

# Modulkatalog Bachelorstudiengang Umweltmeteorologie

Stand: 07.07.2022

## Pflichtmodule

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
<b>Qualifikationsziele:</b> 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.					
<b>Inhalt:</b> 1. Grundlagen der Meteorologie (4V) <ul style="list-style-type: none"><li>□ Allgemeines<ul style="list-style-type: none"><li>( Zusammensetzung der Atmosphäre, Spurengase</li><li>( thermodynamische Grundgrößen: Druck, Temperatur, Feuchte</li><li>( Dalton'sches Gesetz, statische Grundgleichung, barometrische Höhenformel</li><li>( Gasgleichung, Modellatmosphären, 1. Hauptsatz</li><li>( thermische Schichtung, potentielle Temperatur, adiabatischer Temperaturgradient</li><li>( Vertikalstruktur der Atmosphäre, Standardatmosphäre</li></ul></li><li>□ Messverfahren<ul style="list-style-type: none"><li>( Druck, Temperatur, Feuchte, (Wind)</li><li>( internationale Messnetze</li></ul></li><li>□ Wasser in der Atmosphäre<ul style="list-style-type: none"><li>( Feuchte, Taupunkt</li><li>( Phasenübergänge, Sättigungsdampfdruck, Clausius-Clapeyron'sche Gleichungen</li><li>( Wolken- und Niederschlagsbildung</li><li>( thermodynamische Diagrammpapiere</li></ul></li><li>□ Phänomene<ul style="list-style-type: none"><li>( Hydro- / Litho- / Photometeore</li><li>( Wolken</li></ul></li><li>□ Dynamik<ul style="list-style-type: none"><li>( Windfelder, Rotation, Divergenz, Deformation</li><li>( Druckgradientkraft, Corioliskraft, einfache Bewegungsgleichung</li><li>( geostrophischer Wind, Gradientwind, zyklotrophischer Wind</li><li>( thermischer Windfeld</li></ul></li></ul>					

- ( 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 (2Ü)

- 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:** 105 h (Präsenz) + 195 h (Selbststudium)

**Verantwortlich:** Institut für Meteorologie und Klimatologie

**Lehrpersonen:** Maronga, Björn, Gryschka, Micha

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><input type="checkbox"/> Komponenten des Klimasystems</li> <li><input type="checkbox"/> Klimazonen und Klimaklassifikationen</li> <li><input type="checkbox"/> globale Energie- und Wasserbilanz</li> <li><input type="checkbox"/> globale Wasser- und Kohlenstoffkreisläufe</li> <li><input type="checkbox"/> Grundlagen der allgemeine Zirkulation der Atmosphäre und des Ozeans</li> <li><input type="checkbox"/> Regionale Zirkulationssysteme</li> <li><input type="checkbox"/> Klimavariabilität und Klimawandel, Kippunkte</li> <li><input type="checkbox"/> Ozonschicht und Ozonloch</li> <li><input type="checkbox"/> Stadtklima</li> <li><input type="checkbox"/> Grundlegende Methoden der Klimamodellierung</li> <li><input type="checkbox"/> 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> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Thermodynamik und Statik der Atmosphäre (2V + 1Ü)               <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ideale Gasgleichung, van der Waals Gleichung</li> <li><input type="checkbox"/> Erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li><input type="checkbox"/> Entropie, potentielle Temperatur</li> <li><input type="checkbox"/> thermische Schichtung und statische Stabilität</li> <li><input type="checkbox"/> hydrostatische Grundgleichung, Modellatmosphären</li> </ul> </li> </ol>					

- Wasser und seine Phasenübergänge, Clausius-Clapeyron Gleichung
- thermodynamische Diagrammpapiere

## 2. Atmosphärische Dynamik (2V + 1Ü)

- Kinematik
- Eulersche Bewegungsgleichung, Navier-Stokes-Gleichung, Vorticity-Gleichung
- Geostrophischer und thermischer Wind
- Schallwellen, Schwerewellen, Rossbywellen
- Linearisierung
- Dimensionsanalyse, Ähnlichkeitszahlen
- Couette-/Poiseuille-Strömung

### Literatur:

Etling: *Theoretische Meteorologie*, Springer

Bohren und Albrecht: *Atmospheric Thermodynamics*

Holten: *Dynamic Meteorology*

Dutton: *The Ceaseless Wind*

### Vorkenntnisse:

Mathematik für Ingenieure I+II, Physik für Umweltmeteorologie, Einführung in die Meteorologie

**Workload:** 90 h (Präsenz) + 150 h (Selbststudium)

**Verantwortlich:** Institut für Meteorologie und Klimatologie

### Lehrpersonen:

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 zugrundeliegenden 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><input type="checkbox"/> Reynolds-gemittelte Gleichungen</li> <li><input type="checkbox"/> Gleichung für die turbulente kinetische Energie</li> <li><input type="checkbox"/> Gradient- und Mischungswegansatz</li> <li><input type="checkbox"/> Maßzahlen atmosphärischer Turbulenz</li> <li><input type="checkbox"/> Analytische Lösungen für Grenzschichtströmungen, Prandtl-, Ekman-Schicht</li> <li><input type="checkbox"/> Analytische Lösungen der Fick'schen Diffusionsgleichung</li> </ul> <p>2. Grenzschicht (2V + 1Ü)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Charakterisierung der atmosphärischen Grenzschicht</li> <li><input type="checkbox"/> Grundgleichungen turbulenter Strömungen</li> <li><input type="checkbox"/> Turbulente kinetische Energie, Stabilität, Skalierung</li> <li><input type="checkbox"/> Turbulenzspektren</li> <li><input type="checkbox"/> Ähnlichkeitstheorie</li> <li><input type="checkbox"/> Grenzschichtwolken</li> <li><input type="checkbox"/> Stabile Grenzschichten</li> <li><input type="checkbox"/> Konvektive Grenzschichten</li> </ul>					
<p><b>Literatur:</b>  Etlings: <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; Gryschka, Micha</p>					

