

# Modulkatalog

## für den

# Bachelorstudiengang

# Umweltmeteorologie

Fakultät für Mathematik und Physik  
der Leibniz Universität Hannover

in Kooperation mit

der Technischen Universität Braunschweig (TUBS)  
und  
der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg (UOL)

Stand: 23.02.2023



**Studiendekan** Prof. Dr. Detlev Ristau  
Appelstr. 11 A, 30167 Hannover  
Tel.: 0511 / 762-4466  
Email: studiendekan@maphy.uni-hannover.de

**Studiengangskoordination** Dr. Katrin Radatz  
Appelstr. 11 A, 30167 Hannover  
Tel.: 0511 / 762-14594  
Email: radatz@maphy.uni-hannover.de  
Flexible Sprechzeit nach Vereinbarung (persönlich oder online)

**Fachberatung** Dr. Micha Gryschka  
Institut für Meteorologie und Klimatologie  
Herrenhäuserstr. 2, 30419 Hannover  
Tel.: 0511 / 762 3254  
Email: gryschka@meteo.uni-hannover.de

**Prüfungsausschuss-Vorsitz** Prof. Dr. Gunther Seckmeyer  
Institut für Meteorologie und Klimatologie  
Herrenhaeuser Str. 2, 30419 Hannover  
Tel.: 0511 / 762 4022  
Email: seckmeyer@muk.uni-hannover.de

Aktuelle Informationen zu Ihrem Studiengang finden Sie unter:

<https://www.maphy.uni-hannover.de/de/studium/im-studium/umweltmeteorologie>

## Inhaltsverzeichnis

1. Profil des Studiengangs .....	3
2. Curriculum.....	4
3. Struktur und Aufbau des Studiengangs .....	4
3.1. Struktur des Studiums .....	4
4. Studienverlaufsplan .....	6
5. Modulbeschreibungen .....	7
5.1 Pflichtveranstaltungen aus der Meteorologie (71 LP).....	7
5.2 Pflichtveranstaltungen aus der Mathematik und Physik (38 LP) .....	19
5.3 Pflichtveranstaltungen aus den Ingenieurwissenschaften.....	25
5.4 Pflichtveranstaltungen aus den Umwelt- und Naturwissenschaften (10 LP) .....	30
5.5 Wahlpflichtbereich (26 LP) .....	33
5.5.1 Wahlpflichtbereich Meteorologie.....	34
5.5.2 Wahlpflichtbereich Ingenieurwissenschaften, Umwelt- und Naturwissenschaften .....	47
5.5.3 Wahlpflichtbereich Schlüsselkompetenzen.....	58
5.6 Bachelorprojekt (15 LP) .....	59

## 1. Profil des Studiengangs

Die Meteorologie ist die Lehre der physikalischen und chemischen Vorgänge in der Atmosphäre. Der deutschlandweit neuartige und einmalige Bachelorstudiengang *Umweltmeteorologie* kombiniert eine Grundausbildung in Meteorologie mit einer starken und interdisziplinären Ausrichtung auf umweltrelevante Themen, die sich im Interaktionsfeld Atmosphäre – Klima – Mensch – Natur ansiedeln.

Der neue Studiengang leistet auch einen wichtigen Beitrag zur Bekämpfung des Klimawandels und vermittelt seinen Absolvent\*innen die Kompetenzen, um bei der zur Reduzierung der Folgen notwendigen Umgestaltung von Lebensräumen die richtigen Maßnahmen auf wissenschaftlicher Basis auszuwählen und umzusetzen.

Im Bachelorstudiengang *Umweltmeteorologie* werden insbesondere die Themen der Nachhaltigkeit und Energiewende aufgegriffen, z.B. durch Betrachtung der Interaktionsprozesse zwischen Erdoberfläche und bodennaher Atmosphäre mit Schwerpunkten in stadtklimatologischen Fragestellungen. Damit sind auch thematisch verknüpfte Probleme in Bezug auf Hitzebelastung und Luftqualität in Städten im Fokus des Studiengangs. Gleichzeitig wird die Agrarwirtschaft im Kontext des Klimawandels sowie der Einfluss der bodennahen Atmosphäre auf den Ausbau von erneuerbaren Energien thematisiert. Absolvent\*innen des Studiengangs werden daher vielfältige Berufsperspektiven sowohl in der Wissenschaft (durch Vertiefung der Kenntnisse im Master Umweltingenieurwesen und ggfs. anschließende Promotion) wie auch in Wirtschaft und Industrie (Windkraftanlagenhersteller, Planungsbüros, Stadtplanung, Ingenieurbüros für meteorologische Gutachten, Deutscher Wetterdienst) haben.

Der Studiengang wird von der Leibniz Universität Hannover in Kooperation mit der Technischen Universität Braunschweig (TUBS) und der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg (UOL) angeboten und nutzt dabei das Synergiepotenzial der unterschiedlichen meteorologischen Ausrichtungen der drei Standorte. Zu nennen sind hier insbesondere die Numerische Grenzschichtmeteorologie und Stadtklimamodellierung an der Leibniz Universität, die Experimentelle Umweltmeteorologie, (Stadt)-Klimatologie und Mikrometeorologie an der TUBS und regenerative Energiesysteme an der UOL. Die meteorologischen Beiträge der beiden Partneruniversitäten betragen, je nach Belegung von Wahlpflichtveranstaltungen, zusammen bis zu 29 LP, während der Großteil der Leistungspunkte von der Leibniz Universität getragen werden.

## 2. Curriculum

Das Curriculum ermöglicht den Studierenden zunächst den Aufbau einer breiten Basis an Grundlagenkenntnissen. Die Studierenden erhalten eine Grundausbildung in Mathematik, Physik und Umweltmeteorologie. Neben einer Einführung in die allgemeine Meteorologie, die theoretische Meteorologie und die Klimatologie, bietet das Curriculum eine Fokussierung auf die Meteorologie erneuerbarer Energien und die Prozesse in der atmosphärischen Grenzschicht. Hier gibt es sowohl einen theoretisch-numerischen, als auch einen experimentellen Schwerpunkt im Curriculum. Gleichzeitig vermittelt der Studiengang die Grundlagen des Umweltingenieurwesens. Der Bachelorstudiengang bietet damit die Möglichkeit des Zugangs zum Masterstudiengang Umweltingenieurwesen der Leibniz Universität Hannover mit den Vertiefungen „Umwelt“, „Energie“, „Wasser“, sowie der geplanten neuen Vertiefung „Umweltmodellierung“ (voraussichtlich ab Wintersemester 2025/26).

Im Curriculum sind zahlreiche Praktika verankert: ein grundlegendes Physikpraktikum, welches auf die Umweltmeteorologie zugeschnitten ist, zwei Praktika zur Abflussmessung im Modul Umweltdatenanalyse sowie zwei Geländepraktika im Bereich experimenteller Grenzschichtmeteorologie. Ferner besteht die Möglichkeit, ein meteorologisches Berufspraktikum durchzuführen.

## 3. Struktur und Aufbau des Studiengangs

### 3.1. Struktur des Studiums

Das Bachelorstudium Umweltmeteorologie gliedert sich grundsätzlich in fünf Kernelemente:

- i) Pflichtveranstaltungen aus der Meteorologie (71 LP)
- ii) Pflichtveranstaltungen aus der Mathematik und der Physik (38 LP)
- iii) Pflichtveranstaltungen aus den Ingenieurwissenschaften (20 LP)
- iv) Pflichtveranstaltungen aus den Umwelt- und Naturwissenschaften (10 LP)
- v) Wahlpflichtveranstaltungen aus dem Gesamtbereich Meteorologie, Ingenieurs-, Umwelt- und Naturwissenschaften (min. 26 LP)
- vi) Bachelorprojekt (15 LP, davon 12 LP Bachelorarbeit)

Der Bereich *„Pflichtveranstaltungen Meteorologie“* vermittelt den Studierenden zunächst die allgemeinen Grundlagen der Meteorologie, ergänzt um eine praxisbezogene Vorlesung und Übung zur Analyse und Darstellung meteorologischer Daten. Danach (3. und 4. Semester) legt die Theoretische Meteorologie zusammen mit den Grundlagen atmosphärischer Strahlung das Fundament für die

verschiedenen Aspekte der Umweltmeteorologie. Dies wird einerseits abgerundet durch die Vermittlung der chemischen Prozesse in der Atmosphäre, andererseits auch durch die Beschäftigung mit der experimentellen Berechnung der bodennahen Atmosphäre. In der Endphase des Bachelorstudiums erfolgt die Vertiefung in den beiden Zweigen Numerische Grenzschichtmeteorologie und Experimentelle Grenzschichtmeteorologie.

Im Bereich „*Mathematik und Physik*“ erwerben die Studierenden die notwendigen mathematisch/physikalischen Kompetenzen zum Verstehen der Prozesse in der Atmosphäre und des Ingenieurwesens.

Der Bereich „*Pflichtveranstaltungen Ingenieurwissenschaften*“ vermittelt ergänzend sowohl die *Grundlagen ingenieurwissenschaftlicher Aspekte* der Strömungsmechanik (Strömung in Hydrosystemen) und der Thermodynamik, als auch die Grundlagen der Hydrologie und Wasserwirtschaft. Dies wird komplettiert durch Veranstaltungen zur Numerik und Stochastik als mathematisch-numerische Grundausbildung.

Im Bereich „*Umwelt- und Naturwissenschaften*“ werden die meteorologisch-physikalischen Bereiche um *Grundlagen der Umweltbiologie und -chemie* und durch praxisnahe Kompetenzen zum Verständnis und zur Nutzung von Geoinformationssystemen (GIS) ergänzt.

Der *Wahlpflichtbereich* unterteilt sich in die drei Teilbereiche Meteorologie, übergreifender Wahlpflichtbereich und Schlüsselkompetenzen. Im Bereich Meteorologie werden eine Reihe von Veranstaltungen mit Relevanz für die Umweltmeteorologie (z.B. Wolkenphysik, Synoptisch und Mesoskalige Meteorologie, Biometeorologie, Experimentelle Strahlung) angeboten. Weiter wird den Studierenden empfohlen, ein berufskundliches Praktikum einzubringen. Im übergreifenden Wahlbereich werden Inhalte aus den Ingenieurs-, Umwelt-, und Naturwissenschaften angeboten, die eine Spezialisierung in einem Themenfeld ermöglichen (z.B. Wasserbau und Küsteningenieurwesen, Verkehrswesen, oder Naturschutz und Landschaftsplanung). Der Wahlbereich Schlüsselkompetenzen erlaubt die Einbringung von soft skills, beispielsweise aus dem Bereich des Leibniz Language Centers.

Abgesehen von den fünf Kernelementen ist das Erlernen des wissenschaftlichen Schreibens als notwendige Schlüsselkompetenz in Form einer Pflichtveranstaltung im Curriculum verankert und soll auf die Anfertigung der Bachelorarbeit vorbereiten. Die *Bachelorarbeit* soll zeigen, dass der/die Studierende in der Lage ist, innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums ein Problem aus dem Fach selbstständig nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Der Bearbeitungszeitraum beträgt maximal fünf Monate. Die Bachelorarbeit kann nur einmal wiederholt werden. *Zulassungsvoraussetzungen:* Die Anmeldung zur Bachelorarbeit setzt voraus, dass bereits mindestens 90 Leistungspunkte erworben wurden.

Das *Bachelorprojekt* kann in einer der Vertiefungen des Meteorologie-Pflichtbereichs angesiedelt sein (numerische Grenzschichtmeteorologie, experimentelle Grenzschichtmeteorologie, Regenerative Energiesysteme) und damit an jedem der drei Standorte durchgeführt werden, die den Studiengang tragen. Das Bachelorprojekt umfasst neben einer in sich abgeschlossenen Bachelorarbeit ein Kolloquium.

#### 4. Studienverlaufsplan

Semester / Bereich		1	2	3	4	5	6	LP
PFLICHTBEREICH	Meteorologie	Einführung i.d. Meteorologie 10 LP - LUH-MaPhy	Klimatologie 5 LP - LUH-MaPhy	Theoretische Meteorologie I 8 LP - LUH-MaPhy	Theoretische Meteorologie II 8 LP - LUH-MaPhy	Numerische Grenzschicht-meteorologie 5 LP - LUH-MaPhy	Experimentelle Grenzschicht-meteorologie II 5 LP - TUBS	86
				Chemie der Atmosphäre 3 LP - UOL	Experimentelle Grenzschicht-meteorologie I 6 LP - TUBS	Lokalklima 8 LP - LUH-MaPhy	Bachelorprojekt 15 LP - LUH-MaPhy	
				Grundlagen der atmosphärischen Strahlung 5 LP - LUH-MaPhy	Regenerative Energiesysteme 8 LP - UOL			
	Mathematik & Physik	Mathematik für Ingenieure 16 LP - LUH-MaPhy		Stochastik für Ingenieure 5 LP - LUH- Baulng				38
		Physik für Umwelt-meteorologie 12 LP - LUH-MaPhy	Computergestützte Numerik für Ingenieure 5 LP - LUH- Baulng					
Ingenieurwissenschaften			Thermodynamik 3 LP - LUH- Baulng	Grundlagen der Bauphysik 5 LP - LUH- Baulng		Grundlagen der Hydrologie und Wasserwirtschaft 6 LP - LUH- Baulng	20	
Umwelt- & Naturwissenschaften	GIS für Geo- und Landschaftswissenschaften 5 LP - LUH-Nat	Umweltbiologie und -chemie 5 LP - LUH- Baulng					10	
WAHLBEREICH	Meteorologie			Auswahl von Modulen im Umfang von 10-14 LP (z.B. Synoptik 10 LP) - LUH/TUBS				10
	Übergreifend			Auswahl von Modulen im Umfang von 10-14 LP (z.B. Verkehrswesen 12 LP) - LUH				12
	Schlüsselkompetenzen			Auswahl von Modulen im Umfang von 0-4 LP (z.B. 4 LP) - LUH				4
<b>Summe LP</b>		<b>27</b>	<b>31</b>	<b>30</b>	<b>32,5</b>	<b>29,5</b>	<b>30</b>	<b>180</b>

## 5. Modulbeschreibungen

### 5.1 Pflichtveranstaltungen aus der Meteorologie (71 LP)

Einführung in die Meteorologie					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
10	5V + 2Ü	WiSe	P: Klausur oder mündliche Prüfung (Teil 1) / S: Übung (Teil 3)	P	1

#### Qualifikationsziele:

Die Studierenden haben nach Abschluss der Einführung einen Überblick über die Grundbegriffe, Größen und Zusammenhänge der gesamten Meteorologie sowie insbesondere der Umweltmeteorologie, sodass Kompetenzen für die spätere Einordnung weiterführender Vorlesungen in das Studium erlangt werden können. Die Studierenden erlernen theoretisch und praktisch den Umgang mit meteorologischen Datensätzen wie Zeitreihen, Vertikalprofilen und mehrdimensionalen Rasterdaten. Sie werden dazu befähigt diese mittels moderner Programmiersprache (python) auszuwerten und darzustellen. Dabei werden die gebräuchlichen Datenformate und Visualisierungstechniken in der Umweltmeteorologie vorgestellt und benutzt (mit python und matplotlib). Die Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.

