatz und Lösung der Wellengleichung bei Vorhandensein eines Schallschirms in Zylindergeometrie (Besselsche Dgl. und ihre Lösungsfunktionen),</li></ul> <p><b>Besondere Methodenkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden erkennen, wo Vereinfachungen und Näherungen in den mathematischen Ansätzen und Lösungen gemacht werden (müssen) und verstehen die Grenzen der Gültigkeit der Beschreibung.</p>	
<b>Lehrinhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Thermodynamik von Schallfeldern (zunächst in einer Dimension)</li><li>• Ableitung der Wellengleichung daraus</li><li>• Fortschreitende und stehende Wellen</li><li>• Dreidimensionale Schallfelder</li><li>• Energie- und Leistungstransport</li><li>• Intensitätsmessung: Zeit- und Frequenzbereichsverfahren, Messfehler und Grenzen des Verfahrens</li><li>• Schallbrechung</li><li>• Beugung an der schallharten Schneide: Lösung der Wellengleichung in Zylinderkoordinaten mit Hilfe von Bessel- und Hankelfunktionen, Diskussion des Schallfeldes, Ableitung des Umweggesetzes, Näherungen für das Einfügedämmmaß. Bedeutung von Höhe, Geometrie, Absorptionsverhalten, Transmission und Art der Beugungskante bei Schallschutzwänden. Aktuelle Innovationsansätze</li></ul>	
<b>Literatur</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Möser: Technische Akustik</li><li>• Heckl, Müller: Technische Akustik</li></ul>	



<h1>Hochschule für Technik Stuttgart</h1>					
<b>Modulname</b>		<b>Wahlpflichtmodul I</b>			
Studiengang		Masterstudiengang Gebäudephysik			
Verantwortliche(r)		Prof. Dr.-Ing. Berndt Zeitler			
Dozent(in) / Modulteil		Prof. Dr.-Ing. Berndt Zeitler / Auswahl A: Akustische Messtechnik LB NN / Auswahl E: Simulationswerkzeuge			
CP	SWS	Workload	Präsenz	Selbststudium	Dauer
5	4	150	60	90	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester
Modultyp		Studienabschnitt (nur bei Bachelor-Studiengängen)			Angebot Beginn
Wahlpflichtfach					<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester
Weitere Modulinformationen					
Voraussetzungen für die Teilnahme		Auswahl A: Akustische Messtechnik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen von Schwingungen, Komplexe Zahlen</li> </ul> Auswahl E: Simulationswerkzeuge <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse in den theoretischen Grundlagen der thermischen Gebäude- und Anlagensimulation</li> </ul>			
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen		-			
Prüfungsvorleistung		-			
Prüfungsleistung		A: Akustische Messtechnik: Benoteter Kurzbericht (30%) und benotete Präsentation (70%) zu einer ausgesuchten Messnorm und deren Anwendung  E: Simulationswerkzeuge: Benotete Projektarbeit			
Zusammensetzung der Endnote		Modulnote ist Endnote			
Sonstige Informationen		-			
Letzte Aktualisierung		März 2024			
Zugeordnete Modulteile					
Nr.	Titel Lehrveranstaltung	Lehrform	CP	SWS	Semester
1	Auswahl A: Akustische Messtechnik	Vorlesung Seminar	5	4	1/2
2	Auswahl E: Simulationswerkzeuge	Vorlesung Übung			

### **Modulziele Auswahl A: Akustische Messtechnik:**

Die Studierenden sind in der Lage:

- Akustische Größen und ihre digitale Signalverarbeitung zu verstehen, zu beschreiben und zu programmieren
- Messnormen zu verstehen und anzuwenden und ihre Grenzen durch physikalisches Verständnis abzuschätzen
- Angesammeltes Wissen aufzubereiten und in schriftlicher und mündlicher Form anschaulich wiederzugeben

### **Modulziele Auswahl E: Simulationswerkzeuge:**

Die Lehrveranstaltung vermittelt folgende Schwerpunkte:

- Praktischer Einsatz eines thermischen Simulationswerkzeuges zur Planung energieeffizienter Gebäude unter Einbeziehung der Anlagentechnik, sowie die Bewertung des thermischen Komforts
- Modellentwicklung
- Beherrschung und Vertiefung eines thermischen Simulationswerkzeuges (Mehrzonenmodell)
- Vernetzung unterschiedlicher Programme (SketchUp, Python, etc.)
- Grundlagen der thermischen Simulation zum sommerlichen Wärmeschutz mit Beurteilung nach DIN 4108-2 und DIN EN 16798-1
- Umsetzung an einem Beispielprojekt und Vergleich zu gemessenen Werten

Lehrveranstaltung	Auswahl A: Akustische Messtechnik
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<p>Die Studierenden sind in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Akustische Größen und ihre digitale Signalverarbeitung zu verstehen, zu beschreiben und zu programmieren</li><li>• Messnormen zu verstehen und anzuwenden und ihre Grenzen durch physikalisches Verständnis abzuschätzen</li><li>• Angesammeltes Wissen aufzubereiten und in schriftlicher und mündlicher Form anschaulich wiederzugeben</li></ul>	
<b>Lehrinhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Tiefer Einblick in akustische Größen und Signale</li><li>• Gleitende Mittelwerte und Effektivwerte</li><li>• Numerische Ableitung und Integration</li><li>• Filter</li><li>• Fast und Slow Bewertung</li><li>• Anwendung der Fourier Transformation und Faltung in der Akustik</li><li>• Digitale Signal Verarbeitung</li><li>• Lesen, interpretieren und anwenden von Messnormen</li><li>• Beschreibung unterschiedlicher Messmethoden und Messsysteme</li></ul> <p>Im Workshop (Vorlesung) werden die gängigen akustischen Größen durch Programmierung tiefer beleuchtet. Im Übungsteil werden, z.B. für die Studienarbeit relevante Normen analysiert und angewendet, sowie die dazugehörige Physik erläutert.</p>	
<b>Literatur</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Möser: Messtechnik der Akustik, Springer 2010</li><li>• Feldmann: Körperschall-Messtechnik, Springer 2018</li><li>• Vorländer: Digitale Signalverarbeitung in der Messtechnik, Springer, 2018</li></ul>	

Lehrveranstaltung	Auswahl E: Simulationswerkzeuge
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<p>Die Studierenden sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• thermische Simulationswerkzeuge zur Planung energieeffizienter Gebäude unter Einbeziehung der Anlagentechnik einzusetzen</li><li>• Mehrzonenmodelle für die dynamische thermische Gebäudesimulation zu entwickeln</li><li>• Simulationswerkzeuge mit anderen Programmen (SketchUp, Python, Excel, etc.) zu vernetzen</li><li>• Simulationsergebnisse entsprechend den Vorgaben zum sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2 und DIN EN 16798-1 auszuwerten und zu beurteilen</li></ul> <p>Die Studierenden verstehen die prinzipiellen physikalischen und mathematischen Hintergründe der dynamischen Gebäudesimulation und können daraus auch die Einsatzgrenzen der Programme ableiten.</p> <p>Optional können in Verbindung mit dem Studienprojekt I Simulationsergebnisse und Messwerte gegenübergestellt werden. Hierzu gibt es die Möglichkeit an der HFT-Stuttgart in einen hochverglasten Dachraum die Temperaturen zu erfassen. Weitere Randbedingungen (Außentemperatur und Einstrahlung) werden über die hochschuleigene Wetterstation zur Verfügung gestellt. Bei dieser Gegenüberstellung erkennen die Studierenden direkt die Auswirkungen und die Wertigkeiten unterschiedlicher Randbedingungen</p>	
<b>Lehrinhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Vermittlung und Vertiefung eines modernen thermischen Simulationsprogramms (Mehrzonenmodell) zur Analyse von Entwurfsentscheidungen und Objektivierung gewählter Strategien.</li><li>• Vertiefung thermische Simulation, Eingabeparameter, Regelungsstrategien, Auswahl thermischer Zonen, aktive Komponenten.</li><li>• Parametrisierung über Vernetzung mit unterschiedlichen Programmen.</li><li>• Dokumentation und Visualisierung der Strategien und Ergebnisse.</li><li>• Das Erlernen angemessener Variantenbetrachtung und deren Interpretation soll aufbauend auf den Vorlesungsinhalten anhand eines Projektbeispiels durchgeführt werden. Dabei soll auf den Grundlagen und Vertiefung der thermischen Simulation, der Eingabeparameter, Regelungsstrategien, Auswahl thermischer Zonen, aktive Komponenten die Zusammenhänge und Ergebnisse von theoretischer Auslegung und Umsetzung erlernt werden.</li></ul>	
<b>Literatur</b>	
Vorlesungsskript, Handbuch Simulationsprogramm	



