

Modulhandbuch

Module Manual

Bachelor of Science
„Meteorologie und Geophysik“

Module

Einführung in die Meteorologie und Geophysik.....	3
Wissenschaftliche Datenverarbeitung.....	5
Physik 1 (Mechanik, Wärmelehre).....	7
Mathematik 1 für Physiker*innen.....	9
Physikalische Klimatologie.....	11
Physik der festen Erde.....	13
Physik 2 (Elektromagnetismus).....	15
Mathematik 2 für Physiker*innen.....	17
Fernerkundung.....	19
Physik der Atmosphäre.....	21
Physik 3 (Optik, Wellenmechanik).....	23
Mathematik 3 für Physiker*innen.....	25
Synoptik und Wetterbesprechung.....	27
Methoden der Angewandten Geophysik.....	29
Theoretische Physik – Mechanik (Lehramt).....	31
Physikpraktikum für Naturwissenschaftler.....	33
Statistik mit Python.....	35
Geophysikalische Datenauswertung und Geländeübung.....	37
Fluiddynamik des Erdsystems.....	39
Atmosphärische Grenzschicht.....	41
Meteorologische Messtechnik.....	43
Thermodynamik des Erdsystems.....	45
Bachelorarbeit.....	47
Forschungs- oder Berufsorientierung.....	49
Freier Wahlpflichtbereich / Free compulsory elective modules.....	52

Abkürzungen/ Abbreviations

WiSe: Wintersemester/ winter term

SoSe: Sommersemester/ summer term

ECTS LP/ CP: ECTS Leistungspunkte/ credit points

SWS: Semesterwochenstunden/ weekly semester hours

h: Stunden/ hours

BSc: Bachelor of Science

MuG: Meteorologie und Geophysik/ Meteorology and Geophysics

Bemerkung/ Remark

Die Semesterangaben beziehen sich auf den Start im Wintersemester/

The semester details refer to start in winter semester.



Einführung in die Meteorologie und Geophysik				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
mug110	180 h	6	1 Semester	jedes/ each WiSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Dr. Anna Zoporowski			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Elena Päßgen, Dr. Anna Zoporowski			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	
	BSc. Geowissenschaften		Wahlpflicht/ Compulsory elective	
	andere/ other		Freie Wahlpflicht/ Free compulsory elective	
				1 3 1 / 3 / 5
Lernziel/ Learning target	Die Studierenden können die Zusammenhänge zwischen den Zustandsgrößen der Erde und Erdatmosphäre verstehen und aus den physikalischen Grundgleichungen ableiten. Mit dem erworbenen Wissen sollen die Studierenden in der Lage sein, fachlich fundiert verschiedene meteorologische, klimatologische und geophysikalische Fragestellungen zu erkennen, zu interpretieren, zu bewerten und Lösungsansätze zu entwickeln. Students will be able to understand the relationships between the state variables of the earth and the earth's atmosphere and derive them from the basic physical equations. With the knowledge they have acquired, students should be able to recognize, interpret and evaluate various meteorological, climatological and geophysical issues in a technically sound manner and develop solutions.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Grundlagen der Meteorologie und Geophysik, Bewertung gesellschafts-relevanter Zusammenhänge. / Fundamentals of meteorology and geophysics, evaluation of socially relevant contexts.			
Inhalt/ Contents	Das Modul behandelt die wichtigsten Aspekte des Aufbaus des Erdkörpers und der Erdatmosphäre sowie der physikalischen Felder, die die Erde als Ganzes betreffen (Schwerefeld, Magnetfeld). Im geophysikalischen Teil wird ein Überblick über die physikalischen Materialeigenschaften und die dynamischen Prozesse im Erdinneren gegeben sowie die Nutzung physikalisch messbarer Felder zur Erkundung des Erdinneren behandelt. Im meteorologischen Teil werden Grundkenntnisse zu den Zustandsvariablen (Temperatur, Wind, Druck) der meteorologischen Grundgleichungen und			

	deren Approximation vermittelt sowie der Aufbau von Wetterkarten, die Entstehung meteorologischer Phänomene und die Grundlagen der numerischen Wettervorhersage und Klimamodellierung behandelt. The module deals with the most important aspects of the structure of the Earth's body and atmosphere as well as the physical fields that affect the Earth as a whole (gravitational field, magnetic field). In the geophysical part, an overview of the physical material properties and the dynamic processes in the Earth's interior is given and the use of physically measurable fields for exploring the Earth's interior is dealt with. In the meteorological part, basic knowledge of the state variables (temperature, wind, pressure) of the basic meteorological equations and their approximation is taught as well as the structure of weather maps, the development of meteorological phenomena and the basics of numerical weather forecasting and climate modeling.				
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none				
Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648111100	Vorlesung/ Lecture	(60)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(60)	2	120	4
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648211101	Klausur/ Written examination		benotet/ graded		3
648211102	Klausur/ Written examination		benotet/ graded		3
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: - Berckhemer, H., Grundlagen der Geophysik, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1997. - Clauser, C., Einführung in die Geophysik, 3. Auflage, Springer Spektrum, 2024. - Kraus, H., Die Atmosphäre der Erde (Springer, Heidelberg, 3.Aufl. 2004).				

Wissenschaftliche Datenverarbeitung				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
mug120	120 h	4	1 Semester	jedes/ each WiSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Dr. Maximilian Weigand			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Niklas Heidemann, Dr. Maximilian Weigand			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	Semester
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	1
Lernziel/ Learning target	Die Studierenden sollen grundlegende Konzepte der Datenanalyse und der elektronischen Datenverarbeitung kennenlernen. Weiteres Lernziel ist das computergestützte Problemlösen mit Hilfe der modernen Programmiersprache Python. Python wird ebenfalls verwendet, um die erworbenen Kenntnisse zu vertiefen und wissenschaftliche Daten zu visualisieren. Die Studierenden sollen grundlegende Konzepte einer modernen Programmiersprache erlernen und anwenden. Sie sollen das wissenschaftliche Arbeiten und Schreiben kennen lernen und vertiefen. Students should become familiar with basic concepts of data analysis and electronic data processing. A further learning objective is computer-aided problem solving with the help of the modern programming language Python. Python is also used to deepen the acquired knowledge and to visualize scientific data. Students should learn and apply basic concepts of a modern programming language. They will learn and deepen their knowledge of scientific work and writing.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Programmiersprache Python, wissenschaftliche Datenauswertung in der Meteorologie und Geophysik, Visualisierung wissenschaftlicher Daten Programming language Python, scientific data analysis in meteorology and geophysics, visualization of scientific data			
Inhalt/ Contents	In der Wissenschaftlichen Datenverarbeitung erfolgt eine Einführung in die Programmiersprache Python zwecks Datenanalyse und elektronische Datenverarbeitung samt Aufarbeitung und Visualisierung geowissenschaftlicher Daten. Das Erstellen einfacher Dokumente mit Hilfe von LaTeX führt in das wissenschaftliche Arbeiten ein.			

	In scientific data processing, students are introduced to the programming language Python for the purpose of data analysis and electronic data processing, including the processing and visualization of geoscientific data. The creation of simple documents with the help of LaTeX provides an introduction to scientific work.				
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none				
Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648111200	Seminar*/ Seminar*	(30)	2	60	2
	Praktische Übung*/ Practical exercise*	(30)	1	60	2
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648211200	Projektarbeit/ Project work		benotet/ graded		4
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: Alle erforderlichen Lehrmaterialien werden online zur Verfügung gestellt / All necessary teaching materials are made available online.				

Physik 1 (Mechanik, Wärmelehre)				
Modul-/ Module code mug140	Workload 210 h	ECTS LP/ CP 7	Dauer/ Duration 1 Semester	Turnus/ Frequency jedes/ each WiSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Dozenten der Physik/ Lecturers of Physics			
Lehreinheit/ Organisation	Physik/ Physics			
Dozenten/ Lecturers	Dozenten der Physik/ Lecturers of Physics			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	Semester
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	1
Lernziel/ Learning target	Erlernung der Physik der klassischen Mechanik und der Wärmelehre; Erarbeitung der Phänomene, der Experimente und der theoretischen Ansätze zur Beschreibung. Learning of the physics of classical mechanics and thermodynamics; development of phenomena, experiments and theoretical approaches to description.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Verständnis der Physik der klassischen Mechanik und der Wärmelehre. Understanding of the physics of classical mechanics and thermodynamics.			
Inhalt/ Contents	Grundlagen (Größen, Einheiten; Mathematik zur Beschreibung). Mechanik des Massenpunktes (Kinematik, Dynamik, Relativbewegung, Kreisbewegung, beschleunigte Bezugssysteme, Impuls, Kraft, Drehmoment, Drehimpuls, Arbeit, Energie, Newtonsche Gesetze) Relativistische Kinematik (Lorentz-Transformationen, Längenkontraktion, Zeitdilatation). Gravitation und Keplerbewegung. Mechanik des starren Körpers (Statik, Dynamik, Starrer Rotator, freie Achsen, Trägheitsmoment, Kreiselbewegung, Festkörperwellen). Mechanische Schwingungen. Mechanik deformierbarer Medien (Aggregatzustände, Verformungseigenschaften fester Körper, ruhende Medien, statischer Auftrieb, Oberflächenspannung, bewegte Medien, Wellen und Akustik, dynamischer Auftrieb). Mechanik der Vielteilchensysteme und Wärmelehre (Gaskinetik, Temperatur, Zustandsgrößen, Hauptsätze der Wärmelehre, Wärmekraftmaschinen, Entropie und Wahrscheinlichkeit, Diffusion, Transportphänomene). Fundamentals (quantities, units; mathematics for description). Mechanics of			