#### Inhalt:

##### 1. Grundlagen der Meteorologie (4V)

- Allgemeines
  - Zusammensetzung der Atmosphäre, Spurengase
  - thermodynamische Grundgrößen: Druck, Temperatur, Feuchte
  - Dalton'sches Gesetz, statische Grundgleichung, barometrische Höhenformel
  - Gasgleichung, Modellatmosphären, 1. Hauptsatz
  - thermische Schichtung, potentielle Temperatur, adiabatischer Temperaturgradient
  - Vertikalstruktur der Atmosphäre, Standardatmosphäre
- Messverfahren
  - Druck, Temperatur, Feuchte, Wind
  - internationale Messnetze
- Wasser in der Atmosphäre
  - Feuchte, Taupunkt
  - Phasenübergänge, Sättigungsdampfdruck, Magnusformel
  - Wolken- und Niederschlagsbildung
  - thermodynamische Diagrammpapiere
- Phänomene
  - Hydro- / Litho- / Photometeore
  - Wolken
- Dynamik
  - Windfelder, Rotation, Divergenz, Deformation
  - Druckgradientkraft, Corioliskraft, einfache Bewegungsgleichung
  - geostrophischer Wind, Gradientwind, zyklonischer Wind
  - thermischer Windfeld
  - Messung der Windgeschwindigkeit, Anemometer, Staurohr, Lidar/RASS
- Lokale Windsysteme
  - Land-Seewind, Anabatische und katabatische Winde, Föhn
- Wettersysteme
  - Hoch / Tief
  - Luftmassen
  - Fronten, Frontneigung, Margules-Gleichung



- thermische Zirkulation
  - synoptische Wetterkarten, p-System und Höhenkarten
  - Wettervorhersagen, numerische Modelle
  - Strahlung
    - Strahlungsgrößen: Fluss, Dichte, Bestrahlungsstärke
    - Plank'sches Strahlungsgesetz, Wien'sches Verschiebungsgesetz
    - Stefan-Boltzmann- / Kirchhoff'sches Gesetz
    - Strahlungsübertragungsgleichung
    - solare- / terrestrische Strahlung
    - Absorption, Streuung (Rayleigh, Mie), Reflektion
    - Treibhauseffekt
    - optische Erscheinungen
  - Grenzschicht
    - Reibung, Schubspannung, Reynoldszahl
    - laminar / turbulente Strömung
    - bodennahes Windprofil (Prandtl), Schubspannungsgeschwindigkeit
    - turbulente Transporte fühlbarer und latenter Wärme, Bodenwärmestrom
    - Energiebilanzgleichung für die Erdoberfläche
    - Ekman-Schicht
    - Tagesgänge meteorologischer Größen
    - Ausbreitung von Luftbeimengungen
2. Analyse und Darstellung Meteorologischer Daten (1V)
- Datenmodelle und -formate
  - Charakterisierung meteorologischer Datensätze
  - Grundlagen der Statistik
  - Einführung und Datenanalyse mit python
  - Visualisierungstechniken in der Umweltmeteorologie
  - Visualisierung mit python mit Hilfe der matplotlib-Bibliothek
3. Übung zur Einführung in die Meteorologie (3Ü)
- Die Übungen vertiefen die in Teil 1 und 2 erlangten theoretischen und praktischen Kenntnisse.

**Literatur:**

Kraus: *Die Atmosphäre der Erde: Eine Einführung in die Meteorologie*. Springer  
 Häckel: *Meteorologie*, UTB  
 Roedel: *Physik unserer Umwelt*, Springer  
 Liljequist: *Allgemeine Meteorologie*, Springer  
 Mahlberg: *Meteorologie und Klimatologie*, Springer  
 Schönwiese: *Praktische Statistik für Meteorologen und Geowissenschaften*, Borntraeger  
 VanderPlas: *Data Science mit Python: Das Handbuch für den Einsatz von Ipython, Jupyter, NumPy, Pandas, Matplotlib, Scikit-Learn*, mitp  
 Ernesti & Kaiser: *Python 3: Das umfassende Handbuch: Über 1.000 Seiten Sprachgrundlagen, Objektorientierte Programmierung und Beispielprogramme*, Rheinwerk Computing

**Vorkenntnisse:** keine

**Workload:** 120 h (Präsenz) + 180 h (Selbststudium)

**Verantwortlich:** Institut für Meteorologie und Klimatologie

**Lehrpersonen:** Maronga, Björn, Gryscha, Micha; Giersch, Sebastian

Klimatologie					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
5	2V + 1Ü	SoSe	P: Klausur oder mündliche Prüfung / S: 2 Übungen	P	2
<b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden haben nach Abschluss einen Überblick fundierten Überblick über die Klimatologie. Die Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.					
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komponenten des Klimasystems</li> <li>• Klimazonen und Klimaklassifikationen</li> <li>• globale Energie- und Wasserbilanz</li> <li>• globale Wasser- und Kohlenstoffkreisläufe</li> <li>• Grundlagen der allgemeine Zirkulation der Atmosphäre und des Ozeans</li> <li>• Regionale Zirkulationssysteme</li> <li>• Klimavariabilität und Klimawandel, Kippunkte</li> <li>• Ozonschicht und Ozonloch</li> <li>• Grundlegende Methoden der Klimamodellierung</li> <li>• Klimapolitik</li> </ul>					
<b>Literatur:</b> Mahlberg: <i>Meteorologie und Klimatologie</i> , Springer Schönwiese: <i>Klimatologie</i> , UTB					
<b>Vorkenntnisse:</b> Einführung in die Meteorologie					
<b>Workload:</b> 45 h (Präsenz) + 105 h (Selbststudium)					
<b>Verantwortlich:</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie					
<b>Lehrpersonen:</b> Seckmeyer, Gunther					

Theoretische Meteorologie I					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
8	4V + 2Ü	WiSe	P: Klausur oder mündliche Prüfung, S: 2 Übungen	P	3
<b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden lernen die Grundlagen der Thermodynamik, Statik und Dynamik der Atmosphäre kennen und können diese in Beispielen selber anwenden (Methodenkompetenz).					
<b>Inhalt:</b> 1. Thermodynamik und Statik der Atmosphäre (2V + 1Ü) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ideale Gasgleichung, van der Waals Gleichung</li> <li>• Erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>• Entropie, potentielle Temperatur</li> <li>• thermische Schichtung und statische Stabilität</li> <li>• hydrostatische Grundgleichung, Modellatmosphären</li> <li>• Wasser und seine Phasenübergänge, Clausius-Clapeyron Gleichung</li> <li>• thermodynamische Diagrammpapiere</li> </ul> 2. Atmosphärische Dynamik (2V + 1Ü) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik</li> <li>• Eulersche Bewegungsgleichung, Navier-Stokes-Gleichung, Vorticity-Gleichung</li> <li>• Geostrophischer und thermischer Wind</li> <li>• Schallwellen, Schwerewellen, Rossbywellen</li> <li>• Linearisierung</li> <li>• Dimensionsanalyse, Ähnlichkeitszahlen</li> <li>• Couette-/Poisueille-Strömung</li> </ul>					
<b>Literatur:</b> Etling: <i>Theoretische Meteorologie</i> , Springer Bohren und Albrecht: <i>Atmospheric Thermodynamics</i> Holten: <i>Dynamic Meteorology</i> Dutton: <i>The Ceaseless Wind</i>					
<b>Vorkenntnisse:</b> Mathematik für Ingenieure I+II, Physik für Umweltmeteorologie, Einführung in die Meteorologie					
<b>Workload:</b> 90 h (Präsenz) + 150 h (Selbststudium)					
<b>Verantwortlich:</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie					
<b>Lehrpersonen:</b> Gryschka, Micha					

Theoretische Meteorologie II					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
8	4V + 2Ü	SoSe	P: Klausur oder mündliche Prüfung, S: Übung	P	4
<p><b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden lernen die Grundlagen der atmosphärischen Turbulenz kennen und können diese in Beispielen selber anwenden (Methodenkompetenz). In der Vorlesung Grenzschicht werden die Grundlagen der (theoretischen) Grenzschichtmeteorologie vermittelt. Die Studierenden lernen die Charakteristik und Zustände der Grenzschicht kennen. Durch die Arbeit an den zugrundelegenden Gleichungen werden Kenntnisse über den turbulenten Transport in der Grenzschicht erworben.</p>					
<p><b>Inhalt:</b></p> <p>1. Turbulenz (2V + 1Ü)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reynolds-gemittelte Gleichungen</li> <li>• Gleichung für die turbulente kinetische Energie</li> <li>• Gradient- und Mischungswegansatz</li> <li>• Maßzahlen atmosphärischer Turbulenz</li> <li>• Analytische Lösungen für Grenzschichtströmungen, Prandtl-, Ekman-Schicht</li> <li>• Analytische Lösungen der Fick'schen Diffusionsgleichung</li> </ul> <p>2. Grenzschicht (2V + 1Ü)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterisierung der atmosphärischen Grenzschicht</li> <li>• Grundgleichungen turbulenter Strömungen</li> <li>• Turbulente kinetische Energie, Stabilität, Skalierung</li> <li>• Turbulenzspektren</li> <li>• Ähnlichkeitstheorie</li> <li>• Grenzschichtwolken</li> <li>• Stabile Grenzschichten</li> <li>• Konvektive Grenzschichten</li> </ul>					
<p><b>Literatur:</b>            Etling: <i>Theoretische Meteorologie</i>, Springer            Roache: <i>Computational Fluid Dynamics</i>, Hermosa Publishers            Ferziger &amp; Peric: <i>Computational Methods for Fluid Dynamics</i>, Springer            Stull: <i>An Introduction to Boundary-Layer Meteorology</i>, Kluwer Academic Publishers            Wyngaard: <i>Turbulence in the Atmosphere</i>, Cambridge</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b>            Mathematik für Ingenieure I+II, Physik für Umweltmeteorologie, Einführung in die Meteorologie, Theoretische Meteorologie I</p>					
<p><b>Workload:</b> 90 h (Präsenz) + 150 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich:</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie</p>					
<p><b>Lehrpersonen:</b>            Maronga, Björn; Gryscha, Micha</p>					

Numerische Grenzschichtmeteorologie					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
5	2V + 1Ü + 2V + 2P	6	P: Praktikumsbericht / S: Übung (Teil I)	P	5+6
<p><b>Qualifikationsziele:</b></p> <p>Teil I: Die Studierenden beherrschen die Grundlagen des Programmierens in einer höheren Programmiersprache und können diese bei der Entwicklung eigener Programme zum Lösen einfacher Probleme selber anwenden (Methodenkompetenz).</p> <p>Teil II: Dieses erlernte Wissen wird eingesetzt, um ein numerisches Modell der atmosphärischen Grenzschicht zu programmieren und damit verschiedene meteorologische Situationen zu untersuchen (Fachkompetenz).</p>					
<p><b>Inhalt</b></p> <p>1. Programmieren mit Fortran (2V + 1Ü)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwendung von Compilern und Einbindung von Bibliotheken</li> <li>• Bausteine von Programmen: Anwendungsfolgen, Schleifen, Alternativen</li> <li>• Programmablaufpläne, Struktogramme</li> <li>• Sprachelemente von Fortran: Datentypen, Felder, Ausdrücke, Feldausdrücke, IF-, CASE-, DO-Schleifen</li> <li>• Formatierte und unformatierte Ein-/Ausgabe, NAMELIST I/O</li> <li>• Programmierereinheiten: Unterprogramme, Module, Interfaces</li> </ul> <p>2. Numerisches Praktikum zur Simulation der atmosphärischen Grenzschicht (2V + 2P)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung und Programmierung eines einfachen eindimensionalen Grenzschichtmodelles auf Basis finiter Differenzen</li> <li>• Simulation von Grenzschichtwindprofilen (Prandtl-/Ekman-Schicht)</li> </ul>					
<p><b>Literatur</b></p> <p>Etling: <i>Theoretische Meteorologie</i>, Springer  Roache: <i>Computational Fluid Dynamics</i>, Hermosa Publishers  Ferziger &amp; Peric: <i>Computational Methods for Fluid Dynamics</i>, Springer  Stull: <i>An Introduction to Boundary-Layer Meteorology</i>, Kluwer Academic Publishers  Wyngaard: <i>Turbulence in the Atmosphere</i>, Cambridge</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> Theoretische Meteorologie I+II</p>					
<p><b>Workload:</b></p> <p>1. Programmieren mit Fortran: 45 h (Präsenz) + 45 h (Selbststudium)  2. Numerisches Praktikum zur Simulation der atmosphärischen Grenzschicht: 60 h (Präsenz) + 30 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich</b>  Institut für Meteorologie und Klimatologie</p>					
<p><b>Lehrpersonen</b>  Maronga, Björn; NN</p>					

Experimentelle Grenzschichtmeteorologie I					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
6	1V+3GÜ	SoSe	P: Bericht / S: keine	P	4
<b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden erlangen ein grundlegendes Verständnis von mikrometeorologischen Konzepten zur Quantifizierung des Oberfläche-Atmosphäre Austausches. Im Rahmen der Lehrveranstaltung wird moderne mikrometeorologische Messtechnik zum Einsatz kommen, um damit Messdaten im Gelände zu erheben. Zudem werden die Studierenden befähigt, die Daten mit gängigen Ansätzen auszuwerten und zu präsentieren.					
<b>Inhalt</b> Teil I: Methodische Grundlagen der Mikrometeorologie (1V) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementare Grenzschichtprozesse</li> <li>• Mikrometeorologische Konzepte zur Quantifizierung des Oberfläche-Atmosphäre Austausches</li> <li>• Mikrometeorologischer Messtechnik, Datenauswertung und Präsentation</li> <li>• Berechnungsmodelle zur Bestimmung der Oberfläche/Atmosphäre Austausches</li> </ul> Teil II: Geländeübung Mikrometeorologie (3P) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Austausch in der bodennahen Grenzschicht</li> <li>• Quantifizierung des Oberfläche-Atmosphären Austausches durch verschiedene Methoden</li> <li>• Gradientansätze, Eddy-Kovarianzmethodik</li> <li>• Variabilität des Oberfläche-Atmosphäre Austausches</li> <li>• Qualitätssicherung bei der Quantifizierung von Energiebilanzkomponenten</li> <li>• Messtechnische Bestimmung der Energiebilanz der Oberfläche</li> <li>• Auswertung und Fehlerdiskussion</li> </ul>					
<b>Literatur</b> Aubinet, M., Vesala, T. and Papale, D. (Editors), 2012. Eddy Covariance - A practical guide to measurement and data analysis. Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 438 pp. Foken, T., 2016. Angewandte Meteorologie - Mikrometeorologische Methoden. Springer, Berlin, Heidelberg, 394 pp.					
<b>Vorkenntnisse:</b> Einführung in die Meteorologie, Theoretische Meteorologie I+II					
<b>Workload:</b> 60h (Präsenz) + 120h (Selbststudium)					
<b>Verantwortlich:</b> Weber, Stephan (TU Braunschweig)					
<b>Lehrpersonen:</b> Weber, Stephan; Konopka, Jan					