Numerische Grenzschichtmeteorologie					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
5	2V + 1Ü + 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><input type="checkbox"/> Verwendung von Compilern und Einbindung von Bibliotheken</li> <li><input type="checkbox"/> Bausteine von Programmen: Anwendungsfolgen, Schleifen, Alternativen</li> <li><input type="checkbox"/> Programmablaufpläne, Struktogramme</li> <li><input type="checkbox"/> Sprachelemente von Fortran: Datentypen, Felder, Ausdrücke, Feldausdrücke, IF-, CASE-, DO-Schleifen</li> <li><input type="checkbox"/> Formatierte und unformatierte Ein-/Ausgabe, NAMELIST I/O</li> <li><input type="checkbox"/> Programmereinheiten: Unterprogramme, Module, Interfaces</li> </ul> <p>2. Numerisches Praktikum zur Simulation der atmosphärischen Grenzschicht (2P)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Entwicklung und Programmierung eines einfachen eindimensionalen Grenzschichtmodelles auf Basis finiter Differenzen</li> <li><input type="checkbox"/> 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: 30 h (Präsenz) + 60 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
<p><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.</p>					
<p><b>Inhalt</b></p> <p>Teil I: Methodische Grundlagen der Mikrometeorologie (1V)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Elementare Grenzschichtprozesse</li> <li><input type="checkbox"/> Mikrometeorologische Konzepte zur Quantifizierung des Oberfläche-Atmosphäre Austausches</li> <li><input type="checkbox"/> Mikrometeorologischer Messtechnik, Datenauswertung und Präsentation</li> <li><input type="checkbox"/> Berechnungsmodelle zur Bestimmung des Oberfläche/Atmosphäre Austausches</li> </ul> <p>Teil II: Geländeübung Mikrometeorologie (3P)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Austausch in der bodennahen Grenzschicht</li> <li><input type="checkbox"/> Quantifizierung des Oberfläche-Atmosphären Austausches durch verschiedene Methoden</li> <li><input type="checkbox"/> Gradientansätze, Eddy-Kovarianzmethodik</li> <li><input type="checkbox"/> Variabilität des Oberfläche-Atmosphäre Austausches</li> <li><input type="checkbox"/> Qualitätssicherung bei der Quantifizierung von Energiebilanzkomponenten</li> <li><input type="checkbox"/> Messtechnische Bestimmung der Energiebilanz der Oberfläche</li> <li><input type="checkbox"/> Auswertung und Fehlerdiskussion</li> </ul>					
<p><b>Literatur</b></p> <p>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.</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> Einführung in die Meteorologie, Theoretische Meteorologie I+II</p>					
<p><b>Workload:</b> 180h</p>					
<p><b>Verantwortlich:</b> Weber, Stephan (TU Braunschweig)</p>					
<p><b>Lehrpersonen:</b> Weber, Stephan; Konopka, Jan</p>					

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> 180 h					
<b>Verantwortlich:</b> TU Braunschweig					
<b>Lehrpersonen:</b> Weber, Stephan; Lampert, Astrid; Sachs, Torsten					

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></p> <p>Stadtklimatologie (2V + 1Ü):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Urbane Ökosysteme</li> <li><input type="checkbox"/> Konzepte der Stadtklimatologie</li> <li><input type="checkbox"/> Windströmung</li> <li><input type="checkbox"/> Strahlungs- und Energiebilanz</li> <li><input type="checkbox"/> Städtische Wärmeinsel</li> <li><input type="checkbox"/> Wasserhaushalt von Städten</li> <li><input type="checkbox"/> Luftverschmutzung und Schadstoffausbreitung</li> <li><input type="checkbox"/> Geographische Einflüsse</li> <li><input type="checkbox"/> Städte und Klimawandel</li> <li><input type="checkbox"/> Klimabewusstes Planen und Bauen</li> </ul> <p>Agrarmeteorologie (2V + 1Ü):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Strahlungs- und Wasserhaushalt von Pflanzen</li> <li><input type="checkbox"/> Phänologie</li> <li><input type="checkbox"/> Verdunstung und Bodenwasserhaushalt</li> <li><input type="checkbox"/> Gelände- und Bestandsklima</li> <li><input type="checkbox"/> Pflanzenschäden und deren Verhütung</li> <li><input type="checkbox"/> Agrarmeteorologische Modelle und Verfahren</li> <li><input type="checkbox"/> Agrarmeteorologische Beratung</li> <li><input type="checkbox"/> Landwirtschaft im Klimawandel</li> </ul>					
<p><b>Literatur:</b></p> <p>Oke et al: <i>Urban Climates</i>, Cambridge  Henninger &amp; Weber: <i>Stadtklima</i>, UTB  Helbig et al.: <i>Stadtklima und Luftreinhalteung</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</p>					

promet – Meteorologische Fortbildung; 2012; Agrar- und Forstmeteorologie; Jahrgang 38 Heft 1/2  
2012

