

Fakultät für Anlagen,  
Energie- und Maschinensysteme

Modulhandbuch für den Masterstudiengang  
Green Building Engineering

## Studienverlauf Masterstudiengang Green Building Engineering

Semester	M-Nummer	Modulbezeichnung	Credits
<b>1. oder 2.</b>	<b>WiSe</b>		
	9M301	Numerische Mathematik/ Numerische Lösungsmethoden	5
	9M304	Energetisch-wirtschaftliche Bewertung von Gebäuden	5
	9M330 ff.	Schwerpunktmodule1	5
	9M305	Masterprojekt 1/Masterprojekt 2	15
<b>1. oder 2.</b>	<b>SoSe</b>		
	9M302	Qualitätsmanagement von Green Buildings	5
	9M303	Bauen und Optimieren im Bestand	5
	9M330 ff.	Schwerpunktmodule 2	5
	9M306	Masterprojekt 1/Masterprojekt 2	15
<b>3.</b>			
	9M307	Masterseminar	5
	9M308	Masterarbeit und -kolloquium	25

### Erläuterung der Modulnummer:

Die erste Ziffer der Modulnummer steht für die Fakultät:

9 = Fakultät 09

Die zweite Ziffer steht für die Unterscheidung Bachelor- oder Masterstudiengang

B = Bachelor

M = Master

Die dritte Ziffer steht für die Studienrichtung bzw. Studiengang. Die vierte und fünfte Ziffer sind fortlaufende Nummern. So ist anhand der Modulnummern erkennbar, welcher Fakultät und welchem Studiengang ein Modul zugeordnet ist.

# Studienverlaufsplan Masterstudiengang Green Building Engineering

1. oder 2. Semester	1. oder 2. Semester	3. Semester
<b>Numerische Mathematik/ Numerische Lösungsmethoden</b> 5 Credits	<b>Bauen und Optimieren im Bestand</b> 5 Credits	<b>Masterseminar</b> 5 Credits
<b>Energetisch-wirtschaftliche Bewertung von Gebäuden</b> 5 Credits	<b>Qualitätsmanagement von Green Buildings</b> 5 Credits	<b>Masterarbeit und -kolloquium</b> 25 Credits
<b>Schwerpunktmodul 1</b> 5 Credits	<b>Schwerpunktmodul 2</b> 5 Credits	
<b>Masterprojekt 1</b> 15 Credits	<b>Masterprojekt 2</b> 15 Credits	
<b>Credits gesamt 35</b>	<b>Credits gesamt 25</b>	<b>Credits gesamt 30</b>

Modulnummer 9M301	Modulbezeichnung <b>Numerische Mathematik/ Numerische Lösungsmethoden</b>
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr. rer. nat. Schmitz
Dozent	Prof. Dr. rer. nat. Schmitz
Modulziele	Die Studierenden können einen in einer höheren Programmiersprache (VBA und MATLAB) geschriebenen Quellcode interpretieren, modifizieren und selbstständig einen strukturierten und kommentierten Quellcode erstellen. Sie können typische Problemstellungen aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften als Gleichungs- bzw. Differentialgleichungs-Systeme formulieren und zur Lösung adäquate Algorithmen bzw. Tools auswählen und parametrieren. Sie kennen die Ursachen numerischer Instabilitäten und können damit die Genauigkeit der erhaltenen Resultate bewerten.
Modulinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fourier- und Laplace-Transformation</li> <li>• Computerprogrammierung mit VBA und MATLAB</li> <li>• Konvergenz, Fehlerkontrolle und numerische Dispersion</li> <li>• Integrale von Funktionen einer und mehrerer Variablen</li> <li>• Interpolation</li> <li>• Numerische Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungssysteme</li> <li>• Numerische Steifigkeit</li> <li>• Numerische Lösung partieller Differentialgleichungssysteme mittels finiter Differenzen speziell am Beispiel der Wärmeleitungsgleichung und der Navier-Stokes-Gleichung</li> <li>• Optimierung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hill-Climbing</li> <li>- Lineare und nicht-lineare Regression</li> <li>- Optimierungsprobleme mit Nebenbedingungen</li> <li>- Monte-Carlo Simulation</li> </ul> </li> </ul>
Lehrmethoden/-formen	Vorlesung, Übung
Leistungsnachweis	Klausur
Empfohlene Voraussetzungen	Differential- und Integralrechnung von Funktionen einer und mehrerer Variablen, Grundkenntnisse der Lösung elementarer gewöhnlicher Differentialgleichungen