Hochschule für Technik Stuttgart						
Modulname		Vertiefungsmodul I				
Studiengang		Masterstudiengang Gebäudephysik				
Verantwortliche(r)		Prof. Dr.-Ing. Dan Bauer				
Dozent(in) / Modulteil		Dr. Jan Krüger, Martin Schneider / Wahlpflichtmodul A1: Akustik im Gebäude Prof. Dr. -Ing. Berndt Zeitler / Wahlpflichtmodul A2: Körperschall Prof. Dr.-Ing. Dan Bauer / Pflichtmodul E: Energiesysteme und Anlagentechnik				
CP	SWS	Workload	Präsenz	Selbststudium	Dauer	
6	4	180	60	120	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester	
Modultyp		Studienabschnitt (nur bei Bachelor-Studiengängen)			Angebot Beginn	
Wahlpflichtfach					<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester	
Weitere Modulinformationen						
Voraussetzungen für die Teilnahme		<p><b>Wahl-Teilmodul A1: Akustik im Gebäude</b></p> <p>a) Teil: <u>Aktive Lärmbekämpfung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Zusammenhänge der Signalverarbeitung.</li> <li>• Aufbau und Wirkungsweise von elektromechanischen Wandlern (Lautsprecher, Shaker).</li> <li>• Aufbau und die Wirkungsweise von passiven Schalldämpfern</li> <li>• Aufbau von passiven schwingungsreduzierenden Maßnahmen (1-Massenschwinger, elastische Lagerung, Tilger).</li> </ul> <p>b) Teil: <u>Bauakustische Normung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beherrschen der gängigen akustischen Fachbegriffe und der Pegelrechnung</li> <li>• Erfahrungen mit bauakustisch wichtigen Baukonstruktionen.</li> <li>• Kenntnisse der Berechnungsverfahren zum Schallschutz</li> </ul> <p><b>Wahl-Teilmodul A2: Körperschall</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexe Zahlen</li> <li>• Ableitung und Anwendung der Zeigerdarstellung von Körperschallwellen</li> <li>• Programmieranwendung (z.B. Matlab oder Python)</li> </ul> <p><b>Pflicht-Teilmodul E: Energiesysteme und Anlagentechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse zur fossilen und regenerativen Energieversorgung von Gebäuden, sowie der energetischen und wirtschaftlichen Bewertung</li> </ul>				
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen		-				
Prüfungsvorleistung		-				
Prüfungsleistung		Klausur 120 Minuten (A2: zusätzlich Referat 15 Minuten)				
Zusammensetzung der Endnote		Gewichtung der Teilmodule entsprechend der Vergabe der CP				
Sonstige Informationen		-				

Letzte Aktualisierung		März 2024			
Zugeordnete Module					
Nr.	Titel Lehrveranstaltung	Lehrform	CP	SWS	Semester
1	Auswahl A1: Akustik im Gebäude	Vorlesung	3	2	1/2
2	Auswahl A2: Körperschall	Vorlesung Seminar			
3	Energiesysteme und Anlagentechnik	Vorlesung Übung	3	2	1/2
<p><b>Modulziel Wahl-Teilmodul A1: Akustik im Gebäude</b></p> <p><b>a) Aktive Lärmbekämpfung</b></p> <p>Diese Lehrveranstaltung macht die Studierenden mit den Grundlagen und der Anwendung von Systemen zur aktiven Lärmbekämpfung sowohl für Luftschall als auch für Körperschall vertraut. Dadurch sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wesentliche Konzepte in der Signalverarbeitung in aktiven Systemen (Feedforward- und Feedback-Regelung, Stabilitätskriterium, Kausalitätskriterium, Linearitätsanforderungen) zu erläutern.</li> <li>Anforderungen an Sensoren und Aktoren für aktive Systeme zu benennen.</li> <li>den Aufbau und die Wirkungsweise von aktiven Schallschutz-Kopfhörern zu erläutern.</li> <li>den Aufbau und die Wirkungsweise von aktiven Schalldämpfern für Lüftungs- und Abgassysteme zu verstehen und deren Vor- und Nachteile zu analysieren sowie in konkreten Anwendungsfällen einen effizienten Einsatz zu konzipieren.</li> <li>den Aufbau und die Wirkungsweise von aktiven Körperschall-Entkopplungssystemen zu verstehen und deren Vor- und Nachteile zu analysieren sowie in konkreten Anwendungsfällen einen effizienten Einsatzplan zu entwickeln.</li> <li>den Aufbau und die Wirkungsweise von aktiven Tilgern zu verstehen und deren Vor- und Nachteile analysieren zu können sowie in konkreten Anwendungsfällen ein effizientes Einsatzkonzept zu entwerfen.</li> </ul> <p>Vermittelt wird dabei jeweils ein grundlegendes Verständnis über die Auslegung sowie die Effizienz im Vergleich zu passiven Systemen. Dabei werden stets auch auf die technischen und wirtschaftlichen Grenzen der Anwendung aktiver Systeme eingegangen.</p> <p><b>b) Bauakustische Normung</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sich in der Struktur der Normungsorganisationen zurechtzufinden</li> <li>Normen zu finden</li> <li>Normen bau- und privatrechtlich einzuordnen</li> <li>Normungsprozess zu kennen und nach zu vollziehen</li> <li>bauakustische Anforderungen für Bauvorhaben aus den Normen herauszulesen</li> <li>Bauakustische Berechnungsverfahren normgerecht im Schallschutz-Nachweis anwenden.</li> </ul> <p><b>Modulziel Wahl-Teilmodul A2: Körperschall</b></p> <p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>können für ein MDOF Masse-Feder-System eine Kräftebilanz durchführen</li> <li>sind in der Lage die dynamischen Bewegungsgleichungen von Körpern aufzustellen</li> <li>können Lösungen der Beigewellengleichung diskutieren und den Einfluss der Randbedingungen darlegen</li> <li>sind in der Lage die Abstrahlung von BiegeWellen zu erläutern/begründen</li> <li>können Wellenfelder durch Software visualisieren</li> </ul>					

### **Modulziel Pflicht-Teilmodul E: Energiesysteme und Anlagentechnik**

Die Studierenden

- haben tiefgehende Kenntnisse zu den Anlagentechniken «Photovoltaik», «Wärmepumpe» und «Energiespeicherung»
- verstehen die Rolle von grünem Wasserstoff zur Langzeitspeicherung von Energie und kennen die gängigen Techniken zur Erzeugung, Speicherung und Rückverstromung
- verstehen das komplexe Zusammenspiel von photovoltaischer Energieerzeugung, Speicherung und Nutzung in Verbindung mit Elektromobilität und wärmepumpenbasierender Heiztechnik bei Gebäuden
- können hybride Systeme zur Energieversorgung von Gebäuden energetisch und wirtschaftlich bewerten

Lehrveranstaltung	Auswahl A1: Akustik im Gebäude
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<p><b>a) Aktive Lärmbekämpfung</b></p> <p>Diese Lehrveranstaltung macht die Studierenden mit den Grundlagen und der Anwendung von Systemen zur aktiven Lärmbekämpfung sowohl für Luftschall als auch für Körperschall vertraut. Dadurch sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wesentliche Konzepte in der Signalverarbeitung in aktiven Systemen (Feedforward- und Feedback-Regelung, Stabilitätskriterium, Kausalitätskriterium, Linearitätsanforderungen) zu erläutern.</li> <li>• Anforderungen an Sensoren und Aktoren für aktive Systeme zu benennen.</li> <li>• den Aufbau und die Wirkungsweise von aktiven Schallschutz-Kopfhörern zu erläutern.</li> <li>• den Aufbau und die Wirkungsweise von aktiven Schalldämpfern für Lüftungs- und Abgassysteme zu verstehen und deren Vor- und Nachteile zu analysieren sowie in konkreten Anwendungsfällen einen effizienten Einsatz zu konzipieren.</li> <li>• den Aufbau und die Wirkungsweise von aktiven Körperschall-Entkopplungssystemen zu verstehen und deren Vor- und Nachteile zu analysieren sowie in konkreten Anwendungsfällen einen effizienten Einsatzplan zu entwickeln.</li> <li>• den Aufbau und die Wirkungsweise von aktiven Tilgern zu verstehen und deren Vor- und Nachteile analysieren zu können sowie in konkreten Anwendungsfällen ein effizientes Einsatzkonzept zu entwerfen.</li> </ul> <p>Vermittelt wird dabei jeweils ein grundlegendes Verständnis über die Auslegung sowie die Effizienz im Vergleich zu passiven Systemen. Dabei werden stets auch auf die technischen und wirtschaftlichen Grenzen der Anwendung aktiver Systeme eingegangen.</p> <p><b>b) Bauakustische Normung</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sich in der Struktur der Normungsorganisationen zurechtzufinden</li> <li>• Normen zu finden</li> <li>• Normen bau- und privatrechtlich einzuordnen</li> <li>• Normungsprozess zu kennen und nach zu vollziehen</li> <li>• bauakustische Anforderungen für Bauvorhaben aus den Normen herauszulesen</li> <li>• Bauakustische Berechnungsverfahren normgerecht im Schallschutz-Nachweis anwenden.</li> </ul>	
<b>Lehrinhalte</b>	
<p><b>a) Aktive Lärmbekämpfung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Signalverarbeitung in aktiven Systemen</li> <li>• Feedforward- und Feedback-Regelung,</li> <li>• Systemanforderungen: Stabilitätskriterium, Kausalitätskriterium, Linearität</li> <li>• Aufbau und Anforderungen an Sensoren und Aktoren</li> <li>• Aufbau und Wirkungsweise von aktiven Schallschutz-Kopfhörern</li> <li>• Aufbau und Wirkungsweise von aktiven Schalldämpfern für Lüftungssysteme und Vergleich zu passiven Systemen</li> <li>• Aufbau und Wirkungsweise von aktiven Schalldämpfern für Abgassysteme und Vergleich zu passiven Systemen</li> <li>• Aufbau und Wirkungsweise von aktiven Körperschall-Entkopplungssystemen und Vergleich zu passiven Systemen</li> <li>• Aufbau und Wirkungsweise von aktiven Tilgern und Vergleich zu passiven Systemen</li> </ul>	