**Vorkenntnisse:** Einführung in die Meteorologie, Klimatologie, Theoretische Meteorologie I+II

**Workload:** 90 h (Präsenz) + 150 h (Selbststudium)

**Verantwortlich:** Institut für Meteorologie und Klimatologie

**Lehrpersonen:** Busch, Udo; Herbst, Matthias mit Mitarbeitenden (Deutscher Wetterdienst)

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><input type="checkbox"/> Chemische Zusammensetzung der Atmosphäre – CO<sub>2</sub>, Stickoxide, SO<sub>2</sub>, FCKWs und vieles mehr</li> <li><input type="checkbox"/> Dynamik der Atmosphäre – Kräfte und Transportphänomene</li> <li><input type="checkbox"/> Photochemie in der Atmosphäre, Bildung und Reaktion von Radikalspezies</li> <li><input type="checkbox"/> Wasser – Reaktionsmedium in der Atmosphäre</li> <li><input type="checkbox"/> Kinetik chemischer Reaktionen: Was reagiert schnell, was verbleibt sehr lange?</li> <li><input type="checkbox"/> Aerosole und Feinstaub</li> <li><input type="checkbox"/> 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>					

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><input type="checkbox"/> Atmosphärische Grenzschicht (Turbulenz, vertikale Struktur, spezielle Grenzschichteffekte)</li> <li><input type="checkbox"/> Messung von Windressourcen und Langzeitkorrektur</li> <li><input type="checkbox"/> Modellierung von Windressourcen</li> <li><input type="checkbox"/> Nachlaufeffekte innerhalb und stromab von Windparks</li> <li><input type="checkbox"/> Windgutachten und Windenergieertragsprognose</li> <li><input type="checkbox"/> Umweltauswirkungen und Akzeptanz von Windparks</li> <li><input type="checkbox"/> Windgeschwindigkeits- und Windleistungsprognose</li> <li><input type="checkbox"/> Quellen für Solardaten</li> <li><input type="checkbox"/> Bewertung der solaren Ressourcen und Ertragsprognosen</li> <li><input type="checkbox"/> Vorhersage der Sonneneinstrahlung und Solarleistungsprognose</li> <li><input type="checkbox"/> Laborbesichtigung/Exkursion</li> </ul> <p>2. Erneuerbare Energien und Energiesysteme (2V)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Energiesysteme &amp; Energiedienstleistungen</li> <li><input type="checkbox"/> Klimawandel und persönliche Energiebilanz/CO<sub>2</sub>-Fußabdruck</li> <li><input type="checkbox"/> Windenergieanlagen und Windparks</li> <li><input type="checkbox"/> Nichtkonzentrierende &amp; konzentrierende Solarthermie, Photovoltaik</li> <li><input type="checkbox"/> Wasserkraft, Geothermie, Nutzung der Biomasse</li> <li><input type="checkbox"/> Energiespeicher, Wasserstoffwirtschaft, Brennstoffzellen und Methanisierung</li> <li><input type="checkbox"/> Stromversorgungssysteme mit hohem Anteil an erneuerbaren Energien</li> <li><input type="checkbox"/> Sektorenkopplung</li> <li><input type="checkbox"/> 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> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Rahmenbedingungen des Projekts, Standort- und Winddaten</li> </ul>					

- 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

Bachelorprojekt					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
15	-	WiSe+SoSe	P: Bachelorarbeit / S: Seminarleistung	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><input type="checkbox"/> Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten</li> <li><input type="checkbox"/> Selbstständige Projektarbeit unter Anleitung</li> <li><input type="checkbox"/> Wissenschaftliches Schreiben</li> <li><input type="checkbox"/> Präsentationstechniken</li> <li><input type="checkbox"/> Wissenschaftlicher Vortrag</li> <li><input type="checkbox"/> 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: 225 h (Selbststudium)</b></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>					

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><input type="checkbox"/> Reelle und komplexe Zahlen</li> <li><input type="checkbox"/> Vektorräume; Lineare Gleichungssysteme</li> <li><input type="checkbox"/> Folgen und Reihen</li> <li><input type="checkbox"/> Stetigkeit</li> <li><input type="checkbox"/> Elementare Funktionen</li> <li><input type="checkbox"/> Differentiation in einer Veränderlichen</li> </ul>					
<b>Literatur:</b> Meyberg & Vachenauer: <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><input type="checkbox"/> Potenzreihen und Taylorformel, Fourierreihenentwicklungen</li> <li><input type="checkbox"/> 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><input type="checkbox"/> 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><input type="checkbox"/> 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-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.</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

### Veranstaltungen:

- Vorlesung und Übung Experimentalphysik für Chemie, Geowissenschaften und Geodäsie II
- Vorlesung und Übung Experimentalphysik für Chemie, Geowissenschaften und Geodäsie II
- Physikpraktikum für Umweltmeteorologie

### Qualifikationsziele:

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.

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.

Die Studierenden erleben und erproben physikalische Arbeitsweisen: Physikalische Zusammenhänge herstellen, funktionale Abhängigkeiten messen, Messdaten quantitativ auswerten, präsentieren und anschließend kritisch betrachten.