<p>Workload (30 Std./Credit)</p>	<p>150 Std./5 Credits</p> <table border="0"> <tr> <td>Seminar</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung</td> <td>90 Std.</td> </tr> </table>	Seminar	30 Std.	Übung	30 Std.	Vor- und Nachbereitung	90 Std.
Seminar	30 Std.						
Übung	30 Std.						
Vor- und Nachbereitung	90 Std.						
<p>Empfohlene Einordnung</p>	<p>Semester M1 oder M2</p>						
<p>Empfohlene Literatur</p>	<p>Moler, C.B.: Numerical Computing with MATLAB, Society for Industrial Mathematics, 2010  <a href="https://msdn.microsoft.com/de-de/library/office/Ee814737%28v=office.14%29.aspx#odc_Office14_ta_GettingStartedWithVBAInExcel2010_MacrosAndTheVisualBasicEditor">https://msdn.microsoft.com/de-de/library/office/Ee814737%28v=office.14%29.aspx#odc_Office14_ta_GettingStartedWithVBAInExcel2010_MacrosAndTheVisualBasicEditor</a></p> <p>Wolfgang Dahmen, Arnold Reusken: <i>Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler</i>. Springer, Berlin u. a. 2006, ISBN 3-540-25544-3.</p> <p>Gene H. Golub, James M. Ortega: <i>Wissenschaftliches Rechnen und Differentialgleichungen. Eine Einführung in die Numerische Mathematik</i> (= Berliner Studienreihe zur Mathematik. Bd. 6). Heldermann, Berlin 1995, ISBN 3-88538-106-0.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Constantinides, A.; Mostoufi, N.: <i>Numerical Methods for Chemical Engineers with MATLAB Applications</i>, Prentice Hall, 1999</li> </ul>						

Modulnummer	Modulbezeichnung	
9M302	<b>Qualitätsmanagement von Green Buildings</b>	
Credits	5	
Verantwortliche	Prof. Dr.-Ing. Lambertz	
Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Lambertz, Herr Boers, Dipl.-Ing.	
Modulziele	Die Studierenden interpretieren und erörtern in Theorie und Praxis die wesentlichen Instrumente und Bausteine eines technischen Qualitätsmanagements bei der Planung, dem Bau und dem Betrieb nachhaltiger Gebäude. Sie beurteilen verschiedene Instrumente sowie Gebäudekonzepte und deren Eigenschaften kritisch. Sie wenden verschiedene Methoden des Qualitätsmanagements praxisnah an und beurteilen deren Grenzen und deren Zuverlässigkeit sowie die unterschiedlichen Risiken und deren Auswirkung kritisch.	
Modulinhalte	<p>QM-Grundlagen/-Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozesse und Strukturen entwickeln</li> <li>• QM in der Planung, während der Ausschreibung, in der Ausführung, Inbetriebnahme, Abnahme,</li> <li>• Messungen, Prüfungen, Qualitätskontrollen, Zertifizierungen, Risk Management, Planprüfung und –koordination</li> <li>• Schnittstellen-, Baudaten- und Mängelmanagement</li> <li>• Technisch-Wirtschaftliches Controlling</li> <li>• Second Opinion</li> <li>• Review</li> <li>• Praxisbeispiele Qualitätsmängel in der Gebäudetechnik</li> </ul>	
Lehrmethoden	Impulsvorlesung, seminaristischer Unterricht, Übung, Gruppenarbeit	
Leistungsnachweis	Präsentationen, Klausur (45 Min.)	
Empfohlene Voraussetzungen	Keine	
Workload	150 Std./5 Credits	
(30 Std./Credit)	Seminar/Vorlesung	30 Std.

	Übung 30 Std. Vor- und Nachbereitung 90 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M1 oder M2
Empfohlene Literatur	keine

Modulnummer	Modulbezeichnung
9M303	<b>Bauen und Optimieren im Bestand</b>
Credits	5
Verantwortliche	Prof. Dr.-Ing. Lambertz
Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Lambertz, Prof. Dr.-Ing. Hausmann, Prof. Dr.-Ing. Dapper
Modulziele	Die Studierenden entwickeln in Theorie und Praxis die wesentlichen Merkmale und Inhalte der Ingenieuraufgaben, die beim Bauen und Optimieren im Bestand von Bedeutung sind. Sie bewerten die verschiedenen Entwicklungen in der Bestandsoptimierungen kritisch. Die Studierenden formulieren anwendungsorientierte Problemstellungen und entwickeln Herangehensweisen zur Lösung. Neben der Entwicklung von Lösungen für gebäudetechnische Fragestellungen werden auch die besonderen Anforderungen der angrenzenden Disziplinen erkannt und beurteilt. Die komplexen Randbedingungen des Bestandes werden praxisnah interpretiert.
Modulinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebäudetypologien und deren Technik</li> <li>• Lebenszyklus einer Immobilie</li> <li>• Bestandsaufnahme, Betriebsanalyse, Wertentwicklung, Immobilienbewertung, Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Monitoring</li> <li>• Bauliche und technische Maßnahmen im Bestand</li> <li>• Machbarkeitsstudien</li> <li>• Sanierung – Modernisierung – Redevelopment – Revitalisierung</li> <li>• Energieoptimierung im Bestand</li> <li>• Fördermöglichkeiten</li> <li>• Nachhaltige Quartiersentwicklung</li> <li>• diverse Green Building Zertifizierungssysteme für Bestandsgebäude</li> <li>• Projektbeispiele</li> </ul>



Lehrmethoden	Impulsvorlesung, seminaristischer Unterricht, Übung, Gruppenarbeit
Leistungsnachweis	Präsentationen, Klausur (45 Min.)
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits  Seminar/Vorlesung            30 Std.  Übung                                30 Std.  Vor- und Nachbereitung    90 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M1 oder M2
Empfohlene Literatur	Keine