Experimentelle Grenzschichtmeteorologie II					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
5	1V + 3GÜ	SoSe	P: Bericht / S: keine	P	6
<b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden erlangen ein vertieftes Verständnis von Austauschprozessen zwischen Oberfläche und Atmosphäre und erlernen den Umgang mit Methoden zur dreidimensionalen Beprobung der atmosphärischen Grenzschicht im Rahmen einer mehrtägigen Feldkampagne. In der Lehrveranstaltung wird moderne (mikro)meteorologische Messtechnik zum Einsatz kommen, deren Daten unter Nutzung von ‚state-of-the-art‘-Methoden ausgewertet und interpretiert werden.					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Theoretische Einführung in die Anwendung unterschiedlicher Messtechnik zur experimentellen Beprobung der atmosphärischen Grenzschicht, u.a. UAV, Eddy-Kovarianz, bodengeb. Fernerkundung, Wetterstationen, evtl. 200 m Tower</li> <li>• Aspekte der experimentellen Untersuchung unterschiedlicher Skalen und Kompartimente der atmosphärischen Grenzschicht (Boden, surface layer, mixing layer)</li> <li>• Geländekampagne mit verschiedenen Untersuchungsmethoden (möglicherweise am TERENO-Standort Zarnekow)</li> </ul>					
<b>Literatur</b> Monson, R. and Baldocchi, D., 2014. Terrestrial Biosphere-Atmosphere fluxes. Cambridge University Press, Cambridge, 487 pp. Foken, T., 2016. Angewandte Meteorologie - Mikrometeorologische Methoden. Springer, Berlin, Heidelberg, 394 pp.					
<b>Vorkenntnisse:</b> Experimentelle Grenzschichtmeteorologie I					
<b>Workload:</b> 60h (Präsenz) + 120h (Selbststudium)					
<b>Verantwortlich:</b> TU Braunschweig					
<b>Lehrpersonen:</b> Weber, Stephan; Lampert, Astrid; Sachs, Torsten					

Chemie der Atmosphäre					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
3	2V	WiSe	P: Klausur oder mündliche Prüfung / S: keine	P	3
<p><b>Qualifikationsziele:</b>  Die Studierenden erhalten einen Überblick über die chemischen Prozesse, die sich in der Atmosphäre abspielen und wie diese durch den Eingriff des Menschen verändert werden. Am Ende der Veranstaltung wird die Dynamik der Atmosphäre bekannt sein, und es werden grundlegende sowie punktuell sehr detaillierte Kenntnisse zu photochemischen Prozessen und den Geschwindigkeiten der chemischen Reaktionen in der Atmosphäre gewonnen sein.  Mit diesem Wissen sollen die Studierenden in der Lage sein, die Auswirkungen von Veränderungen in der Atmosphäre auf das Weltklima sowie Wetterphänomene einordnen zu können. Weiterhin werden Methoden bekannt sein, welche helfen, die Verschmutzung der Atmosphäre zu minimieren.</p>					
<p><b>Inhalt</b>  In der Atmosphäre spielen sich hochspannende chemische Reaktionen ab. Egal ob CO<sub>2</sub>-Konzentration, Ozonloch, saurer Regen, Luftverschmutzung – wenn das atmosphärische Gleichgewicht gestört ist, sind die Auswirkungen auch auf der Erdoberfläche deutlich spürbar. Die Veranstaltung blickt auf die Zusammenhänge zwischen Atmosphäre, Umwelt und Klima, erklärt chemische Prozesse und hinterfragt, wie schädlich Treibhausgase und Aerosolpartikel wirklich sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemische Zusammensetzung der Atmosphäre – CO<sub>2</sub>, Stickoxide, SO<sub>2</sub>, FCKWs und vieles mehr</li> <li>• Dynamik der Atmosphäre – Kräfte und Transportphänomene</li> <li>• Photochemie in der Atmosphäre, Bildung und Reaktion von Radikalspezies</li> <li>• Wasser – Reaktionsmedium in der Atmosphäre</li> <li>• Kinetik chemischer Reaktionen: Was reagiert schnell, was verbleibt sehr lange?</li> <li>• Aerosole und Feinstaub</li> <li>• Schutz der Atmosphäre – Was können wir tun, um den Schadstoffeintrag zu minimieren?</li> </ul>					
<p><b>Literatur</b>  Zellner, R., 2011, Chemie über den Wolken und darunter, Wiley-VCH, ISBN: 978-3-527-32651-8  Akimoto, H., 2016, Atmospheric Reaction Chemistry, Springer, ISBN: 978-4-431-56716-5  Jacob, D.; 2000, Introduction to Atmospheric Chemistry, Princeton University Press, ISBN: 9781400841547  Seinfeld, J.H., Pandis, S.N., 2016, Atmospheric Chemistry and Physics: From air Pollution to Climate Change, 3<sup>rd</sup> edition, Wiley, ISBN: 978-1-118-94740-1  Hites, R.A., Raff, J.D., Wiesen, P., 2017, Umweltchemie, Wiley-VCH, ISBN: 978-3-527-33523-7</p>					
<p><b>Vorkenntnisse</b>  Einführung in die Meteorologie, Klimatologie, Umweltbiologie und -chemie</p>					
<p><b>Workload</b> 28 h (Präsenz) + 62 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich</b>  Wark, Michael (Universität Oldenburg)</p>					
<p><b>Lehrpersonen</b>  Wark, Michael</p>					



Grundlagen atmosphärischer Strahlung					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
5	2V + 1Ü	WiSe	P: Klausur oder mündliche Prüfung / S: Übung	P	3
<b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden haben physikalische und meteorologische Grundkenntnisse im Bereich der solaren Strahlung und können diese in Beispielen selber anwenden. Die Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.					
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Begriffe der Strahlungsphysik</li> <li>• Astronomische, chemische, biologische und medizinische Grundlagen</li> <li>• Wirkung der Strahlung (vom UV bis zum NIR) auf Menschen, Tiere und Pflanzen</li> <li>• Strahlungsprozesse in der Atmosphäre</li> <li>• Strahlungstransfergleichung und exemplarische Grundlagen für die Fernerkundung</li> <li>• Grundlagen zur Erfassung und Berechnung für Solarenergieanwendungen</li> <li>• Natürliche Variabilität der Strahlung</li> </ul>					
<b>Literatur:</b> Seckmeyer, <i>Skript zur Vorlesung Strahlung</i> Bergmann-Schäfer, Band 3 <i>Optik</i> , Gruyter DIN5031, Strahlungsphysik im optischen Bereich					
<b>Vorkenntnisse:</b> Einführung in die Meteorologie, Physik für Umweltmeteorologie					
<b>Workload:</b> 45 h (Pflicht) + 105 h (Selbststudium)					
<b>Verantwortlich</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie					
<b>Lehrpersonen</b> Seckmeyer, Gunther					

Lokalklima					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
8	4V + 2Ü	WiSe	P: Klausur oder mündliche Prüfung / S: keine	P	5
<p><b>Qualifikationsziele:</b> Erweiterung der Fachkenntnis im Bereich kleinskaliger Prozesse und Klimate im städtischen und ländlichen Umfeld. Die Studierenden erhalten einen vertieften Einblick in die physikalischen Austauschprozesse zwischen Boden, Vegetation und Atmosphäre sowie über die Bedeutung der Vegetation für den Wasserhaushalt und das Lokalklima. Mit dem erworbenen Wissen sind die Studierenden in der Lage, wissenschaftliche und gesellschaftspolitische Fragestellungen im Zusammenhang mit der Anpassung unserer Kulturlandschaft an den Klimawandel zu bewerten. Sie lernen darüber hinaus wichtige praktische und theoretische Methoden zur Untersuchung und Beantwortung solcher Fragen kennen.</p>					
<p><b>Inhalt:</b> Stadtklimatologie (2V + 1Ü):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Urbane Ökosysteme</li> <li>• Konzepte der Stadtklimatologie</li> <li>• Windströmung</li> <li>• Strahlungs- und Energiebilanz</li> <li>• Städtische Wärmeinsel</li> <li>• Wasserhaushalt von Städten</li> <li>• Luftverschmutzung und Schadstoffausbreitung</li> <li>• Geographische Einflüsse</li> <li>• Städte und Klimawandel</li> <li>• Klimabewusstes Planen und Bauen</li> </ul>			<p>Agrarmeteorologie (2V + 1Ü):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlungs- und Wasserhaushalt von Pflanzen</li> <li>• Phänologie</li> <li>• Verdunstung und Bodenwasserhaushalt</li> <li>• Gelände- und Bestandsklima</li> <li>• Pflanzenschäden und deren Verhütung</li> <li>• Agrarmeteorologische Modelle und Verfahren</li> <li>• Agrarmeteorologische Beratung</li> <li>• Landwirtschaft im Klimawandel</li> </ul>		
<p><b>Literatur:</b> Oke et al: <i>Urban Climates</i>, Cambridge Henninger &amp; Weber: <i>Stadtklima</i>, UTB Helbig et al.: <i>Stadtklima und Luftreinhaltung</i>, Springer Frühauf &amp; Janssen: <i>Agrarmeteorologie</i>, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung Häckel: <i>Meteorologie</i>, UTB Herbst, Falge, Frühauf: Regionale Klimamodellierung – Perspektive Landwirtschaft; in <i>promet – Meteorologische Fortbildung</i>, Heft 104 Monteith &amp; Unsworth: <i>Principles of Environmental Physics (4<sup>th</sup> edition, 2014)</i>, Academic Press <i>promet – Meteorologische Fortbildung</i>; 2012; <i>Agrar- und Forstmeteorologie</i>; Jahrgang 38 Heft 1/2 2012</p>					
<b>Vorkenntnisse:</b> Einführung in die Meteorologie, Klimatologie, Theoretische Meteorologie I+II					
<b>Workload:</b> 90 h (Präsenz) + 150 h (Selbststudium)					
<b>Verantwortlich:</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie					
<b>Lehrpersonen:</b> Busch, Udo; Herbst, Matthias mit Mitarbeitenden (Deutscher Wetterdienst); Maronga, Björn					

Regenerative Energiesysteme					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
8	4V + 2S	SoSe	P: Klausur oder mündliche Prüfung / S: Projektbericht	P	4
<p><b>Qualifikationsziele:</b>  Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse zu Ressourcen, Technologien, Planung und Betrieb von regenerativen Energiesystemen und können einfache Anwendungsfragen lösen. Sie sind in der Lage, Solar- und Windenergieressourcen für generische Standorte und verschiedene erneuerbare Energien und deren sozio-technischer Implementierung in das Energiesystem zu bewerten.</p> <p>Die spezifischen meteorologischen Kompetenzen umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verständnis der Bedeutung meteorologischer Größen für die Möglichkeiten zur Gewinnung von Energie aus Wind und Sonne</li> <li>- Verständnis der Interaktion von Windparks mit der atmosphärischen Grenzschicht</li> <li>- Erlernen grundlegender Methoden der Ressourcenbestimmung und der Windparkauslegung</li> <li>- Übertragung des gewonnenen Wissens sowie sozio-ökonomische Bewertung im Rahmen eines in Gruppenarbeit bearbeiteten Projekts zur Windparkplanung</li> </ul>					
<p><b>Inhalt</b></p> <p>1. Energiemeteorologie (2V)  (allgemeine Einführung mit Schwerpunkt auf Windenergie)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atmosphärische Grenzschicht (Turbulenz, vertikale Struktur, spezielle Grenzschichteffekte)</li> <li>• Messung von Windressourcen und Langzeitkorrektur</li> <li>• Modellierung von Windressourcen</li> <li>• Nachlaufeffekte innerhalb und stromab von Windparks</li> <li>• Windgutachten und Windenergieertragsprognose</li> <li>• Umweltauswirkungen und Akzeptanz von Windparks</li> <li>• Windgeschwindigkeits- und Windleistungsprognose</li> <li>• Quellen für Solardaten</li> <li>• Bewertung der solaren Ressourcen und Ertragsprognosen</li> <li>• Vorhersage der Sonneneinstrahlung und Solarleistungsprognose</li> <li>• Laborbesichtigung/Exkursion</li> </ul> <p>2. Erneuerbare Energien und Energiesysteme (2V)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiesysteme &amp; Energiedienstleistungen</li> <li>• Klimawandel und persönliche Energiebilanz/CO<sub>2</sub>-Fußabdruck</li> <li>• Windenergieanlagen und Windparks</li> <li>• Nichtkonzentrierende &amp; konzentrierende Solarthermie, Photovoltaik</li> <li>• Wasserkraft, Geothermie, Nutzung der Biomasse</li> <li>• Energiespeicher, Wasserstoffwirtschaft, Brennstoffzellen und Methanisierung</li> <li>• Stromversorgungssysteme mit hohem Anteil an erneuerbaren Energien</li> <li>• Sektorenkopplung</li> <li>• Sozio-technische &amp; psychologische Aspekte der Energiewende</li> </ul> <p>3. Projekt Windparkplanung (2S)  Kombination aus analytischen Übungen und der Planung eines exemplarischen Windparks mittels einer Planungssoftware</p>					

- Rahmenbedingungen des Projekts, Standort- und Winddaten
- Ertrag einer Einzelanlage und im Windpark, Layoutoptimierung
- Schallemission, Schattenwurf, Netzanschluss, Wirtschaftlichkeit
- Abschlusspräsentation
- Dokumentation als individueller Projektbericht in Gruppenarbeit

#### Literatur

Kraus, H., 2008: Grundlagen der Grenzschicht-Meteorologie, Springer

Schmidt, F., 2016: Dynamische Meteorologie - Eine spektrale Werkstatt, Springer

Liou, K.-N. 2002: An Introduction to Atmospheric Radiation, Academic Press: 2nd edition

Emeis, S., 2018: Wind Energy Meteorology: Atmospheric Physics for Wind Power Generation, Springer, 2. Aufl.

Quaschnig, V., 2021: Regenerative Energiesysteme: Technologie - Berechnung - Klimaschutz, Carl Hanser Verlag München, 11. Aufl.

Gasch, R. und Twele, J., 2016: Windkraftanlagen: Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb, Springer Vieweg; 9. Aufl.