### **b) Bauakustische Normung**

- Übersicht über nationale und internationale Normungs- und Regelungsorganisationen (ISO, CEN, DIN, VDI, ...) und deren Struktur
- Wie werden Normen erarbeitet, Regeln für Normen
- Unterschiede in Norm: Norm Technische Spezifikation, Technische Berichte
- Welche Normen sind für die Bauakustik wichtig
- Historische Entwicklung verschiedener Schallschutznormen
- Baurechtliche Einordnung von Normen
- Anforderungen an den Schallschutz verschiedener bauakustischer Normen zu kennen und einzuordnen
- Anwendung verschiedener bauakustischer Normen zur Berechnung des Schallschutzes

### **Literatur**

#### **a) Aktive Lärmbekämpfung**

- Vorlesungsskript
- Buch: Nelson, Philip A.; Elliott, Stephen J.: Active control of sound. ISBN 0125154267.
- Buch: Hansen, Colin H.: Understanding active noise control. ISBN 0415231914.
- Buch: Fuller, C. R.; Elliott, Stephen J.; Nelson, P. A.: Active control of vibration. ISBN: 0-12-269441-4
- Diverse Internetseiten von Herstellern aktiver Systeme
- Animationen aus Matlab und Youtube

#### **b) Bauakustische Normung**

- Vorlesungsskript
- Zugang zu Normen für Studenten

<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Auswahl A2: Körperschall</b>
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• können für ein MDOF Masse-Feder-System eine Kräftebilanz durchführen</li><li>• sind in der Lage die dynamischen Bewegungsgleichungen von Körpern aufzustellen</li><li>• können Lösungen der Beigewellengleichung diskutieren und den Einfluss der Randbedingungen darlegen</li><li>• sind in der Lage die Abstrahlung von Biegewellen zu erläutern/begründen</li><li>• können Wellenfelder durch Software visualisieren</li></ul>	
<b>Lehrinhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• MDOF Masse-Feder-Systeme</li><li>• Ausbreitung von Biegewellen</li><li>• Körperschall-Randbedingungen</li><li>• Abstrahlung von Biegewellen</li></ul>	
<b>Literatur</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Zeitler, Vorlesungsskript</li><li>• Cremer/Heckl, Körperschall</li><li>• Müller/Möser, Taschenbuch der Technischen Akustik</li><li>• Möser, Technische Akustik</li></ul>	

Lehrveranstaltung	E: Energiesysteme und Anlagentechnik
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• haben tiefgehende Kenntnisse zu den Anlagentechniken «Photovoltaik», «Wärmepumpe» und «Energiespeicherung»</li><li>• verstehen die Rolle von grünem Wasserstoff zur Langzeitspeicherung von Energie und kennen die gängigen Techniken zur Erzeugung, Speicherung und Rückverstromung</li><li>• verstehen das komplexe Zusammenspiel von photovoltaischer Energieerzeugung, Speicherung und Nutzung in Verbindung mit Elektromobilität und wärmepumpenbasierender Heiztechnik bei Gebäuden</li><li>• können hybride Systeme zur Energieversorgung von Gebäuden energetisch und wirtschaftlich bewerten</li></ul>	
<b>Lehrinhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Photovoltaiksystemtechnik</li><li>• Wärmepumpensystemtechnik</li><li>• Energiespeicherung</li><li>• Photovoltaik in Kombination mit Gebäudeheizung und -kühlung</li><li>• Photovoltaik in Kombination mit batterieelektrischem Fahren</li><li>• Photovoltaik in Kombination mit Wasserstoffherzeugung und -speicherung</li><li>• Energetische Bewertung hybrider Systeme zur Energieversorgung von Gebäuden</li><li>• Wirtschaftliche Bewertung hybrider Systeme zur Energieversorgung von Gebäuden</li><li>• Pilotanlagen mit Wasserstoffnutzung (EFH, MFH, Quartier)</li></ul>	
<b>Literatur</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ursula Eicker, „Solare Technologien für Gebäude“</li><li>• Volker Quaschnig, „Regenerative Energiesysteme“</li><li>• Andreas Wagner, „Photovoltaik Engineering“</li></ul>	



# Hochschule für Technik Stuttgart


<b>Modulname</b>		<b>Studienprojekt I</b>				
Studiengang		Masterstudiengang Gebäudephysik				
Verantwortliche(r)		Prof. Dr.-Ing. Dan Bauer				
Dozent(in) / Modulteil		Alle Dozenten und wissenschaftliche Mitarbeiter des Studiengangs				
<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Dauer</b>	
9	2	270	30	240	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester	
<b>Modultyp</b>		<b>Studienabschnitt (nur bei Bachelor-Studiengängen)</b>			<b>Angebot Beginn</b>	
Pflichtfach					<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input type="checkbox"/> Sommersemester	
<b>Weitere Modulinformationen</b>						
Voraussetzungen für die Teilnahme		-				
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen		-				
Prüfungsvorleistung		-				
Prüfungsleistung		Schriftliche Arbeit und Vortrag im Rahmen des Seminars der Forschungsgruppe / Benotete Studienarbeit				
Zusammensetzung der Endnote		Modulnote ist Endnote				
Sonstige Informationen		-				
Letzte Aktualisierung		März 2024				
<b>Zugeordnete Modulteile</b>						
<b>Nr.</b>	<b>Titel Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Semester</b>	
1	Studienprojekt I	Seminar Übung	9	2	1/2	
<b>Modulziel:</b>						
<p>Im Modul Studienprojekt I vertiefen die Studierenden die physikalischen und technischen Grundlagen vernetzend im Sinne einer Betrachtung der wechselseitigen Abhängigkeiten des Wärme- und Feuchteschutzes, des Schallschutzes, der energietechnischen Anlagen und der Gebäudetechnik und -automation anhand der Verwendung der relevanten Normen und Richtlinien.</p>						

Lehrveranstaltung	Studienprojekt I
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden trainieren, eigene Erfahrungen und erlernte Kenntnisse in prozesshaftem Denken und Arbeiten zu integrieren, zu formulieren und ggf. im Team zu kommunizieren.</li><li>• Die Studierenden setzen sich mit differenzierten Programmsystemen zur Optimierung der jeweiligen Aufgabenstellung auseinander.</li><li>• Die Studierenden vertiefen dabei die Fähigkeit zu wissenschaftlichem und fachübergreifenden Arbeiten durch Einarbeitung in lfd. Forschungsthemen und durch selbstständiges Studium und Auswertung wissenschaftlicher Literatur.</li></ul> <p>Durch die lfd. Diskussionen von Zwischenergebnissen und einer Abschlusspräsentation trainieren die Studierenden, wissenschaftliche Inhalte verständlich und ergebnisorientiert zu formulieren.</p>	
<b>Lehrinhalte</b>	
Das Studienprojekt kann in laufende Forschungsprojekte der HFT-Stuttgart integriert werden und behandelt Teilaspekte bzw. Teilaufgaben davon. Von den Studierenden werden auf Grundlage einer definierten Aufgabe Lösungen erarbeitet, analysiert und bewertet.	
<b>Literatur</b>	
Zum Themengebiet passende Recherche wissenschaftlicher Veröffentlichungen	