	the point of mass (kinematics, dynamics, relative motion, circular motion, accelerated reference systems, momentum, force, torque, angular momentum, work, energy, Newton's laws) Relativistic kinematics (Lorentz transformations, length contraction, time dilation). Gravitation and Keplerian motion. Mechanics of the rigid body (statics, dynamics, rigid rotator, free axes, moment of inertia, gyroscopic motion, body waves). Mechanical vibrations. Mechanics of deformable media (aggregate states, deformation properties of solid bodies, stationary media, static buoyancy, surface tension, moving media, waves and acoustics, dynamic buoyancy). Mechanics of many-particle systems and thermodynamics (gas kinetics, temperature, state variables, main theorems of thermodynamics, heat engines, entropy and probability, diffusion, transport phenomena).				
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none				
Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648111400	Vorlesung/ Lecture	(200)	4	120	4
	Übung/ Exercise	(200)	2	90	3
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
623200111	Klausur/ Written examination		unbenotet/ not graded		7
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: • W. Demtröder; Experimentalphysik 1 (Springer 5. Aufl. 2008). • D. Meschede; Gerthsen Physik (Springer 24. Aufl. 2010) Alonso Finn, Physics, Addison Wesley. • Feynman, Vorlesungen über Physik, Bd. I (Oldenbourg). • W. Otten, Repetitorium der Experimentalphysik (Springer Verlag, Heidelberg). • P. Tipler, Physik (Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg).				

Mathematik 1 für Physiker*innen				
Modul-/ Module code mug150	Workload 390 h	ECTS LP/ CP 13	Dauer/ Duration 1 Semester	Turnus/ Frequency jedes/ each WiSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Dozenten der Mathematik/ Lecturers of Mathematics			
Lehreinheit/ Organisation	Mathematik/ Mathematics			
Dozenten/ Lecturers	Dozenten der Mathematik/ Lecturers of Mathematics			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	
Semester	1			
Lernziel/ Learning target	Vermittlung der mathematischen Grundbegriffe und Methoden; erforderlich für die Vorlesungen nach dem 1. Semester. Teaching of basic mathematical concepts and methods; required for the lectures after the 1st semester.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Fähigkeit zur Anwendung von Linearer Algebra und Analysis. Ability to apply linear algebra and analysis methods.			
Inhalt/ Contents	Lineare Algebra: reelle und komplexe Zahlen, elementare Gruppentheorie, Vektorräume, Skalarprodukt, lineare Gleichungssysteme, Matrizen, Determinante, Eigenwerte, Diagonalisierung symmetrischer Matrizen (Hauptachsentransformation), geometrische Interpretation. Analysis: Folgen und Reihen, Differentiation und Integration von Funktionen einer Veränderlichen. Gewöhnliche Differentialgleichungen, lineare Differentialgleichungssysteme und deren allgemeine Lösung, einige spezielle Lösungen. Differentiation von Funktionen mehrerer Veränderlichen. Linear algebra: real and complex numbers, elementary group theory, vector spaces, scalar product, systems of linear equations, matrices, determinants, eigenvalues, diagonalization of symmetrical matrices (principal axis transformation), geometric interpretation. Analysis: sequences and series, differentiation and integration of functions of a variable. Ordinary differential equations, systems of linear differential equations and their general solution, some special solutions. Differentiation of functions of several variables.			
Teilnahmevoraussetz ung/ Prerequisites	keine/ none			

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648111500	Vorlesung/ Lecture	(200)	6	180	6
	Übung/ Exercise	(200)	3	210	7
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
623200141	Klausur/ Written examination		unbenotet/ not graded		13
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information					

Physikalische Klimatologie				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
mug210	180 h	6	1 Semester	jedes/ each SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Prof. Dr. Leonie Esters			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Prof. Dr. Leonie Esters, Simon Hauser			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	Semester
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	2
	andere/ other		Freie Wahlpflicht/ Free compulsory elective	2 / 4 / 6
Lernziel/ Learning target	Verständnis des Klimasystems mit seinen Subsystemen, sowie der wesentlichen Mechanismen im Klimasystem mit Hilfe der physikalischen Erhaltungssätze. Understanding of the climate system with its subsystems, as well as the essential mechanisms in the climate system with the help of the physical laws of conservation.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Wissen und Kritikfähigkeit zu allgemeinen Klimafragen und Klimadaten, Präsentation von wissenschaftlichen Fragestellungen aus der Klimatologie. Auswertung von Klimabeobachtungen und -simulationen, Präsentation der Ergebnisse in graphischer Form und wissenschaftlich korrekter Ausdrucksweise. Knowledge of and ability to criticize general climate issues and climate data, presentation of scientific questions from climatology. Evaluation of climate observations and simulations, presentation of results in graphical form and scientifically correct expression.			
Inhalt/ Contents	Die Physik des Klimasystems der Erde, Beobachtungen und Modellierung, Stochastik und Statistik in der Atmosphäre und im Klimasystem. The physics of the Earth's climate system, observations and modeling, stochastics and statistics in the atmosphere and climate system.			
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none			

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648112100	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(30)	1	60	2
	Seminar*/ Seminar*	(30)	1	60	2
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648212100	Mündliche Prüfung/ Oral examination		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Präsentation im Seminar/ Presentation in the seminar				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: Wird laufend aktualisiert und zu Beginn des Semesters in der Veranstaltung empfohlen. Is continuously updated and recommended at the beginning of the semester in the course.				

Physik der festen Erde				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
mug220	180 h	6	1 Semester	jedes/ each SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Dr. Anna Zoporowski			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Dr. Anna Zoporowski			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	Semester
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	2
	BSc. Geowissenschaften*(s.u.)		Wahlpflicht/ Compulsory elective	4
	andere/ other		Freie Wahlpflicht/ Free compulsory elective	2 / 4 / 6
Lernziel/ Learning target	Die Studierenden können die physikalischen Überlegungen, die zu unserem Wissen über den Aufbau der Erde geführt haben, selbstständig wiedergeben. Sie kennen qualitativ die Verteilung der wichtigsten physikalischen Parameter im Erdinneren. Sie sind in der Lage, Berechnungen zu grundlegenden physikalischen Feldern und Prozessen, wie z.B. Schwerfeld, Magnetfeld und seismische Wellen, durchzuführen. Students can independently reproduce the physical considerations that have led to our knowledge of the structure of the Earth. They know qualitatively the distribution of the most important physical parameters in the Earth's interior. They are able to carry out calculations on basic physical fields and processes, such as gravitational field, magnetic field and seismic waves.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Selbstständiges Bearbeiten geophysikalischer Probleme, wissenschaftliche Analysefähigkeit. Independent handling of geophysical problems, scientific analysis skills.			
Inhalt/ Contents	In diesem Modul werden die wichtigsten Grundkenntnisse über die Physik der festen Erde vermittelt. Hierzu gehören im Einzelnen die Erdfigur und das Schwerfeld der Erde, die Gezeiten, isostatische Kompensation, das Magnetfeld der Erde und die damit einhergehenden Prozesse. In einem weiteren Kapitel werden die Grundzüge der Seismologie behandelt, darunter die Elastizitätslehre, die Entstehung und räumliche Verteilung von Erdbeben und die Überlegungen, die zu unserem Wissen über den Aufbau der Erde geführt haben. Ein weiterer Themenbereich umfasst die Zusammenhänge zwischen Druck, Temperatur und Dichte, und deren			

	Verteilung im Erdinneren, sowie die Anwendung der Wärmeleitung und Hydrodynamik auf Prozesse in der Erdkruste und im Erdmantel. This module teaches the most important basic knowledge about the physics of the solid Earth. This includes the Earth's shape and gravitational field, tides, isostatic compensation, the Earth's magnetic field and the associated processes. A further chapter deals with the basic principles of seismology, including the theory of elasticity, the origin and spatial distribution of earthquakes and the considerations that have led to our knowledge of the structure of the earth. A further topic area covers the relationships between pressure, temperature and density and their distribution in the Earth's interior, as well as the application of heat conduction and hydrodynamics to processes in the Earth's crust and mantle.				
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none				
Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648112200	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(30)	2	120	4
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648212200	Klausur/ Written examination		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: • Clauser, C., Einführung in die Geophysik: Globale physikalische Felder und Prozesse in der Erde, 2. Auflage, Springer Spektrum, 2016. • Grotzinger, J., Jordan, T., Press/Siever Allgemeine Geologie, 7. Auflage, Springer Spektrum, 2017 (ausgewählte Kapitel). • Fowler, C.M.R., The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics, Cambridge University Press, 2004.				

