


# Modulhandbuch

Bachelorstudiengang

„Meteorologie und Geophysik“


## Inhaltsverzeichnis

Einführung in die Meteorologie und Geophysik.....	2
Physik 1 (Mechanik, Wärmelehre).....	4
Mathematik 1 für Physiker*innen.....	6
Physikalische Klimatologie.....	8
Physik 2 (Elektromagnetismus).....	10
Mathematik 2 für Physiker*innen.....	12
Fernerkundung.....	14
Physik 3 (Optik, Wellenmechanik).....	16
Mathematik 3 für Physiker*innen.....	18
Synoptik.....	20
Allgemeine Geophysik.....	22
Klassische Theoretische Physik (Lehramt).....	24
Synoptik für Fortgeschrittene.....	26
Angewandte Geophysik.....	28
Fluiddynamik des Erdsystems.....	30
Thermodynamik des Erdsystems.....	32
Forschungsorientierung oder Betriebspraktikum.....	34
Freier Wahlpflichtbereich.....	36
Seminar zur Bachelorarbeit.....	38
Bachelorarbeit.....	40
Einführung in die Meteorologie und Geophysik als Nebenfach.....	43
Einführung in die Meteorologie und Geophysik für Physiker*innen.....	45
Physikalische Klimatologie als Nebenfach.....	47
Physikalische Klimatologie für Physiker*innen.....	49
Fernerkundung als Nebenfach.....	51
Synoptik und Wetterbesprechung als Nebenfach.....	53
Allgemeine Geophysik als Nebenfach.....	55
Allgemeine Geophysik für Physiker*innen.....	57
Auswahlliste Freier Wahlpflichtbereich.....	59

Einführung in die Meteorologie und Geophysik				 UNIVERSITÄT <b>BONN</b>
Modulnummer	Workload	Umfang	Dauer Modul	Turnus
<b>mug110</b>	<b>300 h</b>	<b>10 LP</b>	<b>1 Semester</b>	<b>jährlich im WS</b>
Modulbeauftragter	Dr. Anna Zoporowski			
Anbietende Lehreinheit(en)	Meteorologie und Geophysik			
Beteiligte Dozenten	Schielicke, Zoporowski, Heidemann			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	BSc. Meteorologie und Geophysik		Pflicht	1. Semester
Lernziele	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.			
Schlüsselkompetenzen	Grundlagen der Meteorologie und Geophysik, Bewertung gesellschaftsrelevanter Zusammenhänge.			
Inhalte	<p>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 Erdinnern 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.</p> <p>In der Wissenschaftlichen Datenverarbeitung erfolgt eine Einführung in die Programmiersprache Python.</p>			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			


## Einführung in die Meteorologie und Geophysik

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbstst.	
648101100 – WS	Vorlesung und Übung (mug111) Einführung in die Meteorologie und Geophysik (60)	4	60	120	6
648101210 – WS	Vorlesung und Übung (mug121) Wissenschaftliche Datenverarbeitung (20)	3	45	75	4
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
648201100	Klausur	benotet			10
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Hausaufgaben				
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berckhemer, H., Grundlagen der Geophysik, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1997.</li> <li>• Clauser, C., Einführung in die Geophysik: Globale physikalische Felder und Prozesse in der Erde, 2. Auflage, Springer Spektrum, 2016.</li> <li>• Kraus, H., Die Atmosphäre der Erde (Springer, Heidelberg, 3.Aufl. 2004)</li> </ul>				

<b>Physik 1 (Mechanik, Wärmelehre)</b>				 <b>UNIVERSITÄT BONN</b>	
Modulnummer	Workload	Umfang	Dauer Modul	Turnus	
<b>mug140</b>	<b>210 h</b>	<b>7 LP</b>	<b>1 Semester</b>	<b>jährlich im WS</b>	
Modulbeauftragter	Dozenten der Physik				
Anbietende Lehreinheit(en)	Physik				
Beteiligte Dozenten	Dozenten der Physik				
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester	
	BSc. Meteorologie und Geophysik		Pflicht	1. Semester	
Lernziele	Erlernung und Verständnis der Physik der klassischen Mechanik und der Wärmelehre; Erarbeitung der Phänomene, der Experimente und der theoretischen Ansätze zur Beschreibung.				
Schlüsselkompetenzen					
Inhalte	<p>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).</p> <p>Gravitation und Keplerbewegung.            Mechanik des starren Körpers (Statik, Dynamik, Starrer Rotator, freie Achsen, Trägheitsmoment, Kreiselbewegung, Festkörperwellen).</p> <p>Mechanische Schwingungen.            Mechanik deformierbarer Medien (Aggregatzustände, Verformungseigenschaften fester Körper, ruhende Medien, statischer Auftrieb, Oberflächenspannung, bewegte Medien, Wellen und Akustik, dynamischer Auftrieb).</p> <p>Mechanik der Vielteilchensysteme und Wärmelehre (Gaskinetik, Temperatur, Zustandsgrößen, Hauptsätze der Wärmelehre, Wärmekraftmaschinen, Entropie und Wahrscheinlichkeit, Diffusion, Transportphänomene).</p>				
Teilnahme- voraussetzungen	keine				


## Physik 1 (Mechanik, Wärmelehre)

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbstst.	
648101400 – WS	Vorlesung Physik 1 (Mechanik, Wärmelehre) (200)	4	60	60	4
	Übung Physik 1 (Mechanik, Wärmelehre) (200)	2	30	60	3
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
621200111	Klausur	unbenotet			7
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben				
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Demtröder; Experimentalphysik 1 (Springer, Heidelberg 5. Aufl. 2008)</li> <li>• D. Meschede; Gerthsen Physik (Springer, Heidelberg 24. Aufl. 2010)</li> <li>• Alonso Finn, Physics, Addison Wesley</li> <li>• Feynman, Vorlesungen über Physik, Bd. I (Oldenbourg)</li> <li>• W. Otten, Repetitorium der Experimentalphysik (Springer Verlag, Heidelberg)</li> <li>• P. Tipler, Physik (Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg)</li> </ul>				

<b>Mathematik 1 für Physiker*innen</b>				 <b>UNIVERSITÄT BONN</b>
Modulnummer	Workload	Umfang	Dauer Modul	Turnus
<b>mug150</b>	<b>390 h</b>	<b>13 LP</b>	<b>1 Semester</b>	<b>jährlich im WS</b>
Modulbeauftragter	Dozenten der Mathematik			
Anbietende Lehreinheit(en)	Mathematik			
Beteiligte Dozenten	Dozenten der Mathematik			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	BSc. Meteorologie und Geophysik		Pflicht	1. Semester
Lernziele	Vermittlung der mathematischen Grundbegriffe und Methoden; erforderlich für die Vorlesungen nach dem 1. Semester			
Schlüsselkompetenzen				
Inhalte	<p>Lineare Algebra:  reelle und komplexe Zahlen, elementare Gruppentheorie, Vektorräume, Skalarprodukt, lineare Gleichungssysteme, Matrizen, Determinante, Eigenwerte, Diagonalisierung symmetrischer Matrizen (Hauptachsentransformation), geometrische Interpretation.</p> <p>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.</p>			
Teilnahme- voraussetzungen	keine			

## Mathematik 1 für Physiker\*innen


Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbstst.	
648101500 – WS	Vorlesung Mathematik 1 für Physiker:innen (200)	6	90	90	6
	Übung Mathematik 1 für Physiker:innen (200)	3	45	165	7
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
623200141	Klausur	unbenotet			13
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben				
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• G.B. Arfken, H.J. Weber; Mathematical Methods for Physicists (Academic Press 6. Aufl. 2005)</li> <li>• S. Hassani; Mathematical Physics (Springer; New York 1999)</li> <li>• G. Fischer; Lineare Algebra, Eine Einführung für Studienanfänger (Vieweg Wiesbaden, 15. Aufl. 2005)</li> <li>• O. Forster; Analysis I (Vieweg Wiesbaden 2004)</li> </ul>				