Schlögl, R., 2013, Chemical Energy Storage, de Gruyter, ISBN: 978-3-11-026407-4

#### Vorkenntnisse

Einführung in die Meteorologie, Klimatologie

Workload 95 h (Präsenz) + 145 h (Selbststudium)

#### Verantwortlich

Kühn, Martin (Universität Oldenburg)

Lehrpersonen (Online Lehrangebot der Universität Oldenburg)

Kühn, Martin; Steinfeld, Gerald; Wark, Michael

## 5.2 Pflichtveranstaltungen aus der Mathematik und Physik (38 LP)

Mathematik für die Ingenieurwissenschaften I					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
8	4V + 2Ü	WiSe+SoSe	P: 1 Klausur / S: keine	P	1
<b>Qualifikationsziele:</b> In diesem Kurs werden die Grundbegriffe der linearen Algebra mit Anwendungen auf die Lösung von linearen Gleichungssystemen und Eigenwertproblemen vermittelt. Ein weiterer Schwerpunkt besteht in der exakten Einführung des Grenzwertbegriffes in seinen unterschiedlichen Ausführungen und darauf aufbauender Gebiete wie der Differential- und Integralrechnung. Mathematische Schlussweisen und darauf aufbauende Methoden stehen im Vordergrund der Stoffvermittlung.					
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reelle und komplexe Zahlen</li> <li>• Vektorräume; Lineare Gleichungssysteme</li> <li>• Folgen und Reihen</li> <li>• Stetigkeit</li> <li>• Elementare Funktionen</li> <li>• Differentiation in einer Veränderlichen</li> </ul>					
<b>Literatur:</b> Meyberg & Vachenaue: <i>Höhere Mathematik 2. Differentialgleichungen, Funktionentheorie. Fourier-Analysis, Variationsrechnung</i> , Springer Papula: <i>Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Ein Lehr- und Arbeitsbuch für das Grundstudium. 3 Bände</i> , Vieweg+Teubner. Papula: <i>Mathematische Formelsammlung: für Ingenieure und Naturwissenschaftler</i> , Vieweg+Teubner.					
<b>Vorkenntnisse:</b> keine					
<b>Workload:</b> 97,5 h (Präsenz) + 142,5 h (Selbststudium)					
<b>Verantwortlich</b> Krug, Andreas; Institut für Algebraische Geometrie					
<b>Lehrpersonen</b> Krug, Andreas					

Mathematik für die Ingenieurwissenschaften II					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
8	4V + 2Ü	WiSe+SoSe	P: 1 Klausur / S: keine	P	2
<p><b>Qualifikationsziele:</b>  In diesem Kurs werden die Methoden der Differential- und Integralrechnung weiter ausgebaut und auf kompliziertere Gebiete angewandt. Dazu gehören Potenzreihen, Reihenentwicklungen, z.B. Taylorreihen, Fourierreihen, Fourierentwicklungen sowie die Differentialrechnung angewandt auf skalarwertige und auf vektorwertige Funktionen mehrerer Veränderlicher. Die Integralrechnung wird auf Mehrfachintegrale und Linienintegrale erweitert. In technischen Anwendungen spielen Differentialgleichungen eine große Rolle. Im Mittelpunkt stehen hier Differentialgleichungen 1.Ordnung und lineare Differentialgleichungssysteme mit konstanten Koeffizienten.</p>					
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potenzreihen und Taylorformel, Fourierreihenentwicklungen</li> <li>• Differentialrechnung von Funktionen mehrerer Veränderlicher (reellwertige Funktionen mehrerer Veränderlicher, partielle Ableitungen, Richtungsableitungen, Differenzierbarkeit, vektorwertige Funktionen, Taylorformel, lokale Extrema, Implizite Funktionen, Extrema unter Nebenbedingungen)</li> <li>• Integralrechnung von Funktionen mehrerer Veränderlicher (Kurven im <math>\mathbb{R}^3</math>, Kurvenintegrale, Mehrfachintegrale, Satz von Green, Transformationsregel, Flächen und Oberflächenintegrale im Raum, Sätze von Gauß und Stokes)</li> <li>• Gewöhnliche Differentialgleichungen (Differentialgleichungen erster Ordnung, lineare Differentialgleichungen n-ter Ordnung, Systeme von Differentialgleichungen erster Ordnung)</li> </ul>					
<p><b>Literatur:</b>  Meyberg &amp; Vachenauer: <i>Höhere Mathematik 2. Differentialgleichungen, Funktionentheorie. Fourier-Analyse, Variationsrechnung</i>, Springer  Papula: <i>Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Ein Lehr- und Arbeitsbuch für das Grundstudium. 3 Bände</i>, Vieweg+Teubner.  Papula: <i>Mathematische Formelsammlung: für Ingenieure und Naturwissenschaftler</i>, Vieweg+Teubner.</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> keine</p>					
<p><b>Workload:</b> 97,5 h (Präsenz) + 142,5 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich</b>  Krug, Andreas; Institut für Algebraische Geometrie</p>					
<p><b>Lehrpersonen</b>  Krug, Andreas</p>					

Physik für Umweltmeteorologie					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
12	8 V + 4 Ü + 4 P	WiSe/SoSe	P: K / S: Klausur + Essay (Praktikum)	P	1+2
<b>Veranstaltungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung und Übung Experimentalphysik für Chemie, Geowissenschaften und Geodäsie II</li> <li>• Vorlesung und Übung Experimentalphysik für Chemie, Geowissenschaften und Geodäsie II</li> <li>• Physikpraktikum für Umweltmeteorologie</li> </ul>					
<b>Qualifikationsziele:</b> <p>Die Studierenden erlangen physikalische Grundkenntnisse in den Bereichen Mechanik, Schwingungen und Wellen, Wärmelehre, Elektrizitätslehre (Elektrostatik, Magnetismus, Elektrodynamik), Spezielle Relativitätstheorie, Optik (Strahlenoptik und Wellenoptik) und Quantenphysik. Zudem kennen sie die physikalischen Größen und deren Einheiten und Grundbegriffe zum Thema Messung physikalischer Größen. Sie sind in der Lage grundlegende physikalische Zusammenhänge zu verstehen und einfache Fragestellungen mit den angemessenen Fachbegriffen zu diskutieren. Sie können außerdem mit physikalischen Formeln umgehen und physikalische Rechnungen durchführen. Diese Fähigkeiten werden durch die Übungen erworben und gefestigt.</p> <p>Im begleitenden Praktikum lernen die Studierenden, physikalische Effekte und Phänomene zu beobachten und sie praktisch zu erfahren. Die Studierenden lernen Verfahren der physikalischen Messtechnik kennen und praktisch einzusetzen.</p> <p>Die Studierenden erleben und erproben physikalische Arbeitsweisen: Physikalische Zusammenhänge herstellen, funktionale Abhängigkeiten messen, Messdaten quantitativ auswerten, präsentieren und anschließend kritisch betrachten.</p>					
<b>Inhalt:</b> <p><b>Vorlesungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messung und Einheiten physikalischer Größen</li> <li>• Mechanik eines Massepunktes</li> <li>• Mechanik starrer und deformierbarer Körper</li> <li>• Schwingungen und Wellen</li> <li>• Wärmelehre</li> <li>• Elektrostatik</li> <li>• Magnetostatik</li> <li>• Elektrodynamik</li> <li>• Spezielle Relativitätstheorie</li> <li>• Optik</li> <li>• Quantenphysik</li> <li>• Atom- und Molekülphysik</li> </ul> <p><b>Praktikum</b></p> <p>Aus einer Auswahl von 30 Versuchen bearbeiten die Studierenden in Zweiergruppen 10 Versuche. Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• experimentieren zu den Bereichen Mechanik, Optik, Wärme- und E-Lehre, Radioaktivität;</li> <li>• werten die Rohdaten aus den Experimenten quantitativ aus</li> <li>• bewerten Ihre Ergebnisse kritisch</li> </ul>					

- lernen mit Apparaturen, Messinstrumente, Netzgeräte, Sensoren umzugehen.

**Literatur:**

Giancoli: *Physik*

Tipler: *Physik für Wissenschaftler und Ingenieure*

Metzler: *Physik*

Hering, Martin, Stohrer: *Physik für Ingenieure*

Meschede, Gerthsen: *Physik*

**Vorkenntnisse:** keine

**Workload:** 240 h (Präsenz) + 120 h (Selbststudium)

**Verantwortlich:** Otto, Markus; Weber, Kim-Allesandro

**Lehrpersonen:** Otto, Markus; Weber, Kim-Allesandro



Stochastik für Ingenieure					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
5	2V + 2Ü	WiSe	P: Klausur / S: Übung	P	3
<p><b>Qualifikationsziele:</b>  Viele Phänomene und Vorgänge im Ingenieur- und Umweltbereich sind durch einen stochastischen Charakter geprägt, so dass sie quantitativ nicht exakt vorhersehbar sind. Deshalb werden statistische und wahrscheinlichkeitstheoretische Ansätze verwendet, um den Zufallscharakter zu beschreiben und quantitative Prognosen abzuleiten. Das Modul vermittelt grundlegendes Wissen zur Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Nach erfolgreichem Abschluss dieses Modulteils können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geeignete stochastische Modelle für zufallsbedingte Vorgänge im Ingenieur- und Umweltbereich wählen und Aussagen zur Wahrscheinlichkeit von Ereignissen treffen,</li> <li>• die Methoden der Statistik für die Auswertung und Beurteilung von Messergebnissen nutzen, und</li> <li>• Ergebnisse stochastischer Untersuchungen realitätsnah interpretieren.</li> </ul>					
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie</li> <li>• Modelle der Wahrscheinlichkeitstheorie</li> <li>• Stochastische Simulation mit Einsatz von Matlab</li> <li>• Beschreibende Statistik</li> <li>• Beurteilende Statistik</li> <li>• Entwicklung und Bewertung statistischer Werkzeuge</li> <li>• Zuverlässigkeitsanalyse</li> <li>• Anwendungen aus dem Ingenieur- und Umweltbereich</li> </ul>					
<p><b>Literatur:</b>  Montgomery &amp; Runger: <i>Applied Statistics and Probability for Engineers</i>, John Wiley &amp; Sons</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> Mathematik für Ingenieure I, Computergestützte Numerik für Ingenieure</p>					
<p><b>Workload:</b> 60 h (Präsenz) + 90 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich</b>  Beer, Michael; Institut für Risiko und Zuverlässigkeit</p>					
<p><b>Lehrpersonen</b>  Beer, Michael; Eckert, Christoph</p>					

Computergestützte Numerik für Ingenieure					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
5	2V + 2Ü	SoSe	P: Klausur / S: Übung	P	2
<b>Qualifikationsziele:</b> Zahlreiche Aufgabenstellungen im Ingenieurwesen sind nur mit numerischen Algorithmen in Verbindung mit den Technologien der Informatik lösbar. Im Rahmen dieses Moduls werden grundlegende Kenntnisse zu numerischen Verfahren und deren softwaretechnische Umsetzung vermittelt. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die jeweiligen Anwendungsgrenzen der Algorithmen einzuschätzen und die numerischen Ergebnisse hinsichtlich eines Fehlermaßes zu beurteilen					
<b>Inhalt:</b> Numerische Verfahren zur Lösung allgemeiner Ingenieuraufgaben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehler in numerischen Analysen</li> <li>• Analytische Lösung linearer Gleichungssysteme: Gauss Elimination, Matrix-Dekomposition - Numerische Lösung linearer Gleichungssysteme: Jacobi-Iteration, Gauss-Seidel-Iteration, SOR</li> <li>• Numerische Lösung nichtlinearer Gleichungssysteme: Newton-Raphson-Verfahren, Grundform und inkrementell-iterative Verfahren</li> <li>• Numerische Lösung von Eigenwertproblemen: Potenzmethode, inverse Potenzmethode</li> <li>• Fourier-Reihen und Fourier-Transformation, numerische Lösung: Diskrete- und Fast-Fourier-Transformation</li> <li>• Numerische Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen: Explizite und implizite Operatoren für Anfangswertprobleme, Differenzenverfahren für Randwertprobleme, numerische Stabilität der Lösungen</li> <li>• Einführung in MATLAB</li> </ul>					
<b>Literatur:</b> Chapra & Canale: <i>Numerical Methods for Engineers</i> , McGraw-Hill					
<b>Vorkenntnisse:</b> Mathematik für Ingenieure I					
<b>Workload:</b> 60 h (Präsenz) + 90 h (Selbststudium)					
<b>Verantwortlich</b> Beer, Michael; Institut für Risiko und Zuverlässigkeit					
<b>Lehrpersonen</b> Beer, Michael; Bittner, Marius					

### 5.3 Pflichtveranstaltungen aus den Ingenieurwissenschaften

Grundlagen der Bauphysik					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
5	1V + 1Ü je Sem.	SoSe+WiSe	P: Klausur / S: keine	P	4+5
<p><b>Qualifikationsziele:</b>  Das Modul vermittelt grundlegendes Wissen über die beim Entwurf von Hochbauten notwendigen Verknüpfungen von Baukonstruktion und Bauphysik. Die Vermittlung der Bauphysik stellt hierbei die mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlage des Konstruierens im Hochbau dar. Das Modul vertieft spezifische Aspekte der bauphysikalischen Betrachtungen im Planungsprozess, damit eine Einheit von Konstruktion und Nutzung herbeigeführt werden kann.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bauphysikalische Kennwerte von Konstruktionen bestimmen;</li> <li>• Konstruktionen hinsichtlich des Mindestwärmeschutzes auslegen;</li> <li>• Feuchteschutzprobleme beschreiben und berechnen;</li> <li>• Gefahr von Schimmelpilzbildungen bewerten;</li> <li>• Gebäude hinsichtlich des energetischen Bedarfes beschreiben;</li> <li>• Schalltechnische Kennwerte verstehen und anwenden.</li> </ul>					
<p><b>Inhalt:</b>  Themen im 4. Semester:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Berechnung von Kennwerten im Wärmeschutz</li> <li>• Berechnungen zum Mindestwärmeschutz von Konstruktionen</li> <li>• Grundlagen und Berechnungen zum sommerlichen Wärmeschutz</li> <li>• Regelungen der Energieeinsparverordnung</li> </ul> <p>Themen im 5. Semester:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Abdichtung von Bauteilen</li> <li>• Grundlagen und Berechnung des Feuchtetransports durch Diffusion</li> <li>• Bewertung von Wärmebrücken und Schimmelpilzproblemen</li> <li>• Grundlagen und Berechnung zum Schallschutz im Hochbau</li> </ul>					
<p><b>Literatur:</b>  Hohmann, Setzer, Wehling: Bau-physikalische Formeln und Tabellen, Bundesanzeiger Verlag Lutz, Jenisch,  Klopfer, et.al.: Lehrbuch der Bauphysik, Teubner Verlag  Schneider Bautabellen, Bundesanzeiger Verlag</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> keine</p>					
<p><b>Workload:</b> 60 h (Präsenz) + 90 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich:</b>  Fouad, Nabil A.; Institut für Bauphysik</p>					
<p><b>Lehrpersonen:</b>  Fouad, Nabil A.</p>					