Modulnummer	Modulbezeichnung						
9M304	<b>Energetisch-wirtschaftliche Bewertung von Gebäuden</b>						
Credits	5						
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Henne						
Dozent	Prof. Dr.-Ing. Henne						
Modulziele	Die Studierenden können innovatives Engineering im Einklang mit der Bauphysik und den öffentlich-rechtlichen Verfahren zur Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien energetisch und wirtschaftlich an Fallbeispielen bewerten.						
Modulinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnungssystematik der Normenreihe DIN V 18599 und der Richtlinienreihe VDI 2067</li> <li>• energetische Bewertung von Gebäude und Anlagen</li> <li>• Ermittlung der Primärenergiefaktoren von Liegenschaften/Quartieren</li> <li>• Wirtschaftlichkeit nach VDI 2067 und Lebenszykluskostenanalyse von Gebäuden</li> <li>• Anwendungsgrenzen und Softwareunterstützung</li> <li>• konkrete Vorgehensweise anhand von Fallbeispielen</li> <li>• Möglichkeiten der Validierung</li> <li>• Schnittstelle zu dynamischen Simulationsmodellen (zum Beispiel mit Hilfe von TRNSYS)</li> </ul>						
Lehrmethoden	Impulsvorlesung, Beiträge aus der Praxis, seminaristischer Unterricht, Gruppenarbeit						
Leistungsnachweis	Projektarbeit						
Empfohlene Voraussetzungen	Keine						
Workload/Credits	150 Std./5 Credits						
(30 Std./Credit)	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Vorlesung</td> <td style="text-align: right;">30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td style="text-align: right;">30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung</td> <td style="text-align: right;">90 Std.</td> </tr> </table>	Vorlesung	30 Std.	Seminar	30 Std.	Vor- und Nachbereitung	90 Std.
Vorlesung	30 Std.						
Seminar	30 Std.						
Vor- und Nachbereitung	90 Std.						

Empfohlene Einordnung	Semester M1 oder M2
Empfohlene Literatur	Normenreihe DIN V 18599, Richtlinienreihe VDI 2067 – Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen

Modulnummer	Modulbezeichnung
9M305/9M306	<b>Masterprojekt 1/Masterprojekt 2</b>
Credits	jeweils 15
Verantwortliche/r	Persönliche/r Mentor/in (Professor/in)
Dozent/inn/en	Professorinnen und Professoren des Studiengangs Green Building Engineering
Modulziele	<p>Die Studierenden sind in der Lage, eine komplexe mehrdimensionale Aufgabe eigenständig, methodisch zu analysieren und zu strukturieren, spezifische neue Lösungsansätze aus analogen Fragestellungen abzuleiten oder neu zu konzipieren und zu prüfen. Sie entwickeln ein kritisches Bewusstsein und nehmen Stellung zu den Anwendungsmöglichkeiten, der Wirtschaftlichkeit sowie der Sozial- und Umweltverträglichkeit der erarbeiteten Lösung bzw. Methode. Sie können theoretische und experimentelle Methoden auf reale Aufgabenstellungen übertragen, diese Methoden weiter entwickeln und deren Ergebnisse kritisch hinterfragen und interpretieren. Sie verantworten sowohl die Vorgehensweise und Wissenschaftlichkeit ihrer Arbeit als auch die Zuverlässigkeit der Ergebnisse und die termingerechte Fertigstellung der Untersuchungen. In den vorgeschriebenen inter- bzw. transdisziplinären Projekten spielen außer der Entwicklung von fachlichen und wissenschaftlichen Kompetenzen auch internationale, interkulturelle und soziale Fähigkeiten eine entscheidende Rolle. Die Studierenden erörtern, strukturieren und argumentieren komplexe Problemstellungen, schlussfolgern aus der Kommunikation im Team (Architekten, Bauingenieuren, Sozialraumplanern etc.) sowie mit den Projektinteressierten (Stakeholder), wie der eigene Beitrag die Gesamtlösung optimal ergänzt.</p> <p>Jedes Masterprojekt zeigt, dass die Studierenden in der Lage sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine einschlägige ingenieur-wissenschaftliche Aufgabe selbstständig zu bearbeiten und die Ergebnisse klar und verständlich darzustellen. Das Modul setzt durch offene, individuelle oder kooperative Aufgaben und Problemstellungen Kreativität frei, die zu Eigeninitiative und</p>

	Zielstrebigkeit führt. Die interdisziplinäre Projektzusammenarbeit mit Architekt/inn/en und Bauingenieur/inn/en ist ein erklärtes Ziel der Masterprojekte. Jede/r Studierende muss mindestens ein Projekt im Umfang von 15 Credits in interdisziplinären Projekten erfolgreich absolvieren.
Modulinhalte	<p>Das Masterprojekt besteht aus der eigenständigen Bearbeitung einer einschlägigen ingenieurwissenschaftlichen Aufgabe aus den unten genannten Themengebieten des nachhaltigen Bauens mit Bezug zur Technischen Gebäudeausrüstung. Die Arbeit enthält auch eine schriftliche Darstellung der angewandten wissenschaftlichen Methoden und Ergebnisse.</p> <p>1 - TGA im nutzergerechten Gebäude (u. a. Ambient Assisted Living)</p> <p>2 - Gebäudesystemtechnik</p> <p>3 - Integrale Planung</p> <p>4 - System Engineering</p> <p>5 - Raumklima- und Klimafassadenkonzepte</p> <p>6 - Projektmanagement in Bauprojekten</p> <p>7 - Automations- und Regelungskonzepte</p> <p>8 - Gesundheit und Komfort im Gebäude</p> <p>9 - Artverwandte Gebiete</p>
Lehrmethoden	Betreute, eigenständige Projekt- oder Teamprojektarbeit aus dem Bereich der angewandten Ingenieurwissenschaften
Leistungsnachweis	schriftlicher Bericht
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	<p>2 x 450 Std.</p> <p>Eigenarbeit    390 Std.</p> <p>Betreuung    60 Std.</p>