Physikalische Klimatologie				 UNIVERSITÄT <b>BONN</b>	
Modulnummer	Workload	Umfang	Dauer Modul	Turnus	
<b>mug210</b>	<b>240 h</b>	<b>8 LP</b>	<b>1 Semester</b>	<b>jährlich im SS</b>	
Modulbeauftragter	Prof. Dr. Leonie Esters				
Anbietende Lehreinheit(en)	Meteorologie und Geophysik				
Beteiligte Dozenten	Esters, Friederichs				
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester	
	BSc. Meteorologie und Geophysik		Pflicht	2. & 4. Semester	
Lernziele	<p>Verständnis des Klimasystems mit seinen Subsystemen, sowie der wesentlichen Mechanismen im Klimasystem mit Hilfe der physikalischen Erhaltungssätze.</p> <p>Grundlagen der beschreibenden Statistik, Zusammenhang zwischen Klima und Statistik.</p>				
Schlüsselkompetenzen	<p>Wissen um und Kritikfähigkeit zu allgemeinen Klimafragen und Klimadaten, Präsentation von wissenschaftlichen Fragestellungen aus der Klimatologie.</p> <p>Statistische Auswertung von Klimabeobachtungen und -simulationen, Präsentation der Ergebnisse in graphischer Form und statistisch korrekter Ausdrucksweise.</p>				
Inhalte	<p>Die Physik des Klimasystems der Erde, Beobachtungen und Modellierung, Stochastik und Statistik in der Atmosphäre und im Klimasystem.</p> <p>Statistische, stochastische Geo- und Klimadatenverarbeitung und Modellierung mit der Programmiersprache Python.</p>				
Teilnahme- voraussetzungen	keine				




## Physikalische Klimatologie

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP	
			Präsenz	Selbst.		
648102100 – SS	Vorlesung und Übung (mug211) Physikalische Klimatologie	(20)	2	30	30	2
	Vorlesung und Übung (mug221) Statistik mit Python	(20)	3	45	75	4
	Seminar (mug222) Präsentationstechnik zur Klimatologie	(20)	1	15	45	2
Unterrichtssprache	Deutsch					
Prüfungsnummer	Prüfungen					
648202100	Mündliche Prüfung	benotet			8	
Studienleistungen						
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Hausaufgaben Eigener Seminarvortrag und schriftliche Ausarbeitung					
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wird laufend aktualisiert und zu Beginn des Semesters in der Veranstaltung empfohlen.</li> </ul>					

Physik 2 (Elektromagnetismus)				 UNIVERSITÄT <b>BONN</b>
Modulnummer	Workload	Umfang	Dauer Modul	Turnus
<b>mug240</b>	<b>300 h</b>	<b>10 LP</b>	<b>1 Semester</b>	<b>jährlich im SS</b>
Modulbeauftragter	Dozenten der Physik			
Anbietende Lehreinheit(en)	Physik			
Beteiligte Dozenten	Dozenten der Physik			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	BSc. Meteorologie und Geophysik		Pflicht	2. Semester
Lernziele	<p>Die zweite Grundvorlesung Experimentalphysik behandelt zunächst die elektrischen Phänomene in Experimenten und in elementarer theoretischer Betrachtung. Im zweiten Teil werden die elektromagnetischen Wechselwirkungen bis zu elektromagnetischen Wellen behandelt, um schließlich die vollständigen Maxwell-Gleichungen zu behandeln, auch in Vorbereitung auf die theoretischen Vorlesungen zur Elektrodynamik.</p> <p>Praktische Erfahrungen zum zielgerichteten Experimentieren und Auswerten. Erarbeitung von Versuchsprotokollen.</p>			
Schlüsselkompetenzen				
Inhalte	<p>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.</p> <p>Vorbereiten auf physikalische Grundlagen anhand von Anleitungen und Versuchen. Praktisches Durchführen und Auswerten von Experimenten in kleinen Gruppen. Ausgewählte Versuche im Praktikum zur Mechanik und Wärmelehre.</p>			
Teilnahme- voraussetzungen	Teilnahme an der Klausur zu mug140 für das Praktikum			


## Physik 2 (Elektromagnetismus)

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbst.	
648102400 – SS	Vorlesung und Übung Physik 2 (Elektromagnetismus)	(200) 6	90	120	7
	Physikalisches Praktikum (Mechanik, Wärmelehre)	(200) 3	25	65	3
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
621200211	Klausur	unbenotet			7
621200112	Mündliche Prüfung	benotet			3
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben Mündliche Überprüfung der Versuchsvorbereitung, erfolgreiche Durchführung der Versuche, Erstellung von Versuchsprotokollen				
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Demtröder; Experimentalphysik 1 (Springer, Heidelberg 5. Aufl. 2008)</li> <li>• D. Meschede; Gerthsen Physik (Springer, Heidelberg 24. Aufl. 2010)</li> <li>• Alonso Finn, Physics, Addison Wesley</li> <li>• Feynman, Vorlesungen über Physik, Bd. I (Oldenbourg)</li> <li>• W. Otten, Repetitorium der Experimentalphysik (Springer Verlag, Heidelberg)</li> <li>• P. Tipler, Physik (Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg)</li> <li>• Versuchsanleitungen: <a href="http://www.praktika.physik.uni-bonn.de/">http://www.praktika.physik.uni-bonn.de/</a></li> <li>• W. Walcher; Praktikum der Physik (Teubner, 8. Aufl. 2004)</li> <li>• D. Geschke; Physikalisches Praktikum (Teubner, 12. Aufl. 2001)</li> <li>• V. Blobel, E. Lohrmann; Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse (Teubner, 1. Aufl. 1999)</li> <li>• S. Brandt; Datenanalyse (Spektrum, 4. Aufl. 1999)</li> <li>• E.W. Otten; Repetitorium Experimentalphysik (Springer, 2. Aufl. 2002)</li> <li>• Westphal; Physikalisches Praktikum (Vieweg) Titel vergriffen, aber in der ULB vorhanden</li> <li>• Kohlrausch; Praktische Physik Bd. 1-3 (Teubner) Titel vergriffen, aber in der ULB vorhanden</li> </ul>				

<b>Mathematik 2 für Physiker*innen</b>				 <b>UNIVERSITÄT BONN</b>
Modulnummer <b>mug250</b>	Workload <b>330 h</b>	Umfang <b>11 LP</b>	Dauer Modul <b>1 Semester</b>	Turnus <b>jährlich im SS</b>
Modulbeauftragter	Dozenten der Mathematik			
Anbietende Lehreinheit(en)	Mathematik			
Beteiligte Dozenten	Dozenten der Mathematik			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	BSc. Meteorologie und Geophysik		Pflicht	2. Semester
Lernziele	Vermittlung der mathematischen Grundbegriffe und Methoden, erforderlich für die theoretischen Physikvorlesungen nach dem 2. Semester.			
Schlüsselkompetenzen				
Inhalte	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.			
Teilnahme- voraussetzungen	keine			


## Mathematik 2 für Physiker\*innen

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbst.	
648102500 – SS	Vorlesung Mathematik 2 für Physiker:innen (200)	4	60	60	4
	Übung Mathematik 2 für Physiker:innen (200)	3	45	165	7
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
621200241	Klausur	benotet			11
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben				
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• G. B. Arfken, H. J. Weber; Mathematical Methods for Physicists (Academic Press 6. Aufl. 2005)</li> <li>• S. Hassani; Mathematical Physics (Springer; New York 1999)</li> <li>• O. Forster; Analysis II (Vieweg, Wiesbaden 2005)</li> <li>• O. Forster; Analysis III (Vieweg, Wiesbaden 1984)</li> </ul>				