Strömung in Hydrosystemen					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
6	2V + 2Ü	SoSe	P: Klausur / S: keine	P	4
<p><b>Qualifikationsziele:</b>  Die Studierenden beherrschen die Grundlagen zur Kontinuumsbeschreibung und Modellierung von Strömungsvorgängen in Gerinnen, in Oberflächengewässern und in Grundwasserleitern, sowie von inkompressiblen Luftströmungen. Sie haben ein Grundverständnis für die Kräfte auf umströmte Gegenstände oder Grenzflächen, die durch Fluidströmungen entstehen. Sie können die Modellbeschreibung dieser Strömungsprozesse auf im Bau- und Umweltingenieurwesen relevante Fragestellungen anwenden.</p>					
<p><b>Inhalt:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gerinneströmung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ungleichförmig, instationäre Gerinneströmung: St. Venant'sche Gl., iterative Spiegellinienberechnung</li> <li>• Grundlagen der hydronumerischen Simulation (Hochwasser)</li> </ul> </li> <li>2. Mehrdimensionale Strömungsbeschreibung im Kontinuum <ul style="list-style-type: none"> <li>• Massen- und Impulserhaltung im Kontinuum: Kontinuitätsgleichung und die Navier Stokes Gleichung</li> <li>• Ähnlichkeitstheorie und Strömungsmodelle</li> </ul> </li> <li>3. Potentialströmung mit Anwendung auf Grundwasserströmung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung von porösen Medien, Kontinuumsansatz</li> <li>• Darcy's Gesetz</li> <li>• Stationäre Grundwasserströmung als Potentialströmung</li> <li>• Stromnetze und einfache Lösungen der Grundwasserströmungsgleichung</li> </ul> </li> <li>4. Grenzschichten und Ablösung</li> <li>5. Kräfte auf umströmte Körper</li> </ol>					
<p><b>Literatur</b>  Schoeder, R. und U. Zanke, 2003: Technische Hydraulik: Kompendium für den Wasserbau, Springer, Berlin  Bollrich, G., 2007: Technische Hydromechanik 1: Grundlagen, Verlag Bauwesen; Auflage:6  Truckenbrodt, E. Fluidmechanik, Springer Verlag, 1996.  Cengel, Y.A. and J.M. Cimbala, 2006: Fluid Mechanics, Fundamentals and Applications, McGraw Hill, New York.  Crowe, C.T., D.F. Elger and J.A. Roberson, 2005: Engineering Fluid Mechanics, Auflage:8, Wiley.  Baer, J., 1979: Hydraulics of Groundwater. McGraw-Hill, New York.</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> Mathematik für Ingenieure I+II, Theoretische Meteorologie I+II</p>					
<p><b>Workload:</b> 60 h (Präsenz) + 120 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich</b>  Neuweiler, Insa; Institut für Strömungsmechanik und Umweltphysik</p>					
<p><b>Lehrpersonen</b>  Neuweiler, Insa; Paul, Maike</p>					

Thermodynamik					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
3	1V + 1Ü + 1T	WiSe	P: Klausur / S: keine	P	3
<p><b>Qualifikationsziele:</b>  Das Modul vermittelt den Studierenden grundlegende Kenntnisse der Thermodynamik, wie das ideale Gasgesetz, die Wärmeübertragung, die Fundamentalgleichungen sowie die vier Hauptsätze der Thermodynamik (Thermisches Gleichgewicht, Energierhaltung, Entropiebilanz und "absoluter Nullpunkt"). Kraft-Wärme-Kälte bzw. Kreislaufprozesse werden nur grundlegend beschrieben. Zusätzlich wird den Studierenden die Wertigkeit von Energie in Form von Anergie und Exergie erläutert. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das thermodynamische System zu erkennen und zu beschreiben (offen, geschlossen, adiabat, isentrop, polytrop),</li> <li>• die Zustand- und Prozessgrößen sicher zu unterscheiden, in Abhängigkeit zu bringen und zu berechnen,</li> <li>• die Grundgleichungen der Thermodynamik (Energiebilanz/Leistungsbilanz) entsprechend aufzustellen und anzuwenden,</li> <li>• die Energietransformation oder -transport anhand der Größen Arbeit, Wärme, Dissipation und innerer Energie zu diskutieren,</li> <li>• deren Einfluss auf die Systemeigenschaften und -größen sowie Zustandsänderungen (z.B. Temperatur, Volumen, Druck) thermodynamisch zu charakterisieren.</li> </ul> <p>Ferner können sie unter Anwendung der Prinzipien der Thermodynamik relevante Fragestellungen des Bau- und Umweltingenieurwesens (z.B. Wärmeausdehnung, Wärmedämmung) lösen und berechnen. Auch sind Studierende des Grundstudiums nun fachlich in die Lage versetzt, an der Diskussion zu Energieeffizienz und Energiebereitstellung adäquat teilzuhaben.</p>					
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamische Zustandsgrößen</li> <li>• Ideale und reale Gase</li> <li>• Phasen- und Energieumwandlung</li> <li>• Wärmeübertragung (Wärmestrahlung, -leitung und -durchgang)</li> <li>• Thermodynamische Prozesse</li> <li>• Hauptsätze der Thermodynamik inkl. der Energiewertigkeit (Entropie, Exergie)</li> <li>• Nichtgleichgewichtsprozesse</li> </ul>					
<p><b>Literatur:</b>  Doering, E. et al.: <i>Grundlagen der Technischen Thermodynamik</i>. 6. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag.  Pitka, R. et al. : <i>Physik: der Grundkurs</i>. 4. Auflage, Verlag Harri Deutsch, Frankfurt am Main.  Cerbe, G., Wilhelms, G.: <i>Technische Thermodynamik: Theoretische Grundlagen und praktische Anwendungen</i>. Hanser-Verlag, München.  Labuhn, D., Romberg, O. : <i>Keine Panik vor Thermodynamik!: Erfolg und Spaß im klassischen "Dickbrettbohrerfach" des Ingenieurstudiums</i>, Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden.</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> Mathematik für Ingenieure I+II, Physik für Umweltmeteorologie</p>					
<p><b>Workload:</b> 30 h (Präsenz) + 60 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich:</b> Weichgrebe, Dirk; Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik</p>					
<p><b>Lehrpersonen:</b> Weichgrebe Dirk; Schumüller, Kai</p>					

Grundlagen der Hydrologie und Wasserwirtschaft					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
5	2V + 2Ü	SoSe	P: Klausur / S: keine	P	6
<p><b>Qualifikationsziele:</b>  Dieses Modul vermittelt das Verständnis hydrologischer Prozesse des Wasserkreislaufes sowie deren Anwendung zur Planung und Bemessung menschlicher Eingriffe zum Ausgleich von Wasserdargebot und Wasserbedarf. Das Modul bildet eine Basis für weiterführende Studieninhalte des Wasserwesens und entsprechende Masterstudiengänge. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Wasserhaushaltsgrößen Niederschlag, Verdunstung und Abfluss in Flusseinzugsgebieten verstehen;</li> <li>• die oben genannten hydrologischen Größen quantitativ ermitteln;</li> <li>• Hochwasserabflüsse aus Niederschlägen berechnen;</li> <li>• hydrologische Methoden zur Planung von Maßnahmen der Wasserbewirtschaftung sowie in der Umweltplanung anwenden;</li> <li>• wasserwirtschaftliche Anlagen insbesondere der Speicherwirtschaft und der Bewässerung bemessen;</li> <li>• Handlungsoptionen der Wasserwirtschaft zur optimalen räumlich-zeitlichen Verteilung von Wasserressourcen kennen und die Umsetzbarkeit nach technischen und ökonomischen Kriterien bewerten;</li> <li>• Risikoorientierte Analysen extremer hydrologischer/wasserwirtschaftlicher Ereignisse durchführen.</li> </ul>					
<p><b>Inhalt:</b>1. Grundlagen der Hydrologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasser-, Energie- und Stoffkreisläufe, Einzugsgebiet</li> <li>• Niederschlag: Bildung, Messung, Berechnung</li> <li>• Verdunstung: Arten, Messung, Berechnung</li> <li>• Wasserstand und Abfluss: Messung, Auswertung</li> <li>• Unterirdisches Wasser: Bodenwasser, Grundwasser</li> <li>• Niederschlag-Abfluss-Beziehungen</li> </ul> <p>2. Grundlagen der Wasserwirtschaft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Speicherwirtschaft, Seeretention</li> <li>• Hochwasserschutz</li> <li>• Risikomanagement extremer hydrologischer Ereignisse</li> <li>• Planung, Wirtschaftlichkeit</li> <li>• Bewässerung, Entwässerung</li> </ul>					
<p><b>Literatur:</b> Dyck, S., Peschke, G., 1995: <i>Grundlagen der Hydrologie</i>. Verlag für Bauwesen, Berlin.  Maniak, U., 2016: <i>Hydrologie und Wasserwirtschaft: Eine Einführung für Ingenieure</i>. 7. Aufl., Springer.</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> Stochastik für Ingenieure</p>					
<p><b>Workload:</b> 60 h (Präsenz) + 120 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich:</b> Haberlandt, Uwe; Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft</p>					
<p><b>Lehrpersonen:</b> Haberlandt, Uwe; Dietrich, Jörg</p>					

## 5.4 Pflichtveranstaltungen aus den Umwelt- und Naturwissenschaften (10 LP)

GIS für Geo- und Landschaftswissenschaften					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
5	2 Ü	WiSe	P: keine / S: Übung + schriftliche Hausarbeit	P	1
<p><b>Qualifikationsziele:</b> Das Modul vermittelt Studierenden grundlegende theoretische Kenntnisse und praktische Kompetenzen im Umgang mit Geographischen Informationssystemen (GIS).</p> <p>Die Studierenden verfügen nach erfolgreichem Abschluss des Moduls über folgende Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennen der verschiedenen Arten von Geoinformation (Inhalte, Datenformate, Anwendungsbereiche, Aussagekraft).</li> <li>• Kennen des Aufbaus und der Anwendungsfelder von GIS.</li> <li>• Verstehen und Anwenden der Grundfunktionalitäten von GIS.</li> </ul>					
<p><b>Inhalt:</b> In der Lehrveranstaltung wird vor allem mit Anwendersoftware gearbeitet. In den Kursen eignen sich die Studierenden wichtige Inhalte und Techniken durch selbständiges Üben zwischen den Präsenzlektionen an.</p> <p>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umsetzung theoretischer Grundlagen in praktischen Anwendungen.</li> <li>• Lernen und Arbeiten unter dem Einsatz von E-Learning Ressourcen.</li> </ul>					
<p><b>Literatur:</b> Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> keine</p>					
<p><b>Workload:</b> 28 h (Präsenz) + 122 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich</b> Steinhoff-Knopp; Institut für physische Geographie und Landschaftsökologie</p>					
<p><b>Lehrpersonen</b> Steinhoff-Knopp</p>					

Umweltbiologie und -chemie					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
5	2V + 2Ü	SoSe	P: Klausur / S: keine	P	2
<p><b>Qualifikationsziele:</b>  Im Modul Umweltbiologie und -chemie werden die für Ingenieure essentiellen naturwissenschaftlichen, wasserbezogenen Grundlagen vermittelt. Diese werden durch Beispielanwendungen der Chemie mit dem Arbeitsfeld des Bauingenieurs verknüpft, indem auf chemische Reaktionen im Bereich der Abwasserreinigung und in Baustoffen eingegangen wird (Stichwort Korrosion).</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Teilmoduls Umweltchemie können die Studierenden den Aufbau des Atommodells/ Periodensystems erläutern, chemische Reaktionsgleichungen aufstellen und Mengen- und Konzentrationen berechnen. Zudem können die Studierenden die Stoffkreisläufe aquatischer Systeme beschreiben. Das Teilgebiet Umweltbiologie vermittelt die biologischen und ökologischen Zusammenhänge zwischen Gewässergüte und Abwasserreinigung, so dass das Verständnis für die Verknüpfung der Vorgänge im natürlichen Gewässer mit denen in einer Kläranlage geschärft wird.</p> <p>Zur Veranschaulichung und vertieften Anwendung der gelehrteten Inhalte wird die Vorlesung von einem Praktikum begleitet. Nach erfolgreichem Abschluss des Teilmoduls Umweltbiologie können die Studierenden maßgebliche Organismengruppen, die für die Reinigungsprozesse verantwortlich sind, charakterisieren und unterscheiden. Ferner sind die Studierenden in der Lage, Verhältnisse und Prozesse im natürlichen Gewässer mit denen der Kläranlage darstellen und vergleichen. Im Rahmen des Praktikums lernen die Studierenden u. a., die Verfahrensschritte einer Kläranlage zu benennen und deren Funktionsweise zu erklären. Nach Absolvieren des Praktikums sind die Studierenden zudem in der Lage, die Gewässergüte über mikroskopische Untersuchungen zu bewerten und mittels Versuchen grundlegende Abwasser-/Wasserparameter zu bestimmen.</p>					
<p><b>Inhalt:</b>  Teilgebiet Umweltchemie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atome und Elemente, chemische Bindung und chemische Reaktionen</li> <li>• Wasser und seine Eigenschaften, pH-Wert, Säuren, Basen, Puffer</li> <li>• Elektrochemische Potentiale, Redoxpotential, Oxidation und Reduktion</li> <li>• Fällung, Flockung und weitere chemisch-physikalische Abwasserreinigungsverfahren</li> <li>• Beispielanwendungen Chemie</li> <li>• Chemisches Rechnen; Einfache Wasser- und Abwasseranalytik</li> </ul> <p>Teilgebiet Umweltbiologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematik und Morphologie der Organismen</li> <li>• Trophie und Saprobie</li> <li>• Biozönose und Ökosystem</li> <li>• Stoffkreisläufe- und Energiehaushalt</li> <li>• Grundlagen der biologischen Abwasserbehandlung</li> <li>• Stoffwechsel (Aerober und anaerober Stoffwechsel, Nitrifikation, Denitrifikation, biologische Phosphatelimination)</li> <li>• Abwasser- und Klärschlammanalytik: Untersuchungen zur Gewässergüte, Mikroskopie belebter Schlämme, Stickstoffgehalt und -abbauprozess</li> </ul>					



**Literatur:**

Mudrack, Kunst, *Biologie der Abwasserreinigung*, Spektrum Verlag, 2003

Mortimer, Chemie: *Das Basiswissen der Chemie*, Thieme Verlag, 2007

**Vorkenntnisse:** keine

**Workload:** 60 h (Präsenz) + 90 h (Selbststudium)

**Verantwortlich**

Nogueira, Regina; Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik

**Lehrpersonen**

Nogueira, Regina; Dörrié, Beatriz

## 5.5 Wahlpflichtbereich (26 LP)

### 5.5.1 Modulübersicht Wahlpflichtbereich Meteorologie

	Module	LP
WAHLBEREICH METEOROLOGIE UND PHYSIK	Biometeorologie	4
	Numerisches Praktikum zur Schadstoffausbreitung	3
	Numerisches Praktikum zur Wettervorhersage	3
	Synoptisch- und mesoskalige Meteorologie	7
	Wolkenphysik	4
	Mathematische Methoden der Physik	7
	Flugmeteorologie	5
	Experimentelle Strahlung	4
	Fernerkundung der Atmosphäre	8
	Treibhausgasaustauschprozesse	3
	Physikpraktikum für Umweltmeteorologie B	4
	Berufskundliches Praktikum	5
	Umweltdatenanalyse	6
	WAHLBEREICH ÜBERGREIFEND	Wasserbau und Küsteningenieurwesen
Bautechnik - Grundlagen der Baukonstruktion - CAD für Bauingenieure		5
Ökologie und Naturschutz		5
Naturschutz und Landschaftsplanung		5
Grundlagen der Verkehrs- Stadt- und Regionalplanung		6
Straßenbau und Straßenerhaltung		6
GIS B	8	

## 5.5.2 Wahlpflichtbereich Meteorologie

Biometeorologie					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
4	2V+1Ü	WiSe	P: keine / S: Übung	W	ab 5
<b>Qualifikationsziele:</b> Erweiterung der Fachkenntnis im Interaktionsfeld Mensch-Tier-Atmosphäre					
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Biometeorologie</li> <li>• Human-Biometeorologische Indizes</li> <li>• Thermischer Wirkungskomplex</li> <li>• Aktinischer Wirkungskomplex</li> <li>• Lufthygienischer Wirkungskomplex</li> <li>• Windkomfort</li> <li>• Biometeorologische Aspekte in der Nutztierhaltung</li> <li>• Innenraumklima</li> </ul>					
<b>Literatur:</b> Helbig et al.: <i>Stadtklima und Luftreinhaltung</i> , Springer Henninger & Weber: <i>Stadtklima</i> , UTB Oke et al: <i>Urban Climates</i> , Cambridge da Silva & Maia: <i>Principles of Animal Biometeorology</i> , Springer					
<b>Vorkenntnisse:</b> Einführung in die Meteorologie, Theoretische Meteorologie I+II					
<b>Workload:</b> 45h (Präsenz) + 75 h (Selbststudium)					
<b>Verantwortlich:</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie					
<b>Lehrpersonen:</b> N.N.					