* BSc. Geowissenschaften zzgl. „Mathematische Ergänzung“ V/prÜ 2 SWS 2 ECTS

Physik 2 (Elektromagnetismus)				
Modul-/ Module code mug240	Workload 210 h	ECTS LP/ CP 7	Dauer/ Duration 1 Semester	Turnus/ Frequency jedes/ each SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Dozenten der Physik/ Lecturers of Physics			
Lehreinheit/ Organisation	Physik/ Physics			
Dozenten/ Lecturers	Dozenten der Physik/ Lecturers of Physics			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	Semester
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	2
Lernziel/ Learning target	Elektrische Phänomene in Experimenten und in elementarer theoretischer Betrachtung. Elektromagnetische Wechselwirkungen bis zu elektromagnetischen Wellen inkl. vollständigen Maxwell-Gleichungen. Electrical phenomena in experiments and in elementary theoretical consideration. Electromagnetic interactions, electromagnetic waves, complete Maxwell equations.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Verständnis der Physik des Elektromagnetismus. Understanding of the physics of electromagnetics.			
Inhalt/ Contents	Elektrostatik (Ladung, Coulomb-Gesetz, Feld, Dipol, elektrische Struktur der Materie, el. Fluss, Gauß-Gesetz, Poisson-Gleichung, Ladungsverteilung, Kapazität, Vergleich mit Gravitation). Elektrische Leitung (Stromdichte, Ladungserhaltung, Ohmsches Gesetz, Rotation des Vektorfeldes, Stokes-Satz, Stromkreise, Kirchhoff-Gesetze, Leitungsmechanismen). Magnetische Wechselwirkung, (Magnetismus als relativistischer Effekt, Magnetfeld, stationäre Maxwell-Gleichungen, Lorentz-Kraft, Hall-Effekt, Magnetischer Dipol, Vektorpotential, Biot-Savart-Gesetz). Materie in stationären Feldern (induzierte und permanente Dipole, Dielektrikum, Verschiebungsfeld, elektrische Polarisierung, magnetische Dipole, H-Feld, Verhalten an Grenzflächen). Zeitabhängige Felder (Induktion, Maxwellscher Verschiebungsstrom, technischer Wechselstrom, Schwingkreise), Elektromagnetische Wellen (Hochfrequenz-Phänomene, Abstrahlung, freie EM-Wellen, Hertz-Dipol, Polarisierung, Reflexion). Vollständige Maxwell-Gleichungen, Symmetrie zwischen elektrischen und magnetischen Feldern. Electrostatics (charge, Coulomb's law, field, dipole, electrical structure of matter, electrical flow, Gauss' law, Poisson's equation, charge distribution, capacitance, comparison with gravitation). Electrical conduction (current			

	density, conservation of charge, Ohm's law, rotation of the vector field, Stokes' theorem, electric circuits, Kirchhoff's laws, conduction mechanisms). Magnetic interaction (magnetism as a relativistic effect, magnetic field, stationary Maxwell's equations, Lorentz force, Hall effect, magnetic dipole, vector potential, Biot-Savart law). Matter in stationary fields (induced and permanent dipoles, dielectric, displacement field, electric polarization, magnetic dipoles, H-field, behaviour at interfaces). Time-dependent fields (induction, Maxwell's displacement current, technical alternating current, oscillating circuits), electromagnetic waves (high-frequency phenomena, radiation, free EM waves, Hertz dipole, polarization, reflection). Complete Maxwell equations, symmetry between electric and magnetic fields.				
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none				
Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648112400	Vorlesung/ Lecture	(200)	4	120	4
	Übung/ Exercise	(200)	2	90	3
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
623200211	Klausur/ Written examination		unbenotet/ not graded		7
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: • W. Demtröder; Experimentalphysik 1 (Springer 5. Aufl. 2008). • D. Meschede; Gerthsen Physik (Springer, Heidelberg 24. Aufl. 2010). • Alonso Finn, Physics, Addison Wesley. • Feynman, Vorlesungen über Physik, Bd. I (Oldenbourg). • W. Otten, Repetitorium der Experimentalphysik (Springer Verlag). • P. Tipler, Physik (Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg). • E.W. Otten; Repetitorium Experimentalphysik (Springer 2. Aufl. 2002). • Kohlrausch; Praktische Physik Bd. 1-3 (Teubner) Titel in ULB.				

Mathematik 2 für Physiker*innen				
Modul-/ Module code mug250	Workload 330 h	ECTS LP/ CP 11	Dauer/ Duration 1 Semester	Turnus/ Frequency jedes/ each SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Dozenten der Mathematik/ Lecturers of Mathematics			
Lehreinheit/ Organisation	Mathematik/ Mathematics			
Dozenten/ Lecturers	Dozenten der Mathematik/ Lecturers of Mathematics			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	Semester
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	2
Lernziel/ Learning target	Vermittlung der mathematischen Grundbegriffe und Methoden, erforderlich für die Physikvorlesungen nach dem 2. Semester. Teaching of basic mathematical concepts and methods, required for the theoretical physics lectures after the 2nd semester.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Fähigkeit zur Anwendung von Vektoranalysis. Ability to apply vector analysis methods.			
Inhalt/ Contents	Mehrdimensionale Integration: Transformationssatz, Integration auf gekrümmten Objekten (Gramsche Determinante), Längenberechnung von Kurven, Flächeninhaltsberechnung von gekrümmten Flächen, Berechnung von Volumina. Vektoranalysis in drei Dimensionen: grad, rot, div, Gaußscher und Stokesscher Satz, Erhaltungsgrößen, Maxwellgleichungen. Verallgemeinerung auf beliebige Dimension. Fourieranalysis, Fourierreihen, Fouriertransformation, Hilberträume, vollständige Funktionensysteme. Multidimensional integration: transformation theorem, integration on curved objects (Gram's determinate), calculating the length of curves, calculating the area of curved surfaces, calculating volumes. Vector analysis in three dimensions: grad, rot, div, Gauss' and Stokes' theorem, conservation variables, Maxwell's equations. Generalization to any dimension. Fourier analysis, Fourier series, Fourier transform, Hilbert spaces, complete function systems.			
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none			

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648112500	Vorlesung/ Lecture	(200)	4	120	4
	Übung/ Exercise	(200)	3	210	7
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
621200241	Klausur/ Written examination		benotet/ graded		11
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: G. B. Arfken, H. J. Weber; Mathematical Methods for Physicists (Academic Press 6. Aufl. 2005). S. Hassani; Mathematical Physics (Springer; New York 1999). O. Forster; Analysis II (Vieweg, Wiesbaden 2005). O. Forster; Analysis III (Vieweg, Wiesbaden 1984).				



Fernerkundung				
Modul-/ Module code mug310	Workload 180 h	ECTS LP/ CP 6	Dauer/ Duration 1 Semester	Turnus/ Frequency jedes/ each WiSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	PD Dr. Silke Trömel			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	PD Dr. Silke Trömel			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	Semester			
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	
	andere/ other		Freie Wahlpflicht/ Free compulsory elective	
Lernziel/ Learning target	Den Studierenden werden technische Methoden und moderne Hilfsmittel vermittelt, die eine ganzheitliche Analyse meteorologischer und geophysikalischer Prozesse ermöglichen. Die Studierenden sind mit dem erworbenen Wissen in der Lage, wissenschaftliche Fragestellungen in der Programmiersprache Python umzusetzen. Die Studierenden erlernen meteorologische und geophysikalische Fragestellungen selbstständig und interdisziplinär mit Python zu bearbeiten. Students are taught technical methods and modern tools that enable a holistic analysis of meteorological and geophysical processes. With the knowledge they have acquired, students are able to implement scientific questions in the Python programming language. Students learn to work on meteorological and geophysical issues independently and in an interdisciplinary manner using Python.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Einführung in das wissenschaftliche Rechnen mit Python, Visualisierungs- und Präsentationsfähigkeit von Fernerkundungsdaten. Introduction to scientific computing with Python, visualization and presentation skills of remote sensing data.			
Inhalt/ Contents	Wissenschaftliches Rechnen mit Python sowie Anwendungsaspekte der numerischen Modellierung stehen im Fokus. Die Themen umfassen Bibliotheken, Datentypen, Kontrollstrukturen, Visualisierung, Dokumentation und Reproduzierbarkeit. The focus is on scientific computing with Python and application aspects of numerical modeling. The topics include libraries, data types, control structures, visualization, documentation and reproducibility.			

Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none				
Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648113100	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(30)	1	60	2
	Praktische Übung*/ Practical exercise*	(30)	1	60	2
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648213100	Klausur/ Written examination		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: Wird laufend aktualisiert und zu Beginn des Semesters in der Veranstaltung empfohlen. Is continuously updated and recommended at the beginning of the semester in the course.				