Empfohlene Einordnung	Semester M1 und M2
Empfohlene Literatur	je nach Thema

Modulnummer	Modulbezeichnung
9M307	<b>Masterseminar</b>
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Hausmann
Dozenten	Professorinnen und Professoren des Studiengangs Green Building Engineering
Modulziele	Die Studierenden sind in der Lage, Kenntnisse zu Trends und neuen Entwicklungen auf dem Gebiet der nachhaltigen Gebäudetechnik (Green Building Engineering) zu untersuchen, zu vergleichen und in interdisziplinärer Verknüpfung mit den übrigen Baubeteiligten zu koordinieren. Sie können Arbeitsergebnisse aus den Masterprojekten und der Masterthesis zusammenfassend darstellen, ihre Lösungskonzepte sowie Ergebnisse kommunizieren, öffentlich argumentieren und überzeugend vertreten.
Modulinhalte	Vorträge, in der Regel zu den Arbeitsschwerpunkten der Masterprojekte und der Masterarbeit während der Bearbeitung, bestehend aus: <ul style="list-style-type: none"> <li>• eigenständiger Vorbereitung der Vorträge</li> <li>• Anfertigung von angemessenen Präsentationsvorlagen</li> <li>• einem freien mündlichen Vortrag</li> <li>• Beantwortung von Fragen aus dem Auditorium</li> </ul>
Lehrmethoden/-formen	Vorträge und Präsentationen, Diskussionen, Exkursionen
Leistungsnachweis	Zwei der drei folgenden Leistungen: Vortrag, Poster-Session, Veröffentlichung
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits  Seminar 30 Std.  Vor- und Nachbereitung 120 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M3

Empfohlene Literatur	<p>www.scopus.com</p> <p>jeweilige aktuelle Fachliteratur bzw. Literatur der Arbeitsgruppen</p> <p>VDI Nachrichten</p> <p>J. W. Seifert: Visualisieren, Präsentieren, Moderieren, GABAL Verlag GmbH, 2000</p>
----------------------	---



Modulnummer	Modulbezeichnung
9M308	<b>Masterarbeit und -kolloquium</b>
Credits	22 + 3
Verantwortliche	Studiengangsleiterin Prof. Dr.-Ing. Lambertz
Dozent/inn/en	Professorinnen und Professoren der Fakultät 09
Modulziele	<p>Die Masterarbeit zeigt, dass die bzw. der jeweilige Studierende in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine einschlägige komplexe ingenieurwissenschaftliche Aufgabe selbstständig zu bearbeiten und die Ergebnisse klar und verständlich, nach wissenschaftlichen Kriterien darzustellen. Das Modul setzt durch offene und individuelle Aufgaben und Problemstellungen Kreativität frei, die zu Eigeninitiative und Zielstrebigkeit führt.</p> <p>Die Studierenden analysieren die gestellte Aufgabe methodisch, gliedern und interpretieren sie. Die Recherche zu Stand von Wissenschaft und Technik enthält eine gesicherte Informationsbasis, eine kritische Beurteilung neuer, veröffentlichter Erkenntnisse und formuliert eine Vorgehensweise, die den neuesten Entwicklungen in der Energie- und Gebäudetechnik entspricht. Die Ergebnisse zeigen einen kreativen Umgang und die Abwägung bzw. Bewertung verschiedener Alternativen oder Lösungsvarianten.</p> <p>Im Masterkolloquium stellen die Studierenden die Ergebnisse der Masterarbeit, ihre fachlichen Grundlagen, ihre fachübergreifenden Zusammenhänge sowie ihre außerfachlichen Bezüge mündlich überzeugend dar und begründen sie selbstständig.</p>
Modulinhalte	<p>Die Masterarbeit besteht aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• der eigenständigen theoretischen und/oder experimentellen Bearbeitung einer einschlägigen ingenieurwissenschaftlichen Aufgabe aus dem Gebiet nachhaltiger Energie- und Gebäudetechnik</li> <li>• einer schriftlichen Darstellung, welche u. a. die angewandten wissenschaftlichen Methoden und Ergebnisse aufzeigt</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Behandlung einer aktuellen wissenschaftlichen Fragestellung</li> <li>• einem wissenschaftlichen Poster zur Präsentation (Poster-Session) auf Kongressen</li> </ul> <p>Die Masterarbeit sollte einen der folgenden Themenbereiche behandeln:</p> <p>1 - TGA im nutzergerechten Gebäude (u. a. Ambient Assisted Living)</p> <p>2 - Gebäudesystemtechnik</p> <p>3 - Integrale Planung</p> <p>4 - System Engineering</p> <p>5 - Raumklima- und Klimafassadenkonzepte</p> <p>6 - Projektmanagement in Bauprojekten (u. a. BIM)</p> <p>7 - Automations- und Regelungskonzepte</p> <p>8 - Gesundheit und Komfort im Gebäude</p> <p>Masterkolloquium: freier mündlicher Vortrag und mündliche Prüfung</p>
Lehrmethoden/-formen	problembasiertes und projektorientiertes Lernen
Leistungsnachweis	schriftlicher Bericht und mündliche Prüfung (Kolloquium), siehe Prüfungsordnung
Empfohlene Voraussetzungen	siehe Prüfungsordnung
Workload (30 Std./Credit)	<p>750 Std./25 Credits</p> <p>Masterarbeit                      660 Std.</p> <p>Kolloquium                            90 Std.</p>
Empfohlene Literatur	Themenspezifisch