### Inhalt:

#### Vorlesungen

- Messung und Einheiten physikalischer Größen
- Mechanik eines Massepunktes
- Mechanik starrer und deformierbarer Körper
- Schwingungen und Wellen
- Wärmelehre
- Elektrostatik
- Magnetostatik
- Elektrodynamik
- Spezielle Relativitätstheorie
- Optik
- Quantenphysik
- Atom- und Molekülphysik

#### Praktikum

Aus einer Auswahl von 30 Versuchen bearbeiten die Studierenden in Zweiergruppen 10 Versuche. Die Studierenden

- experimentieren zu den Bereichen Mechanik, Optik, Wärme- und E-Lehre, Radioaktivität;
- werten die Rohdaten aus den Experimenten quantitativ aus
- bewerten Ihre Ergebnisse kritisch
- 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><input type="checkbox"/> geeignete stochastische Modelle für zufallsbedingte Vorgänge im Ingenieur- und Umweltbereich wählen und Aussagen zur Wahrscheinlichkeit von Ereignissen treffen,</li> <li><input type="checkbox"/> die Methoden der Statistik für die Auswertung und Beurteilung von Messergebnissen nutzen, und</li> <li><input type="checkbox"/> Ergebnisse stochastischer Untersuchungen realitätsnah interpretieren.</li> </ul>					
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie</li> <li><input type="checkbox"/> Modelle der Wahrscheinlichkeitstheorie</li> <li><input type="checkbox"/> Stochastische Simulation mit Einsatz von Matlab</li> <li><input type="checkbox"/> Beschreibende Statistik</li> <li><input type="checkbox"/> Beurteilende Statistik</li> <li><input type="checkbox"/> Entwicklung und Bewertung statistischer Werkzeuge</li> <li><input type="checkbox"/> Zuverlässigkeitsanalyse</li> <li><input type="checkbox"/> 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

### Qualifikationsziele:

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

### Inhalt:

Numerische Verfahren zur Lösung allgemeiner Ingenieuraufgaben:

- Fehler in numerischen Analysen
- Analytische Lösung linearer Gleichungssysteme: Gauss Elimination, Matrix-Dekomposition -  
Numerische Lösung linearer Gleichungssysteme: Jacobi-Iteration, Gauss-Seidel-Iteration, SOR
- Numerische Lösung nichtlinearer Gleichungssysteme: Newton-Raphson-Verfahren,  
Grundform und inkrementell-iterative Verfahren
- Numerische Lösung von Eigenwertproblemen: Potenzmethode, inverse Potenzmethode
- Fourier-Reihen und Fourier-Transformation, numerische Lösung: Diskrete- und Fast-Fourier-  
Transformation
- Numerische Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen: Explizite und implizite Operatoren  
für Anfangswertprobleme, Differenzenverfahren für Randwertprobleme, numerische Stabilität  
der Lösungen
- Einführung in MATLAB

### Literatur:

Chapra & Canale: *Numerical Methods for Engineers*, McGraw-Hill

**Vorkenntnisse:** Mathematik für Ingenieure I

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

### Verantwortlich

Beer, Michael; Institut für Risiko und Zuverlässigkeit

### Lehrpersonen

Beer, Michael; Bittner, Marius

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><input type="checkbox"/> Ungleichförmig, instationäre Gerinneströmung: St. Venant'sche Gl., iterative Spiegellinienberechnung</li> <li><input type="checkbox"/> Grundlagen der hydronumerischen Simulation (Hochwasser)</li> </ul> </li> <li>2. Mehrdimensionale Strömungsbeschreibung im Kontinuum <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Massen- und Impulserhaltung im Kontinuum: Kontinuitätsgleichung und die Navier Stokes Gleichung</li> <li><input type="checkbox"/> Ähnlichkeitstheorie und Strömungsmodelle</li> </ul> </li> <li>3. Potentialströmung mit Anwendung auf Grundwasserströmung <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Beschreibung von porösen Medien, Kontinuumsansatz</li> <li><input type="checkbox"/> Darcy's Gesetz</li> <li><input type="checkbox"/> Stationäre Grundwasserströmung als Potentialströmung</li> <li><input type="checkbox"/> 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 + 1 T	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><input type="checkbox"/> das thermodynamische System zu erkennen und zu beschreiben (offen, geschlossen, adiabat, isentrop, polytrop),</li> <li><input type="checkbox"/> die Zustand- und Prozessgrößen sicher zu unterscheiden, in Abhängigkeit zu bringen und zu berechnen,</li> <li><input type="checkbox"/> die Grundgleichungen der Thermodynamik (Energiebilanz/Leistungsbilanz) entsprechend aufzustellen und anzuwenden,</li> <li><input type="checkbox"/> die Energietransformation oder -transport anhand der Größen Arbeit, Wärme, Dissipation und innerer Energie zu diskutieren,</li> <li><input type="checkbox"/> 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><input type="checkbox"/> Thermodynamische Zustandsgrößen</li> <li><input type="checkbox"/> Ideale und reale Gase</li> <li><input type="checkbox"/> Phasen- und Energieumwandlung</li> <li><input type="checkbox"/> Wärmeübertragung (Wärmestrahlung, -leitung und -durchgang)</li> <li><input type="checkbox"/> Thermodynamische Prozesse</li> <li><input type="checkbox"/> Hauptsätze der Thermodynamik inkl. der Energiewertigkeit (Entropie, Exergie)</li> <li><input type="checkbox"/> 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>					