<b>Fernerkundung</b>				 <b>UNIVERSITÄT BONN</b>	
<b>Modulnummer</b> <b>mug310</b>	<b>Workload</b> <b>240 h</b>	<b>Umfang</b> <b>8 LP</b>	<b>Dauer Modul</b> <b>1 Semester</b>	<b>Turnus</b> <b>jährlich im WS</b>	
<b>Modulbeauftragter</b>	PD Dr. Silke Trömel				
<b>Anbietende Lehrereinheit(en)</b>	Meteorologie und Geophysik				
<b>Beteiligte Dozenten</b>	Trömel				
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<b>Studiengang</b>		<b>Modus</b>	<b>Studiensemester</b>	
	BSc. Meteorologie und Geophysik		Pflicht	3. Semester	
<b>Lernziele</b>	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.				
<b>Schlüsselkompetenzen</b>	Einführung in das wissenschaftliche Rechnen mit Python, Visualisierungs- und Präsentationsfähigkeit von Fernerkundungsdaten.				
<b>Inhalte</b>	Wissenschaftliches Rechnen mit Python sowie Anwendungsaspekte der numerischen Modellierung stehen im Fokus. Die Themen umfassen Bibliotheken, Datentypen, Kontrollstrukturen, Visualisierung, Dokumentation und Reproduzierbarkeit.				
<b>Teilnahme- voraussetzungen</b>	keine				

## Fernerkundung


Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbst.	
648103100 – WS	Vorlesung und Übung (mug311) Fernerkundung	(20) 2	30	30	2
	Vorlesung und Übung (mug321) Fernerkundung mit Python	(20) 2	30	90	4
	Seminar (mug322) Präsentationstechnik zur Fernerkundung	(20) 1	15	45	2
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
648203100	Klausur	benotet			8
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Hausaufgaben Eigener Seminarvortrag und schriftliche Ausarbeitung				
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wird laufend aktualisiert und zu Beginn des Semesters in der Veranstaltung empfohlen.</li> </ul>				

Physik 3 (Optik, Wellenmechanik)				 UNIVERSITÄT <b>BONN</b>	
Modulnummer	Workload	Umfang	Dauer Modul	Turnus	
<b>mug340</b>	<b>300 h</b>	<b>10 LP</b>	<b>1 Semester</b>	<b>jährlich im WS</b>	
Modulbeauftragter	Dozenten der Physik				
Anbietende Lehreinheit(en)	Physik				
Beteiligte Dozenten	Dozenten der Physik				
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester	
	BSc. Meteorologie und Geophysik		Pflicht	3. Semester	
Lernziele	<p>Die dritte Grundvorlesung Experimentalphysik stellt im ersten Teil optische Phänomene in Experimenten und elementarer theoretischer Behandlung als Erweiterung der Elektrizitätslehre dar. Insbesondere die Interferenzphänomene der Wellenlehre bieten eine sehr gute propädeutische Basis, um im zweiten Teil eine Einführung in die mikroskopische Physik mit Hilfe elementarer Wellenfunktionen der Quantenmechanik zu realisieren.</p> <p>Praktische Erfahrungen zum zielgerichteten Experimentieren und Auswerten. Anfertigen von Versuchsprotokollen.</p>				
Schlüsselkompetenzen					
Inhalte	<p><b>Optik:</b>            Strahlenoptik und Matrizenoptik; Abbildungen und Abbildungsfehler; Mikroskop und Teleskop; Wellengleichung und Wellentypen; Brechung und Dispersion; Wellenleiter; Polarisierung 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.</p> <p><b>Wellenmechanik:</b>            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.</p> <p>Vorbereiten auf physikalische Grundlagen anhand von Anleitungen und Versuchen. Praktisches Durchführen und Auswerten von Experimenten in kleinen Gruppen. Ausgewählte Versuche im Praktikum zur Optik und Wellenmechanik.</p>				
Teilnahme- voraussetzungen	Teilnahme an der Klausur zu mug240 für das Praktikum				




### Physik 3 (Optik, Wellenmechanik)

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbst.	
648103400 – WS	Vorlesung Physik 3 (Optik, Wellenmechanik) (200)	4	60	60	4
	Übung Physik 3 (Optik, Wellenmechanik) (200)	2	30	60	3
	Physikalisches Praktikum (Elektromagnetismus, Optik, Wellenmechanik) (200)	3	25	65	3
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
621200311	Klausur	unbenotet			7
621200312	Mündliche Prüfung	benotet			3
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben Mündliche Überprüfung der Versuchsvorbereitung, erfolgreiche Durchführung der Versuche, Erstellung von Versuchsprotokollen				
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hecht, Optik (Oldenbourg-Verlag, München 4. Aufl. 2005)</li> <li>• D. Meschede; Optik, Licht und Laser (Teubner, Wiesbaden 2. überarb. Aufl. 2005)</li> <li>• W. Demtröder; Experimentalphysik 2: Elektrizität und Optik (Springer, Heidelberg 5. überarb. Aufl. 2009)</li> <li>• W. Demtröder; Experimentalphysik 3: Atome, Moleküle und Festkörper (Springer, Heidelberg 4. überarb. Aufl. 2010)</li> <li>• D. Meschede; Gerthsen Physik (Springer, 23. Aufl. 2006)</li> <li>• Versuchsanleitungen: <a href="http://www.praktika.physik.uni-bonn.de/">http://www.praktika.physik.uni-bonn.de/</a></li> <li>• W. Walcher; Praktikum der Physik (Teubner, 8. Aufl. 2004)</li> <li>• D. Geschke; Physikalisches Praktikum (Teubner, 12. Aufl. 2001)</li> <li>• V. Blobel, E. Lohrmann; Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse (Teubner, 1. Aufl. 1999)</li> <li>• S. Brandt; Datenanalyse (Spektrum, 4. Aufl. 1999)</li> <li>• E.W. Otten; Repetitorium Experimentalphysik (Springer, 2. Aufl. 2002)</li> <li>• Westphal; Physikalisches Praktikum (Vieweg) Titel vergriffen, aber in der ULB vorhanden</li> <li>• Kohlrusch; Praktische Physik Bd. 1-3 (Teubner) Titel vergriffen, aber in der ULB vorhanden</li> </ul>				

<b>Mathematik 3 für Physiker*innen</b>				 <b>UNIVERSITÄT BONN</b>
Modulnummer <b>mug350</b>	Workload <b>330 h</b>	Umfang <b>11 LP</b>	Dauer Modul <b>1 Semester</b>	Turnus <b>jährlich im WS</b>
Modulbeauftragter	Dozenten der Mathematik			
Anbietende Lehreinheit(en)	Mathematik			
Beteiligte Dozenten	Dozenten der Mathematik			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	BSc. Meteorologie und Geophysik		Pflicht	3. Semester
Lernziele	Vermittlung der mathematischen Grundbegriffe und Methoden, erforderlich für die theoretischen Physikvorlesungen nach dem 2. Semester			
Schlüsselkompetenzen				
Inhalte	Funktionentheorie: Potenzreihen, Laurentreihen, Residuensatz, spezielle Funktionen. Partielle Differentialgleichungen + Variationsrechnung. Harmonische Funktionen, Poissongleichung, Green'sche Funktion			
Teilnahme- voraussetzungen	keine			


### Mathematik 3 für Physiker\*innen

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbst.	
648103500 – SS	Vorlesung Mathematik 3 für Physiker:innen (200)	4	60	60	4
	Übung Mathematik 3 für Physiker:innen (200)	3	45	165	7
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
621200341	Klausur	benotet			11
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben				
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• G.B. Arfken, H.J. Weber; Mathematical Methods for Physicists (Academic Press 6. Aufl. 2005)</li> <li>• S. Hassani; Mathematical Physics (Springer; New York 1999)</li> <li>• R. Remmert, G. Schumacher; Funktionentheorie I (Springer; Berlin 2001)</li> </ul>				