Numerisches Praktikum zur Schadstoffausbreitung					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
3	2V + 2P + Ü	SoSe	P: keine / S: Praktikumsbericht	W	6
<p><b>Qualifikationsziele:</b> Das erlernte Wissen aus den Modulen Numerische Grenzschichtmeteorologie und Umweltmeteorologie wird in die konkrete Anwendung gebracht, in dem ein numerisches Lagrangesches Partikelmodell für die Schadstoffausbreitung in der Atmosphäre programmiert wird.</p>					
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmieren eines einfachen Gauß-Modells für die Schadstoffausbreitung</li> <li>• Schrittweiser Aufbau eines Lagrangeschen Partikelmodells</li> <li>• Validierung mit den Ergebnissen des Gauß-Modells</li> <li>• Anwendung des Partikelmodells in einer Straßenschlucht</li> </ul>					
<p><b>Literatur:</b>            Etling: Theoretische Meteorologie, Springer            Zenger: Atmosphärische Ausbreitungsmodellierung, Springer            Helbig et al.: Stadtklima und Luftreinhaltung, Springer</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> Numerische Grenzschichtmeteorologie, Umweltmeteorologie (Vorlesung Stadtklimatologie)</p>					
<p><b>Workload:</b> 60 h (Präsenz) + 30 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich</b>            Institut für Meteorologie und Klimatologie</p>					
<p><b>Lehrpersonen:</b> N.N.</p>					

Numerisches Praktikum zur Wettervorhersage					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
3	2V + 2P	WiSe	P: keine / S: Praktikumsbericht	W	5
<p><b>Qualifikationsziele:</b> Das erlernte Wissen aus den Modulen Theoretische Meteorologie, Computergesützte Numerik für Ingenieure und der Veranstaltung Programmieren in Fortran wird zur Anwendung gebracht, in dem ein numerisches Wettervorhersagemodell programmiert wird.</p>					
<p><b>Inhalt:</b>            Entwicklung und Programmierung eines einfachen zweidimensionalen barotropen Modells zur Prognose des Geopotentials der 500 hPa-Fläche mittels finiter Differenzen auf Basis der 2D-Vorticity-Gleichung sowie der Poisson-Gleichung für das Geopotential            Mit Hilfe des entwickelten Programms: Simulation von Rossby-Wellen, Haurwitz-Wellen, Durchführung einer Vorhersage für den Nordatlantik, Ausbreitung von Vulkanasche nach Vulkanausbruch</p>					
<p><b>Literatur:</b>            Etlings: Theoretische Meteorologie, Springer</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> Theoretische Meteorologie I, Programmieren in Fortran</p>					
<p><b>Workload:</b> 30 h (Präsenz) + 60 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich</b>            Institut für Meteorologie und Klimatologie</p>					
<p><b>Lehrpersonen</b>            NN</p>					

Synoptische Meteorologie					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
7	2V+2Ü	WiSe+SoSe	P: keine / S: Übung	W	4-6
<p><b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden erweitern ihre Kenntnisse hinsichtlich der synoptisch- und mesoskaligen Meteorologie und wenden diese zur Analyse des aktuellen Wettergeschehens mittels dem meteorologischen Arbeitsplatzsystems NinJo an.</p>					
<p><b>Inhalt</b></p> <p>1. Synoptisch- und Mesoskalige Meteorologie (2V)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planetare Wellen</li> <li>• Quasigeostrophisches Gleichungssystem</li> <li>• Omegagleichung, Hebungs-, Absinkprozesse</li> <li>• Barotrope-, Barokline Instabilität, Zyklogenese</li> <li>• Polarfront, Jetstream</li> <li>• Fronten und Frontalzonen, Querkirkulation, Q-Vektor</li> <li>• Kaltlufttropfen, Höhentiefs</li> </ul> <p>2. Übungen zur Synoptischen Meteorologie mit NinJo (2Ü)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung und Interpretation von Boden- und Höhenwetterkarten aus Modell- und Beobachtungsdaten</li> <li>• Erstellung und Interpretation von Vertikalschnitten aus Modelldaten</li> <li>• Frontenanalyse unter Verwendung von Boden- und Höhendaten aus numerischen Modellanalysen/-vorhersagen, sowie Satelliten-/Radarbildern</li> <li>• Auswertung thermodynamischer Diagramme mittels NinJo</li> <li>• Nowcasting und Wettervorhersage mit NinJo</li> </ul>					
<p><b>Literatur</b></p> <p>Bott: <i>Synoptische Meteorologie</i>, Springer            Etling: <i>Theoretische Meteorologie</i>, Springer</p>					
<p><b>Vorkenntnisse</b></p> <p>Einführung in die Meteorologie, Atmosphärische Dynamik</p>					
<p><b>Workload:</b> 60 h (Präsenz) + 150 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich</b></p> <p>Institut für Meteorologie und Klimatologie</p>					
<p><b>Lehrpersonen</b></p> <p>Gryschka, Micha, NN</p>					


Wolkenphysik					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
4	2V+1Ü	SoSe	P: keine / S: Übung	W	ab 4
<b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden haben vertiefte physikalische Kenntnisse in Wolkenphysik und können diese an Beispielen sowohl mittels theoretischer als auch mit Programmieraufgaben selber anwenden.					
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sättigungsdampfdruck über gekrümmten Oberflächen und über Lösung, Köhlerkurve</li> <li>• Aktivierung von Tropfen</li> <li>• Eigenschaften einzelner Tropfen, Diffusionswachstum, Fallgeschwindigkeiten</li> <li>• Partikelpopulationen</li> <li>• Kollision und Koaleszenz</li> <li>• Warme Wolken und die Entwicklung von Regen</li> <li>• Atmosphärisches Eis</li> <li>• Aerosole</li> <li>• Wolkenphysik-Modelle</li> <li>• Wolkendynamik</li> </ul>					
<b>Literatur:</b> Pruppacher & Klett: <i>Microphysics of Clouds and Precipitation</i> , Springer					
<b>Vorkenntnisse:</b> Einführung in die Meteorologie, Theoretische Meteorologie I					
<b>Workload:</b> 45 h (Präsenz) + 75 h (Selbststudium)					
<b>Verantwortlich</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie					
<b>Lehrpersonen</b> Gryschka, Micha					

Mathematische Methoden der Physik					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
7	3V + 2Ü	WiSe+SoSe	P: keine / S: Klausur	W	1-6
<p><b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden kennen die mathematischen Größen zur Beschreibung physikalischer Theorien. Sie sind in der Lage einfache physikalische Problemstellungen mathematisch zu formulieren und mit analytischen Verfahren sowie numerischen, computergestützten Verfahren zu lösen.</p>					
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschleunigte Koordinatensysteme: Scheinkräfte, Kinematik des starren Körpers</li> <li>• Vektoren: Skalar- und Kreuzprodukt, IndexSchreibweise, Determinanten</li> <li>• Raumkurven: Differenzieren, Kettenregel, Gradient, Frenet-Formeln</li> <li>• gewöhnliche Differentialgleichungen: Lösungsverfahren</li> <li>• Newtonsche Mechanik eines Massenpunkts, Systeme von Massenpunkten</li> <li>• Tensoren: Matrizen, Drehungen, Hauptachsentransformation, Trägheitstensor</li> <li>• harmonische Schwingungen: Normalkoordinaten, Resonanz</li> <li>• Funktionen: Umkehrfunktion, Potenzreihen, Taylorreihe, komplexe Zahlen</li> <li>• Integration: ein- und mehrdimensional, Kurven- und Oberflächenintegrale</li> <li>• eindimensionale Bewegung: Lösung mit Energiesatz</li> <li>• krummlinige Koordinaten: Integrationsmaß, Substitution, Delta-Distribution</li> <li>• Programmierung einfacher numerischer Verfahren zur Lösung und Visualisierung physikalischer Probleme</li> </ul>					
<p><b>Literatur:</b> Feynman, Lectures on Physics, Band 1+2, Addison-Wesley Verlag Großmann, Mathematischer Einführungskurs für die Physik, Teubner 2000 Nolting, Grundkurs Theoretische Physik 1 - Klassische Mechanik, Springer</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> keine</p>					
<p><b>Workload:</b> 75h (Präsenz) + 135h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich:</b> Santos, Luis; Institut für Theoretische Physik</p>					
<p><b>Lehrpersonen</b> Santos, Luis</p>					



Flugmeteorologie					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
5	2V+1Ü	SoSe	S: Präsentation (Vortrag und Prüfungsgespräch) / P: keine	W	3
<p><b>Qualifikationsziele:</b>  In der Vorlesung werden Grundlagen im interdisziplinären Bereich der Flugmeteorologie vermittelt und den Studierenden ein Verständnis in aktuelle Forschungen gegeben.  Die Studierenden können den Einfluss vom Wettergeschehen auf den Flugverkehr erläutern und Gefahren anhand von Wetterkarten illustrieren. Sie sind in der Lage, aktuelle Meldungen zum Thema Wetter und Klima kritisch zu beurteilen. Die Studierenden sind des Weiteren in der Lage, Verfahren und Programme zur Analyse von hochaufgelösten Datensätzen der realen Atmosphäre anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage, zusammen mit Studierenden anderer Fachrichtungen eigene Fragestellungen aus aktuellen Forschungsgebieten zu bearbeiten. Die Studierenden können ihre Arbeiten standortübergreifend mit Hilfe moderner Kommunikationstechniken durchführen.</p>					
<p><b>Inhalt:</b>  Die behandelten Themen umfassen u.A.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vereisung</li> <li>• Gewitter</li> <li>• Turbulenz</li> <li>• Flugunfälle und Meteorologie</li> <li>• Flugverkehr und Klimaänderung</li> <li>• Flugzeuggetragene Atmosphärenforschung</li> <li>• Pilotenausbildung und Meteorologie</li> <li>• Polarflug</li> </ul>					
<p><b>Literatur</b>  Klose, B. Meteorologie Eine interdisziplinäre Einführung in die Physik der Atmosphäre, Springer Verlag, Berlin, 2008;  ISBN 978-3-540-71308-1</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> Einführung in Meteorologie, Theoretische Meteorologie I+II</p>					
<p><b>Workload:</b> 150 h (Präsenzzeit 42 h, Selbststudium 108 h)</p>					
<p><b>Verantwortlich:</b> Lampert, Astrid (TU Braunschweig)</p>					
<p><b>Lehrpersonen:</b> Lampert, Astrid</p>					

Experimentelle Strahlung					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
4	2V + 1Ü	SoSe	P: - / S: Übung	W	4-6
<b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden haben kennen physikalische und meteorologische Experimente im Bereich der solaren Strahlung und können diese selbst durchführen. Die Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.					
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie werden strahlungsphysikalische Größen gemessen?</li> <li>• Anforderungen an Messgeräte zur Bestimmung der Wirkung der Strahlung (vom UV bis zum NIR) auf Menschen, Tiere und Pflanzen</li> <li>• Grundlagen der Lichttechnik</li> <li>• Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung</li> <li>• Interpretation von Messergebnissen</li> <li>• Messtechnische Erfassung spektraler Strahlungsgrößen</li> <li>• Solarenergieanwendungen</li> <li>• Sonnensimulatoren</li> </ul>					
<b>Literatur:</b> Seckmeyer, <i>Skript zur Vorlesung Strahlung</i> Bergmann-Schäfer, Band 3 <i>Optik</i> , Gruyter DIN5031, Strahlungsphysik im optischen Bereich					
<b>Vorkenntnisse:</b> Einführung in die Meteorologie, Grundlagen atmosphärischer Strahlung					
<b>Workload:</b> 45 h (Pflicht) + 75 h (Selbststudium)					
<b>Verantwortlich</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie					
<b>Lehrpersonen</b> Seckmeyer, Gunther					

Fernerkundung der Atmosphäre					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
8	4V + 2Ü	SoSe + WiSe	P: - / S: 2Ü	W	3-6
<b>Qualifikationsziele:</b>					
<b>Inhalt:</b>					
Teil I					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen für Messungen von Satelliten und deren Anwendung zur Erfassung von atmosphärischen Prozessen</li> <li>• Fernerkundungsverfahren mit Satelliteninstrumenten. Ableitung von Temperatur, Wolken und Spurengasmessungen mit Fernerkundungsinstrumenten vom Satelliten und vom Boden.</li> <li>• Ableitung von Strahlungsmessungen aus Satellitendaten</li> </ul>					
Teil II					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Beitrag bodengebundener und satellitengestützter Fernerkundungsverfahren zu aktuellen Forschungsthemen zu Klima, Wetter und globaler Wandel.</li> <li>• Darstellung der Methoden und deren Ergebnisse</li> </ul>					
<b>Literatur:</b>					
 Kidder and Vonder Haar: <i>Satellite Meteorology: An Introduction</i> , Academic Press					
<b>Vorkenntnisse:</b>					
Einführung in die Meteorologie Modul Strahlung					
<b>Workload:</b> 90 h (Pflicht) + 150 h (Selbststudium)					
<b>Verantwortlich</b>					
Institut für Meteorologie und Klimatologie					
<b>Lehrpersonen</b>					
Melsheimer, Christian (Universität Bremen)					

Treibhausgasaustauschprozesse					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
3		WiSe	P: keine / S: Bericht	W	5
<b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden erlangen ein grundlegendes Verständnis von Treibhausgasaustauschprozessen und der Quantifizierung insbesondere von Kohlenstoffflüssen zwischen Ökosystemen und Atmosphäre. Die Studierenden lernen CO <sub>2</sub> - und CH <sub>4</sub> -sensorspezifische QA/QC Aspekte und Korrekturmethode kennen und werden in die Lage versetzt, Daten mit den gängigen Ansätzen auszuwerten und zu präsentieren.					
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relevante Ökosystemprozesse im Zusammenhang mit CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub> Austauschprozessen</li> <li>• Mikrometeorologische Messtechnik, Datenauswertung und Präsentation</li> <li>• Gassensor-spezifische QA/QC Aspekte</li> <li>• Bestimmung von Treibhausgasbilanzen</li> <li>• Räumliche und zeitliche Variabilität</li> <li>• Fallbeispiele aus Mooren der mittleren und hohen Breiten / Permafrostlandschaften</li> </ul>					
<b>Literatur</b> Foken, T., 2016. Angewandte Meteorologie - Mikrometeorologische Methoden. Springer, Berlin, Heidelberg, 394 pp.					
<b>Vorkenntnisse:</b> Grenzschichtmeteorologie, Experimentelle Grenzschichtmeteorologie I					
<b>Workload:</b>					
<b>Verantwortlich:</b> Sachs, Torsten (TU Braunschweig)					
<b>Lehrpersonen:</b> Sachs, Torsten					