**Lehrpersonen**

Weichgrebe Dirk; Schumüller, Kai

## 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

### Qualifikationsziele:

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

- die Wasserhaushaltsgrößen Niederschlag, Verdunstung und Abfluss in Flusseinzugsgebieten verstehen;
- die oben genannten hydrologischen Größen quantitativ ermitteln;
- Hochwasserabflüsse aus Niederschlägen berechnen;
- hydrologische Methoden zur Planung von Maßnahmen der Wasserbewirtschaftung sowie in der Umweltplanung anwenden;
- wasserwirtschaftliche Anlagen insbesondere der Speicherwirtschaft und der Bewässerung bemessen;
- Handlungsoptionen der Wasserwirtschaft zur optimalen räumlich-zeitlichen Verteilung von Wasserressourcen kennen und die Umsetzbarkeit nach technischen und ökonomischen Kriterien bewerten;
- Risikoorientierte Analysen extremer hydrologischer/wasserwirtschaftlicher Ereignisse durchführen.

### Inhalt:

#### 1. Grundlagen der Hydrologie:

- Wasser-, Energie- und Stoffkreisläufe, Einzugsgebiet
- Niederschlag: Bildung, Messung, Berechnung
- Verdunstung: Arten, Messung, Berechnung
- Wasserstand und Abfluss: Messung, Auswertung
- Unterirdisches Wasser: Bodenwasser, Grundwasser
- Niederschlag-Abfluss-Beziehungen

#### 2. Grundlagen der Wasserwirtschaft:

- Speicherwirtschaft, Seeretention
- Hochwasserschutz
- Risikomanagement extremer hydrologischer Ereignisse
- Planung, Wirtschaftlichkeit
- Bewässerung, Entwässerung

### Literatur:

Dyck, S., Peschke, G., 1995: *Grundlagen der Hydrologie*. Verlag für Bauwesen, Berlin.  
 Maniak, U., 2016: *Hydrologie und Wasserwirtschaft: Eine Einführung für Ingenieure*. 7. Aufl., Springer.

**Vorkenntnisse:** Stochastik für Ingenieure

**Workload:** 60 h (Präsenz) + 120 h (Selbststudium)

### Verantwortlich

Haberlandt, Uwe; Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft

**Lehrpersonen**

Haberlandt, Uwe; Dietrich, Jörg

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><input type="checkbox"/> Kennen der verschiedenen Arten von Geoinformation (Inhalte, Datenformate, Anwendungsbereiche, Aussagekraft).</li> <li><input type="checkbox"/> Kennen des Aufbaus und der Anwendungsfelder von GIS.</li> <li><input type="checkbox"/> 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><input type="checkbox"/> Umsetzung theoretischer Grundlagen in praktischen Anwendungen.</li> <li><input type="checkbox"/> 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

### Qualifikationsziele:

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).

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.

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.

### Inhalt:

#### Teilgebiet Umweltchemie:

- Atome und Elemente, chemische Bindung und chemische Reaktionen
- Wasser und seine Eigenschaften, pH-Wert, Säuren, Basen, Puffer
- Elektrochemische Potentiale, Redoxpotential, Oxidation und Reduktion
- Fällung, Flockung und weitere chemisch-physikalische Abwasserreinigungsverfahren
- Beispielanwendungen Chemie
- Chemisches Rechnen; Einfache Wasser- und Abwasseranalytik

#### Teilgebiet Umweltbiologie:

- Systematik und Morphologie der Organismen
- Trophie und Saprobie
- Biozönose und Ökosystem
- Stoffkreisläufe- und Energiehaushalt
- Grundlagen der biologischen Abwasserbehandlung
- Stoffwechsel (Aerober und anaerober Stoffwechsel, Nitrifikation, Denitrifikation, biologische Phosphatelimination)
- Abwasser- und Klärschlammanalytik: Untersuchungen zur Gewässergüte, Mikroskopie belebter Schlämme, Stickstoffgehalt und -abbauprozess

### 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

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><input type="checkbox"/> bauphysikalische Kennwerte von Konstruktionen bestimmen;</li> <li><input type="checkbox"/> Konstruktionen hinsichtlich des Mindestwärmeschutzes auslegen;</li> <li><input type="checkbox"/> Feuchteschutzprobleme beschreiben und berechnen;</li> <li><input type="checkbox"/> Gefahr von Schimmelpilzbildungen bewerten;</li> <li><input type="checkbox"/> Gebäude hinsichtlich des energetischen Bedarfes beschreiben;</li> <li><input type="checkbox"/> Schalltechnische Kennwerte verstehen und anwenden.</li> </ul>					
<p><b>Inhalt:</b> Themen im 4. Semester:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Grundlagen der Berechnung von Kennwerten im Wärmeschutz</li> <li><input type="checkbox"/> Berechnungen zum Mindestwärmeschutz von Konstruktionen</li> <li><input type="checkbox"/> Grundlagen und Berechnungen zum sommerlichen Wärmeschutz</li> <li><input type="checkbox"/> Regelungen der Energieeinsparverordnung</li> </ul> <p>Themen im 5. Semester:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Grundlagen der Abdichtung von Bauteilen</li> <li><input type="checkbox"/> Grundlagen und Berechnung des Feuchtetransports durch Diffusion</li> <li><input type="checkbox"/> Bewertung von Wärmebrücken und Schimmelpilzproblemen</li> <li><input type="checkbox"/> 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>					