<b>Synoptik</b>				 <b>UNIVERSITÄT BONN</b>	
Modulnummer <b>mug410</b>	Workload <b>360 h</b>	Umfang <b>12 LP</b>	Dauer Modul <b>2 Semester</b>	Turnus <b>jährlich im SS/WS</b>	
Modulbeauftragter	Vert.-Prof. Dr. Lisa Schielicke				
Anbietende Lehreinheit(en)	Meteorologie und Geophysik				
Beteiligte Dozenten	Schielicke, Trömel				
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester	
	BSc. Meteorologie und Geophysik		Pflicht	3. & 4. Semester	
Lernziele	<p>Entwicklung des Verständnisses für physikalisch basierte Analysen von dreidimensionaler Wetterinformation (Karten, Internet, Satelliten) und deren Erstellung.</p> <p>Verwendung und Präsentation dreidimensionaler Wetterinformation (Karten, Internet, Satelliten).</p> <p>Den Studierenden wird die Theorie, Funktionsweise und Umgang mit der grundlegenden meteorologischen Messtechnik für die Variablen Druck, Temperatur, Niederschlag, Wind, und Strahlung gelehrt.</p>				
Schlüsselkompetenzen	<p>Kenntnis und Verwendung der Methoden und Techniken der modernen Wetteranalyse; Fähigkeit, deren Ergebnis dem Endanwender angepasst zu präsentieren.</p> <p>Wissenschaftlich korrekte Präsentationsfähigkeit.</p> <p>Kenntnis über die Verwendung, Auswertung und Interpretation meteorologischer Messungen inklusive Fehleranalysen im Labor und eigens sondierter Wetterphänomene im freien Feld.</p>				
Inhalte	<p>Messgeräte meteorologischer Größen, Radarmeteorologie, Satellitenmeteorologie, Erfassung, Analyse und Vorhersage der raum-zeitlichen Strukturen der Atmosphäre der mittleren Breiten.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>				
Teilnahme- voraussetzungen	keine				


## Synoptik

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP	
			Präsenz	Selbst.		
648104100 – SS	Vorlesung und Übung (mug411) Synoptik	(20)	3	45	75	4
	Seminar und Übung (mug421) Wetterbesprechung	(20)	1	15	45	2
648104100 – WS/SS	Praktische Übung (mug422) Meteorologische Messtechnik	(20)	4	60	120	6
Unterrichtssprache	Deutsch					
Prüfungsnummer	Prüfungen					
648204100	Klausur	benotet			10	
648204102	Präsentation von Wetteranalysen und Wettersvorhersagen	benotet			2	
Studienleistungen						
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Hausaufgaben Vorbereitung, Durchführung der Übung, Protokoll					
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul>					

<b>Allgemeine Geophysik</b>				 <b>UNIVERSITÄT BONN</b>
Modulnummer <b>mug415</b>	Workload <b>240 h</b>	Umfang <b>8 LP</b>	Dauer Modul <b>1 Semester</b>	Turnus <b>jährlich im SS</b>
Modulbeauftragter	Dr. Anna Zoporowski			
Anbietende Lehreinheit(en)	Meteorologie und Geophysik			
Beteiligte Dozenten	Zoporowski			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	BSc. Meteorologie und Geophysik BSc. Geowissenschaften		Pflicht Wahlpflicht	2. & 4. Semester 4. Semester
Lernziele	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. Schwerefeld, Magnetfeld und seismische Wellen, durchzuführen. Sie kennen die wichtigsten Methoden der allgemeinen 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.			
Schlüsselkompetenzen	Selbstständiges Bearbeiten geophysikalischer Probleme, wissenschaftliche Analysefähigkeit, Lesen und Diskutieren geophysikalischer Fachartikel			
Inhalte	In diesem Modul werden die wichtigsten Grundkenntnisse über die Physik der festen Erde vermittelt. Hierzu gehören im Einzelnen die Erdfigur und das Schwerefeld 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.			
Teilnahme- voraussetzungen	keine			

## Allgemeine Geophysik


Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbst.	
648104150 – SS	Vorlesung und Übung (mug416) Allgemeine Geophysik (60)	4	60	120	6
	Seminar (mug426) Spezielle Themen und Methoden der Geophysik (20)	2	30	30	2
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
648204150	Klausur	benotet			8
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben und Präsentation				
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clauser, C., Einführung in die Geophysik: Globale physikalische Felder und Prozesse in der Erde, 2. Auflage, Springer Spektrum, 2016.</li> <li>• Grotzinger, J., Jordan, T., Press/Siever Allgemeine Geologie, 7. Auflage, Springer Spektrum, 2017 (ausgewählte Kapitel).</li> <li>• Fowler, C.M.R., The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics, Cambridge University Press, 2004.</li> </ul>				

<b>Klassische Theoretische Physik (Lehramt)</b>				 <b>UNIVERSITÄT BONN</b>
<b>Modulnummer</b> <b>mug440</b>	<b>Workload</b> <b>180 h</b>	<b>Umfang</b> <b>6 LP</b>	<b>Dauer Modul</b> <b>1 Semester</b>	<b>Turnus</b> <b>jährlich im SS</b>
<b>Modulbeauftragter</b>	Dozenten der Physik			
<b>Anbietende Lehreinheit(en)</b>	Physik			
<b>Beteiligte Dozenten</b>	Dozenten der Physik			
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<b>Studiengang</b>		<b>Modus</b>	<b>Studiensemester</b>
	BSc. Meteorologie und Geophysik		Pflicht	4. Semester
<b>Lernziele</b>	Umgang mit Konzepten und Rechenmethoden der theoretischen Mechanik und Elektrodynamik. Vermittlung der axiomatischen Formulierung in physikalischen Theorien.			
<b>Schlüsselkompetenzen</b>	Abstrakte und konkrete analytische Problemformulierung, Konzentrationsfähigkeit und Durchhaltevermögen, selbstständige Lösung theoretisch physikalischer Aufgaben, Präsentation der Lösungsansätze.			
<b>Inhalte</b>	Newtonsche Mechanik: Zentralkraftprobleme; Mechanik des starren Körpers; Lagrange- und Hamilton-Formalismus; Symmetrien und Erhaltungssätze. Mathematische Methoden der Physik: Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, Variationsrechnung, Vektoranalysis.			
<b>Teilnahme- voraussetzungen</b>	keine			




## Klassische Theoretische Physik (Lehramt)

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbst.	
648104400 – SS	Vorlesung Klassische Theoretische Physik (Lehramt) (200)	2	30	30	2
	Übung Klassische Theoretische Physik (Lehramt) (200)	3	45	75	4
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
622500226	Klausur	benotet			6
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben				
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Honerkamp, H. Römer, Grundlagen der Klassischen Theoretischen Physik, Springer, 1986</li> <li>• F. Haake, Einführung in die Theoretische Physik, Physik Verlag, 1983.</li> </ul>				

Synoptik für Fortgeschrittene				 UNIVERSITÄT <b>BONN</b>
Modulnummer	Workload	Umfang	Dauer Modul	Turnus
<b>mug510</b>	<b>180 h</b>	<b>6 LP</b>	<b>1 Semester</b>	<b>jährlich im WS</b>
Modulbeauftragter	NN			
Anbietende Lehreinheit(en)	Meteorologie und Geophysik			
Beteiligte Dozenten	NN			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	BSc. Meteorologie und Geophysik		Pflicht	5. Semester
Lernziele	<p>Vertiefung der in der Vorlesung Einführung in die Synoptik erzielten Verständnisse der Wetteranalyse und der Vorhersage dreidimensionaler Wetterinformationen.</p> <p>Verwendung und Präsentation dreidimensionaler Wetterinformation (Karten, Internet, Satelliten).</p>			
Schlüsselkompetenzen	<p>Kenntnis und Verwendung der Methoden und Techniken der modernen Wetteranalyse und -prognose.</p> <p>Wissenschaftlich korrekte Präsentationsfähigkeit.</p>			
Inhalte	<p>Vorticity, Divergenz, Quasigeostrophische Theorie, Anwendung der isentropen potentiellen Vorticity auf der synoptischen Skala, Jetstreams, Jetstreaks, troposphärische Wellen, Modelle der Zyklonogenese und Antizyklonogenese, Fronten und Frontalzonen.</p> <p>Prozessorientierte 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.</p>			
Teilnahme- voraussetzungen	keine			


## Synoptik für Fortgeschrittene

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP	
			Präsenz	Selbst.		
648105100 – WS	Vorlesung mit Übung (mug511) Synoptik für Fortgeschrittene	(20)	3	45	75	4
	Übung (mug521) Wetterbesprechung	(20)	1	15	45	2
Unterrichtssprache	Deutsch					
Prüfungsnummer	Prüfungen					
648205101	Klausur		benotet		4	
648205102	Präsentation von Wetteranalysen und Wettervorhersagen		benotet		2	
Studienleistungen						
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Hausaufgaben und Präsentation					
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul>					