Physik der Atmosphäre				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
mug320	180 h	6	1 Semester	jedes/ each WiSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Vert.-Prof. Dr. Christoph Renkl			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Vert.-Prof. Dr. Christoph Renkl			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	Semester
	BSc. MuG andere/ other		Pflicht/ Compulsory Freie Wahlpflicht/ Free compulsory elective	3 3 / 5
Lernziel/ Learning target	Die Studierenden können die Zusammenhänge zwischen den Zustandsgrößen der Erdatmosphäre verstehen und aus den physikalischen Grundgleichungen ableiten. Mit dem erworbenen Wissen sollen die Studierenden in der Lage sein, fachlich fundiert verschiedene meteorologische, klimatologische und atmosphärische Fragestellungen zu erkennen, zu interpretieren, zu bewerten und Lösungsansätze zu entwickeln. Students will be able to understand the relationships between the state variables of the Earth's atmosphere and derive them from the basic physical equations. With the knowledge they have acquired, students should be able to recognize, interpret and evaluate various meteorological, climatological and atmospheric issues in a technically sound manner and develop solutions.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Vertiefung in die Physik der Atmosphäre, Bewertung wissenschaftlicher Zusammenhänge. In-depth study of the physics of the atmosphere, evaluation of scientific contexts.			
Inhalt/ Contents	Das Modul behandelt die Erdatmosphäre und vertiefende Kenntnisse zu den Zustandsvariablen (Temperatur, Wind, Druck) der meteorologischen Grundgleichungen und deren Approximation vermittelt sowie der Aufbau von Wetterkarten, die Entstehung meteorologischer Phänomene und die Grundlagen der numerischen Wettervorhersage und Klimamodellierung behandelt. The module deals with the Earth's atmosphere and provides in-depth knowledge of the state variables (temperature, wind, pressure) of the basic			

	meteorological equations and their approximation, as well as the structure of weather maps, the development of meteorological phenomena and the basics of numerical weather forecasting and climate modeling.				
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none				
Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648113200	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(30)	2	120	4
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648213200	Klausur/ Written examination		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: - Kraus, H., Die Atmosphäre der Erde (Springer, Heidelberg, 3.Aufl. 2004). - Wird laufend aktualisiert und zu Beginn des Semesters in der Veranstaltung empfohlen. Is continuously updated and recommended at the beginning of the semester in the course.				

Physik 3 (Optik, Wellenmechanik)				
Modul-/ Module code mug340	Workload 210 h	ECTS LP/ CP 7	Dauer/ Duration 1 Semester	Turnus/ Frequency jedes/ each WiSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Dozenten der Physik/ Lecturers of Physics			
Lehreinheit/ Organisation	Physik/ Physics			
Dozenten/ Lecturers	Dozenten der Physik/ Lecturers of Physics			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	Semester
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	3
Lernziel/ Learning target	Optische Phänomene in Experimenten und elementarer theoretischer Behandlung als Erweiterung der Elektrizitätslehre. Einführung in die mikroskopische Physik mit Hilfe elementarer Wellenfunktionen der Quantenmechanik. Optical phenomena in experiments and elementary theoretical treatment as an extension of the theory of electricity. Introduction to microscopic physics with the help of elementary wave functions of quantum mechanics.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Verständnis der Physik von Optik und Wellenmechanik. Understanding of the physics of optics and wave mechanics.			
Inhalt/ Contents	Optik: Strahlenoptik und Matrizenoptik; Abbildungen und Abbildungsfehler; Mikroskop und Teleskop; Wellengleichung und Wellentypen; Brechung und Dispersion; Wellenleiter; Polarisation und Doppelbrechung; Beugung (Kirchhoffsche Theorie der Beugung, Fraunhofer-Beugung, Beugung am Einzelspalt, am Doppelspalt und am Gitter); Kohärenz und Zweistrahl-Interferometer; Vielstrahl-Interferometer; Räumliche und zeitliche Wellenpakete. Wellenmechanik: Teilchenphänomene mit Licht (Schwarzkörperstrahlung, Photo-Effekt, Compton-Effekt, Photon); Materiewellen (Doppelspalt mit Materiewellen, de Broglie Wellenlänge, Wellenfunktion und Schrödingergleichung); Tunnel-Effekt; Teilchen im externen Potenzial; Paul-Falle; Aufbau der Atome (Rutherford-Experiment, Franck-Hertz-Versuch); Spektrum des Wasserstoff-Atoms, Bohrsches Atommodell; Stern-Gerlach-Experiment. Optics: ray optics and matrix optics; images and aberrations; microscope and telescope; wave equation and wave types; refraction and dispersion; waveguides; polarization and birefringence; diffraction (Kirchhoff's theory of			

	diffraction, Fraunhofer diffraction, diffraction at single slit, double slit and grating); coherence and double-beam interferometer; multi-beam interferometer; spatial and temporal wave packets. Wave mechanics: Particle phenomena with light (blackbody radiation, photo effect, Compton effect, photon); matter waves (double slit with matter waves, de Broglie wavelength, wave function and Schrödinger equation); tunnel effect; particles in external potential; Paul trap; structure of atoms (Rutherford experiment, Franck-Hertz experiment); spectrum of the hydrogen atom, Bohr atomic model; Stern-Gerlach experiment.				
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none				
Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648113400	Vorlesung/ Lecture	(200)	4	120	4
	Übung/ Exercise	(200)	2	90	3
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
623200311	Klausur/ Written examination		unbenotet/ not graded		7
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: • Hecht, Optik (Oldenbourg-Verlag, München 4. Aufl. 2005). • D. Meschede; Optik, Licht und Laser (Teubner, 2. über. Aufl. 2005). • W. Demtröder; Experimentalphysik 2: Elektrizität und Optik (Springer, Heidelberg 5. überarb. Aufl. 2009). • W. Demtröder; Experimentalphysik 3: Atome, Moleküle und Festkörper (Springer, Heidelberg 4. überarb. Aufl. 2010). • D. Meschede; Gerthsen Physik (Springer, 23. Aufl. 2006). • E.W. Otten; Repetitorium Experimentalphysik (Springer 2. Aufl. 2002). • Kohlrausch; Praktische Physik Bd. 1-3 (Teubner) Titel vergriffen, aber in der ULB vorhanden .				

Mathematik 3 für Physiker*innen				
Modul-/ Module code mug350	Workload 330 h	ECTS LP/ CP 11	Dauer/ Duration 1 Semester	Turnus/ Frequency jedes/ each WiSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Dozenten der Mathematik/ Lecturers of Mathematics			
Lehreinheit/ Organisation	Mathematik/ Mathematics			
Dozenten/ Lecturers	Dozenten der Mathematik/ Lecturers of Mathematics			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	Semester
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	3
Lernziel/ Learning target	Vermittlung der mathematischen Grundbegriffe und Methoden, erforderlich für die Physikvorlesungen nach dem 3. Semester. Teaching of basic mathematical concepts and methods, required for the theoretical physics lectures after the 3rd semester.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Fähigkeit zur Anwendung von Funktionentheorie/ Differentialgleichungen. Ability to apply functional analysis/differential equation methods.			
Inhalt/ Contents	Funktionentheorie: Potenzreihen, Laurentreihen, Residuensatz, spezielle Funktionen. Partielle Differentialgleichungen + Variationsrechnung. Harmonische Funktionen, Poissongleichung, Green'sche Funktion Function theory: power series, Laurent series, residue theorem, special functions. Partial differential equations + calculus of variations. Harmonic functions, Poisson's equation, Green's function			
Teilnahmevoraussetz ung/ Prerequisites	keine/ none			

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648113500	Vorlesung/ Lecture	(200)	4	120	4
	Übung/ Exercise	(200)	3	210	7
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
621200341	Klausur/ Written examination		benotet/ graded		11
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: - G.B. Arfken, H.J. Weber; Mathematical Methods for Phycisists (Academic Press 6. Aufl. 2005). S. Hassani; Mathematical Physics (Springer; New York 1999). R. Remmert, G. Schumacher; Funktionentheorie I (Springer; Berlin 2001).				

Synoptik und Wetterbesprechung				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
mug410	240 h	8	1 Semester	jedes/ each SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Vert.-Prof. Dr. Christoph Renkl			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Vert.-Prof. Dr. Christoph Renkl			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	Semester
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	4
	andere/ other		Freie Wahlpflicht/ Free compulsory elective	2 / 4 / 6
Lernziel/ Learning target	Entwicklung des Verständnisses für physikalisch basierte Analysen von dreidimensionaler Wetterinformation (Karten, Internet, Satelliten) und deren Erstellung. Verwendung und Präsentation dreidimensionaler Wetterinformation (Karten, Internet, Satelliten). Developing an understanding of physically based analyses of three-dimensional weather information (maps, internet, satellites) and their creation. Use and presentation of three-dimensional weather information (maps, internet, satellites).			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Kenntnis und Verwendung der Methoden und Techniken der modernen Wetteranalyse; Fähigkeit, deren Ergebnis dem Endanwender angepasst zu präsentieren. Wissenschaftlich korrekte Präsentationsfähigkeit. Knowledge and use of the methods and techniques of modern weather analysis; ability to present the results to the end user in an appropriate manner. Scientifically correct presentation skills.			
Inhalt/ Contents	Analyse des Wetters der vergangenen Woche: Beschreibung des Wetterverlaufs großskalig und am Ort (Bonn); Lage und Entwicklung von Druckgebilden in verschiedenen Höhen und von Fronten. Beschreibung der Wettervorhersage mit Hilfe des im Internet verfügbaren Kartenmaterials: Wettervorhersage für die nächsten 3 Tage mit Tendenz für die kommende Woche; Vorhersage von Drucktendenz, Temperatur, Bewölkung, Niederschlag, im Winter auch Art des Niederschlags und Gefahren z.B. für den Straßenverkehr, Vorhersage des tageszeitlichen Temperaturverlaufs.			