## Wahlmodule

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><input type="checkbox"/> Grundlagen der Biometeorologie</li><li><input type="checkbox"/> Human-Biometeorologische Indizes</li><li><input type="checkbox"/> Thermischer Wirkungskomplex</li><li><input type="checkbox"/> Aktinischer Wirkungskomplex</li><li><input type="checkbox"/> Lufthygienischer Wirkungskomplex</li><li><input type="checkbox"/> Windkomfort</li><li><input type="checkbox"/> Biometeorologische Aspekte in der Nutztierhaltung</li><li><input type="checkbox"/> 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> NN					

Numerisches Praktikum zur Schadstoffausbreitung					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
3	2P	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><input type="checkbox"/> Programmieren eines einfachen Gauß-Modells für die Schadstoffausbreitung</li> <li><input type="checkbox"/> Schrittweiser Aufbau eines Lagrangeschen Partikelmodells</li> <li><input type="checkbox"/> Validierung mit den Ergebnissen des Gauß-Modells</li> <li><input type="checkbox"/> 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> 30 h (Präsenz) + 60 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich</b>            Institut für Meteorologie und Klimatologie</p>					
<p><b>Lehrpersonen</b></p>					

Numerisches Praktikum zur Wettervorhersage					
LP	Art/SWS	Semester	Prüfungs- und Studienleistungen	Pflicht/Wahl	Fachsemester
3	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>            Etling: 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><input type="checkbox"/> Planetare Wellen</li> <li><input type="checkbox"/> Quasigeostrophisches Gleichungssystem</li> <li><input type="checkbox"/> Omegagleichung, Hebungs-, Absinkprozesse</li> <li><input type="checkbox"/> Barotrope-, Barokline Instabilität, Zyklogenese</li> <li><input type="checkbox"/> Polarfront, Jetstream</li> <li><input type="checkbox"/> Fronten und Frontalzonen, Quercirkulation, Q-Vektor</li> <li><input type="checkbox"/> Kaltlufttropfen, Höhentiefs</li> </ul> <p>2. Übungen zur Synoptischen Meteorologie mit NinJo (2Ü)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Erstellung und Interpretation von Boden- und Höhenwetterkarten aus Modell- und Beobachtungsdaten</li> <li><input type="checkbox"/> Erstellung und Interpretation von Vertikalschnitten aus Modelldaten</li> <li><input type="checkbox"/> Frontenanalyse unter Verwendung von Boden- und Höhendaten aus numerischen Modellanalysen/-vorhersagen, sowie Satelliten-/Radarbildern</li> <li><input type="checkbox"/> Auswertung thermodynamischer Diagramme mittels NinJo</li> <li><input type="checkbox"/> 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><input type="checkbox"/> Sättigungsdampfdruck über gekrümmten Oberflächen und über Lösung, Köhlerkurve</li> <li><input type="checkbox"/> Aktivierung von Tropfen</li> <li><input type="checkbox"/> Eigenschaften einzelner Tropfen, Diffusionswachstum, Fallgeschwindigkeiten</li> <li><input type="checkbox"/> Partikelpopulationen</li> <li><input type="checkbox"/> Kollision und Koaleszenz</li> <li><input type="checkbox"/> Warme Wolken und die Entwicklung von Regen</li> <li><input type="checkbox"/> Atmosphärisches Eis</li> <li><input type="checkbox"/> Aerosole</li> <li><input type="checkbox"/> Wolkenphysik-Modelle</li> <li><input type="checkbox"/> Wolkendynamik</li> </ul>					
<b>Literatur:</b> Pruppacher & Kett: <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					

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><input type="checkbox"/> Vereisung</li> <li><input type="checkbox"/> Gewitter</li> <li><input type="checkbox"/> Turbulenz</li> <li><input type="checkbox"/> Flugunfälle und Meteorologie</li> <li><input type="checkbox"/> Flugverkehr und Klimaänderung</li> <li><input type="checkbox"/> Flugzeuggetragene Atmosphärenforschung</li> <li><input type="checkbox"/> Pilotenausbildung und Meteorologie</li> <li><input type="checkbox"/> 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
<p><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>-sensor-spezifische QA/QC Aspekte und Korrekturmethode kennen und werden in die Lage versetzt, Daten mit den gängigen Ansätzen auszuwerten und zu präsentieren.</p>					
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Relevante Ökosystemprozesse im Zusammenhang mit CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub> Austauschprozessen</li> <li><input type="checkbox"/> Mikrometeorologische Messtechnik, Datenauswertung und Präsentation</li> <li><input type="checkbox"/> Gassensor-spezifische QA/QC Aspekte</li> <li><input type="checkbox"/> Bestimmung von Treibhausgasbilanzen</li> <li><input type="checkbox"/> Räumliche und zeitliche Variabilität</li> <li><input type="checkbox"/> Fallbeispiele aus Mooren der mittleren und hohen Breiten / Permafrostlandschaften</li> </ul>					
<p><b>Literatur</b>  Foken, T., 2016. Angewandte Meteorologie - Mikrometeorologische Methoden. Springer, Berlin, Heidelberg, 394 pp.</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> Grenzschichtmeteorologie, Experimentelle Grenzschichtmeteorologie I</p>					
<p><b>Workload:</b></p>					
<p><b>Verantwortlich:</b> Sachs, Torsten (TU Braunschweig)</p>					
<p><b>Lehrpersonen:</b> Sachs, Torsten</p>					