# Modulhandbuch

# Sommersemester

# TH Rosenheim

					
<b>Modulname</b>		<b>Wahlpflichtmodul II</b>			
Studiengang		Masterstudiengang Gebäudephysik			
Verantwortliche(r)		Prof. Dr. Benjamin Tischler, Prof. Dr. J. Aschaber, Prof. Dr. Claudia Schäfle			
Dozent(in) / Modulteil		Prof. Dr. Benjamin Tischler / Statistische Methoden und Data Science Prof. Dr. J. Aschaber, Prof. Dr. G. Friedsam, Prof. Dr. A. Schulze / Hygrothermische Bauteilsimulation Prof. Dr. Claudia Schäfle, Prof. Dr. Frank Buttinger / Vertiefte Strömungslehre und Computational Fluid Dynamics (CFD)			
<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Dauer</b>
10	8	300	120	180	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester
<b>Modultyp</b>		<b>Studienabschnitt (nur bei Bachelor-Studiengängen)</b>		<b>Angebot Beginn</b>	
Wahlpflichtfach				<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester	
<b>Weitere Modulinformationen</b>					
Voraussetzungen für die Teilnahme		siehe Modulbeschreibung der einzelnen Teilmodule			
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen		Klärung im Rahmen des Masterkollegs ist in Arbeit			
Prüfungsvorleistung		-			
Prüfungsleistung		siehe Modulbeschreibung der einzelnen Teilmodule			
Zusammensetzung der Endnote		Gewichtung der Teilmodule entsprechend der Vergabe der CP			
Sonstige Informationen		Auswahl 2 von 3 Teilmodulen			
Letzte Aktualisierung		März 2024			
<b>Zugeordnete Module</b>					
<b>Nr.</b>	<b>Titel Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Semester</b>
1	Statistische Methoden und Data Science	Vorlesung Übung	5	4	1/2
2	Hygrothermische Bauteilsimulation		5	4	1/2
3	Vertiefte Strömungslehre und Computational Fluid Dynamics (CFD) (nur bei ausreichender Studierendenzahl)		5	4	1/2

<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Statistische Methoden und Data Science</b>
<b>Voraussetzungen</b>	
Teilnehmer an der Lehrveranstaltung sollten imstande sein ...	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• lineare Algebra, Infinitesimalrechnung und (idealerweise) grundlegende Optimierungsmethoden zu verstehen und anzuwenden</li> <li>• (idealerweise) grundlegende Programmierstrukturen (if, Schleifen, Funktionen) anzuwenden</li> </ul>	
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage ...	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anderen grundlegenden Statistik und Data Science Konzepte zu erklären und mit den erlernten Methoden praktische Problemstellungen zu bearbeiten</li> <li>• Data Science und Statistik Methoden in Python zu programmieren</li> </ul>	
<b>Lehrinhalte</b>	
Hinweis: Die Veranstaltung wird in englischer Sprache abgehalten	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Big Picture: Statistik, Data Science</li> <li>• Deskriptive Statistik</li> <li>• Datengenerierender Prozess, Observational Studies &amp; kontrollierte Experimente</li> <li>• Wahrscheinlichkeit und Stochastik</li> <li>• Sampling Distribution, Gesetz der Großen Zahlen und zentraler Grenzwertsatz</li> <li>• Kovarianz, Korrelation und Regression</li> <li>• Schließende Statistik</li> <li>• Data Cleaning &amp; Data Wrangling &amp; Explorative Daten Analyse</li> <li>• Supervised Machine Learning: Regression</li> <li>• Supervised Machine Learning: Classification</li> <li>• Supervised Machine Learning: Hyperparameter Tuning and Model Evaluation</li> </ul>	
<b>Prüfungsleistung</b>	
Klausur (90 Min.)	
<b>Literatur</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Freedman, Pisani und Purves 2018, Statistics: International Student Edition, Norton &amp; Company</li> <li>• McKinney, Wes 2022, Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and Jupyter, O'Reilly (Anmerkung: neue Edition avisiert für 4. Oktober 2022, ältere Edition sind zum allergrößten Teil auch einsetzbar)</li> <li>• Grus, Joel 2019, Data Science from Scratch: First Principles with Python, O'Reilly</li> <li>• James, G., Witten D., Hastie T. und Tibshirani R. 2021, Introduction to Statistical Learning, 2ed, Springer, kostenloser Download unter: <a href="https://www.statlearning.com/">https://www.statlearning.com/</a></li> <li>• Geron, Aurelien 2022, Hands-on Machine Learning With Scikit-learn, Keras, and Tensorflow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent System, O'Reilly (Anmerkung: neue Edition avisiert für 29. November 2022, ältere Edition sind zum allergrößten Teil auch einsetzbar)</li> </ul>	



<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Hygrothermische Bauteilsimulation</b>
<b>Voraussetzungen</b>	
<p>Teilnehmer an der Lehrveranstaltung sollten imstande sein ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsfähigen Code mit Kontrollstrukturen und Funktionen eigenständig zu erstellen</li> <li>• Physikalische Zusammenhänge mit Hilfe von Differentialgleichungen zu formulieren</li> <li>• Kenntnisse der Lösungstheorie von linearen Gleichungssystemen und Theorie der Eigenwerte und Eigenvektoren</li> <li>• Die Grundlagen der hygrothermischen Bauphysik zu erläutern und anzuwenden</li> </ul>	
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<p>Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Herleitung der gekoppelten, partiellen Differentialgleichungen zur Beschreibung der Transport- und Speicherprozesse von Wärme- und Feuchte in Baustoffen nachzuvollziehen und zu interpretieren.</li> <li>• Den Algorithmus zur numerischen Lösung des Matrixgleichungssystems zu verstehen, zu interpretieren und seine mathematischen Grundlagen (z.B. iterative Lösung linearer Gleichungssysteme, Konvergenz) nachzuvollziehen.</li> <li>• Den zuvor genannten Algorithmus in einem funktionsfähigen MATLAB/Octave-Programm zu implementieren.</li> <li>• Berechnungsergebnisse durch Vergleich mit Testbeispielen zu validieren.</li> <li>• Die feuchtetechnischen Parameter und Randbedingungen für die hygrothermische Simulation festzulegen.</li> <li>• Die Rechenergebnisse der hygrothermischen Simulation für spezielle Bauteile zu interpretieren und zu bewerten,</li> <li>• Wissen auf der Basis einer Literaturrecherche eigenständig anzueignen und anzuwenden.</li> <li>• Konkrete Aufgabenstellungen unter Verwendung von Simulationsprogrammen im Team selbstständig zu bearbeiten, die Ergebnisse zu überprüfen und diese in der Gruppe bzw. den Dozenten zu präsentieren.</li> </ul>	
<b>Lehrinhalte</b>	
<p>Teilmodul 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herleitung der gekoppelten, partiellen Differentialgleichungen für Transport- und Speicherprozesse von Wärme- und Feuchte</li> <li>• Programmtechnische Umsetzung des Algorithmus zur numerischen Lösung des Matrixgleichungssystems</li> <li>• Ergebnisvalidierung durch Vergleich mit Testbeispielen</li> </ul> <p>Teilmodul 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskretisierung des Bilanzgleichungssystems</li> <li>• Algorithmus zur numerischen Lösung des Matrixgleichungssystems und dessen mathematische Grundlagen</li> </ul> <p>Teilmodul 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berücksichtigung der Randbedingungen wie Klimadaten und Bauteilorientierung</li> <li>• Modellierung der Materialparameter</li> <li>• Feuchteschutznachweis mit WUFI</li> <li>• Interpretation der WUFI-Berechnungsergebnisse und Literaturarbeit zu ausgewählten Themen</li> </ul>	
<b>Prüfungsleistung</b>	
Seminarvortrag (10-15 min) mit mündlicher Prüfung (10–30 min)	
<b>Literatur</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten, Hartwig M. Künzel, Dissertation Universität Stuttgart (1994)</li> <li>• Handreichungen zum Simulationsprogramm WUFI, <a href="https://wufi.de/de/service/downloads/">https://wufi.de/de/service/downloads/</a></li> <li>• W. Dahmen, A. Reusken: „Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler“, Springer Verlag</li> </ul>	