	Analysis of the weather of the past week: description of the weather pattern on a large scale and at the location (Bonn); position and development of fronts at different altitudes and of fronts; description of the weather forecast with the help of the map material available on the Internet: weather forecast for the next 3 days with tendency for the coming week; forecast of pressure tendency, temperature, cloudiness, precipitation, in winter also type of precipitation and dangers e.g. for road traffic, forecast of the diurnal temperature pattern.				
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none				
Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648114100	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(30)	2	120	4
	Seminar*/ Seminar*	(30)	2	60	2
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648214101	Klausur/ Written examination		benotet/ graded		6
648214102	Seminarvortrag/ Seminar talk		benotet/ graded		2
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: Bott, A., 2016: Synoptische Meteorologie: Methoden der Wetteranalyse und -prognose; Zweite Auflage. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 534 pp.; DOI: 10.1007/978-3-662-48195-0.				

Methoden der Angewandten Geophysik				
Modul-/ Module code mug420	Workload 180 h	ECTS LP/ CP 6	Dauer/ Duration 1 Semester	Turnus/ Frequency jedes/ each SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Prof. Dr. Andreas Kemna			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Prof. Dr. Andreas Kemna			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	
Semester	4			
Lernziel/ Learning target	Die Studierenden kennen qualitativ die Verteilung der wichtigsten physikalischen Parameter im Erdinneren. Sie sind in der Lage Berechnungen zu grundlegenden physikalischen Feldern und Prozessen, wie z.B. Schwerfeld, Magnetfeld und seismische Wellen, durchzuführen. Sie kennen die wichtigsten Methoden der angewandten Geophysik und deren physikalische Prinzipien und Einsatzmöglichkeiten. Sie können Berechnungen und Abschätzungen, z.B. zu Messgrößen, durchführen sowie für Fragestellungen die wichtigsten Methoden hinsichtlich ihrer Eignung zur Lösung des Problems bewerten. Students have a qualitative knowledge of the distribution of the most important physical parameters in the Earth's interior. They are able to carry out calculations on basic physical fields and processes, such as gravitational field, magnetic field and seismic waves. They are familiar with the most important methods of applied geophysics and their physical principles and possible applications. They will be able to carry out calculations and estimations, e.g. for measured variables, and evaluate the most important methods with regard to their suitability for solving the problem.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Selbstständiges Bearbeiten geophysikalischer Probleme, wissenschaftliche Analysefähigkeit. Independent handling of geophysical problems, scientific analysis skills.			
Inhalt/ Contents	In diesem Modul werden die wichtigsten Grundkenntnisse über die angewandte Geophysik vermittelt. Hierzu gehören im Einzelnen die Gravimetrie, die Magnetik und Geoelektrik. In einem weiteren Kapitel werden die Grundzüge der Seismik und die Überlegungen, die zu unserem Wissen über den Aufbau der Erde geführt haben. This module teaches the most important basic knowledge of applied geophysics. This includes gravimetry, magnetics and geoelectrics. In a			

	further chapter, the basic features of seismology and the considerations that have led to our knowledge of the structure of the earth are explained.				
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none				
Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648114200	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung*/ Exercise*	(30)	2	120	4
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648214200	Klausur/ Written examination		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: • Everett, M.E., Near-Surface Applied Geophysics, Cambridge Univ. Press, 2013. • Dentith, M., Mudge, S.T., Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist, Cambridge Univ. Press, 2014. • Knödel, K., Krummel, H., Lange, G. (Hrsg.), Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten, Bd. 3, Geophysik, 2. Auflage, Springer, 2005. • Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., Applied Geophysics, 2nd Ed., Cambridge Univ. Press, 1990.				

Theoretische Physik – Mechanik (Lehramt)				
Modul-/ Module code mug430	Workload 150 h	ECTS LP/ CP 5	Dauer/ Duration 1 Semester	Turnus/ Frequency jedes/ each SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Dozenten der Physik/ Lecturers of Physics			
Lehreinheit/ Organisation	Physik/ Physics			
Dozenten/ Lecturers	Dozenten der Physik/ Lecturers of Physics			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	Semester
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	4
Lernziel/ Learning target	Umgang mit Konzepten und Rechenmethoden der theoretischen Mechanik. Vermittlung der axiomatischen Formulierung in physikalischen Theorien. Dealing with concepts and calculation methods of theoretical mechanics. Teaching the axiomatic formulation of physical theories.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Abstrakte und konkrete analytische Problemformulierung, Konzentrationsfähigkeit und Durchhaltevermögen, selbstständige Lösung theoretisch physikalischer Aufgaben, Präsentation der Lösungsansätze. Abstract and concrete analytical problem formulation, ability to concentrate and perseverance, independent solution of theoretical physical tasks, presentation of solution approaches.			
Inhalt/ Contents	Newtonsche Mechanik: Zentralkraftprobleme; Mechanik des starren Körpers; Lagrange- und Hamilton-Formalismus; Symmetrien und Erhaltungssätze. Mathematische Methoden der Physik: Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, Variationsrechnung, Vektoranalysis. Newtonian mechanics: Central force problems; mechanics of the rigid body; Lagrange and Hamiltonian formalism; symmetries and conservation laws. Mathematical methods of physics: ordinary and partial differential equations, calculus of variations, vector analysis.			
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none			

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648114300	Vorlesung/ Lecture	(200)	2	60	2
	Übung*/ Exercise*	(200)	3	90	3
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
622500226	Klausur/ Written examination		benotet/ graded		5
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: J. Honerkamp, H. Römer, Grundlagen der Klassischen Theoretischen Physik, Springer, 1986. F. Haake, Einführung in die Theoretische Physik, Physik Verlag, 1983.				

Physikpraktikum für Naturwissenschaftler				
Modul-/ Module code mug440	Workload 150 h	ECTS LP/ CP 5	Dauer/ Duration 1 Semester	Turnus/ Frequency WiSe/ SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Dozenten der Physik/ Lecturers of Physics			
Lehreinheit/ Organisation	Physik/ Physics			
Dozenten/ Lecturers	Dozenten der Physik/ Lecturers of Physics			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	Semester
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	3 / 4
Lernziel/ Learning target	Grundverständnis physikalischer Zusammenhänge und Formulierung zugehöriger Gleichungen; Erwerb von Kenntnissen der naturwissenschaftlich relevanten physikalischen Vorgänge. Basic understanding of physical interrelationships and formulation of associated equations; acquisition of knowledge of scientifically relevant physical processes.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Eigenständiges Durchführen und Auswerten von naturwissenschaftlichen Experimenten und Bewerten der Ergebnisse inklusive statistischer und systematischer Fehleranalyse. Praktische Erfahrungen zum zielgerichteten Experimentieren und Auswerten. Erarbeitung von Versuchsprotokollen. Independently carrying out and evaluating scientific experiments and assessing the results, including statistical and systematic error analysis. Practical experience in targeted experimentation and evaluation. Development of experimental protocols.			
Inhalt/ Contents	Acht Versuche im Praktikum zur Mechanik, Elektromagnetismus und Optik: freie und erzwungene Schwingungen (Pohlsches Drehpendel), Trägheitsmoment und physisches Pendel, statistische Schwankungen, Gleichströme, Spannungsquellen, Widerstände, elektrische und magnetische Kraftwirkung auf geladene Teilchen (Fadenstrahlrohr), Linsen, Linsensysteme und optische Instrumente, Beugung und Interferenz, Spektralapparat, Polarisation von Licht. Vorbereiten auf physikalische Grundlagen anhand von Anleitungen und Versuchen. Praktisches Durchführen und Auswerten von Experimenten in kleinen Gruppen. Eight experiments in the practical course on mechanics, electromagnetism and optics: free and forced oscillations (Pohl's rotary pendulum), moment of inertia and physical pendulum, statistical fluctuations, direct currents,			

	voltage sources, resistances, electric and magnetic forces acting on charged particles (filament beam tube), lenses, lens systems and optical instruments, diffraction and interference, spectral apparatus, polarization of light. Preparation for physical principles using instructions and experiments. Practical implementation and evaluation of experiments in small groups.				
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	bestandenenes Modul mug140, mug240 oder mug340/ passed module mug140, mug240 or mug340				
Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648114400	Praktikum*/ Practical*	(200)	4	150	5
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648214400	Klausur/ Written examination		benotet/ graded		5
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Mündliche Überprüfung der Versuchsvorbereitung, erfolgreiche Durchführung der Versuche, Erstellung von Versuchsprotokollen/ Oral examination of the experiment preparation, successful execution of the experiments, preparation of experiment protocols				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: • Versuchsanleitungen: http://www.praktika.physik.uni-bonn.de/ • W. Walcher; Praktikum der Physik (Teubner, 8. Aufl. 2004). • D. Geschke; Physikalisches Praktikum (Teubner, 12. Aufl. 2001). • V. Blobel, E. Lohrmann; Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse (Teubner, 1. Aufl. 1999). • S. Brandt; Datenanalyse (Spektrum, 4. Aufl. 1999). • Westphal; Physikalisches Praktikum (Vieweg) Titel vergriffen, aber in der ULB vorhanden.				