Angewandte Geophysik				 UNIVERSITÄT <b>BONN</b>	
Modulnummer	Workload	Umfang	Dauer Modul	Turnus	
<b>mug515</b>	<b>240 h</b>	<b>8 LP</b>	<b>1 Semester</b>	<b>jährlich im WS</b>	
Modulbeauftragter	Dr. Maximilian Weigand				
Anbietende Lehreinheit(en)	Meteorologie und Geophysik				
Beteiligte Dozenten	Weigand				
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester	
	BSc. Meteorologie und Geophysik BSc. Geowissenschaften		Pflicht Wahlpflicht	5. Semester 5. Semester	
Lernziele	<p>Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls für verschiedene geologische Fragestellungen entscheiden, welche Methoden der angewandten Geophysik zur Lösung geeignet sind. Sie kennen sowohl die physikalischen Grundlagen der wichtigsten Verfahren (Seismik, Gravimetrie, Magnetik, Geoelektrik, Elektromagnetik) als auch die Grundlagen ihrer Planung, ihrer praktischen Durchführung im Gelände und ihrer Auswertung. Sie können die Ergebnisse kritisch bewerten und Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen verschiedener Verfahren und geologischen Vorinformationen herstellen. Sie sind in der Lage, ihre Ergebnisse in einem Vortrag einem fachkundigen Auditorium zu erläutern.</p>				
Schlüsselkompetenzen	Geländebezogene Umsetzung geophysikalischer Fachkenntnisse, Präsentation von geophysikalischen Messergebnissen, Programmierung mit Python				
Inhalte	<p>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 von den Teilnehmern präsentiert.</p>				
Teilnahme- voraussetzungen	keine				


## Angewandte Geophysik

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbst.	
648105160 – WS	Vorlesung und Übung (mug516) Angewandte Geophysik (20)	4	60	120	6
	Geländeübung (mug526) Geophysikalische Geländeübung (20)	2	30	30	2
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
648205150	Präsentation	benotet			8
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Hausaufgaben, erfolgreiche Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Geländeübung				
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Everett, M.E., Near-Surface Applied Geophysics, Cambridge Univ. Press, 2013.</li> <li>• Dentith, M., Mudge, S.T., Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist, Cambridge Univ. Press, 2014.</li> <li>• Knödel, K., Krummel, H., Lange, G. (Hrsg.), Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten, Bd. 3, Geophysik, 2. Auflage, Springer, 2005.</li> <li>• Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., Applied Geophysics, 2<sup>nd</sup> Ed., Cambridge Univ. Press, 1990.</li> </ul>				

Fluiddynamik des Erdsystems				 UNIVERSITÄT <b>BONN</b>
Modulnummer	Workload	Umfang	Dauer Modul	Turnus
<b>mug530</b>	<b>300 h</b>	<b>10 LP</b>	<b>2 Semester</b>	<b>jährlich im SS/WS</b>
Modulbeauftragter	PD Dr. Petra Friederichs			
Anbietende Lehreinheit(en)	Meteorologie und Geophysik			
Beteiligte Dozenten	Friederichs			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	BSc. Meteorologie und Geophysik		Pflicht	4. & 5. Semester
Lernziele	<p>Verständnis der Grundbegriffe der Vektor- und Tensoralgebra, Differenzieren und Integrieren in krummlinigen, zeitabhängigen Koordinatensystemen, Arbeiten mit ko- und kontravarianten Koordinatensystemen.</p> <p>Verständnis der Grundlagen der Fluiddynamik, Bedeutung der Erhaltungssätze, Verständnis der Skalenabhängigkeit atmosphärischer Prozesse, Anwendung der Grundprinzipien der linearen Dynamik auf ausgewählte Prozesse in der Atmosphäre, Wellendynamik der mittleren Breiten.</p>			
Schlüsselkompetenzen	<p>sicherer Umgang mit den mathematischen Grundlagen der Feldtheorie: mehrdimensionale Ableitungen und Integrale, Transformationen der hydrodynamischen Gleichungen in beliebige Koordinatensysteme, Charakterisierung des Stabilitätszustands der Atmosphäre, Berechnung von Vertikalverteilungen der Zustandsvariablen.</p> <p>Berechnung einfacher hydrodynamischer Aufgabenstellungen, Verwendung der Erhaltungseigenschaften hydrodynamischer Größen zur Interpretation atmosphärischer Vorgänge.</p>			
Inhalte	<p>Darstellung von Vektoren und Tensoren in allgemeinen Koordinatensystemen, Tensoralgebra, Differentiation extensiver Funktionen, Integraloperationen, Theoreme der Integralrechnung, zeitliche Differentiation von materiellen Linien-, Oberflächen- und Volumenintegralen, Koordinatentransformationen.</p> <p>Navier-Stokes Gleichungen in der Euler- und Lagrangedarstellung, 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.</p>			
Teilnahme- voraussetzungen	keine			

## Fluidodynamik des Erdsystems


Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbst.	
648104310 – SS	Vorlesung und Übung (mug431) Fluidynamik des Erdsystems 1 (30)	3	45	105	5
648105310 - WS	Vorlesung und Übung (mug531) Fluidynamik des Erdsystems 2 (30)	3	45	105	5
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
648204311 - SS	Klausur	benotet			5
648205312 - WS	Klausur	benotet			5
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Hausaufgaben in beiden Semestern				
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zdunkowski, W., and A. Bott, 2003: Dynamics of the Atmosphere. A Course in Theoretical Meteorology; Cambridge University Press, Cambridge, New York, 738 pp.</li> <li>• J.Pedlosky, Geophysical Fluid Dynamics</li> </ul>				

Thermodynamik des Erdsystems				 UNIVERSITÄT <b>BONN</b>	
Modulnummer	Workload	Umfang	Dauer Modul	Turnus	
<b>mug630</b>	<b>180 h</b>	<b>6 LP</b>	<b>1 Semester</b>	<b>jährlich im SS</b>	
Modulbeauftragter	Dr. Sebastian Buschow				
Anbietende Lehrereinheit(en)	Meteorologie und Geophysik				
Beteiligte Dozenten	Buschow				
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester	
	BSc. Meteorologie und Geophysik		Pflicht	6. Semester	
Lernziele	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.				
Schlüsselkompetenzen					
Inhalte	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 Gibbssche 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.				
Teilnahme- voraussetzungen	keine				




## Thermodynamik des Erdsystems

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbst.	
648106300 – SS	Vorlesung und Übung Thermodynamik des Erdsystems (30)	4	60	120	6
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
648206300	Mündliche Prüfung	benotet			6
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Hausaufgaben				
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bohren, C. F. and Albrecht, B. A. (2000). Atmospheric Thermodynamics.</li> <li>• North, G. R. and Erukhimova, T. L. (2009). Atmospheric Thermodynamics: Elementary Physics and Chemistry. Cambridge University Press.</li> <li>• Ausgearbeitetes Skript</li> </ul>				

Forschungsorientierung oder Betriebspraktikum				 UNIVERSITÄT <b>BONN</b>
Modulnummer	Workload	Umfang	Dauer Modul	Turnus
<b>mug560/660</b>	<b>240 h</b>	<b>8 LP</b>	<b>1 Semester</b>	<b>jährlich im WS/SS</b>
Modulbeauftragter	Dr. Anna Zoporowski			
Anbietende Lehreinheit(en)	Meteorologie und Geophysik			
Beteiligte Dozenten	Dozenten der Meteorologie und Geophysik			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	BSc. Meteorologie und Geophysik		Pflicht	5./6. Semester
Lernziele	<p>i) Forschungsorientierung im Rahmen der Wahlpflichtmodule des Masterstudiengangs Physik der Erde und Atmosphäre (PEA) mit den jeweiligen Schwerpunktthemen (siehe PEA Modulbeschreibungen).</p> <p>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.</p>			
Schlüsselkompetenzen	<p>i) Siehe PEA Modulbeschreibungen</p> <p>ii) Fachliche Präsentation und sachkundige Berichterstattung zum Theorie-Praxis-Transfer und Arbeitsmarktsituation</p>			
Inhalte	<p>i) Siehe PEA Modulbeschreibungen</p> <p>ii) Das mindestens sechswöchige Berufspraktikum soll in außer-universitären Forschungsinstitutionen oder in meteorologisch oder geophysikalisch orientierten Unternehmen stattfinden.</p> <p>Die Studierenden fertigen nach Abschluss ihres Praktikums einen ca. zehneitigen 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.</p> <p>Um die notwendige Flexibilität bei der zeitlichen Planung des Praktikums zu gewährleisten wird empfohlen, das Praktikum zwischen dem 3. und 5. Semester durchzuführen.</p>			
Teilnahme- voraussetzungen	<p>i) siehe PEA Modulbeschreibungen</p> <p>ii) keine</p>			


