

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1001	Pflicht

Modultitel P1-Dynamik und Synoptik

Modultitel (englisch) P1-Dynamics and Synoptics

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Direktor des Instituts für Meteorologie

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Dynamik und Synoptik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h
- Übung "Dynamik und Synoptik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h

Arbeitsaufwand 6 LP = 180 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit • M.Sc. Meteorologie

Ziele Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die theoretischen Grundlagen der dynamischen Meteorologie zu verstehen und in der praktischen Analyse und Wettervorhersage umzusetzen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Fragen der synoptischen Wettervorhersage anwenden und ausgewählte Erscheinungsformen des großräumigen Wetters mit theoretischen Methoden verknüpfen. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Wettervorhersagen zu bewerten und diese sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.

Inhalt Die Vorlesung "Dynamik und Synoptik" behandelt die Kinematik von Temperatur und Wind sowie die Dynamik von Luftdichte, Druck und Wind. Dies umfasst unterschiedliche Gleichgewichtswindsysteme, die dynamische Stabilität, den ageostrophischen Horizontalwind und die Temperaturadvektion. Insbesondere werden die Wirbeldynamik, Frontalzone und Drucksysteme und die primitiven Gleichungen betrachtet. Die Übung "Dynamik und Synoptik" beinhaltet die Beantwortung konkreter synoptischer Fragestellungen mittels numerischen, analytischen oder statistischen Methoden, deren Diskussion und die Vorbereitung zur Präsentation der Ergebnisse.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe

- Bott, A., 2012: Synoptische Meteorologie: Methoden der Wetteranalyse und –prognose. Cambridge University Press, London, 486 pp.
- Holton, J. R., 2004: An Introduction to Dynamic Meteorology. 4th Edition, Elsevier Academic Press, San Diego, California, 535 pp.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Dynamik und Synoptik" (2SWS)
	Übung "Dynamik und Synoptik" (2SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1019	Pflicht

Modultitel	P2-Atmosphärische Strahlung
Modultitel (englisch)	P2-Atmospherical Radiation
Empfohlen für:	1. Semester
Verantwortlich	Direktor des Instituts für Meteorologie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Atmosphärische Strahlung" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Übung "Atmosphärische Strahlung" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	• M.Sc. Meteorologie
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen der atmosphärischen Strahlungsübertragung zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Forschungsfragen der atmosphärischen Strahlungsbilanz im bewölkten und unbewölkten Fall anwenden, sowie der passiven solaren Fernerkundung anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Einige der behandelten Konzepte haben einen hohen Abstraktionsgrad, wodurch das abstrakte Denken gefördert werden soll. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.
Inhalt	Die Vorlesung "Atmosphärische Strahlung" behandelt grundlegende Definitionen der Strahlungsgrößen, die Wechselwirkung von atmosphärischer Strahlung mit einzelnen Partikeln, volumetrische optische Eigenschaften und die Strahlungsübertragungsgleichung. Die Übung "Atmosphärische Strahlung" beinhaltet die Beantwortung konkreter Fragestellungen mittels numerischen, analytischen oder statistischen Methoden, deren Diskussion und die Präsentation der Ergebnisse.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> • Wendisch, M., and Yang, P., 2012: Theory of Atmospheric Radiative Transfer. Wiley-VCH, 366 pp. • Petty, G. W., 2006: A First Course in Atmospheric Radiation. Sundog Publishing, Madison, Wisconsin, 459 pp.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Hausaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

	Vorlesung "Atmosphärische Strahlung" (2SWS)
	Übung "Atmosphärische Strahlung" (1SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1024	Wahlpflicht