Statistik mit Python				
Modul-/ Module code mug450	Workload 180 h	ECTS LP/ CP 6	Dauer/ Duration 1 Semester	Turnus/ Frequency jedes/ each SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	PD Dr. Petra Friederichs			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	PD Dr. Petra Friederichs			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	
Semester	4			
Lernziel/ Learning target	Grundlagen der beschreibenden Statistik, Zusammenhang zwischen Datenanalyse und Statistik, Programmierung mit Python. Basics of descriptive statistics, connection between data analysis and statistics, programming with Python.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Statistische Auswertung von Klimabeobachtungen und -simulationen, Präsentation der Ergebnisse in graphischer Form und statistisch korrekter Ausdrucksweise. Statistical evaluation of climate observations and simulations, presentation of the results in graphical form and statistically correct expression.			
Inhalt/ Contents	Statistische, stochastische Geo- und Klimadatenverarbeitung und Modellierung mit der Programmiersprache Python. Statistical, stochastic geo and climate data processing and modeling with the Python programming language.			
Teilnahmevoraussetz ung/ Prerequisites	keine/ none			

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648114500	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Praktische Übung*/ Practical exercise*	(30)	2	120	4
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648214500	Mündliche Prüfung/ Oral examination		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: Wird laufend aktualisiert und zu Beginn des Semesters in der Veranstaltung empfohlen. Is continuously updated and recommended at the beginning of the semester in the course.				

Geophysikalische Datenauswertung und Geländeübung				
Modul-/ Module code mug510	Workload 240 h	ECTS LP/ CP 8	Dauer/ Duration 1 Semester	Turnus/ Frequency jedes/ each WiSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Dr. Maximilian Weigand			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Dr. Maximilian Weigand			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	
	BSc. Geowissenschaften		Wahlpflicht/Compulsory elective	
Lernziel/ Learning target	Die Studierenden kennen Methoden der angewandten Geophysik (Seismik, Gravimetrie, Magnetik, Geoelektrik, Elektromagnetik), die Grundlagen ihrer Planung, praktischen Durchführung im Gelände und Auswertung. Sie können die Ergebnisse kritisch bewerten und Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen verschiedener Verfahren herstellen. Students know methods of applied geophysics (seismics, gravimetry, magnetics, geoelectrics, electromagnetics), the principles of their planning, practical implementation in the field and evaluation. They can critically evaluate the results and establish correlations between the results of different methods.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Geländebezogene Umsetzung geophysikalischer Fachkenntnisse, Präsentation geophysikalischer Messergebnisse, Python-Programmierung. Field-related implementation of geophysical expertise, presentation of geophysical measurement results, programming with Python.			
Inhalt/ Contents	Das Modul behandelt alle gängigen Methoden der angewandten Geophysik (Refraktionsseismik, Reflexionsseismik, Gravimetrie, Magnetik, Geoelektrik, Elektromagnetik, Georadar). Neben den theoretischen Grundlagen der Verfahren und ihrer Auswertung werden ihre Einsatzmöglichkeiten sowie ihre Stärken und Schwächen behandelt. Der Stoff wird in der Vorlesung theoretisch behandelt und im Rahmen von mehreren Geländetagen praktisch eingeübt. In der Übung erfolgt die Modellierung der gemessenen physikalischen Größen sowie die Auswertung und Interpretation der Messdaten mit Python. Die Ergebnisse der Geländemessungen werden im Rahmen eines Vortrags präsentiert. The module covers all common methods of applied geophysics (refraction			

	seismics, reflection seismics, gravimetry, magnetics, geoelectrics, electromagnetics, georadar). In addition to the theoretical basics of the methods and their evaluation, their possible applications as well as their strengths and weaknesses are discussed. The material is covered theoretically in the lecture and practiced in several field days. In the exercise the measured physical quantities are modeled and the measured data are evaluated and interpreted with Python. The results of the field measurements are presented by the participants in a lecture.				
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	mug420 empfohlen/ mug420 recommended				
Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648115100	Vorlesung/ Lecture	(15)	2	60	2
	Praktische Übung*/ Practical exercise*	(15)	2	90	3
	Geländeübung*/ Field exercise*	(15)	2	90	3
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648215100	Projektarbeit/ Project work		benotet/ graded		8
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben, Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Geländeübung/ Successful performance of the exercises/homework, preparation, execution and evaluation of the field exercise				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: • Everett, M.E., Near-Surface Applied Geophysics, Cambridge 2013. • Dentith, M., Mudge, S.T., Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist, Cambridge Univ. Press, 2014. • Knödel, K., Krummel, H., Lange, G. (Hrsg.), Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten, Bd. 3, Geophysik, 2. Auflage, Springer, 2005. • Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., Applied Geophysics, 2nd Ed., Cambridge Univ. Press, 1990.				

Fluiddynamik des Erdsystems				
Modul-/ Module code mug530	Workload 240 h	ECTS LP/ CP 8	Dauer/ Duration 2 Semester	Turnus/ Frequency WiSe/ SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	PD Dr. Petra Friederichs			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	PD Dr. Petra Friederichs			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	
Lernziel/ Learning target	Verständnis der Vektor- und Tensoralgebra, Differenzieren und Integrieren in krummlinigen, zeitabhängigen Koordinaten-systemen, Arbeiten mit ko- und kontravarianten Koordinatensystemen. Verständnis der Fluiddynamik, Bedeutung der Erhaltungssätze, Skalenabhängigkeit atmosphärischer Prozesse, Anwendung der Prinzipien der linearen Dynamik auf Prozesse in der Atmosphäre, Wellendynamik der mittleren Breiten. Understanding the concepts of vector and tensor algebra, differentiation and integration in time-dependent coordinate systems, working with co- and contravariant coordinate systems. Understanding of fluid dynamics, importance of conservation laws, scale dependence of atmospheric processes, application of principles of linear dynamics to processes in the atmosphere, mid-latitude wave dynamics.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Sicherer Umgang mit der Mathematik der Feldtheorie: mehrdimensionale Ableitungen und Integrale, Transformationen hydrodynamischer Gleichungen in beliebige Koordinatensysteme, Charakterisierung des Stabilitätszustands der Atmosphäre, Berechnung von Vertikalverteilungen der Zustandsvariablen. Confident mathematical handling of field theory: multidimensional derivatives and integrals, transformations of hydrodynamic equations into arbitrary coordinate systems, characterization of the stability state of the atmosphere, calculation of vertical distributions of state variables.			
Inhalt/ Contents	Darstellung von Vektoren und Tensoren in allgemeinen Koordinaten-systemen, Tensoralgebra, Differentiation extensiver Funktionen, Integral-operationen, Theoreme der Integralrechnung, zeitliche Differentiation von materiellen Linien-, Oberflächen- und Volumenintegralen, Koordinaten-transformationen. Navier-Stokes Gleichungen in der Euler- und Lagrange-darstellung, rotierende Bezugssysteme, Erhaltungsgrößen, Skalenanalyse,			

	hydrostatische Approximation, geostrophisches Gleichgewicht, Wellen und lineare Dynamik, Linearisierungstechniken, Dispersionsrelationen, Phasen- und Gruppengeschwindigkeit, Schall- und Schwerewellen, Wellen in den Flachwassergleichungen, Kelvinwellen, Rossbywellen. Representation of vectors and tensors in general coordinate systems, tensor algebra, differentiation of extensive functions, integral operations, theorems of integral calculus, temporal differentiation of material line, surface and volume integrals, coordinate transformations. Navier-Stokes equations in the Euler and Lagrange representation, rotating reference systems, conservation variables, scale analysis, hydrostatic approximation, geostrophic equilibrium, waves and linear dynamics, linearization techniques, dispersion relations, phase and group velocity, sound and gravity waves, waves in the shallow water equations, Kelvin/ Rossby waves.				
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	mug430 empfohlen mug430 recommended				
Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648115300	Vorlesung/ Lecture	(30)	4	120	4
	Übung*/ Exercise*	(30)	2	120	4
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648215300	Mündliche Prüfung/ Oral examination		benotet/ graded		8
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben, Überprüfung des Lernziels nach dem ersten Semester/ Successful performance of the exercises/homework, review of the learning objective after the first semester				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: • Zdunkowski, W., and A. Bott, 2003: Dynamics of the Atmosphere. A Course in Theoretical Meteorology; Cambridge University Press, Cambridge, New York, 738 pp. • J.Pedlosky, Geophysical Fluid Dynamics semester in the course.				