## Forschungsorientierung oder Betriebspraktikum

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbst.	
648105600 – WS/ 648106600 – SS	Vorlesung und Übung (mug561) (30) Statistische Datenanalyse in den Geowissenschaften (identisch mit pea731) oder	4	60	180	8
	Vorlesung und Übung (mug562) (30) Klimadynamik (identisch mit pea732) oder	4	60	180	8
	Vorlesung und Übung (mug563) (30) Radarpolarimetrie (identisch mit pea733) oder	4	60	180	8
	Vorlesung und Übung (mug564) (30) Tektonophysik (identisch mit pea734) oder	4	60	180	8
	Vorlesung und Übung (mug565) (30) Elektrische Bildgebung (identisch mit pea735) oder	4	60	180	8
	Vorlesung und Übung (mug661) (30) Spez. Themen aus der Theoret. Synoptik (identisch mit pea831) oder	4	60	180	8
	Vorlesung und Übung (mug662) (30) Landoberflächenprozesse (identisch mit pea832) oder	4	60	180	8
	Betriebspraktikum (mug666) 6 Wochen				
				240	8
	Unterrichtssprache	Deutsch			
Prüfungsnummer	Prüfungen				
648205600/ 648206600	i) Klausur/ mündliche Prüfung/ Hausarbeit (siehe PEA Modulbeschreibungen) ii) Präsentation mit Bericht zum Betriebs- praktikum	benotet			8
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungs- voraussetzung zur Modulprüfung	i) Siehe PEA Modulbeschreibungen ii) keine				
Sonstiges	<b>i) Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Siehe PEA Modulbeschreibungen</li> </ul> <b>ii) Es ist folgende Erklärung mit Unterschrift abzugeben:</b> "Ich versichere hiermit, dass ich diesen Bericht 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."				

<b>Freier Wahlpflichtbereich</b>				 <b>UNIVERSITÄT BONN</b>
<b>Modulnummer</b> <b>mug360</b>	<b>Workload</b> <b>360 h</b>	<b>Umfang</b> <b>12 LP</b>	<b>Dauer Modul</b> <b>1-4 Semester</b>	<b>Turnus</b> <b>jährlich im WS/SS</b>
<b>Modulbeauftragter</b>	Prof. Dr. Andreas Kemna			
<b>Anbietende Lehreinheit(en)</b>	siehe Auswahlliste Seite 59			
<b>Beteiligte Dozenten</b>	Dozenten der Lehreinheiten			
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<b>Studiengang</b>		<b>Modus</b>	<b>Studiensemester</b>
	BSc. Meteorologie und Geophysik		Wahl-Pflicht	3.-6. Semester
<b>Lernziele</b>	siehe Modulbeschreibungen der anderen Studiengänge			
<b>Schlüsselkompetenzen</b>	siehe Modulbeschreibungen der anderen Studiengänge			
<b>Inhalte</b>	siehe Modulbeschreibungen der anderen Studiengänge			
<b>Teilnahme- voraussetzungen</b>	siehe Modulbeschreibungen der anderen Studiengänge			


## Freier Wahlpflichtbereich

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]	LP
648103600 – WS/SS	siehe gesonderte Liste der Fächer Seite 59		360	12
Unterrichtssprache	Deutsch			
Prüfungsnummer	Prüfungen			
648203600	siehe Modulbeschreibungen der Studiengänge	benotet		12
Studienleistungen				
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	siehe Modulbeschreibungen der Studiengänge			
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>siehe Modulbeschreibungen der Studiengänge</li> </ul>			

Seminar zur Bachelorarbeit				 UNIVERSITÄT <b>BONN</b>	
Modulnummer	Workload	Umfang	Dauer Modul	Turnus	
<b>mug620</b>	<b>120 h</b>	<b>4 LP</b>	<b>2 Semester</b>	<b>jährlich im WS/SS</b>	
Modulbeauftragter	Dr. Anna Zoporowski				
Anbietende Lehreinheit(en)	Meteorologie und Geophysik				
Beteiligte Dozenten	Dozenten der Meteorologie und Geophysik				
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester	
	BSc. Meteorologie und Geophysik		Pflicht	5. & 6. Semester	
Lernziele	Gewährleistung einer optimalen fachlichen Vor- und Nachbereitung einer wissenschaftlichen Fragestellung.				
Schlüsselkompetenzen	Präsentationsfähigkeit				
Inhalte	Erstellung eines Konzepts zur geplanten Bachelor-Arbeit, Präsentation als erster Vortrag mit Diskussion im ersten Semester. Zweiter Vortrag zu Inhalten und Ergebnissen nach Abschluss der Arbeit mit Präsentation und Verteidigung im zweiten Semester.				
Teilnahme- voraussetzungen	keine				

## Seminar zur Bachelorarbeit

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbst.	
648106200 – WS/SS	Seminar (20)	4	60	60	4
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
648206200	Zwei Präsentationen	benotet			4
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	keine				
Sonstiges					


<b>Bachelorarbeit</b>				 <b>UNIVERSITÄT BONN</b>
<b>Modulnummer</b> <b>mug670</b>	<b>Workload</b> <b>360 h</b>	<b>Umfang</b> <b>12 LP</b>	<b>Dauer Modul</b> <b>1-2 Semester</b>	<b>Turnus</b> <b>jährlich im WS/SS</b>
<b>Modulbeauftragter</b>	Prof. Dr. Andreas Kemna			
<b>Anbietende Lehreinheit(en)</b>	Meteorologie und Geophysik			
<b>Beteiligte Dozenten</b>	Dozenten der Meteorologie und Geophysik			
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<b>Studiengang</b>		<b>Modus</b>	<b>Studiensemester</b>
	BSc. Meteorologie und Geophysik		Pflicht	5. & 6. Semester
<b>Lernziele</b>	Die Studierenden sollen dokumentieren, dass sie in der Lage sind, ein kleines Projekt durchzuführen, darüber einen schriftlichen Bericht zu verfassen und dessen Inhalt vorzutragen.			
<b>Schlüsselkompetenzen</b>				
<b>Inhalte</b>	Die Studierenden sollen eine praktische Aufgabe meteorologischer/geophysikalischer Art erledigen.			
<b>Teilnahme- voraussetzungen</b>	90 LP aus dem Bachelorstudium			



## Bachelorarbeit


Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]	LP
648106700 – WS/SS	Bachelorarbeit (30)		360	12
Unterrichtssprache	Deutsch			
Prüfungsnummer	Prüfungen			
648206700	Bachelorarbeit	benotet		12
Studienleistungen				
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	keine			
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wird mit Vergabe des Themas genannt</li> </ul>			



Einführung in die Meteorologie und Geophysik als Nebenfach				 UNIVERSITÄT <b>BONN</b>
Modulnummer	Workload	Umfang	Dauer Modul	Turnus
<b>mug111</b>	<b>180 h</b>	<b>6 LP</b>	<b>1 Semester</b>	<b>jährlich im WS</b>
Modulbeauftragter	Dr. Anna Zoporowski			
Anbietende Lehrinheit(en)	Meteorologie und Geophysik			
Beteiligte Dozenten	Schielicke, Zoporowski			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	BSc. Geowissenschaften BSc. Geographie BSc. Geodäsie und Geoinformation BSc. Chemie BSc. Mathematik BSc. Informatik / Cyber Security BSc. Volkswirtschaftslehre		Wahlpflicht Wahlpflicht Wahlpflicht Wahlpflicht Wahlpflicht Wahlpflicht Wahlpflicht	3. Semester 3. Semester 3. Semester 3. Semester 3. Semester 3. Semester 3. Semester
Lernziele	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.			
Schlüsselkompetenzen	Grundlagen der Meteorologie und Geophysik, Bewertung gesellschaftsrelevanter Zusammenhänge.			
Inhalte	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 Erdinnern 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.			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			