Modultitel	A1-Atmosphärisches Aerosol
Modultitel (englisch)	A1-Atmospheric Aerosol
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Direktor des Instituts für Meteorologie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Atmosphärische Aerosole" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Seminar "Atmosphärische Aerosole" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Meteorologie • Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen physikalischer Messungen des atmosphärischen Aerosols zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf die relevanten und forschungsnahen Messtechniken zum atmosphärischen Aerosol anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese in Form einer wissenschaftlichen Arbeit sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.
Inhalt	<p>Die Vorlesung "Atmosphärisches Aerosol" behandelt zunächst die fundamentalen Grundlagen der Aerosolphysik. Aufbauend darauf werden die wichtigsten Messmethoden und Instrumente interaktiv erarbeitet, sodass ein tieferes Verständnis für die Anwendung erlangt wird.</p> <p>Im Seminar "Atmosphärisches Aerosol" werden aktuelle Erlebnisse aus wissenschaftliche Publikation, die die physikalische Charakterisierung des atmosphärischen Aerosols beinhalten, erarbeitet, präsentiert sowie diskutiert.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> • W. Hinds: Aerosol Technology: Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles: Properties, Behaviour and Measurement of Airborne Particles • P. Baron: Aerosol Measurement: Principles, Techniques, and Applications
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Atmosphärische Aerosole" (2SWS)
	Seminar "Atmosphärische Aerosole" (1SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1025	Wahlpflicht

Modultitel **A2-Chemie der Atmosphäre - Das Multiphasensystem**

Modultitel (englisch) A2-Atmospheric Chemistry - The Multiphase System

Empfohlen für: 1. Semester

Verantwortlich Direktor des Instituts für Meteorologie

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Chemie der Atmosphäre - Das Multiphasensystem" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Übung "Chemie der Atmosphäre - Das Multiphasensystem" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h
- Seminar "Chemie der Atmosphäre" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 15 h Selbststudium = 30 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit

- M.Sc. Meteorologie
- Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen

Ziele

Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die erweiterten Grundlagen der Chemie der Atmosphäre zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Fragen aus der Forschung zur Atmosphärenchemie anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese in Form einer wissenschaftlichen Arbeit sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.

Dieses Modul vermittelt detaillierte Kenntnisse über die chemischen Prozesse im atmosphärischen Multiphasensystem (Vorlesung), über aktuelle Kapitel aus der atmosphärenchemischen Forschung (Seminar) und schließlich über Labormethoden zur Untersuchung atmosphärenchemisch relevanter Fragestellungen (Praktikum).

Inhalt

In der Vorlesung "Chemie der Atmosphäre - Das Multiphasensystem" wird die Chemie von Troposphäre und Stratosphäre im Detail besprochen und die Rolle von Partikeln im atmosphärischen Mehrphasensystem beschrieben. Die Budgets von troposphärischen Partikeln und der Kenntnisstand zu chemischen Umsetzungen an und in Partikeln, den Tröpfchen von Wolken, Regen und Nebel in der Troposphäre werden umfassend dargestellt. Der Stand der Modellentwicklung zum Verständnis troposphärischer Mehrphasensysteme wird dargestellt und vermittelt. In der Übung "Chemie der Atmosphäre - Das Multiphasensystem" werden anhand konkreter Versuche die Labormethoden zur Chemie der Atmosphäre vermittelt. In Seminar "Chemie der Atmosphäre" werden die gewonnenen Erkenntnisse präsentiert und diskutiert.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe

- Wayne, R. P., 2000: Chemistry of Atmospheres, an introduction to the chemistry

of the atmospheres of earth, the planets, and their satellites. Oxford: Oxford Univ. Press.

• Seinfeld, J. H. und Pandis, S. N., 1998: Atmospheric Chemistry and Physics, From Air Pollution to Climate Change. New York: Wiley.

• Finlayson-Pitts, B. J. und Pitts, J. N., 1998: Atmospheric Chemistry. New York: Wiley.