Atmosphärische Grenzschicht				
Modul-/ Module code mug610	Workload 180 h	ECTS LP/ CP 6	Dauer/ Duration 1 Semester	Turnus/ Frequency jedes/ each SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Prof. Dr. Leonie Esters			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Prof. Dr. Leonie Esters			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	
			Semester	
			6	
Lernziel/ Learning target	Verständnis der atmosphärischen Grenzschicht als Lebensraum, Kopplung von Atmosphäre und Untergrund, statistische Konzepte der Turbulenz, Einbindung dieses Verständnisses in die moderne Wetteranalyse. Understanding the atmospheric boundary layer as a habitat, coupling of atmosphere and subsurface, statistical concepts of turbulence, integration of this understanding into modern weather analysis.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Wissenschaftlich korrekte Interpretation bodennaher atmosphärischer Phänomene, korrekter Umgang mit Daten aus turbulenten Systemen, Fähigkeit das erweiterte Verständnis der modernen Wetteranalyse dem Endanwender angepasst zu präsentieren. Scientifically correct interpretation of near-ground atmospheric phenomena, correct handling of data from turbulent systems, ability to present the advanced understanding of modern weather analysis to the end user.			
Inhalt/ Contents	Definition der Grenzschicht, Phänomenologie der Grenzschicht, mathematische und statistische Konzepte der Grenzschichtanalyse, Turbulenz und Zeitreihen-Statistik, Dynamik der atmosphärischen Grenzschicht, turbulente Flüsse, Schließungen, Ähnlichkeitstheorie, Monin-Obukhov und Rossby Ähnlichkeiten, turbulente Vermischung von Schadstoffen, Grenzschichten und Wolken. Verständnis skaliger und subskaliger Prozesse, Behandlung turbulenter Austauschprozesse, Verständnis der spektralen Umverteilung turbulenter kinetischer Energie, Parametrisierungen turbulenter Flüsse, Verständnis der thermo-hydrodynamischen Vorgänge in der atmosphärischen Grenzschicht, Bestimmung von turbulenten Austauschkoeffizienten. Definition of the boundary layer, phenomenology of the boundary layer,			

	mathematical and statistical concepts of boundary layer analysis, turbulence and time series statistics, dynamics of the atmospheric boundary layer, turbulent fluxes, closures, similarity theory, Monin-Obukhov and Rossby similarities, turbulent mixing of pollutants, boundary layers and clouds. Understanding of scalar and subscale processes, treatment of turbulent exchange processes, understanding of spectral redistribution of turbulent kinetic energy, parameterizations of turbulent fluxes, understanding of thermo-hydrodynamic processes in the atmospheric boundary layer, determination of turbulent exchange coefficients.				
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	mug320 empfohlen mug320 recommended				
Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648116100	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(30)	2	120	4
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648216100	Mündliche Prüfung/ Oral examination		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: Wird laufend aktualisiert und zu Beginn des Semesters in der Veranstaltung empfohlen. Is continuously updated and recommended at the beginning of the semester in the course.				

Meteorologische Messtechnik				
Modul-/ Module code mug620	Workload 180 h	ECTS LP/ CP 6	Dauer/ Duration 2 Semester	Turnus/ Frequency WiSe/ SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	PD Dr. Silke Trömel			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	PD Dr. Silke Trömel			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	
Semester	5 & 6			
Lernziel/ Learning target	Den Studierenden wird die Theorie, Funktionsweise und Umgang mit der grundlegenden meteorologischen Messtechnik für die Variablen Druck, Temperatur, Niederschlag, Wind, und Strahlung gelehrt. Students are taught the theory, functioning and handling of basic meteorological measurement technology for the variables pressure, temperature, precipitation, wind and radiation.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Kenntnis über die Verwendung, Auswertung und Interpretation meteorologischer Messungen inklusive Fehleranalysen im Labor und eigens sondierter Wetterphänomene im freien Feld. Knowledge of the use, evaluation and interpretation of meteorological measurements, including error analyses in the laboratory and specially probed weather phenomena in the field.			
Inhalt/ Contents	Messgeräte meteorologischer Größen, Radarmeteorologie, Satellitenmeteorologie, Erfassung, Analyse und Vorhersage der raum-zeitlichen Strukturen der Atmosphäre der mittleren Breiten. Laborversuche zu Betrieb, Vergleich und Datenauswertung meteorologischer Messungen, sowie der selbstorganisierte ‚Stormchaser‘-Einsatz für das Ausmessen eines nahegelegenen intensiven Niederschlagsereignisses mit folgender holistischen Auswertung und Interpretation im synoptischen Kontext. Measuring instruments for meteorological variables, radar meteorology, satellite meteorology, recording, analysis and prediction of the spatio-temporal structures of the mid-latitude atmosphere. Laboratory experiments, comparison and data evaluation of meteorological measurements, as well as the self-organized 'Stormchaser' deployment for the measurement of a nearby intensive precipitation event with subsequent holistic evaluation and interpretation in a synoptic context.			

Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	mug320 empfohlen/ mug320 recommended				
Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648116200	Praktikum*/ Practical*	(30)	2	90	3
	Praktische Übung*/ Practical exercise*	(30)	2	90	3
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648216200	Klausur/ Written examination		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Vorbereitung, Durchführung der Experimente, mündliche Überprüfung der schriftlichen Protokolle/ Preparation, execution of the experiments, oral examination of the written protocols				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: • H. Kraus, Die Atmosphäre der Erde (Springer, Heidelberg 3. Aufl. 2004) • Wird laufend aktualisiert und zu Beginn des Semesters in der Veranstaltung empfohlen. Is continuously updated and recommended in the course at the beginning of the semester.				

Thermodynamik des Erdsystems				
Modul-/ Module code mug630	Workload 180 h	ECTS LP/ CP 6	Dauer/ Duration 1 Semester	Turnus/ Frequency jedes/ each SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Prof. Dr. Leonie Esters			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Pascal Meurer			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	
			Semester	
			6	
Lernziel/ Learning target	Formulierung prognostischer und diagnostischer Differentialgleichungen, die zur Beschreibung der künftigen Entwicklung des thermodynamischen Zustandes der Atmosphäre benötigt werden. Thermodynamische Zustandsvariablen Druck, Temperatur, Luftdichte und Wasser in den unterschiedlichen Phasen Wasserdampf, flüssiges Wasser und Eis. Formulation of prognostic and diagnostic differential equations required to describe the future development of the thermodynamic state of the atmosphere. Thermodynamic state variables pressure, temperature, air density and water in the different phases of water vapor, liquid water and ice.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Wissenschaftlich korrekter Umgang mit dem thermodynamischen Zustand der Atmosphäre. Scientifically correct handling of the thermodynamic state of the atmosphere.			
Inhalt/ Contents	Klassische Thermodynamik, intensive und extensive Zustandsvariablen, der erste Hauptsatz der Thermodynamik, die innere Energie und die Enthalpie, der zweite Hauptsatz der Thermodynamik, Entropie, die Entropieerzeugung, die Gibbs'sche Fundamentalgleichung, thermodynamische Potentiale, Identitäten von Multi-Komponenten Systemen, die grundlegenden Gleichungen der irreversible Flüsse, die Clausius-Clapeyron Gleichung, die reversible und irreversible Feuchtadiabate, thermodynamische Diagramme, Statik der Atmosphäre. Classical thermodynamics, intensive and extensive state variables, the first law of thermodynamics, internal energy and enthalpy, the second law of thermodynamics, entropy, entropy generation, Gibbs' fundamental equation, thermodynamic potentials, identities of multi-component			

	systems, the fundamental equations of irreversible flows, the Clausius-Clapeyron equation, the reversible and irreversible moisture adiabatic rate, thermodynamic diagrams, statics of the atmosphere.				
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	mug430 empfohlen/ mug430 recommended				
Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648116300	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung*/ Exercise*	(30)	2	120	4
Sprache/ Language	Deutsch/ German				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648216300	Mündliche Prüfung/ Oral examination		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: • Bohren, C. F. and Albrecht, B. A. (2000). Atmospheric Thermodynamics. • North, G. R. and Erukhimova, T. L. (2009). Atmospheric Thermodynamics: Elementary Physics and Chemistry. Cambridge University Press.				

Bachelorarbeit				
Modul-/ Module code mug670	Workload 360 h	ECTS LP/ CP 12	Dauer/ Duration 1 Semester	Turnus/ Frequency WiSe/ SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Dr. Anna Zoporowski			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Dozenten aus Meteorologie und Geophysik/ Lecturers of Meteorology and Geophysics			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	BSc. MuG		Pflicht/ Compulsory	
Semester			5 / 6	
Lernziel/ Learning target	Die Studierenden sollen dokumentieren, dass sie in der Lage sind, ein kleines Projekt durchzuführen, darüber einen schriftlichen Bericht zu verfassen und dessen Inhalt vorzutragen. Students should document that they are able to carry out a small project, prepare a written report on it and present its content.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Erstellung einer Forschungsarbeit zu einem speziellen meteorologischen oder geophysikalischen Thema. Preparation of a research paper on a specific meteorological or geophysical topic.			
Inhalt/ Contents	Die Studierenden sollen ein meteorologisches oder geophysikalisches Forschungsprojekt durchführen und dokumentieren. Die Studierenden sind in der Lage, ein Forschungsprojekt unter Anleitung durchzuführen und sowohl schriftlich wie mündlich zu dokumentieren. Das Modul beinhaltet eine Präsentation der eigenen Ergebnisse im Rahmen der Arbeitsgruppe. Students should carry out and document a meteorological or geophysical research project. Students are able to carry out a research project under supervision and document it both orally and in writing. The module includes a presentation of their own results within the working group.			
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	Mindestens 90 LP/ Minimum 90 CP			

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648116700	Seminar, Eigenstudium/ Seminar, Self-study	(5)	2	360	12
Sprache/ Language	Deutsch, Englisch/ German, English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
8000	Bachelorarbeit		benotet/ graded		12
	Abschlusskolloquium		unbenotet/ ungraded		0
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Präsentation eigener Ergebnisse in der Arbeitsgruppe/ Presentation of own results in the research group				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: Einzelvergabe zu den speziellen Themen/ Individual allocation for the special topics				