## Schwerpunktmodule

<u>Modulnummer</u>	<u>Modulbezeichnung</u>	<u>Dozent/en</u>	<u>Verantwortliche/r</u>	<u>WiSe</u>	<u>SoSe</u>
9M332	<a href="#"><u>CFD – Computational Fluid Dynamics</u></a>	Prof. Dr.-Ing. Ziller, Sturm, Dipl.-Ing.	Prof. Dr.- Ing. Ziller	X	-
9M333	Gebäudesicherheit	Prof. rer. biol. hum. Reintsema	Prof. rer. biol. hum. Reintsema	X	-
9M335	Optimierung des Technischen Gebäudemanagements durch Gebäudeautomation	Prof. Dr. rer. nat. J. Müller	Prof. Dr. rer. nat. J. Müller	-	X
9M334	Brandschutzsysteme in der Gebäudetechnik	Prof. rer. biol. hum. Reintsema	Prof. rer. biol. hum. Reintsema	-	X
9M331	Technische Hygiene	Prof. Dr. rer. physiol Klos- ter, Herr Kryschi, Dipl.-Ing.	Prof. Dr. physiol. Kloster	-	X
9M336	Nachhaltiges Bauen - Bewertungsmethoden	Prof. Dr.- Ing. Lambertz	Prof. Dr.-Ing. Lam- bertz	X	-

Modulnummer	Modulbezeichnung	
9M331	<b>Technische Hygiene</b>	
Credits	5	
Verantwortlicher	Prof. Dr. rer. physiol. Kloster	
Dozent	Prof. Dr. rer. physiol. Kloster, Herr Kryschi, Dipl.-Ing.	
Modulziele	Die Studierenden können eine Gefährdungsanalyse durchführen, indem sie Hygienerisiken von Raumlufotechnischen Anlagen, Trinkwasserinstallationen und Verdunstungskühlanlagen feststellen, bewerten und Optimierungsstrategien (Installation und Betrieb) aufzeigen, um in späteren Planungs- und Sanierungsprojekten einen hygienischen Gebäudebetrieb sicherstellen zu können.	
Modulinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Mikrobiologie, Hygiene und Korrosion</li> <li>• Hygiene-Anforderungen an Trinkwasser-Installationen, Raumlufotechnische Anlagen und Verdunstungskühlanlagen</li> <li>• Anwendung des Hx-Diagramms zur Beschreibung des Systems Luft-Wasser</li> <li>• Gefährdungsanalyse von Trinkwasserinstallationen und Verdunstungskühlanlagen</li> <li>• konkrete Vorgehensweise anhand von Fallbeispielen</li> <li>• Zertifizierung nach VDI 6023 Kategorie A, VDI 6022 Kategorie A und VDI 2047 im Rahmen des Moduls möglich (3 Zertifikate).</li> </ul>	
Lehrmethoden/-formen	Seminaristischer Unterricht, Beiträge aus der Praxis, Gruppenarbeit	
Leistungsnachweis	Projektarbeit „Gefährdungsanalyse eines Gebäudes“, Multiple Choice	
Empfohlene Voraussetzungen	Keine	
Workload	150 Std./5 Credits	
(30 Std./Credit)	Vorlesung/Seminar	40 Std.

	Gruppenarbeit	40 Std.
	Vor- und Nachbereitung	70 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M1 oder M2	
Empfohlene Literatur	Relevante Normen und Richtlinie (u. a. DIN 1988, DIN EN 1717, DIN EN 806, VDI 2047, VDI 6022, VDI 6023, EN 16798)	

Modulnummer	Modulbezeichnung
9M331	<b>Energiemanagement und -beratung</b>
Credits	5
Verantwortliche	N.N.
Dozentin	N.N.
Modulziele	Die Studierenden kennen die Bausteine und Inhalte der Energieberatung hinsichtlich des Lebenszyklus einer Immobilie in Theorie und Praxis. Sie wenden diese, variantenreich, an Fallbeispielen an, um sie schlussendlich ökonomisch und ökologisch zu bewerten.
Modulinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieberatung im Lebenszyklus</li> <li>• Ganzheitliche Energiekonzepterstellung für Neubau und Bestand</li> <li>• Inbetriebnahmemanagement</li> <li>• Monitoring und Betriebsoptimierung</li> <li>• Messkonzepte, Energiemanagementsysteme</li> <li>• Energiemanagement für Kommunen, Industrie und Gewerbe, den Wohnungsbau und Spezialimmobilien</li> <li>• Erfassung und Analyse von Energieverbräuchen</li> <li>• Projektbeispiele</li> </ul>
Lehrmethoden/-formen	Impulsvorlesung, seminaristischer Unterricht, Übung, Gruppenarbeit
Leistungsnachweis	Präsentationen, Klausur (45 Min.)
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits  Seminar/Vorlesung                      30 Std.  Übung    30 Std.  Vor- und Nachbereitung              90 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M1 oder M2