## Einführung in die Meteorologie und Geophysik als Nebenfach

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbstst.	
648101110 – WS	Vorlesung und Übung (mug111) Einführung in die Meteorologie und Geophysik (60)	4	60	120	6
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
648201101	Klausur	benotet			6
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Hausaufgaben				
Sonstiges	<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berckhemer, H., Grundlagen der Geophysik, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1997.</li> <li>• Clauser, C., Einführung in die Geophysik: Globale physikalische Felder und Prozesse in der Erde, 2. Auflage, Springer Spektrum, 2016.</li> <li>• Kraus, H., Die Atmosphäre der Erde (Springer, Heidelberg, 3.Aufl. 2004)</li> </ul>				

Einführung in die Meteorologie und Geophysik für Physiker*innen				 UNIVERSITÄT <b>BONN</b>	
Modulnummer	Workload	Umfang	Dauer Modul	Turnus	
<b>mug111</b>	<b>240 h</b>	<b>8 LP</b>	<b>1 Semester</b>	<b>jährlich im WS</b>	
Modulbeauftragter	Dr. Anna Zoporowski				
Anbietende Lehreinheit(en)	Meteorologie und Geophysik				
Beteiligte Dozenten	Schielicke, Zoporowski				
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester	
	BSc. Physik		Wahlpflicht	1./3. Semester	
Lernziele	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.				
Schlüsselkompetenzen	Grundlagen der Meteorologie und Geophysik, Bewertung gesellschaftsrelevanter Zusammenhänge.				
Inhalte	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 Erdinnern 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.				
Teilnahme- voraussetzungen	keine				

## Einführung in die Meteorologie und Geophysik für Physiker\*innen


Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbstst.	
648101110 – WS	Vorlesung und Übung (mug111) Einführung in die Meteorologie und Geophysik (60)	4	60	120	6
	Seminar (mug112) Spezielle Themen der Meteorologie und Geophysik (20)	2	30	30	2
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
648201101	Klausur	benotet			6
	Präsentation				2
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Hausaufgaben				
Sonstiges	<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berckhemer, H., Grundlagen der Geophysik, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1997.</li> <li>• Clauser, C., Einführung in die Geophysik: Globale physikalische Felder und Prozesse in der Erde, 2. Auflage, Springer Spektrum, 2016.</li> <li>• Kraus, H., Die Atmosphäre der Erde (Springer, Heidelberg, 3.Aufl. 2004)</li> </ul>				

Physikalische Klimatologie als Nebenfach				 UNIVERSITÄT <b>BONN</b>	
Modulnummer	Workload	Umfang	Dauer Modul	Turnus	
<b>mug211</b>	<b>180 h</b>	<b>6 LP</b>	<b>1 Semester</b>	<b>jährlich im SS</b>	
Modulbeauftragter	Prof. Dr. Leonie Esters				
Anbietende Lehreinheit(en)	Meteorologie und Geophysik				
Beteiligte Dozenten	Esters, Friederichs				
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester	
	BSc. Geographie		Wahlpflicht	4. Semester	
	BSc. Geodäsie und Geoinformation		Wahlpflicht	4. Semester	
	BSc. Mathematik		Wahlpflicht	4. Semester	
	BSc. Informatik / Cyber Security		Wahlpflicht	4. Semester	
	BSc. Volkswirtschaftslehre		Wahlpflicht	4. Semester	
Lernziele	<p>Verständnis des Klimasystems mit seinen Subsystemen, sowie der wesentlichen Mechanismen im Klimasystem mit Hilfe der physikalischen Erhaltungssätze.</p> <p>Grundlagen der beschreibenden Statistik, Zusammenhang zwischen Klima und Statistik.</p>				
Schlüsselkompetenzen	<p>Wissen um und Kritikfähigkeit zu allgemeinen Klimafragen und Klimadaten, Präsentation von wissenschaftlichen Fragestellungen aus der Klimatologie.</p> <p>Statistische Auswertung von Klimabeobachtungen und -simulationen, Präsentation der Ergebnisse in graphischer Form und statistisch korrekter Ausdrucksweise.</p>				
Inhalte	<p>Die Physik des Klimasystems der Erde, Beobachtungen und Modellierung, Stochastik und Statistik in der Atmosphäre und im Klimasystem.</p> <p>Statistische, stochastische Geo- und Klimadatenverarbeitung und Modellierung mit der Programmiersprache Python.</p>				
Teilnahme- voraussetzungen	Einführung in die Meteorologie und Geophysik				

## Physikalische Klimatologie als Nebenfach

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbst.	
648102110 – SS	Vorlesung und Übung (mug211) Physikalische Klimatologie	(20) 2	30	30	2
	Vorlesung und Übung (mug221) Statistik mit Python	(20) 3	45	75	4
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
648202101	Mündliche Prüfung	benotet			6
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Hausaufgaben				
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird laufend aktualisiert und zu Beginn des Semesters in der Veranstaltung empfohlen.</li> </ul>				



Physikalische Klimatologie für Physiker*innen				 UNIVERSITÄT <b>BONN</b>	
Modulnummer	Workload	Umfang	Dauer Modul	Turnus	
<b>mug210</b>	<b>240 h</b>	<b>8 LP</b>	<b>1 Semester</b>	<b>jährlich im SS</b>	
Modulbeauftragter	Prof. Dr. Leonie Esters				
Anbietende Lehreinheit(en)	Meteorologie und Geophysik				
Beteiligte Dozenten	Esters, Friederichs				
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester	
	BSc. Physik		Pflicht	2. Semester	
Lernziele	<p>Verständnis des Klimasystems mit seinen Subsystemen, sowie der wesentlichen Mechanismen im Klimasystem mit Hilfe der physikalischen Erhaltungssätze.</p> <p>Grundlagen der beschreibenden Statistik, Zusammenhang zwischen Klima und Statistik.</p>				
Schlüsselkompetenzen	<p>Wissen um und Kritikfähigkeit zu allgemeinen Klimafragen und Klimadaten, Präsentation von wissenschaftlichen Fragestellungen aus der Klimatologie.</p> <p>Statistische Auswertung von Klimabeobachtungen und -simulationen, Präsentation der Ergebnisse in graphischer Form und statistisch korrekter Ausdrucksweise.</p>				
Inhalte	<p>Die Physik des Klimasystems der Erde, Beobachtungen und Modellierung, Stochastik und Statistik in der Atmosphäre und im Klimasystem.</p> <p>Statistische, stochastische Geo- und Klimadatenverarbeitung und Modellierung mit der Programmiersprache Python.</p>				
Teilnahme- voraussetzungen	keine				


## Physikalische Klimatologie für Physiker\*innen

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbst.	
648102100 – SS	Vorlesung und Übung (mug211) Physikalische Klimatologie	(20) 2	30	30	2
	Vorlesung und Übung (mug221) Statistik mit Python	(20) 3	45	75	4
	Seminar (mug222) Präsentationstechnik in der Klimatologie	(20) 1	15	45	2
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
648202100	Mündliche Prüfung	benotet			8
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Hausaufgaben Eigener Seminarvortrag und schriftliche Ausarbeitung				
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wird laufend aktualisiert und zu Beginn des Semesters in der Veranstaltung empfohlen.</li> </ul>				

<b>Fernerkundung als Nebenfach</b>				 <b>UNIVERSITÄT BONN</b>
Modulnummer	Workload	Umfang	Dauer Modul	Turnus
<b>mug310</b>	<b>180 h</b>	<b>6 LP</b>	<b>1 Semester</b>	<b>jährlich im WS</b>
Modulbeauftragter	PD Dr. Silke Trömel			
Anbietende Lehreinheit(en)	Meteorologie und Geophysik			
Beteiligte Dozenten	Trömel			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	BSc. Mathematik BSc. Informatik / Cyber Security		Wahlpflicht Wahlpflicht	3. Semester 3. Semester
Lernziele	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.			
Schlüsselkompetenzen	Einführung in das wissenschaftliche Rechnen mit Python, Visualisierungs- und Präsentationsfähigkeit von Fernerkundungsdaten.			
Inhalte	Wissenschaftliches Rechnen mit Python sowie Anwendungsaspekte der numerischen Modellierung stehen im Fokus. Die Themen umfassen Bibliotheken, Datentypen, Kontrollstrukturen, Visualisierung, Dokumentation und Reproduzierbarkeit.			
Teilnahme- voraussetzungen	Einführung in die Meteorologie und Geophysik			