<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Vertiefte Strömungslehre und Computational Fluid Dynamics (CFD)</b>
<b>Voraussetzungen</b>	
<p>Teilmodul Vertiefte Strömungslehre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis der grundlegenden Konzepte der Mechanik</li> <li>• Kenntnisse der Hydrostatik</li> <li>• Grundlagen der Vektoranalysis</li> </ul> <p>Teilmodul CFD:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CAD</li> </ul>	
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<p>Teilmodul Vertiefte Strömungslehre:</p> <p>Die Studierenden erwerben auf Basis der Energie- und Massenerhaltung ein grundlegendes Verständnis strömungsmechanischer Konzepte für die Anwendung am Gebäude. Sie können einschlägige Berechnungen z.B. zu technischen Rohrströmungsproblemen, Betriebspunktbestimmungen, zum thermisch induzierten Luftwechsel und zu Umströmungen durchführen. Darüber hinaus erwerben sie ein konzeptionelles Verständnis von Geschwindigkeit- und Druckfeldern (z.B. radiale Druckgleichung), der einzelnen Terme der Navier-Stokesgleichung (Viskosität, Geschwindigkeitsgradiententensor), von dimensionslosen Kennzahlen (z.B. Reynolds- und Strouhalzahl) und den Prinzipien der Grenzschicht u.a. mit dem Ziel, die Ergebnisse von CFD-Simulationen besser bewerten und interpretieren zu können.</p> <p>Teilmodul CFD:</p> <p>Die Studierenden erwerben ein Verständnis für die rechnergestützte Simulation komplexer Strömungsvorgänge mittels modernster CFD-Programme und die Möglichkeiten deren Einsatzes.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig einfache strömungsmechanische Probleme zu abstrahieren und eine strukturierte Strömungssimulation aufzubauen, durchzuführen, die Ergebnisse zu diskutieren und bewerten, sowie sie wissenschaftlich angemessen zu präsentieren.</p>	
<b>Lehrinhalte</b>	
<p>Teilmodul Vertiefte Strömungslehre</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Druck- und Geschwindigkeitsfelder</li> <li>• Kinematik der Fluide und Deformation von Fluidelementen</li> <li>• Bewegungsgleichung der Fluide – Eulergleichung, radiale Druckgleichung und ihre Anwendungen</li> <li>• Reibungsgesetz in Fluiden</li> <li>• Allgemeine Kontinuitätsgleichung</li> <li>• Bernoulligleichung und ihre Anwendungen in der Rohrströmung</li> <li>• Navier-Stokesgleichung inkompressibler, Newtonscher Fluide</li> <li>• dimensionslose Kennzahlen</li> <li>• Grenzschicht</li> <li>• Umströmung: Luftwiderstand und Auftrieb</li> </ul> <p>Teilmodul CFD:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der CFD Simulation</li> <li>• CFD-Methodik: Erhaltungsgleichungen der Strömungsmechanik, Diskretisierung der Erhaltungsgleichungen, Rechennetze, Lösungsverfahren</li> <li>• Ablauf von Simulationen: Pre-Processing, Processing, Post-Processing</li> <li>• Herausforderungen: Netzauflösung, Grenzschichtverhalten, Turbulenzmodelle</li> <li>• Beispielberechnungen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rohrströmung</li> <li>- Umströmung eines Gebäudes</li> <li>- Umströmung eines Flügelprofils</li> <li>- Wärmeübergang an einer überströmten Wand</li> </ul> </li> </ul>	

### Prüfungsleistung

Seminarvortrag (10-15 min) mit mündlicher Prüfung (10–30 min)


### Literatur

Teilmodul Vertiefte Strömungslehre:

- Skript
- Formelsammlung: Fluid Mechanics, TH Rosenheim
- Bschorer: Technische Strömungslehre 11. Auflage, SpringerVieweg, 2017
- Cengel: Fluid Mechanics, McGraw Hill

Teilmodul CFD:


- S. Lecheler, Numerische Strömungsberechnung, Springer Vieweg, 2017

					
<b>Modulname</b>		<b>Akustik im Bauwesen</b>			
Studiengang		Masterstudiengang Gebäudephysik			
Verantwortliche(r)		Prof. Dr. Ulrich Schanda			
Dozent(in) / Modulteil		Prof. Dr. Andreas Rabold Dr. Andreas Mayr Prof. Dr. Ulrich Schanda			
<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Dauer</b>
6	6	180	90	90	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester
<b>Modultyp</b>		<b>Studienabschnitt (nur bei Bachelor-Studiengängen)</b>			<b>Angebot Beginn</b>
Pflichtfach					<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Weitere Modulinformationen</b>					
Voraussetzungen für die Teilnahme		-			
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen		-			
Prüfungsvorleistung		-			
Prüfungsleistung		Klausur (120 Min.)			
Zusammensetzung der Endnote		Gewichtung der Teilmodule entsprechend der Vergabe der CP			
Sonstige Informationen		-			
Letzte Aktualisierung		März 2024			
<b>Zugeordnete Module</b>					
<b>Nr.</b>	<b>Titel Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Semester</b>
1	Schallschutz im Holz- und Leichtbau	Vorlesung	2	2	1/2
2	Vertiefte Raumakustik	Vorlesung	2	2	1/2
3	Schallschutz gebäudetechnischer Anlagen	Vorlesung	2	2	1/2
<b>Modulziel:</b>					
<p>Aufbauend auf den Vorkenntnissen werden in diesen Modulen das jeweils fachspezifische Wissen vertieft, um es auf baupraktisch relevante Anwendungen sowohl bei Berechnungen als auch für Messungen transferieren und abbilden zu können.</p> <p>Die Studierenden sollen selbständig physikalische und bauphysikalische Fragestellungen, Planungs- und Ist-Situationen zu den Themenbereichen der Teilmodule analysieren und verstehen sowie die zugehörigen Methoden beherrschen und passende Software verifizieren oder mitunter auch entwickeln lernen, um Planungen qualitativ und quantitativ abschätzen zu können.</p>					
<b>Lehrveranstaltung</b>		<b>Schallschutz im Holz- und Leichtbau</b>			

Lehrinhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauakustische Bauteilplanung und Optimierung</li> <li>• Bauakustische Planung in der Altbausanierung</li> <li>• Bauakustische Prognosemodelle und ihre Anwendung</li> <li>• Prognose-Eingangsdaten aus der Forschung</li> <li>• Anwendungsbeispiele / Bauvorhaben</li> <li>• Vermeidung von Baufehlern in Planung und Ausführung</li> </ul>
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzelveröffentlichungen Fachzeitschriften</li> <li>• Cremer, Heckl: Körperschall</li> <li>• Skript</li> </ul>

Lehrveranstaltung	Vertiefte Raumakustik
Lehrinhalte	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wellenausbreitung und Schallfelder in Räumen</li> <li>• Statistische Energieanalyse</li> <li>• Raumakustische Parameter</li> <li>• Signalanalyse (Impulsantwort, Faltung, Nachhall)</li> <li>• Messtechnik in der Raumakustik</li> <li>• Sprachverständlichkeit</li> <li>• Theorie (Impedanzmatrixmodell) der Schallabsorption und Berechnungswerkzeuge</li> <li>• Praxis der Schallabsorption</li> <li>• Akustische Prüfräume</li> <li>• Akustik in Büros</li> <li>• Einführung in Simulationsmethoden (Spiegelschallquellen, Ray-Tracing)</li> <li>• Akustik von Veranstaltungsräumen</li> </ul>	
Literatur	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cremer – Müller: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Raumakustik Teil 1 und 2</li> <li>• Kuttruf – Room Acoustics</li> <li>• Einzelne, themenspezifische Veröffentlichungen</li> </ul>	

Lehrveranstaltung	Schallschutz gebäudetechnischer Anlagen
Lehrinhalte	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Admittanzen, Impedanzen, Übertragungsfunktionen</li> <li>• Installationen, Übertragungsmodelle</li> <li>• Lüftungsanlagen</li> <li>• Wärmepumpen</li> <li>• Bauakustische Beratungsleistungen in der Praxis</li> <li>• Schnittstellendiskussionen (Gewerke / Fachplaner)</li> </ul>	
Literatur	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzelveröffentlichungen Fachzeitschriften</li> <li>• Cremer, Heckl: Körperschall</li> <li>• Skript</li> </ul>	

					
<b>Modulname</b>		<b>Aspekte zukunftsorientierter Gebäudeplanung</b>			
Studiengang		Masterstudiengang Gebäudephysik			
Verantwortliche(r)		Prof. Dr.-Ing. Isabell Nemeth			
Dozent(in) / Modulteil		Prof. Dr.-Ing. Isabell Nemeth LB Felix Frischmann, M. Eng			
<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Dauer</b>
5	4	150	60	90	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester
<b>Modultyp</b>		<b>Studienabschnitt (nur bei Bachelor-Studiengängen)</b>			<b>Angebot Beginn</b>
Pflichtfach					<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Weitere Modulinformationen</b>					
Voraussetzungen für die Teilnahme		<p><b>Teilmodul Nachhaltiges Bauen:</b> Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse im Entwurf und der Funktionsanalyse von Bauteilschichten in Baukonstruktion, über Systemgrenzen und Stoffströme und sind in der Lage eine Gebäudeenergiebilanz mit Bewertung der Anlagentechnik zu erstellen. Sie verfügen über erste Erfahrungen in der Gebäudesimulation.</p> <p><b>Teilmodul BIM und Gebäudesimulation:</b> Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse im Umgang mit digitalen Werkzeugen der Gebäudeplanung und computergestützten Konstruktion (CAD), sowie erste Erfahrungen mit produktbasierten Planungswerkzeugen (BIM). Sie besitzen solide Grundkenntnisse in Excel für bautechnische Anwendungen und verfügen über ein grundlegendes methodisches Verständnis zu programmierbaren Schnittstellen für CAD/BIM-Anwendungen.</p>			
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen		Klärung im Rahmen des Masterkollegs ist in Arbeit			
Prüfungsvorleistung		-			
Prüfungsleistung		Studien- bzw. Projektarbeit			
Zusammensetzung der Endnote		Gewichtung der Teilmodule entsprechend der Vergabe der CP			
Letzte Aktualisierung		März 2024			
<b>Zugeordnete Modulteile</b>					
<b>Nr.</b>	<b>Titel Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Semester</b>
1	Nachhaltiges Bauen	Vorlesung Übung	3	2	1/2
2	BIM und Gebäudesimulation	Vorlesung Übung	2	2	1/2