Empfohlene Literatur	Wosnitza, F.: Energieeffizienz und Energiemanagement Hirschberg, R.: Energieeffiziente Gebäude
----------------------	---

Modulnummer	Modulbezeichnung
9M211/9M332	<b>CFD – Computational Fluid Dynamic</b>
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Ziller
Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Ziller, Herr Sturm, M.Eng.
Modulziele	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren dreidimensionale Strömungs- und Wärmetransportmechanismen in Fluidsystemen und ordnen sie einer angemessene Betrachtungsweise zu (stationär oder instationär)</li> <li>• entwerfen und verbinden adäquate Modellstrukturen</li> <li>• evaluieren mögliche numerische Lösungsverfahren und wählen gebräuchliche numerische Turbulenz-, Wärmestrahlungs- und Reaktionsmodelle</li> <li>• konfigurieren die verwendeten kommerziellen Programme richtig, steuern die iterativen Berechnungsabläufe und erkennen, beurteilen und minimieren Fehler</li> <li>• verstehen und interpretieren die englischsprachigen Programmennüs und Handbücher und übertragen die Zusammenhänge auf den konkreten Anwendungsfall</li> <li>• definieren Randbedingungen und Modelleigenschaften für neue unbekannte Anwendungsfälle und begründen Festlegungen</li> <li>• bearbeiten Fragestellungen zu technischen Systemen und deren Komponenten zur Auslegung, Dimensionierung oder zum Betriebsverhalten</li> </ul>
Modulinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung, Aufbau und Möglichkeiten numerischer Strömungssimulation</li> <li>• mathematische Modellbildung der maßgebenden Transportphänomene (Diskretisierungsmethoden in Raum und Zeit; Finite-Volumen-Methode)</li> <li>• physikalische Modellgrundlagen der Transportgleichungen für Masse, Impuls und thermischer Energie</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau, Form und Gestaltung von Modellgeometrien sowie Berechnungsgittern (zwei– und dreidimensional)</li> <li>• Turbulenzmodell in der freien Strömung (RANS, RSM)</li> <li>• Wandfunktionen als Modell für wandnahe Turbulenzen (Grenzschichtmodellierung)</li> <li>• Wärmeübertragungsmodelle (Leitung, Konvektion und Strahlung)</li> <li>• Modellierung von Randbedingungen an den Modellraumgrenzen</li> <li>• Validierung der Ergebnisse, Fehlerbetrachtung (Art, Ursache und Vermeidung)</li> </ul>								
Lehrmethoden/-formen	Vorlesung in englischer Sprache Projekt, Übung mit kommerziellen CFD-Programmen								
Leistungsnachweis	Klausur (90 Min., Hilfsmittel Formelsammlung) und Projektaufgabe als Hausarbeit (je 50% der Gesamtnote)								
Empfohlene Voraussetzungen	Numerische Mathematik								
Workload  (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits  <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Vorlesung</td> <td style="text-align: right;">30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td style="text-align: right;">15 Std.</td> </tr> <tr> <td>Projektarbeit</td> <td style="text-align: right;">75 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung</td> <td style="text-align: right;">30 Std.</td> </tr> </table>	Vorlesung	30 Std.	Übung	15 Std.	Projektarbeit	75 Std.	Vor- und Nachbereitung	30 Std.
Vorlesung	30 Std.								
Übung	15 Std.								
Projektarbeit	75 Std.								
Vor- und Nachbereitung	30 Std.								
Empfohlene Einordnung	Semester M1 oder M2								
Empfohlene Literatur	<p>Ansys Inc. (Hrsg.), (aktuellste Auflage): ANSYS CFX-Solver Theory Guide; [o.Aufl.]; [o.O.]</p> <p>Laurin E; Oertel H.: Numerische Strömungsmechanik, Vieweg + Teubner Verlag</p> <p>Ferziger J., Petric M: Computational methods for Fluid Dynamics, Springer-Verlag</p> <p>Wendt, J.F.: Computational Fluid Dynamics, Springer-Verlag</p>								

	<p>Prandtl – Führer durch die Strömungslehre, Herausgeber: H. Oertel - Springer Verlag</p> <p>Lecheler S.: Numerische Strömungsberechnung, Vieweg + Teubner Verlag</p> <p>Griebel, M., Dornseifer, Th., Neunhoeffler, T.: Numerische Simulation in der Strömungstechnik, Vieweg + Teubner Verlag</p>
--	--