## Fernerkundung als Nebenfach

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP	
			Präsenz	Selbst.		
648103100 – WS	Vorlesung und Übung (mug311) Einführung in die Fernerkundung	(20)	2	30	30	2
	Vorlesung und Übung (mug321) Fernerkundung mit Python	(20)	2	30	90	4
Unterrichtssprache	Deutsch					
Prüfungsnummer	Prüfungen					
648203100	Klausur	benotet			6	
Studienleistungen						
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Hausaufgaben					
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wird laufend aktualisiert und zu Beginn des Semesters in der Veranstaltung empfohlen.</li> </ul>					

<b>Synoptik und Wetterbesprechung als Nebenfach</b>				 <b>UNIVERSITÄT BONN</b>	
Modulnummer <b>mug411</b>	Workload <b>180 h</b>	Umfang <b>6 LP</b>	Dauer Modul <b>1 Semester</b>	Turnus <b>jährlich im SS</b>	
Modulbeauftragter	Vert.-Prof. Dr. Lisa Schielicke				
Anbietende Lehreinheit(en)	Meteorologie und Geophysik				
Beteiligte Dozenten	Schielicke				
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus		Studiensemester
	BSc. Mathematik		Wahlpflicht		4. Semester
	BSc. Informatik / Cyber Security		Wahlpflicht		4. Semester
	BSc. Volkswirtschaftslehre		Wahlpflicht		4. Semester
Lernziele	Entwicklung des Verständnisses für physikalisch basierte Analysen von dreidimensionaler Wetterinformation (Karten, Internet, Satelliten) und deren Erstellung. Verwendung und Präsentation dreidimensionaler Wetterinformation (Karten, Internet, Satelliten).				
Schlüsselkompetenzen	Kenntnis und Verwendung der Methoden und Techniken der modernen Wetteranalyse; Fähigkeit, deren Ergebnis dem Endanwender angepasst zu präsentieren. Wissenschaftlich korrekte Präsentationsfähigkeit.				
Inhalte	Messgeräte meteorologischer Größen, Radarmeteorologie, Satellitenmeteorologie, Erfassung, Analyse und Vorhersage der raum-zeitlichen Strukturen der Atmosphäre der mittleren Breiten. 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.				
Teilnahme- voraussetzungen	Einführung in die Meteorologie und Geophysik				

## Synoptik und Wetterbesprechung als Nebenfach


Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP	
			Präsenz	Selbst.		
648104110 – SS	Vorlesung und Übung (mug411) Synoptik	(20)	3	45	75	4
	Seminar und Übung (mug421) Wetterbesprechung	(20)	1	15	45	2
Unterrichtssprache	Deutsch					
Prüfungsnummer	Prüfungen					
648204101	Klausur	benotet			4	
648204102	Präsentation von Wetteranalysen und Wettervorhersagen	benotet			2	
Studienleistungen						
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Hausaufgaben					
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul>					

Allgemeine Geophysik als Nebenfach			 UNIVERSITÄT <b>BONN</b>	
Modulnummer	Workload	Umfang	Dauer Modul	Turnus
<b>mug416</b>	<b>180 h</b>	<b>6 LP</b>	<b>1 Semester</b>	<b>Jährlich im SS</b>
Modulbeauftragter	Dr. Anna Zoporowski			
Anbietende Lehrinheit(en)	Meteorologie und Geophysik			
Beteiligte Dozenten	Zoporowski			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	BSc. Geographie BSc. Geodäsie BSc. Chemie BSc. Mathematik BSc. Informatik / Cyber Security BSc. Volkswirtschaftslehre		Wahlpflicht Wahlpflicht Wahlpflicht Wahlpflicht Wahlpflicht Wahlpflicht	4. Semester 4. Semester 4. Semester 4. Semester 4. Semester 4. Semester
Lernziele	<p>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. Schwerefeld, Magnetfeld und seismische Wellen, durchzuführen. Sie kennen die wichtigsten Methoden der allgemeinen 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.</p>			
Schlüsselkompetenzen	Selbstständiges Bearbeiten geophysikalischer Probleme, wissenschaftliche Analysefähigkeit.			
Inhalte	<p>In diesem Modul werden die wichtigsten Grundkenntnisse über die Physik der festen Erde vermittelt. Hierzu gehören im Einzelnen die Erdfigur und das Schwerefeld 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.</p>			
Teilnahme- voraussetzungen	keine			

## Allgemeine Geophysik als Nebenfach

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbst.	
648104160 – SS	Vorlesung und Übung (mug416) Allgemeine Geophysik	(60) 4	60	120	6
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
648204151	Klausur	benotet			6
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben				
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clauser, C., Einführung in die Geophysik: Globale physikalische Felder und Prozesse in der Erde, 2. Auflage, Springer Spektrum, 2016.</li> <li>• Grotzinger, J., Jordan, T., Press/Siever Allgemeine Geologie, 7. Auflage, Springer Spektrum, 2017 (ausgewählte Kapitel).</li> <li>• Fowler, C.M.R., The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics, Cambridge University Press, 2004.</li> </ul>				



Allgemeine Geophysik für Physiker*innen				 UNIVERSITÄT <b>BONN</b>	
Modulnummer	Workload	Umfang	Dauer Modul	Turnus	
<b>mug415</b>	<b>240 h</b>	<b>8 LP</b>	<b>1 Semester</b>	<b>Jährlich im SS</b>	
Modulbeauftragter	Dr. Anna Zoporowski				
Anbietende Lehreinheit(en)	Meteorologie und Geophysik				
Beteiligte Dozenten	Zoporowski				
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester	
	BSc. Physik		Wahlpflicht	2. Semester	
Lernziele	<p>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. Sie kennen die wichtigsten Methoden der allgemeinen 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.</p>				
Schlüsselkompetenzen	Selbstständiges Bearbeiten geophysikalischer Probleme, wissenschaftliche Analysefähigkeit, Lesen und Diskutieren geophysikalischer Fachartikel				
Inhalte	<p>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.</p>				
Teilnahme- voraussetzungen	keine				

## Allgemeine Geophysik für Physiker\*innen

Veranstaltungen	Lehrform, Thema (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]		LP
			Präsenz	Selbst.	
648104150 – SS	Vorlesung und Übung (mug416) Allgemeine Geophysik (60)	4	60	120	6
	Seminar (mug426) Spezielle Themen und Methoden der Geophysik (20)	1	15	45	2
Unterrichtssprache	Deutsch				
Prüfungsnummer	Prüfungen				
648204150	Klausur	benotet			8
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben und Präsentation				
Sonstiges	<p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clauser, C., Einführung in die Geophysik: Globale physikalische Felder und Prozesse in der Erde, 2. Auflage, Springer Spektrum, 2016.</li> <li>• Grotzinger, J., Jordan, T., Press/Siever Allgemeine Geologie, 7. Auflage, Springer Spektrum, 2017 (ausgewählte Kapitel).</li> <li>• Fowler, C.M.R., The Solid Earth: An Introduction to Global Geophysics, Cambridge University Press, 2004.</li> </ul>				

## Auswahlliste Freier Wahlpflichtbereich

Studiengang	Modul	ECTS Leistungspunkte
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
Philosophie	Logik und Grundlagen Zwei-Fach	8
Philosophie	Erkenntnistheorie Zwei-Fach	8
Philosophie	Wissenschaftsphilosophie Zwei-Fach	8
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
Zusätzlich: wechselndes Angebot im Rahmen der ABC/J Kooperation aus Köln und Aachen		
Bemerkung: Sprachen sind NUR als Zusatzleistungen und nicht im freien Wahlpflichtbereich wählbar		