**Modulziel:**


Auf der Grundlage der Teilmodul-spezifischen Vorkenntnisse vertiefen die Studierenden das fachspezifische Wissen und stellen die methodische Verbindung zwischen den Modulteilern her. Sie lernen die Werkzeuge der digitalen Planung für die Modellierung und die Strategien und Methoden der kollaborativen Zusammenarbeit mithilfe von BIM zu nutzen und die notwendigen Informationen zur Anwendung der Methoden der Nachhaltigkeitsplanung abzuleiten.

Die Studierenden sollen selbständig Fragestellungen der nachhaltigen Gebäudeplanung in Planungs- und Ist-Situationen analysieren und verstehen sowie die zugehörigen Methoden beherrschen, um Planungen qualitativ und quantitativ abschätzen und bewerten zu können.

Lehrveranstaltung	Nachhaltiges Bauen
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<p>Nach dem Besuch des Teilmoduls Nachhaltiges Bauen sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den kulturhistorischen Hintergrund sowie die Entwicklung heutiger Ansätze zur Nachhaltigkeit darzustellen,</li> <li>• die Ziele der Nachhaltigkeit zu erläutern und ihre Anwendung in Modellen kritisch zu hinterfragen und zu bewerten</li> <li>• Strategien und Methoden nachhaltiger Planung zu erläutern und einzuordnen</li> <li>• Systeme und Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung im Bauwesen darzulegen und auf ein konkretes Beispiel anzuwenden</li> <li>• einzelne quantitativen Bewertungen zu erstellen und die Herausforderungen der interdisziplinären Erarbeitung zu bewerten.</li> </ul>	
<b>Lehrinhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kulturhistorische Entwicklung, Ziele, Rahmenbedingungen und Dimensionen der Nachhaltigkeit</li> <li>• Strategien nachhaltiger Planung</li> <li>• Methoden und Systeme in der Nachhaltigkeitsbewertung und -zertifizierung</li> <li>• Anwendung von Methoden zur Nachhaltigkeitsplanung mithilfe von Bauwerks-Informations-Modellen</li> </ul>	
<b>Literatur</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauser, Gerd; Eßig, Natalie; Ebert, Thilo (2010): Zertifizierungssysteme für Gebäude. Nachhaltigkeit bewerten - Internationaler Systemvergleich - Zertifizierung und Ökonomie. Berlin, München: De Gruyter; Detail (DETAIL Green Books).</li> <li>• Klöpffer, Walter; Grahl, Birgit (2009): Ökobilanz (LCA). Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf. Weinheim: WILEY-VCH.</li> <li>• Kreißig, Johannes; Kohler, Niklaus; König, Holger; Lützkendorf, Thomas (2009): Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung. Berlin, München: De Gruyter; Inst. für Int. Architektur-Dokumentation (DETAIL Green Books).</li> </ul>	

Lehrveranstaltung	BIM und Gebäudesimulation
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<p>Nach dem Besuch des Teilmoduls BIM und Gebäudesimulation sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• die Ziele der Digitalisierung in der nachhaltigen Gebäudeplanung zu erläutern und zu bewerten</li><li>• praxisorientierte Systeme und Werkzeuge für Bauwerksinformationsmodellierung zu benennen und technologisch zu bewerten</li><li>• Strategien und Methoden der kollaborativen Zusammenarbeit mithilfe BIM zu erläutern, zu bewerten und einzuordnen</li><li>• Werkzeuge der digitalen Planung für die Modellierung (CAD und BIM) sowie Modellprüfung (model-viewer und model-checker) auf ein konkretes Beispiel anzuwenden</li><li>• Digitale Werkzeuge an der Systemgrenze BIM zur Fachplanung zu verstehen und auf ein konkretes Beispiel anzuwenden</li><li>• Ergebnisse der nachhaltigen Gebäudeplanung mithilfe von BIM zu visualisieren und kommunizieren und auf Plausibilität zu prüfen</li></ul>	
<b>Lehrinhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Einführung in Bauwerksinformationsmodelle und Produktbasierte digitale Planungswerkzeuge</li><li>• Strategien, Methoden und Systeme der kollaborativen Gebäudeplanung und Fachplanung</li><li>• Methoden und Werkzeuge an der Schnittstelle von Bauwerksmodellen zu Simulationsprogrammen</li><li>• Visualisierung und Projektkommunikation mithilfe von Bauwerks-Informationen-Modellen</li></ul>	
<b>Literatur</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Skripte und Fachveröffentlichungen</li><li>• Borrmann, André; König, Markus; Koch, Christian; Beetz, Jakob (2021): Building Information Modeling. Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. Springer Vieweg</li></ul>	



					
<b>Modulname</b>		<b>Wahlvertiefungsmodul II</b>			
Studiengang		Masterstudiengang Gebäudephysik			
Verantwortliche(r)		Prof. Dr.-Ing. Andreas Rabold, Prof. Dr. Harald Krause, Prof. Uli Spindler, Prof. Mike Zehner			
Dozent(in) / Modulteil		Prof. Dr.-Ing. Andreas Rabold / Bauakustische Berechnung mit FE und SEA Prof. Dr. Harald Krause, Manuel Poller / Messtechnik TGA und Raumklima Prof. Uli Spindler, Markus Hartmann, ME / Gebäudemonitoring Prof. Mike Zehner, Prof. Dr. Dominikus Bucker / Transformationsprozesse zur CO <sub>2</sub> -Neutralität			
<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Dauer</b>
4	4	120	60	60	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester
<b>Modultyp</b>		<b>Studienabschnitt (nur bei Bachelor-Studiengängen)</b>			<b>Angebot Beginn</b>
Wahlpflichtfach					<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Weitere Modulinformationen</b>					
Voraussetzungen für die Teilnahme		siehe Modulbeschreibung der einzelnen Teilmodule			
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen		Klärung im Rahmen des Masterkollegs ist in Arbeit			
Prüfungsvorleistung		-			
Prüfungsleistung		Klausur (60 Min.) / Referat (20 Min.) / Mündliche Prüfung (15 Min.) / Benotete Projektarbeit → siehe auch Teilmodule			
Zusammensetzung der Endnote		Gewichtung der Teilmodule entsprechend der Vergabe der CP			
Sonstige Informationen		Auswahl 2 von 3 bzw. 4 Teilmodulen			
Letzte Aktualisierung		März 2024			
<b>Zugeordnete Modulteile</b>					
<b>Nr.</b>	<b>Titel Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Semester</b>
1	Bauakustische Berechnungen mit FE und SEA	Vorlesung Übung Praktikum	2	2	1/2
2	Messtechnik TGA und Raumklima		2	2	1/2
3	Gebäudemonitoring (nur bei ausreichender Studierendenzahl)		2	2	1/2
4	Transformationsprozesse zur CO <sub>2</sub> -Neutralität (nur bei ausreichender Studierendenzahl)		2	2	1/2
5	Sonderteilmodul		2	2	1/2

<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Bauakustische Berechnungen mit FE und SEA</b>
<b>Voraussetzungen</b>	
Grundlegende Programmierkenntnisse in MATLAB und VBA / Sicherer Umgang mit Excel	
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basiskenntnisse zu den Grundlagen der FEM- und SEA-Simulationen</li> <li>• Vertiefte Kenntnisse zum Aufbau und Ablauf von FEM- und SEA-Simulationen</li> <li>• Fähigkeit Ergebnisse der Simulation auf ihre Plausibilität zu prüfen</li> </ul>	
<b>Lehrinhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Finite Elemente Methode (FEM)</li> <li>• FEM basierte Trittschallberechnung</li> <li>• FEM basierte Luftschallberechnung</li> <li>• Einführung in die Statistische Energie Analyse (SEA)</li> <li>• Von der SEA zur Berechnung nach DIN EN ISO 12354</li> <li>• Anwendung am Beispielgebäude</li> </ul>	
<b>Prüfungsleistung</b>	
Klausur (60 Min.)	
<b>Literatur</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petyt, Introduction to finite element vibration analysis</li> <li>• Craik, Sound Transmission through Buildings using Statistical Energy Analysis</li> </ul>	