Modulnummer	Modulbezeichnung
9M333	<b>Gebäudesicherheit</b>
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr. rer. biol. hum. Reintsema
Dozent	Prof. Dr. rer. biol. hum. Reintsema
Modulziele	Die Studierenden kennen die Bausteine und Inhalte der Sicherheitstechnik bei der Anwendung innerhalb der Gebäudetechnik in Theorie und Praxis. Sie können mit verschiedenen sicherheitstechnischen Maßnahmen umgehen und ihre Grenzen aufzeigen. Diese können sie auch im Zusammenhang mit anderen Gewerken beurteilen und bewerten.
Modulinhalte	<p>Aufbau der Sicherheitstechnik wie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intrusionsmeldetechnik</li> <li>• Zutrittskontrolle</li> <li>• Videoüberwachung</li> <li>• Perimeterschutz</li> <li>• Sicherheitsstromversorgung</li> </ul> <p>Sicherstellung von verschiedenen Sicherheitsstufen</p> <p>Bewertung von Planung</p>
Lehrmethoden/-formen	Impulsvorlesung, seminaristischer Unterricht, Übung, Gruppenarbeit, projektbasierte Lehre
Leistungsnachweis	Klausur (120 Min.), Projektarbeit
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Workload/Credits (30 Std./Credit)	<p>150 Std./5 Credits</p> <p>Vorlesung                                  30 Std.</p> <p>Übung/Seminar                              30 Std.</p> <p>Vor- und Nachbereitung                90 Std.</p>
Empfohlene Einordnung	Semester M1 oder M2

Empfohlene Literatur	keine
----------------------	-------

Modulnummer	Modulbezeichnung
9M334	<b>Brandschutzsysteme in der Gebäudetechnik</b>
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr. rer. biol. hum. Reintsema
Dozent	Prof. Dr. rer. biol. hum. Reintsema
Modulziele	Die Studierenden kennen unterschiedliche Brandschutzmaßnahmen und entscheiden über die jeweilige Planung für unterschiedliche Gewerke im Bereich der Gebäudetechnik und Architektur. Sie verstehen den Umgang mit verschiedenen Brandschutzmaßnahmen und können diese auch im Zusammenhang mit bauaufsichtlichen Vorschriften bewerten.
Modulinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau von Brandschutzmaßnahmen</li> <li>• mathematische Berechnungen</li> <li>• Wärmebilanzen und Wärmeabführung</li> <li>• Planungen</li> <li>• Minimierung von Schadstoffausbreitungen im Brandfall</li> <li>• Aufbau von ganzheitlichen Steuermatrizen zu Branddetektion, Lüftung, Entrauchung, Aufzügen, Türen etc.</li> </ul>
Lehrmethoden/-formen	Impulsvorlesung, seminaristischer Unterricht, Übung, Gruppenarbeit, projektbasierte Lehre
Leistungsnachweis	Projektarbeit, mündliche Prüfung
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in Wärmelehre und Regelungstechnik
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits  Vorlesung                            30 Std.  Übung/Seminar                    30 Std.  Vor- und Nachbereitung        90 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M1 oder M2
Empfohlene Literatur	vfdb-Leitfaden: Ingenieurmethode des Brandschutzes (vfdbTB 04-01-November 2013)

Modulnummer	Modulbezeichnung
9M335	<b>Optimierung des Technischen Gebäudemanagements durch Gebäudeautomation</b>
Credits	5
Verantwortlicher	Prof. Dr. rer. nat. J. Müller
Dozent	Prof. Dr. rer. nat. J. Müller
Modulziele	<p>Die Studierenden sind in der Lage wesentliche Abläufe und Betriebsaufgaben im Technischen Gebäudemanagement (z.B. Instandhaltungs-, Energiemanagement) anhand von Kriterien und Strategien zu analysieren, auf dieser Basis Defizite sowie Potentiale zur Optimierung der Betriebsprozesse zu identifizieren und bewerten, systemtechnische Realisierungen in der Gebäudeautomation zu beurteilen und neue Lösungsvorschläge durch Mittel der Gebäudeautomation zu entwerfen und diese - möglichst in Kooperation mit Industriepartnern und Anwendern - projektorientiert umzusetzen.</p> <p>Hierzu vertiefen die Studierenden die grundlegende Mittel der Gebäudeautomation in Feld, Automations- und Management-Ebene, verstehen und analysieren Betriebsabläufe des Technischen Gebäudemanagements und entwerfen und implementieren Anwendungen zur Optimierung dieser Betriebsabläufe.</p> <p>Das Modul versetzt die Studierenden in die Lage, eine Lösung aus den Anwendungsfeldern Energiemanagement, Instandhaltungsmanagement oder Monitoring zu entwerfen und zu implementieren.</p>
Modulinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung von Betriebsprozessen im Technischen Gebäudemanagement, z.B. Anwendungen des Energiemanagement, Instandhaltungsmanagement, Monitoring-Lösungen etc.</li> <li>• Vertiefen der Kenntnisse, z.B. der grundlegenden Komponenten der Gebäudeautomation (MSR-Technik, Kommunikationssysteme, Systemkomponenten, Managementsysteme und -lösungen), Regelungstechnik: Laplace-Transformation, Optimierung und Stabilitätsuntersuchungen von Regelkreisen, Vorgehensweisen bei Planung, Engineering und</li> </ul>