Physikpraktikum für Umweltmeteorologie B					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
4	4 P		P: keine / S: Essay (Praktikum)	W	3-6
<b>Qualifikationsziele:</b> Ergänzung des Physikpraktikums für Umweltmeteorologie A durch weitere Praktikumsversuche.					
<b>Inhalt:</b> Aus einer Auswahl von 20 Versuchen bearbeiten die Studierenden in Zweiergruppen 7 Versuche. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• experimentieren zu den Bereichen Mechanik, Optik, Wärme- und E-Lehre, Radioaktivität;</li> <li>• werten die Rohdaten aus den Experimenten quantitativ aus</li> <li>• bewerten Ihre Ergebnisse kritisch lernen mit Apparaturen, Messinstrumente, Netzgeräte, Sensoren umzugehen.</li> </ul>					
<b>Literatur:</b> Giancoli: <i>Physik</i> Tipler: <i>Physik für Wissenschaftler und Ingenieure</i> Metzler: <i>Physik</i> Hering, Martin, Stohrer: <i>Physik für Ingenieure</i> Meschede, Gerthsen: <i>Physik</i>					
<b>Vorkenntnisse:</b> keine					
<b>Workload:</b> 60 h (Präsenz) + 60 h (Selbststudium)					
<b>Verantwortlich:</b> Otto, Markus; Weber, Kim-Allesandro; Physik-Institute					
<b>Lehrpersonen:</b> Otto, Markus; Weber, Kim-Allesandro					

Berufskundliches Praktikum					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
5	5 P	SoSe+WiSe	P: keine / S: Praktikum mit Bericht	W	3-6
<b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden lernen die umweltmeteorologische Berufswelt in Bezug zu ihren eigenen Berufs- und Studienvorstellungen kennen.					
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens vierwöchige praktische Tätigkeit an Arbeitsplatz in Forschung, Behörden oder Industrie mit umweltmeteorologischem Bezug unter individueller Betreuung</li> </ul>					
<b>Literatur:</b> -					
<b>Vorkenntnisse:</b> Einführung in die Meteorologie, Klimatologie					
<b>Workload:</b> 150 h (Selbststudium)					
<b>Verantwortlich:</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie					
<b>Lehrpersonen:</b> -					

Fernerkundung					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
5	2V + 2Ü	SoSe	P: keine / S: Übung	W	6
<p><b>Qualifikationsziele:</b>  In diesem Modul wird ein Überblick über die wichtigsten Grundlagen und Anwendungen der Fernerkundung vermittelt. Neben physikalischen Grundlagen der Fernerkundung werden existierende Systeme vorgestellt, bevor auf Auswertestrategien eingegangen wird. Nach erfolgreichem Abschluss der LV haben die Studierenden die zentralen methodischen Ansätze verstanden und beherrschen die verwendeten Techniken exemplarisch. Durch selbständiges Vorbereiten und Durchführen der Übungen entwickeln sie relevante Lernstrategien und stärken ihre Präsentationsfähigkeiten.</p>					
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen: elektromagnetisches Spektrum, Interaktion von EM-Wellen und Materie, Grenzen der Auflösung, digitale Bilder</li> <li>• Sensorik: multispektrale Satellitensensoren, Hyperspektralsensoren, flugzeuggetragenes Laserscanning, Radar mit synthetischer Apertur</li> <li>• Auswertung: Ableitung thematischer Karten: Klassifikation der Landbedeckung mittels Methoden der Mustererkennung</li> <li>• Ableitung von Höhenmodellen insbesondere aus Laser- und Radardaten</li> </ul>					
<p><b>Literatur:</b>  J. Albertz: Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> keine</p>					
<p><b>Workload:</b> 56 h (Präsenz) + 94 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich</b>  Heipke, Christian</p>					
<p><b>Lehrpersonen</b>  Heipke, Christian</p>					

### 5.5.3 Wahlpflichtbereich Ingenieurwissenschaften, Umwelt- und Naturwissenschaften

Umweltdatenanalyse					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
6	2V + 2Ü	SoSe	P: keine / S: Laborübung	W	4
<p><b>Qualifikationsziele:</b>            In diesem Modul lernen die Studierenden, wie wichtige Umweltdaten aus dem Bereich des Wasserwesens in der Natur gewonnen werden. Es vermittelt außerdem die Fähigkeit, grundlegende statistischen Methoden der Analyse von Umweltdaten zu verstehen und anzuwenden. Das Modul bildet eine Basis für weiterführende Studieninhalte des Wasserwesens und entsprechende Masterstudiengänge.            Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geeignete statistische Verfahren zur Datenauswertung auswählen;</li> <li>• grundlegende statistische Analysen durchführen und deren Ergebnisse richtig interpretieren;</li> <li>• Methoden zur Gewinnung von meteorologischen, hydrologischen, hydraulischen und Wassergütedaten darlegen und die damit verbundenen Probleme einschätzen</li> </ul>					
<p><b>Inhalt:</b>            Teil A – Statistik</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Einführung</li> <li>2 Datenprüfung, Konsistenz, Homogenität</li> <li>3 Deskriptive Statistik, Häufigkeitsanalysen</li> <li>4 Wahrscheinlichkeitsrechnung</li> <li>5 Stetige Verteilungen</li> <li>6 Diskrete Verteilungen</li> <li>7 Statistische Prüfverfahren</li> <li>8 Zusammenhangsanalysen</li> <li>9 Zeitreihenanalyse und -synthese</li> </ol> <p>Teil B – Messpraktika/ Laborübungen:            Es werden exemplarisch Messungen von Umweltdaten im Feld und dabei auftretende Probleme vorgestellt. Die Studierenden nehmen an zwei der angebotenen vier Praktika teil und führen die zwei dazugehörigen Hausarbeiten durch. Die Studierenden können zur Auswahl der Praktika Präferenzen angeben, die finale Gruppeneinteilung erfolgt jedoch durch die Dozierenden.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Meteorologische Messungen und statistische Auswertung von Klimavariablen ( Institut für Meteorologie und Klimatologie, LUH)</li> <li>2 Abflussmessung und statistische Aufstellung der W-Q-Beziehung (Ludwig Franzius Institut, LUH)</li> <li>3 Pumpversuch und Zeitreihenanalyse von GW-Standsmessungen (Institut für Strömungsmechanik und Umweltphysik, LUH)</li> <li>4 Messung von Wassergüteparametern und deren Auswertung in Zusammenhang mit Klimavariablen (Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfall, LUH)</li> </ol>					
<p><b>Literatur:</b>            Hartung, J. u. a., 2002: <i>Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik</i>. 13. Aufl. Oldenbourg Verlag, München.            Schönwiese, 2013: <i>Praktische Statistik für Meteorologen und Geowissenschaftler</i>. 5. Aufl.,</p>					



Borntraeger

**Vorkenntnisse:** Stochastik für Ingenieure, Grundlagen der Hydrologie und Wasserwirtschaft, (Strömungsmechanik, Strömung in Hydrosystemen)

**Workload:** 45 h (Präsenz) + 135 h (Selbststudium) 180 h

**Verantwortlich**

Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft, LUH

Wasserbau und Küsteningenieurwesen					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
6	2V + 2Ü	WiSe	P: keine / S: Klausur	W	5-6
<p><b>Qualifikationsziele:</b>  Das Modul vertieft die bereits erworbenen Kenntnisse zur Gerinneströmung und vermittelt anwendungsorientierte Aspekte zum Flussausbau und zur Schifffahrt. Des Weiteren führt das Modul in die Grundlagen der Wellentheorie, der Seegangsanalyse und dem Hochwasserschutz ein.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das Abflussgeschehen in einem Fluss analysieren und berechnen;</li> <li>• Sedimentbewegungen erläutern und bewerten;</li> <li>• Stau- und Wehranlagen wasserwirtschaftlich und energiewasserbaulich beschreiben und bemessen;</li> <li>• Wasserstraßen in Deutschland klassifizieren und einordnen;</li> <li>• einfache Berechnungsmodelle zum dynamischen Fahrverhalten von Schiffen anwenden;</li> <li>• die Entstehung von Gezeiten und dessen Formen erklären;</li> <li>• Wellen nach der Theorie erster Ordnung beschreiben und Seegangsverhältnisse beschreiben;</li> <li>• Kräfteinwirkungen auf Küstenschutzbauwerke beschreiben und für einfache Randbedingungen berechnen.</li> </ul>					
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flussregulierung</li> <li>• Hydrographie</li> <li>• Abflussberechnung</li> <li>• Sedimenttransport</li> <li>• Stauanlagen</li> <li>• Talsperren</li> <li>• Schiffe und Schifffahrt auf Wasserstraßen</li> <li>• Gezeiten, Seegang und Wellen</li> <li>• System- und Risikoanalyse zur Sicherung von Küsten</li> <li>• Hochwasserschutz an Küsten</li> </ul>					
<p><b>Literatur:</b>  EAK 2002: Empfehlungen für die Ausführung von Küstenschutzbauwerken, Die Küste, 65, 2002</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> Mathematik für Ingenieure I+II, Strömungsmechanik</p>					
<p><b>Workload:</b> 120 h (Präsenz) + 240 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich</b>  Neuweiler, Insa; Institut für Strömungsmechanik und Umweltphysik  Schlurmann, Torsten; Ludwig-Franzius-Institut</p>					
<p><b>Lehrpersonen</b>  Neuweiler, Insa; Paul, Meike  Schlurmann, Torstem; Visscher, Jan</p>					

Bautechnik					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
5	2V + 2Ü	SoSe+WiSe	P: keine / S: Hausarbeit (Teil 1), Hausübung (Teil 2)	W	2-6

#### Qualifikationsziele:

Teil I: Das Modul vermittelt grundlegendes Wissen über die beim Planen von Hochbauten notwendigen Verknüpfungen von Entwurf und Baukonstruktion. Das Modul dient dem Überblick grundlegender Zusammenhänge der Konstruktionssysteme aus Tragwerk, Gebäudehülle und Technischer Ausbau, ihrer inneren konstruktiven und materialbedingten Zusammenhänge sowie äußerer Bedingungen aus Nutzung Gestalt und Umfeld. Das Modul vertieft am Beispiel des Massivbaus spezifische Aspekte der konstruktiven Betrachtungen im Planungsprozess, damit eine allen Forderungen gerecht werdenden Einheit von Gestalt, Konstruktion und Nutzung herbeigeführt werden kann.

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- bautechnische Kriterien und Kennwerte verstehen und anwenden
- Konstruktionen und Bauteile hinsichtlich bautechnischer, ökologischer und ökonomischen Regeln auslegen
- Konstruktionen material- und werkgerecht erstellen
- Bauteilübergänge und Bauteilanschlüsse sinnvoll fügen
- Konstruktionen hinsichtlich ihrer räumlichen Milieubildung und ihrer ästhetischer Qualität einordnen

Teil II: Das Modul vermittelt grundlegendes Wissen über die theoretischen Grundlagen der Darstellung in Pläne. Weiterhin fördert dieser Kurs die mentalen und grafischen Fähigkeiten (Raumdenken + Bildkompetenz). Eine besondere Rolle spielt hierbei die Darstellende Geometrie mit ihren grundlegenden Begriffen und Konstruktionsverfahren zu Raumgeometrie und Abbildungsgeometrie. Die zeichnerische Bearbeitung praktischer Übungen ermöglicht gleichzeitig einen intensiven Einstieg in operativ-räumliches Denken. Ergänzt wird der Kurs mit der Einführung in ein Programmsystem zur Umsetzung von zeichnerischen Darstellungen (Nemetschek ALLPLAN).

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden

- Normen, Konventionen und Techniken zum Zeichnen von Plänen und Darstellungen darstellen;
- Grundbegriffe der Geometrie der Ebene und des Raumes erläutern;
- Abbildungsverfahren anwenden;
- Technische und anschauliche Darstellung eines Gebäudes erzeugen.

#### Inhalt

##### 1. Grundlagen der Baukonstruktion (3 LP)

Am Beispiel des Massivbaus werden bearbeitet:

- Gründung und Fundamente
- Außen- und Innenwandaufbauten
- Deckenaufbauten
- Flachdachkonstruktionen

##### 2. CAD für Bauingenieurwesen (2 LP)

- Arten und Inhalte von Bauzeichnungen
- Projektionsarten und Grundregeln für die Darstellung von Bauzeichnungen
- Planinhalte und Plankopfdarstellung
- Darstellung von Bauteilen (Treppen, Fenster, Wände, Bewehrung)
- Bereich CAD Anwendung (Nemetschek ALLPLAN):
  - Installation und Umgang mit Allplan
  - 2D und 3D Zeichnen mit Allplan
  - Erstellung von Bewehrungsplänen
  - Planlayout und Ausgabe von Plänen (Plotten, Drucken)

**Literatur:**

Andrea Deplazes: "Architektur konstruieren vom Rohmaterial zum Bauwerk", Birkhäuser Verlag

Moritz Hauschild: "Konstruieren im Raum, Baukonstruktionslehre"

Walter Belz: "Zusammenhänge, Bemerkungen zur Baukonstruktion, Rudolf Müller Verlag Mauerwerk Atlas,

Lückmann: Baudetails Hochbau, WEKA-Verlag

**Vorkenntnisse:** keine

**Workload:** 60 (Präsenz) + 90 (Selbststudium)

**Verantwortlich**

Schumacher, Michael; Institut für Entwerfen und Konstruieren

Fouad, Nabil A.; Institut für Bauphysik

**Lehrpersonen**

Vogt, Michael-Marcus

Fouad, Nabil A.