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><input type="checkbox"/> 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><input type="checkbox"/> Grundlagen: elektromagnetisches Spektrum, Interaktion von EM-Wellen und Materie, Grenzen der Auflösung, digitale Bilder</li> <li><input type="checkbox"/> Sensorik: multispektrale Satellitensensoren, Hyperspektralsensoren, flugzeuggetragenes Laserscanning, Radar mit synthetischer Apertur</li> <li><input type="checkbox"/> Auswertung: Ableitung thematischer Karten: Klassifikation der Landbedeckung mittels Methoden der Mustererkennung</li> <li><input type="checkbox"/> 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>					

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., Borntraeger</p>					
<p><b>Vorkenntnisse:</b> Stochastik für Ingenieure, Grundlagen der Hydrologie und Wasserwirtschaft, (Strömungsmechanik, Strömung in Hydrosystemen)</p>					

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 Seeganganalyse und dem Hochwasserschutz ein.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> das Abflussgesehen in einem Fluss analysieren und berechnen;</li> <li><input type="checkbox"/> Sedimentbewegungen erläutern und bewerten;</li> <li><input type="checkbox"/> Stau- und Wehranlagen wasserwirtschaftlich und energiewasserbaulich beschreiben und bemessen;</li> <li><input type="checkbox"/> Wasserstraßen in Deutschland klassifizieren und einordnen;</li> <li><input type="checkbox"/> einfache Berechnungsmodelle zum dynamischen Fahrverhalten von Schiffen anwenden;</li> <li><input type="checkbox"/> die Entstehung von Gezeiten und dessen Formen erklären;</li> <li><input type="checkbox"/> Wellen nach der Theorie erster Ordnung beschreiben und Seegangsverhältnisse beschreiben;</li> <li><input type="checkbox"/> Krafterwirkungen auf Küstenschutzbauwerke beschreiben und für einfache Randbedingungen berechnen.</li> </ul>					
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Flussregulierung</li> <li><input type="checkbox"/> Hydrographie</li> <li><input type="checkbox"/> Abflussberechnung</li> <li><input type="checkbox"/> Sedimenttransport</li> <li><input type="checkbox"/> Stauanlagen</li> <li><input type="checkbox"/> Talsperren</li> <li><input type="checkbox"/> Schiffe und Schifffahrt auf Wasserstraßen</li> <li><input type="checkbox"/> Gezeiten, Seegang und Wellen</li> <li><input type="checkbox"/> System- und Risikoanalyse zur Sicherung von Küsten</li> <li><input type="checkbox"/> 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
<p><b>Qualifikationsziele:</b></p> <p>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 werdende Einheit von Gestalt, Konstruktion und Nutzung herbeigeführt werden kann.</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> bautechnische Kriterien und Kennwerte verstehen und anwenden</li> <li><input type="checkbox"/> Konstruktionen und Bauteile hinsichtlich bautechnischer, ökologischer und ökonomischer Regeln auslegen</li> <li><input type="checkbox"/> Konstruktionen material- und werkgerecht erstellen</li> <li><input type="checkbox"/> Bauteilübergänge und Bauteilanschlüsse sinnvoll fügen</li> <li><input type="checkbox"/> Konstruktionen hinsichtlich ihrer räumlichen Milieubildung und ihrer ästhetischer Qualität einordnen</li> </ul> <p>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).</p> <p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Normen, Konventionen und Techniken zum Zeichnen von Plänen und Darstellungen darstellen;</li> <li><input type="checkbox"/> Grundbegriffe der Geometrie der Ebene und des Raumes erläutern;</li> <li><input type="checkbox"/> Abbildungsverfahren anwenden;</li> <li><input type="checkbox"/> Technische und anschauliche Darstellung eines Gebäudes erzeugen.</li> </ul>					
<p><b>Inhalt</b></p> <p>1. Grundlagen der Baukonstruktion (3 LP) Am Beispiel des Massivbaus werden bearbeitet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Gründung und Fundamente</li> <li><input type="checkbox"/> Außen- und Innenwandaufbauten</li> <li><input type="checkbox"/> Deckenaufbauten</li> <li><input type="checkbox"/> Flachdachkonstruktionen</li> </ul> <p>2. CAD für Bauingenieurwesen (2 LP)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Arten und Inhalte von Bauzeichnungen</li> </ul>					

- 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: keine / S: Klausur	W	3-6

### Qualifikationsziele:

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.

### Inhalt:

Vorlesung „Ökologie und Naturschutz“  
Vorlesungsbegleitende Übungen zur Unterstützung des Selbststudiums

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.

### Literatur

V. Haaren, C. (Hrsg.), 2004: Landschaftsplanung. 527 S., Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.  
Ellenberg, H. & 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).

**Vorkenntnisse:** keine

**Workload:** 50 h (Präsenz) + 100 h (Selbststudium)

### Verantwortlich

Institut für Umweltplanung (LUH)

### Lehrpersonen

van Haaren, Christina; Reich, Michael;

## 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: keine / S: Klausur	W	3-6

### Qualifikationsziele:

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.