<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Messtechnik TGA und Raumklima</b>
<b>Voraussetzungen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systeme in der technischen Gebäudeausrüstung, HLK</li> <li>• Grundlagen bauphysikalische Messtechnik</li> <li>• Anforderungen an thermische Bauphysik, Raumheizsysteme, Klimatechnik, EnEV, Normen</li> </ul>	
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis und sichere Anwendung üblicher messtechnischer Methoden und Verfahren im Bereich Bauphysik und technischer Gebäudeausrüstung.</li> <li>• Verständnis von physikalischen Grundlagen bauphysikalischer Messprinzipien und deren technischer Umsetzung in Messgeräten und Messsystemen.</li> <li>• Selbständige Einarbeitung, Durchführung und Bewertung bauphysikalischer Messungen auf Basis normativer Vorgaben.</li> <li>• Erarbeitung, Durchführung, Auswertung und Präsentation bauphysikalischer Messungen im Team</li> </ul>	
<b>Lehrinhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messtechnische Methoden und Verfahren im Bereich Bauphysik und technische Gebäudeausrüstung</li> <li>• Bewertung von Raumklima bzgl. Luftqualität, thermischer Behaglichkeit, Wärmebrücken</li> <li>• Bewertung und Optimierung von Raumklimasystemen</li> <li>• Praktikumsversuche in einer Laborwohnung mit aktuellen messtechnischen Methoden</li> <li>• In-Situ Messungen zur Gebäudedichtheit, Thermografie</li> <li>• Rechnergestützte Auswertung der Messdaten und Abgleich mit Simulationsrechnungen</li> </ul>	
<b>Prüfungsleistung</b>	
Referat (20 Min.) und mündliche Prüfung (15 Min.)	
<b>Literatur</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezifische Praktikumsanleitungen mit aktuellen Literaturhinweisen</li> <li>• Fischer et al:- Lehrbuch der Bauphysik: Schall-Wärme-Feuchte-Licht-Brand-Klima, Springer-Vieweg</li> <li>• Recknagel - Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik, Deutscher Industrie-Verlag</li> </ul>	

<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Gebäudemonitoring</b>
<b>Voraussetzungen</b>	
Gebäudetechnik oder Energietechnik	
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die wichtigsten Monitoring Leitfäden und wenden sie sicher an.</li> <li>• Sie definieren Ziele eines Monitoring sowie System- und Bilanzgrenzen und planen ein Gebäudemonitoring. Dabei ordnen sie die dafür benötigten Sensoren zu.</li> <li>• Sie kennen die wichtigsten Möglichkeiten der Datenaufnahme, -übertragung und -speicherung.</li> <li>• Die Studierenden wenden die passenden Grafen bei der Datenanalyse an und beurteilen die Ergebnisse.</li> </ul>	
<b>Lehrinhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung ins Gebäudemonitoring</li> <li>• Grundlagen des Monitorings</li> <li>• Planung</li> <li>• Datenaufnahme, -übertragung, -speicherung</li> <li>• Datendarstellung und -analyse</li> </ul>	
<b>Prüfungsleistung</b>	
Klausur (60 Min.)	
<b>Literatur</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• VDI 6041</li> <li>• Technisches Monitoring als Instrument zur Qualitätssicherung - AMEV</li> </ul>	

<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Transformationsprozesse zur CO2-Neutralität</b>
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen Konzepte und Methoden zur Treibhausgasbilanzierung unterschiedlicher Betrachtungsbereiche und sind in der Lage, diese nach gängigen Standards anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden verstehen die unterschiedlichen Definitionen und Ansätze zur Klimaneutralität und sind in der Lage, Transformationsprozesse zur Klimaneutralität für unterschiedliche Betrachtungsbereiche zu entwickeln.</li> <li>• Zielsetzungen für Transformationsstrategien (Minimieren, Substituieren, Kompensieren), die Entwicklung von Transformationskonzepten (Emissionsreduktion und spezifische Kosten), Umsetzungsprozesse und Maßnahmenpläne zur Überwachung werden mit den Studierenden trainiert. Studierende kennen Abläufe, Fragestellungen, Methoden und Werkzeuge der Transformationskonzepte.</li> <li>• Exemplarisch werden Transformationskonzepte für Gewerbe, Industrie, öffentlichen Einrichtungen und Kommunen erarbeitet und diskutiert. Es werden dazu jeweils best practise Beispiele (Fallstudien) vorgestellt, durchgesprochen und verstanden. Organisatorische, rechtliche und betriebswirtschaftliche Rahmenbedingungen zu den Konzepten werden beherrscht.</li> </ul>	
<b>Lehrinhalte</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffsabgrenzungen zur CO<sub>2</sub>-, Treibhausgas- und Klimaneutralität</li> <li>• Standards zur Treibhausgasbilanzierung und Klimaneutralität: GHG-Protocol, DIN ISO 14064-1, PAS 2050, PAS 2060, BSKO</li> <li>• Transformationskonzepte für Gewerbe, Industrie, öffentliche Einrichtungen und Kommunen</li> <li>• Prüfungsstudienarbeit: Von den Studierenden werden auf Grundlage einer definierten Aufgabe Lösungen erarbeitet, analysiert, entwickelt und bewertet.</li> </ul>	
<b>Prüfungsleistung</b>	
Prüfungsstudienarbeit (PStA)	



Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Normen und Standards zur Treibhausgasbilanzierung und Klimaneutralität.</li> <li>• Studien und Analysen zu Transformationsprozessen</li> <li>• C.Hannen, Transformationsstrategien zum CO<sub>2</sub>-neutralen Unternehmen - Unternehmen im Kontext von Klimawandel und nationalen Klimaschutzzielen, Kassel University Press, Mai 2021</li> </ul>

Lehrveranstaltung	Sonderteilmodul
<b>Lehrinhalte</b>	
<p>Das Sonderteilmodul ermöglicht die Hinzunahme einer zusätzlichen Lehrveranstaltung als Reaktion auf sich ändernde Aktualität von Lehrinhalten, auf die Möglichkeit einer zeitweise verfügbaren Lehrperson z.B. bei Gastaufenthalten als auch als Reaktion auf Wünsche von Studierenden. Die genaue Prüfungsform kann erst zur Einrichtung der Lehrveranstaltung festgelegt werden. Der Umfang des Sonderteilmoduls orientiert sich am Umfang einer Lehrveranstaltung mit 2 Credit Points. Die Wahl findet jeweils in der ersten Woche der Vorlesungszeit statt.</p>	
<b>Literatur</b>	
Je nach Thema der Lehrveranstaltung	

Technische Hochschule Rosenheim 					
<b>Modulname</b>		<b>Studienprojekt II</b>			
Studiengang		Masterstudiengang Gebäudephysik			
Verantwortliche(r)		Prof. Dr. Ulrich Schanda			
Dozent(in) / Modulteil		Alle Dozenten und wissenschaftliche Mitarbeiter des Studiengangs			
<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Dauer</b>
5	2	150	30	120	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester
<b>Modultyp</b>		<b>Studienabschnitt (nur bei Bachelor-Studiengängen)</b>		<b>Angebot Beginn</b>	
Pflichtfach				<input type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester	
<b>Weitere Modulinformationen</b>					
Voraussetzungen für die Teilnahme		-			
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen		Klärung im Rahmen des Masterkollegs ist in Arbeit			
Prüfungsvorleistung		-			
Prüfungsleistung		Schriftliche Arbeit und Vortrag im Rahmen des Seminars der Forschungsgruppe / Benotete Studienarbeit			
Zusammensetzung der Endnote		Modulnote ist Endnote			
Sonstige Informationen		-			
Letzte Aktualisierung		März 2024			
<b>Zugeordnete Modulteile</b>					
<b>Nr.</b>	<b>Titel Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Semester</b>
1	Studienprojekt II	Seminar Übung	9	2	1/2
<b>Modulziel:</b> Das Studienprojekt kann in laufende Forschungsprojekte der TH Rosenheim integriert werden und behandelt Teilaspekte bzw. Teilaufgaben davon. Von den Studierenden werden auf Grundlage einer definierten Aufgabe Lösungen erarbeitet, analysiert, entwickelt und bewertet.					