	<p>Inbetriebnahme von Automatisierungsfunktionen, Erweiterung der Programmier- und Konfigurationskenntnisse beim Einsatz von Systemen unterschiedlicher Herstellern</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse von Betriebsprozessen des TGM zur Identifikation von Optimierungspotenzialen</li> <li>• Methoden zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit von Investitionen</li> <li>• Design und Umsetzung von Optimierungsanwendungen in der Gebäudetechnik durch Planung, Erstellung, Konfiguration und Inbetriebnahme von Funktionen, möglichst in Kooperation mit einem Projektpartner</li> <li>• Analyse des aktuellen Forschungsstands im Technischen Gebäudemanagement</li> </ul>						
Lehrmethoden/-formen	Impulsvorlesungen und Übungen zur Einführung in Themenschwerpunkte, Projektarbeiten im Labor oder bei themennahen Industrieunternehmen und Anwendern						
Leistungsnachweis	<p>Benotung der Projekte (50%)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• White Paper (Optimierungslösungen) als Gesamtergebnis der Gruppenarbeit</li> <li>• Screening-Sub-Teams tragen partiell zum Gesamtergebnis bei</li> </ul> <p>Benotung der individuellen Mitarbeit und durch mündliche Prüfung (30 min, 50%)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Individuelle Überprüfung des Beitrags zum White Paper</li> </ul> <p>Abschlussvortrag über das Projekt (30 min)</p>						
Empfohlene Voraussetzungen	Modul „Numerische Mathematik/Numerische Lösungsmethoden“						
Workload/Credits  (30 Std./Credit)	<p>150 Std./5 Credits</p> <table> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Projekte</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbereitung</td> <td>60 Std.</td> </tr> </table>	Vorlesung	30 Std.	Projekte	60 Std.	Vor- und Nachbereitung	60 Std.
Vorlesung	30 Std.						
Projekte	60 Std.						
Vor- und Nachbereitung	60 Std.						
Empfohlene Einordnung	Semester M2						

Empfohlene Literatur	<p>Krimmling, Oelschlegel, Höschele, Technisches Gebäudemanagement: Instrumente zur Kostensenkung in Unternehmen und Behörden</p> <p>Sven Heinrich, Gebäudemanagement in der Praxis: Leitfaden für den technischen Gebäudebetrieb, Taschenbuch</p> <p>Serge Zacher, Manfred Reuter: Regelungstechnik für Ingenieure – Analyse, Simulation und Entwurf von Regelkreisen</p> <p>Arbeitskreis der Professoren in der Versorgungstechnik: Steuerungs- und Regelungstechnik für die Versorgungstechnik</p>
----------------------	---



Modulnummer	Modulbezeichnung
9M336	<b>Nachhaltiges Bauen - Bewertungsmethoden</b>
Credits	
Verantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Lambertz
Dozent	Prof. Dr-Ing. Lambertz
Modulziele	<p>Die Studierenden kennen die wesentlichen internationalen Zertifizierungsverfahren für nachhaltiges Bauen wie LEED, BREEAM und DGNB und können sie hinsichtlich ihrer unterschiedlichen Ansätze bezüglich ökologischer, ökonomischer und sozialer Nachhaltigkeit analysieren. Sie kennen die Auswirkungen auf den Planungs- und Bauprozess. Sie können die Umweltwirkungen von Bauteilen, Gebäudetechnik und ganzen Gebäuden anhand von Ökobilanzen untersuchen und optimieren. Sie verstehen die Bedeutung von Circular Economy und Cradle to Cradle für das Bauwesen und die Gebäudetechnik. Die Studierenden sind in der Lage Planungsalternativen ökonomisch mit Hilfe von Lebenszykluskostenberechnungen zu bewerten und zu optimieren. Die Studierenden betrachten die Umweltverträglichkeit von Bauprodukten kritisch.</p> <p>Die Studierenden können digitale Verfahren im Sinne von Nachhaltigem Bauen beispielhaft einsetzen.</p>
Modulinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung der relevanten nationalen und internationalen Green Building Label (Schwerpunkt DGNB, BNB, LEED; BREEAM)</li> <li>• Systemaufbau und dessen Anforderungen</li> <li>• Inhalte, Verfahren</li> <li>• Ausbildung zum Auditor</li> <li>• Zusammenfassung des Anforderungsprofils Green Building</li> <li>• Darstellung des Zertifizierungsprozesses</li> <li>• Beispielhafte Nachweisführung</li> <li>• Ökologische Bewertung von Gebäude und Technik mit Hilfe von Gebäudeökobilanzen</li> <li>• Ökonomische Bewertung von Gebäude und Technik mit Hilfe von Lebenszykluskostenberechnungen</li> <li>• Digitales Bauen und Zertifizierung</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltproduktdeklarationen (EPDs)</li> <li>• Cradle to Cradle Konzepte / Circular Economy</li> </ul>
Lehrmethoden/-formen	Vorlesung, Übung, Exkursion
Leistungsnachweis	Klausur 60 Min.
Empfohlene Voraussetzungen	Keine
Workload (30 Std./Credit)	150 Std./5 Credits  Vorlesung                                    30 Std.  Übung     15 Std.  Exkursion                                        15 Std.  Vor- und Nachbereitung             90 Std.
Empfohlene Einordnung	Semester M1 oder M2
Empfohlene Literatur	Mösle, Lambertz, Altenschmidt, Ingenhoven: Praxishandbuch Green Building – Recht, Technik, Architektur