### Inhalt:

Vorlesung „Naturschutz und Landschaftsplanung“  
Vorlesungsbegleitende Übungen zur Unterstützung des Selbststudiums

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.

### Literatur

V. Haaren, C. (Hrsg.), 2004: Landschaftsplanung. 527 S., Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.  
Ellenberg, H. & 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).

**Vorkenntnisse:** keine

**Workload:** 100 h (Präsenz) + 200 h (Selbststudium)

### Verantwortlich

Institut für Umweltplanung (LUH)

### Lehrpersonen

Reich, Michael

## 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

### Qualifikationsziele:

#### Grundlagen der Verkehrsplanung (1V+1Ü):

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.

#### Grundlagen der Stadt- und Regionalplanung (2V):

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.

### Inhalt:

#### 1. Grundlagen der Verkehrsplanung:

- Grundlagen und Arbeitsbereiche der Verkehrsplanung
- Planungsmethodik und Planungsprozess
- Analysemethoden
- Maßnahmenentwicklung und -bewertung
- Entwurf und Bemessung von Verkehrsanlagen

#### 2. Grundlagen der Stadt- und Regionalplanung:

- Grundlagen der räumlichen Planung, aktuelle Planungsfragen
- Steuerung der Flächennutzung auf überörtlicher Ebene (Raumordnung, Landes- und Regionalplanung)
- Steuerung von Bauvorhaben auf örtlicher Ebene (Bebauungsplanung und Baugenehmigung)
- Fachplanung und Planfeststellung für Infrastrukturprojekte, Umweltplanung
- Planungsmethodik und Planungsverfahren einschl. Öffentlichkeitsbeteiligung
- Wirkungs-, Bewertungs- und Entscheidungsmodelle

### Literatur:

Literaturempfehlungen werden in der Lehrveranstaltung angegeben

**Vorkenntnisse:** keine

**Workload:** 72 h (Präsenz) + 108 h (Selbststudium)

### 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 oder Übung (Teil I), Klausur oder Übung (Teil II) / S: je eine Leistung 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.</p> <p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss des Moduls in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Vertiefte Grundkenntnisse in der Anwendung Geographischer Informationssysteme praxisorientiert umzusetzen.</li> <li><input type="checkbox"/> Theoretische Grundlagen mit praxisnahen Übungsbeispielen zu verknüpfen.</li> <li><input type="checkbox"/> Einsatzmöglichkeiten Geographischer Informationssysteme in der räumlichen Analyse und Planung zu beherrschen und diese zielorientiert einzusetzen.</li> <li><input type="checkbox"/> 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><input type="checkbox"/> Umsetzung theoretischer Grundlagen in praktischen Anwendungen.</li> <li><input type="checkbox"/> 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> GIS für Geo- und Landschaftswissenschaften</p>					
<p><b>Workload:</b> 48 h (Präsenz) + 192 h (Selbststudium)</p>					
<p><b>Verantwortlich:</b></p>					

Steinhoff-Knopp; Institut für physische Geographie und Landschaftsökologie

**Lehrpersonen:**

NN

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><input type="checkbox"/> Die Studierenden können wissenschaftliche Texte verfassen und beherrschen die Grundlagen korrekten Zitierens und Belegen.</li> <li><input type="checkbox"/> 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> Institut für Meteorologie und Klimatologie (LUH)					
<b>Lehrpersonen</b> -					

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><input type="checkbox"/> beschleunigte Koordinatensysteme: Scheinkräfte, Kinematik des starren Körpers</li> <li><input type="checkbox"/> Vektoren: Skalar- und Kreuzprodukt, IndexSchreibweise, Determinanten</li> <li><input type="checkbox"/> Raumkurven: Differenzieren, Kettenregel, Gradient, Frenet-Formeln</li> <li><input type="checkbox"/> gewöhnliche Differentialgleichungen: Lösungsverfahren</li> <li><input type="checkbox"/> Newtonsche Mechanik eines Massenpunkts, Systeme von Massenpunkten</li> <li><input type="checkbox"/> Tensoren: Matrizen, Drehungen, Hauptachsentransformation, Trägheitstensor</li> <li><input type="checkbox"/> harmonische Schwingungen: Normalkoordinaten, Resonanz</li> <li><input type="checkbox"/> Funktionen: Umkehrfunktion, Potenzreihen, Taylorreihe, komplexe Zahlen</li> <li><input type="checkbox"/> Integration: ein- und mehrdimensional, Kurven- und Oberflächenintegrale</li> <li><input type="checkbox"/> eindimensionale Bewegung: Lösung mit Energiesatz</li> <li><input type="checkbox"/> krummlinige Koordinaten: Integrationsmaß, Substitution, Delta-Distribution</li> <li><input type="checkbox"/> 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; Institut für Theoretische Physik</p>					
<p><b>Lehrpersonen</b>  NN</p>					

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><input type="checkbox"/> experimentieren zu den Bereichen Mechanik, Optik, Wärme- und E-Lehre, Radioaktivität;</li> <li><input type="checkbox"/> werten die Rohdaten aus den Experimenten quantitativ aus</li> <li><input type="checkbox"/> bewerten Ihre Ergebnisse kritisch</li> </ul> lernen mit Apparaturen, Messinstrumente, Netzgeräte, Sensoren umzugehen.					
<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					