Lehrveranstaltung	Studienprojekt II
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Im Fach Studienprojekt sollen die Studierenden die physikalischen und technischen Grundlagen vertiefen. Feuchte- und Wärmeverhalten von Bauteilaufbauten, Schallschutz und Akustik, Zusammenwirken von Gebäuden und energietechnischen Anlagen, relevante Normen und technische Richtlinien (z.B. EnEV) werden am Beispiel eines komplexen Entwurfs erlernt.</li><li>• Die Studierenden trainieren, eigene Erfahrungen und erlernte Kenntnisse in prozesshaftes Denken und Arbeiten zu integrieren, zu formulieren und im Team zu kommunizieren.</li><li>• Die Studierenden setzen sich mit komplexen Strukturen und differenzierten Programmanforderungen sowie mit modularen Ordnungen auseinander. Sie erfassen die Zusammenhänge dieser Ordnungen und ihre Auswirkungen auf Räume und Körper, Bauaufgabe, Form, Technik und Bauausführung sowie die Bedeutung des konstruktiven Details eines Gebäudes.</li><li>• Die Studierenden setzen sich mit bestehenden Bauteilen, Räumen und der Entwicklung von Lösungsstrategien auseinander.</li><li>• Die Studierenden sind in der Lage, effiziente Gebäude zu entwickeln. Sie überprüfen die Konzepte mit Simulationswerkzeugen und optimieren sie unter Berücksichtigung der Simulationsergebnisse. Sie entfalten Verständnis für die Entwurfsabsicht des Architekten und vertiefen ihr Verständnis über die konzeptionellen Wechselwirkungen zwischen Tragwerk, Bauphysik, Material und Gebäudetechnik. Die Studierenden erlernen die Fähigkeit, diese Zusammenhänge beispielhaft mit den Instrumenten darzustellen, sie zu präsentieren und im Diskurs zu erläutern. Sie entwerfen und konstruieren in Alternativen.</li><li>• Die Studierenden vertiefen das Verständnis für andere Fachdisziplinen und lernen, ihre eigene Rolle disziplinübergreifend zu perfektionieren.</li><li>• Die Studierenden vertiefen die unvoreingenommene Kommunikation mit anderen Fachdisziplinen für das Arbeiten in multiprofessionellen Teams.</li></ul>	
<b>Lehrinhalte</b>	
<p>Das Studienprojekt kann in laufende Forschungsprojekte der TH Rosenheim integriert werden und behandelt Teilaspekte bzw. Teilaufgaben davon. Von den Studierenden werden auf Grundlage einer definierten Aufgabe Lösungen erarbeitet, analysiert, entwickelt und bewertet.</p>	
<b>Literatur</b>	
<p>Zum Themengebiet passende Recherche wissenschaftlicher Veröffentlichungen</p>	

# Master-Thesis

 					
<b>Modulname</b>	<b>Master-Thesis</b>				
Studiengang	Masterstudiengang Gebäudephysik				
Verantwortliche(r)	Studiendekan				
Dozent(in) / Modulteil	Alle Dozenten des Studiengangs				
<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Workload</b>	<b>Präsenz</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Dauer</b>
30		900	0	900	<input checked="" type="checkbox"/> 1 Semester <input type="checkbox"/> 2 Semester
<b>Modultyp</b>		<b>Studienabschnitt (nur bei Bachelor-Studiengängen)</b>			<b>Angebot Beginn</b>
Pflichtfach					<input checked="" type="checkbox"/> Wintersemester <input checked="" type="checkbox"/> Sommersemester
<b>Weitere Modulinformationen</b>					
Voraussetzungen für die Teilnahme		-			
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen		-			
Prüfungsvorleistung		-			
Prüfungsleistung		Schriftliche, gebundene Fassung der Master-Thesis Präsentationsvortrag (Kolloquium). Der Präsentationsvortrag fließt in die Bewertung der Arbeit mit ein.			
Zusammensetzung der Endnote		Gewichtung der Teilmodule entsprechend der Vergabe der CP			
Letzte Aktualisierung		März 2024			
<b>Zugeordnete Modulteile</b>					
<b>Nr.</b>	<b>Titel Lehrveranstaltung</b>	<b>Lehrform</b>	<b>CP</b>	<b>SWS</b>	<b>Semester</b>
1	Master-Arbeit		28		3
2	Kolloquium		2		3
<b>Modulziel:</b>					
<p>Eigenständige Bearbeitung eines Themengebietes aus der Bauphysik unter Betreuung.</p> <p>Die Masterarbeit wird von einem Professor, von einem Lehrbeauftragten oder von einer in der beruflichen Praxis und Ausbildung erfahrenen Person ausgegeben und betreut. Die Studierenden können Themenwünsche äußern. Ein Anspruch auf Berücksichtigung der Themenwünsche besteht nicht. Der Betreuer steht dem Studierenden während der gesamten Bearbeitungszeit beratend zur Verfügung und überzeugt sich in regelmäßigen Abständen vom Fortgang der Arbeit. Bei auftretenden Problemen greift er gegebenenfalls steuernd ein. Der Betreuer gibt auch rechtzeitig vor der Abgabe Hilfestellung bei der schriftlichen Ausarbeitung und weist auf Mängel hin. Die Masterarbeit ist im Stil einer wissenschaftlichen Abhandlung anzufertigen. Zur Arbeit gehören auch eine Zusammenfassung sowie ein Verzeichnis der in der Arbeit verwendeten Literatur. Der wesentliche Inhalt der Arbeit ist in einer mündlichen Präsentation von ca. 20 Minuten Dauer in einem Vortrag durch die Studierenden darzustellen.</p> <p>Die Bearbeitungszeit für die Masterarbeit beträgt 6 Monate.</p> <p>Thema, Aufgabenstellung und Umfang der Masterarbeit sind vom Betreuer so zu begrenzen, dass die Frist zur Bearbeitung der Masterarbeit eingehalten werden kann.</p>					



Lehrveranstaltung	Master-Thesis
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<p>Durch die Master-Thesis wird festgestellt, ob die Zusammenhänge des Faches überblickt werden, die Fähigkeit vorhanden ist, wissenschaftliche Methoden und Erkenntnisse anzuwenden, und die für den Übergang in die Berufspraxis notwendigen Fachkenntnisse erworben wurden. Die Arbeit soll sich nicht darauf beschränken, Routineverfahren und Standardlösungen anzuwenden. Die Master-Thesis soll zeigen, dass der Studierende sich in eine ihm gestellte bauphysikalische Aufgabenstellung einarbeiten, zur Lösung einen Beitrag leisten und diesen darstellen kann. Im Rahmen des Seminars wird die Master-Thesis vorgestellt und die rhetorischen Fähigkeiten und sprachlichen Kompetenzen geübt.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenständiges Erfassen einer Problemstellung mit methodischem Vorgehen und zielorientiertem Abarbeiten im vorgegebenen Zeitrahmen</li> <li>- Entwickeln der Fähigkeit zur Kommunikation und Interaktion mit den je nach Themenstellung eingebundenen weiteren fachlich Beteiligten, z. B. Firmen, Büros, Behörden im Sinne einer ganzheitlichen Persönlichkeitsförderung</li> <li>- Im Rahmen der Präsentation Einüben der rhetorischen Fähigkeiten und der sprachlichen Kompetenzen</li> </ul> <p><b>Fachkompetenz</b></p> <p>Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind fähig, ihre Ergebnisse wissenschaftlich kritisch zu diskutieren und in Bezug zum Stand der Technik und Wissenschaft zu setzen.</li> <li>• sind in der Lage, Arbeitshypothesen zu verifizieren, ggf. zu falsifizieren und daraus abgeleitet, weiterführende Untersuchungen zu planen, umzusetzen und zu evaluieren.</li> <li>• sind fähig, ihre gesamten Arbeiten ganzheitlich vor dem Hintergrund des Stands der Technik und Wissenschaft zu diskutieren und in schlüssiger Form schriftlich (in ihrer Master Thesis) und als Präsentation (für die Verteidigung der Arbeit) darzulegen.</li> <li>• besitzen die Kompetenz, die wichtigsten Ergebnisse und Diskussionsbeiträge in Form einer publikationsfähigen Version einer wissenschaftlichen Veröffentlichung zusammenzufassen.</li> </ul>	
<b>Lehrinhalte</b>	
Themen und Aufgabenstellungen aus den Bereichen der Gebäudephysik.	
<b>Literatur</b>	
Abhängig vom Thema und der Aufgabenstellungen der Arbeit	

Lehrveranstaltung	Kolloquium
<b>Lernziele / Kompetenzen</b>	
<p>Der wesentliche Inhalt der Arbeit ist in einem mündlichen Vortrag mit Präsentation von ca. 20 Minuten Dauer vor den Betreuern und Studierenden (hochschulöffentlich) darzustellen. Im Anschluss an den Vortrag sind ggf. Fragen aus dem Auditorium zu beantworten.</p> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <p>Die Studierenden ... können die wesentlichen Inhalte ihrer Bachelorarbeit in Form eines mündlichen Vortrags mit zugehöriger Präsentation darlegen und in der nachfolgenden Diskussion inklusive Fragerunde verteidigen.</p>	