Naturschutz und Landschaftsplanung Teil 1: Ökologie und Naturschutz					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
5	2 V + 1 Ü	WiSe	P: Klausur (45min) / S: keine	W	3-6
<p><b>Qualifikationsziele:</b>            Kenntnis der naturschutzrelevanten Lebensräume in Mitteleuropa und Beherrschung der grundlegenden Analyse- und Bewertungsmethoden in Naturschutz und Landschaftsplanung. Beispielsweise Kartierung von Biotoptypen, Erfassung und Bewertung von Landschaftsfunktionen (Landschaftsbild, Arten- und Biotopfunktion, Bodenfunktionen, Klima, usw.). Kritische Einordnung der Aussagefähigkeit der Ergebnisse.</p>					
<p><b>Inhalt:</b>            Vorlesung „Ökologie und Naturschutz“            Vorlesungsbegleitende Übungen zur Unterstützung des Selbststudiums</p> <p>Begriffs-, System- und Methodenwissen zur Konkretisierung von Zielen und Bewältigung der Aufgaben von Landschaftspflege (Landschaftsentwicklung) und Naturschutz: Vermittlung von grundlegendem Fachwissen zu den Biotoptypen Mitteleuropas (Eigenschaften, Standortbedingungen, Verbreitung und Nutzung, Gefährdungsursachen und Maßnahmen zu Schutz, Pflege und Entwicklung) und komplexen landschaftsökologischen Systemen, Wertgrundlagen des Natur- und Umweltschutzes, grundlegende Erfassungs- und Bewertungsmethoden für die Kartierung von Biotoptypen, Erfassung und Bewertung von Landschaftsfunktionen (Wasser, Landschaftsbild, Boden, Klima, Arten, Biotope), Einschätzung von Beeinträchtigungen, Theorien und Methoden der Entwicklung von Zielen und Maßnahmen zur Erhaltung, Sanierung und Entwicklung der Landschaftsfunktionen.</p>					
<p><b>Literatur</b>            V. Haaren, C. (Hrsg.), 2004: Landschaftsplanung. 527 S., Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.            Ellenberg, H. &amp; C. Leuschner, 2010: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 6. Auflage. Stuttgart: UTB.            Blab, J., 1993: Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. 479 S., Greven (Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz 24).</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> keine</p>					
<p><b>Workload:</b> 50 h (Präsenz) + 100 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich</b>            Institut für Umweltplanung (LUH)</p>					
<p><b>Lehrpersonen</b>            van Haaren, Christina; Reich, Michael;</p>					

Naturschutz und Landschaftsplanung Teil 2: Naturschutz und Landschaftsplanung					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
5	2 V + 1 Ü	SoSe	P: Klausur (60min)/ S: keine	W	3-6
<p><b>Qualifikationsziele:</b>            Kenntnis der naturschutzrelevanten Lebensräume in Mitteleuropa und Beherrschung der grundlegenden Analyse- und Bewertungsmethoden in Naturschutz und Landschaftsplanung. Beispielsweise Kartierung von Biotoptypen, Erfassung und Bewertung von Landschaftsfunktionen (Landschaftsbild, Arten- und Biotopfunktion, Bodenfunktionen, Klima, usw.). Kritische Einordnung der Aussagefähigkeit der Ergebnisse.</p>					
<p><b>Inhalt:</b>            Vorlesung „Naturschutz und Landschaftsplanung“            Vorlesungsbegleitende Übungen zur Unterstützung des Selbststudiums</p> <p>Begriffs-, System- und Methodenwissen zur Konkretisierung von Zielen und Bewältigung der Aufgaben von Landschaftspflege (Landschaftsentwicklung) und Naturschutz: Vermittlung von grundlegendem Fachwissen zu den Biotoptypen Mitteleuropas (Eigenschaften, Standortbedingungen, Verbreitung und Nutzung, Gefährdungsursachen und Maßnahmen zu Schutz, Pflege und Entwicklung) und komplexen landschaftsökologischen Systemen, Wertgrundlagen des Natur- und Umweltschutzes, grundlegende Erfassungs- und Bewertungsmethoden für die Kartierung von Biotoptypen, Erfassung und Bewertung von Landschaftsfunktionen (Wasser, Landschaftsbild, Boden, Klima, Arten, Biotope), Einschätzung von Beeinträchtigungen, Theorien und Methoden der Entwicklung von Zielen und Maßnahmen zur Erhaltung, Sanierung und Entwicklung der Landschaftsfunktionen.</p>					
<p><b>Literatur</b>            V. Haaren, C. (Hrsg.), 2004: Landschaftsplanung. 527 S., Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.            Ellenberg, H. &amp; C. Leuschner, 2010: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 6. Auflage. Stuttgart: UTB.            Blab, J., 1993: Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. 479 S., Greven (Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz 24).</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> keine</p>					
<p><b>Workload:</b> 100 h (Präsenz) + 200 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich</b>            Institut für Umweltplanung (LUH)</p>					
<p><b>Lehrpersonen</b>            Reich, Michael</p>					

Grundlagen der Verkehrs-, Stadt- und Regionalplanung					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
6	3V + 1Ü	WiSe	P: keine / S: Klausur	W	3-6
<p><b>Qualifikationsziele:</b></p> <p><b>Grundlagen der Verkehrsplanung (1V+1Ü):</b>  Die Studierenden kennen die methodischen Grundlagen der Verkehrsplanung und den Planungsablauf in der Verkehrsplanung von der ersten Idee bis zur Realisierung. Darauf aufbauend werden die Definition von Zielen im Verkehrsplanungsprozess, verschiedene Erhebungs- und Analysemethoden und das Vorgehen bei der Maßnahmenentwicklung vorgestellt. Ergänzend werden die Grundzüge des Entwurfs und der Bemessung von Straßenverkehrsanlagen innerorts und außerorts vorgestellt. In der Übung werden die vermittelten Kenntnisse anhand konkreter Beispiele aus der Praxis vertieft.</p> <p><b>Grundlagen der Stadt- und Regionalplanung (2V):</b>  Die Studierenden erhalten eine Einführung in die gesetzlichen und methodischen Grundlagen der räumlichen Planung. Die Vorlesung behandelt das Planungssystem in Deutschland, das die Festlegung der Flächennutzungen bzw. Bauvorhaben auf den verschiedenen Planungsebenen bis zur Baugenehmigung umfasst. Hierzu werden entsprechende Grundlagen und Vorgehensweisen zur Steuerung der Siedlungsentwicklung durch die Raumordnung, die Landes- und Regionalplanung, die Infrastruktur- und Fachplanungen sowie insbesondere durch die kommunale Bauleitplanung vermittelt. Die Studierenden lernen wichtige Strukturelemente des Siedlungsgefüges sowie deren Flächenansprüche kennen – insbesondere für Infrastruktur-, Freiraum- sowie Gewerbe- und Wohnnutzungen. Die Studierenden sind in der Lage, räumliche Planungsprozesse als Voraussetzung für Bauvorhaben einzuschätzen und kennen hierzu die Grundlagen und Verfahren. Die Vorlesungsinhalte werden möglichst an Beispielen aus der Planungspraxis veranschaulicht.</p>					
<p><b>Inhalt:</b></p> <p>1. Grundlagen der Verkehrsplanung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen und Arbeitsbereiche der Verkehrsplanung</li> <li>• Planungsmethodik und Planungsprozess</li> <li>• Analysemethoden</li> <li>• Maßnahmenentwicklung und -bewertung</li> <li>• Entwurf und Bemessung von Verkehrsanlagen</li> </ul> <p>2. Grundlagen der Stadt- und Regionalplanung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der räumlichen Planung, aktuelle Planungsfragen</li> <li>• Steuerung der Flächennutzung auf überörtlicher Ebene (Raumordnung, Landes- und Regionalplanung)</li> <li>• Steuerung von Bauvorhaben auf örtlicher Ebene (Bebauungsplanung und Baugenehmigung)</li> <li>• Fachplanung und Planfeststellung für Infrastrukturprojekte, Umweltplanung</li> <li>• Planungsmethodik und Planungsverfahren einschl. Öffentlichkeitsbeteiligung</li> <li>• Wirkungs-, Bewertungs- und Entscheidungsmodelle</li> </ul>					
<p><b>Literatur:</b>  Literaturempfehlungen werden in der Lehrveranstaltung angegeben</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> keine</p>					
<p><b>Workload:</b> 72 h (Präsenz) + 108 h (Selbststudium)</p>					

**Verantwortlich:**  
Geodätisches Institut (LUH)

**Lehrpersonen:**  
Voß, Winrich; Seebo, Daniel; Bannert, Jörn



Straßenbau und Straßenerhaltung					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
6	2V + 2Ü	SoSe	P: keine / S: Klausur	W	3-6
<b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden kennen die konstruktiven und technologischen Grundlagen sowie die Baustoffe des Straßenbaus. Sie können den Zustand einer Straße erfassen, Schadensanalysen durchführen und entsprechende Erhaltungsstrategien entwickeln.					
<b>Inhalt:</b> Straßenbau und Straßenerhaltung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Straßenbaus</li> <li>• Baustoffe im Asphaltstraßenbau</li> <li>• Konstruktion und Bemessung im Straßenbau</li> <li>• Bauliche Erhaltung von Straßen</li> <li>• Qualitätssicherung</li> <li>• Bearbeitung von Fallbeispielen aus der Praxis</li> </ul>					
<b>Literatur:</b> Literaturempfehlungen werden in der Lehrveranstaltung angegeben					
<b>Vorkenntnisse:</b> keine					
<b>Workload:</b> 60h (Präsenz) + 120 h (Selbststudium)					
<b>Verantwortlich:</b> Hase, Manfred; HNL-Ing					
<b>Lehrpersonen:</b> Hase, Manfred; HNL-Ing					

GIS B					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
8	4Ü	WiSe+SoSe	P: Klausur (60min) oder Übung (Teil I), Klausur (60min) oder Übung (Teil II) / S: je eine Studienleistung in Teil I und II	W	3-6
<p><b>Qualifikationsziele:</b> Vertiefung bereits bestehender Grundkenntnisse in der Anwendung Geographischer Informationssysteme (v.a. ArcGIS) im Rahmen einer praxisorientierten Ausbildung. In den aufeinander aufbauenden Lernmodulen (GIS B.1 und GIS B.2) erwerben die Studierenden fundierte theoretische und praktische Kenntnisse auf dem Gebiet der vektor- und rasterbasierten Geodatenverarbeitung und in der eigenständigen Anwendung komplexer GIS-Methoden. Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefte Grundkenntnisse in der Anwendung Geographischer Informationssysteme praxisorientiert umzusetzen.</li> <li>• Theoretische Grundlagen mit praxisnahen Übungsbeispielen zu verknüpfen.</li> <li>• Einsatzmöglichkeiten Geographischer Informationssysteme in der räumlichen Analyse und Planung zu beherrschen und diese zielorientiert einzusetzen.</li> <li>• Eigenständig und kreativ komplexe GIS-Methoden im Rahmen unterschiedlicher raumbezogener Fragestellungen in Forschung und Planung anzuwenden.</li> </ul>					
<p><b>Inhalt:</b> Übung GIS B Teil 1 (Blended Learning): Räumliche Analyse und Bearbeitung von Vektordaten (2 SWS) Übung GIS B Teil 2 (Blended Learning): Rasterdatenverarbeitung und Rasteranalyse (2 SWS)</p> <p>1. Übung GIS B.1 Vektor- und Geodatenbankformate, Datenkonvertierung, Geodatenverarbeitung (Geoprocessing), Koordinatensysteme, Projektion und Transformation, Digitalisierung, Erfassung von Geodaten mit GPS, Arbeiten mit Attributtabelle, räumliche Bilanzierungen, wissenschaftliches Kartenlayout, Kennenlernen von Q GIS, Skripting in GIS.</p> <p>2. Übung GIS B.2 Rasterdatenmodelle, Rasterdatenverarbeitung, digitale Höhenmodelle, digitale Reliefanalyse, hydrologische und landschaftsökologische Modellierungen, ModelBuilder, Zonal &amp; Focal Statistics, Einführung in SAGA.</p> <p>Überfachliche Inhalte des Moduls sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umsetzung theoretischer Grundlagen in praktischen Anwendungen.</li> <li>• Lernen und Arbeiten unter dem Einsatz von E-Learning Ressourcen.</li> </ul>					
<b>Literatur:</b> Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben					
<b>Vorkenntnisse:</b> GIS für Geo- und Landschaftswissenschaften					
<b>Workload:</b> 48 h (Präsenz) + 192 h (Selbststudium)					
<b>Verantwortlich:</b> Steinhoff-Knopp; Institut für physische Geographie und Landschaftsökologie					
<b>Lehrpersonen:</b> NN					

#### 5.5.4 Wahlpflichtbereich Schlüsselkompetenzen

Schlüsselkompetenzen					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
0-5	-	WiSe+SoSe	Gemäß gewählter Lehrveranstaltung	W	3-6
<b>Qualifikationsziele:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können wissenschaftliche Texte verfassen und beherrschen die Grundlagen korrekten Zitierens und Belegen.</li> <li>• Sie erlernen und beherrschen exemplarisch Schlüsselkompetenzen auf dem Gebiet der gewählten Lehrveranstaltung</li> </ul>					
<b>Inhalt:</b> Lehrveranstaltungen aus dem Angebot des Fachsprachenzentrums oder des Zentrums für Schlüsselkompetenzen und entsprechend ausgewiesenen Angeboten der Fakultäten sowie Computerkurse aus dem Angebot des Rechenzentrums.					
<b>Literatur:</b> Wird in der Lehrveranstaltung angegeben					
<b>Vorkenntnisse:</b> keine					
<b>Workload:</b> 0-150 h (Präsenz- und Selbststudium)					
<b>Verantwortlich</b> ZQS / Zentrum für Schlüsselkompetenzen (ZfSK)					
<b>Lehrpersonen</b> DozentInnen des Zentrums für Schlüsselkompetenzen (ZfSK)					

## 5.6 Bachelorprojekt (15 LP)

Bachelorprojekt					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
15	-	WiSe+SoSe	P: Bachelorarbeit (12 LP) / S: Seminarleistung (3 LP)	P	6
<p><b>Qualifikationsziele:</b> Die Studierenden haben die Fähigkeit zur selbständigen Einarbeitung in ein Forschungsthema im Bereich Umweltmeteorologie. Sie können sich eigenständig Wissen aus zum Teil englischsprachigen Büchern und Fachzeitschriften aneignen. Sie sind zu einer realistischen Planung, Zeiteinteilung und Durchführung eines wissenschaftlichen Projekts nach wissenschaftlichen Methoden unter Anleitung befähigt. Sie sind in der Lage, einen Text gemäß wissenschaftlicher Standards zu schreiben. Sie können ein wissenschaftliches Thema unter Einsatz geeigneter Medien präsentieren und sie sind zur wissenschaftlichen Diskussion der eigenen Arbeit mit Mitstudierenden und Lehrenden fähig. Sie beherrschen die deutsche und zum Teil englische Fachsprache in Wort und Schrift.</p>					
<p><b>Prüfungsverfahren:</b> Das Thema der Bachelorarbeit wird von der oder dem Prüfenden nach Rücksprache mit dem Prüfling festgelegt. Die Ausgabe ist aktenkundig zu machen und dem Prüfling sowie dem Studiendekanat schriftlich mitzuteilen. Mit der Ausgabe des Themas wird die oder der Prüfende bestellt. Während der Anfertigung der Arbeit wird der Prüfling von der oder dem Prüfenden betreut.</p>					
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten</li> <li>• Selbstständige Projektarbeit unter Anleitung</li> <li>• Wissenschaftliches Schreiben</li> <li>• Präsentationstechniken</li> <li>• Wissenschaftlicher Vortrag</li> <li>• Diskussionsführung</li> </ul>					
<p><b>Literatur</b> Aktuelle Literatur zum Thema der Bachelorarbeit Stickel-Wolf &amp; Wolf: <i>Wissenschaftliches Arbeiten und Lerntechniken</i> Krämer: <i>Wie schreibe ich eine Seminar- oder Examensarbeit</i> Abauc communications: <i>The language of presentations</i> Alley: <i>The Craft of Scientific Presentation, Springer</i> Day: <i>How to write &amp; publish a scientific paper, Cambridge</i> Schultz: <i>Eloquent Science: A Practical Guide to Becoming a Better Writer, Speaker, and Atmospheric Scientist, AMS</i></p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> Pflichtmodule des Studiengangs</p>					
<p><b>Workload:</b> 225 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich:</b> Studiendekan*in</p>					
<p><b>Lehrpersonen:</b> Hochschullehrer*innen der beteiligten Universitäten, die im Pflichtbereich "Meteorologie" des Studiengangs beteiligt sind.</p>					