Forschungs- oder Berufsorientierung				
Modul-/ Module code mug560	Workload 180 h	ECTS LP/ CP 6	Dauer/ Duration 1 Semester	Turnus/ Frequency WiSe/ SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Dr. Anna Zoporowski			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Dozenten aus Meteorologie und Geophysik/ Lecturers of Meteorology and Geophysics			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	BSc. MuG		Wahlpflicht/ Compulsory elective	
			Semester	
			5 / 6	
Lernziel/ Learning target	i) Forschungsorientierung im Rahmen der Wahlpflichtmodule des Masterstudiengangs Physics of the Earth and Atmosphere (PEA) mit den jeweiligen Schwerpunktthemen (siehe PEA Modulbeschreibungen). / Research orientation as part of the compulsory elective modules of the Master's degree program in Physics of the Earth and Atmosphere (PEA) with the respective focus topics (see PEA module descriptions). ii) Umsetzung von theoretischem Wissen in der meteorologischen oder geophysikalischen Arbeitswelt während des Betriebspraktikums; Praxiserfahrung zu Fragestellungen mit wirtschaftlichem Hintergrund; Kennenlernen von Arbeitsabläufen und Berufsperspektiven. / Implementation of theoretical knowledge in the meteorological or geophysical working environment during the work placement; practical experience on issues with an economic background; familiarization with work processes and career prospects.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	i) Siehe PEA Modulbeschreibungen/ see PEA module descriptions ii) Fachliche Präsentation und sachkundige Berichterstattung zum Theorie-Praxis-Transfer und Arbeitsmarktsituation/ Professional presentation and expert reporting on theory-practice transfer and labor market situation			
Inhalt/ Contents	i) Siehe PEA Modulbeschreibungen/ see PEA module descriptions ii) Das mindestens vierwöchige Berufspraktikum soll in außer-universitären Forschungsinstitutionen oder in meteorologisch oder geophysikalisch orientierten Unternehmen stattfinden. Die Studierenden fertigen nach Abschluss ihres Praktikums einen ca. zehnsseitigen Bericht an und stellen die Tätigkeit und gesammelten Erfahrungen und arbeitstechnischen Verfahren in Zusammenhang mit meteorologischen oder geophysikalischen Fragestellungen in einem Kurzvortrag vor. Inhaltlich sollten der Betrieb, die			

	eigenen Tätigkeiten während des Praktikums im fachlichen und studieninhaltlichen Kontext sowie die Berufsaussichten auf dem aktuellen Arbeitsmarkt vorgestellt werden. Um die notwendige Flexibilität bei der zeitlichen Planung des Praktikums zu gewährleisten wird empfohlen, das Praktikum zwischen dem 3. und 5. Semester durchzuführen./ The internship of at least four weeks should take place in non-university research institutions or in meteorologically or geophysically oriented companies. After completing their internship, students must prepare a report of approximately ten pages and give a short presentation on their work, the experience they have gained and the technical procedures they have used in connection with meteorological or geophysical issues. In terms of content, the company, your own activities during the internship in the technical and study context as well as the career prospects on the current job market should be presented. In order to ensure the necessary flexibility in the scheduling of the internship, it is recommended that the internship be completed between the 3rd and 5th semester.				
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	i) siehe PEA Modulbeschreibungen/ see PEA module descriptions ii) keine/ none				
Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648115600	Statistical Data Analysis in Geosciences V,Ü* / L,E* pea731	(30)	4	180	6
	Climate Dynamics V,Ü* / L,E* pea732	(30)	4	180	6
	Land Surface Processes V,Ü* / L,E* pea733	(30)	4	180	6
	Tectonophysics V,S*,Ü / L,S*,E pea734	(30)	4	180	6
	Electrical Imaging V,Ü* / L,E* pea735	(30)	4	180	6
	Theoretical Synoptics V,Ü* / L,E* pea831	(30)	4	180	6
	Radar Polarimetry V,Ü* / L,E* pea832	(30)	4	180	6

	Hydrogeophysics V,Ü,GÜ* / L,E,FE* pea833	(30)	4	180	6
	Numerical Methods in Geophysics V,Ü*,prÜ* / L,E*,prE* pea834	(30)	4	180	6
	Betriebspraktikum 4 Wochen			180	6
Sprache/ Language	Deutsch, Englisch/ German, English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
siehe/see PEA 648215600	i) siehe PEA Modulbeschreibungen/ see PEA module descriptions ii) Protokoll/ Report	benotet/ graded			6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
	i) siehe PEA Modulbeschreibungen/ see PEA module descriptions ii) keine/ none				
Sonstiges/ Further information	i) Literatur/ Literature: siehe PEA Modulbeschreibungen/ see PEA module descriptions ii) Es ist folgende Erklärung mit Unterschrift abzugeben: “Ich versichere hiermit, dass ich dieses Protokoll selbständig angefertigt habe und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, sowie die wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.” The following signed statement must be included: “I hereby declare that I have prepared this report independently and have not used any sources and aids other than those specified, and that I have marked the passages taken over verbatim or in terms of content as such.”				

Freier Wahlpflichtbereich / Free compulsory elective modules				
Modul-/ Module code	Workload 240 h	ECTS LP/ CP 8	Dauer/ Duration 1-2 Semester	Turnus/ Frequency WiSe/ SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Dr. Anna Zoporowski			
Lehreinheit/ Organisation	Andere Lehreinheiten/ Other disciplines			
Dozenten/ Lecturers	Dozenten anderer Lehreinheiten/ Lecturers of other disciplines			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	BSc. MuG		Wahlpflicht/ Compulsory elective	
	Semester		4 / 5 / 6	
Lernziel/ Learning target	siehe Modulbeschreibung der anderen Studiengänge/ see module description of the other degree programs			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	siehe Modulbeschreibung der anderen Studiengänge/ see module description of the other degree programs			
Inhalt/ Contents	siehe Modulbeschreibung der anderen Studiengänge/ see module description of the other degree programs			
Teilnahmevoraussetz ung/ Prerequisites	siehe Modulbeschreibung der anderen Studiengänge/ see module description of the other degree programs			

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic (Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
	siehe Modulbeschreibung der anderen Studiengänge/ see module description of the other degree programs		240	8
Sprache/ Language	Deutsch, Englisch/ German, English			
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)			
	siehe Modulbeschreibung der anderen Studiengänge/ see module description of the other degree programs	benotet/ graded		8
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung			
	siehe Modulbeschreibung der anderen Studiengänge/ see module description of the other degree programs			
Sonstiges/ Further information	siehe gesonderte Liste der Fächer Seite 54-55/ see separate list of modules on page 54-55			

Auswahlliste Freier Wahlpflichtbereich / Free compulsory elective modules

Studiengang/ Program	Modul	ECTS LP/ CP
Informatik	Technische Informatik	9
Informatik	Algorithmen und Programmierung	9
Informatik	Datenzentrierte Informatik	6
Physik / Astronomie	Einführung in die Astronomie I	4
Physik / Astronomie	Einführung in die extragalaktische Astronomie	4
Physik / Astronomie	Einführung in die Radioastronomie	4
Physik	Theoretische Physik I (Mechanik)	9
Physik	Theoretische Physik II (Elektrodynamik)	9
Physik	Theoretische Physik III (Quantenmechanik)	9
Physik	Physik IV (Atome, Moleküle, Kondensierte Materie)	7
Physik	Physik V (Kerne und Teilchen)	7
Chemie	Allgemeine und Anorganische Chemie	9
Chemie	Physikalische Chemie 1/2	10
Chemie	Grundlagen der Organischen Chemie	7
Geowissenschaften	BP01 Endogene Geologie	5
Geowissenschaften	BP04 Grundlagen und Methoden in den Geowissenschaften	6
Geowissenschaften	BP05 Exogene Geologie	5
Geowissenschaften	BP07 Geologische Raumstrukturen	6
Geowissenschaften	BP08 Geologische Kartierung	6
Geowissenschaften	BW37 Digitale Karte in der Geologie	6
Geowissenschaften	BW57 GIS in der Geologie	8

Geographie	B0 Einführung in die Geographie (Belegung in Basis notwendig!)	6
Geographie	B1 Physische Geographie Basis (Belegung in Basis notwendig!)	8
Geographie	B3 Humangeographie Basis (Belegung in Basis notwendig!)	8
Geographie	B5 Regionale Geographie und Räumliche Planung (Belegung in Basis notwendig!)	6
Geographie	B7 Geomatik (Belegung in Basis notwendig!)	10
Geodäsie und Geoinformation	Astronomische, Physikalische und Mathematische Geodäsie	12
Philosophie	Logik und Grundlagen Zwei-Fach	8
Philosophie	Erkenntnistheorie Zwei-Fach	8
Philosophie	Wissenschaftsphilosophie Zwei-Fach	8
Volkswirtschaftslehre	Grundzüge der Volkswirtschaftslehre	7,5
Volkswirtschaftslehre	Grundzüge der BWL: Einführung in die Theorie der Unternehmung	7,5
Volkswirtschaftslehre	Grundzüge der BWL: Investition und Finanzierung	7,5
Volkswirtschaftslehre	Finanzmärkte und -institutionen	7,5