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1

Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Hausaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

	Vorlesung "Chemie der Atmosphäre - Das Multiphasensystem" (2SWS)
	Übung "Chemie der Atmosphäre - Das Multiphasensystem" (1SWS)
	Seminar "Chemie der Atmosphäre" (1SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1026	Wahlpflicht

Modultitel	A3-Numerische Wettervorhersage und Klimamodellierung
Modultitel (englisch)	A3-Numerical Weather Prediction and Climate Modelling
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Direktor des Instituts für Meteorologie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Numerische Wettervorhersage und Klimasimulation" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h • Praktikum "Numerische Wettervorhersage und Klimasimulation" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Meteorologie • Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen der numerischen Wettervorhersage und der Klimasimulation zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Fragen aus der Forschung zur Wettervorhersage und zum Klima anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese in Form einer wissenschaftlichen Arbeit sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.
Inhalt	<p>Die Vorlesung "Numerische Wettervorhersage und Klimasimulation" gibt eine detaillierte Einführung in komplexe Wettervorhersage- und Klimamodelle und deren Anwendungen. Verschiedene Parametrisierungen z.B. von Turbulenz- und Wolkenprozessen werden behandelt.</p> <p>Im Praktikum "Numerische Wettervorhersage und Klimasimulation" werden Studien zu klimarelevanten Prozessen mit einem globalen Atmosphärenmodell durchgeführt und es wird eine numerische Regionalwettervorhersage mit einem mesoskaligen Wettervorhersagemodell erstellt.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> • Trenberth, Climate System Modeling, Cambridge University Press, 2010, 820pp. • Kalnay, Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability, Cambridge University Press, 2003, 341 pp.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Numerische Wettervorhersage und Klimasimulation" (2SWS)
	Praktikum "Numerische Wettervorhersage und Klimasimulation" (2SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1029	Wahlpflicht

Modultitel	T1-Dynamik der mittleren Atmosphäre
Modultitel (englisch)	T1-Dynamics of the Middle Atmosphere
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Direktor des Instituts für Meteorologie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Dynamik der mittleren Atmosphäre" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Übung "Mittlere Atmosphäre" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Meteorologie • Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen der Dynamik der mittleren Atmosphäre zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Fragen aus der Forschung zur mittleren Atmosphäre anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese in Form einer wissenschaftlichen Arbeit sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.
Inhalt	Die Vorlesung "Dynamik der mittleren Atmosphäre" behandelt Klimatologie und Dynamik der Stratosphäre und Mesosphäre, primitive Gleichungen, quasigeostrophische Gleichungen, lineare Wellentheorie, Gezeiten, planetare Wellen, zonal gemittelte Gleichungen, TEM-Gleichungen, und Schwerewellen in der mittleren Atmosphäre. Die Übung "Mittlere Atmosphäre" beinhaltet die Beantwortung einer konkreten Fragestellung mit numerischen, analytischen oder statistischen Methoden und die Vorbereitung zur Präsentation der Ergebnisse.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> • Andrews, D.G., J.R. Holton, C.B. Leovy: Middle Atmosphere Dynamics, Academic Press, 1987. • Brasseur, G., S. Solomon: Aeronomy of the Middle Atmosphere, D. Reidel, 1986.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Dynamik der mittleren Atmosphäre" (2SWS)
	Übung "Mittlere Atmosphäre" (1SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1032	Wahlpflicht

Modultitel	T4-Streuung und Atmosphärische Optik
Modultitel (englisch)	T4-Scattering and Atmospheric Optics
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Direktor des Instituts für Meteorologie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Streuung und Atmosphärische Optik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Seminar "Angewandte Streutheorie" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Meteorologie • Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Modul besitzen die Studierenden ein grundlegendes Verständnis der Optik der Atmosphäre sowie verschiedener Streutheorien zur Beschreibung der Wechselwirkung von Licht mit Partikeln. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Fragen aus der Atmosphärenforschung anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese in Form einer wissenschaftlichen Arbeit sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.
Inhalt	Die Vorlesung "Streuung und Atmosphärische Optik" behandelt die Entstehung, Ausbreitung und Wahrnehmung von Licht, die Gesamtheit der optischen Erscheinungen in der Atmosphäre, Himmels- und Wolkenfarben, die Grundprinzipien der Streutheorie, Mie- und Rayleighstreuung sowie Streutheorien für nichtsphärische Streuer und deren Anwendungen in der atmosphärischen Optik. Im Seminar "Angewandte Streutheorie" werden konkrete Themen der atmosphärischen Optik anhand von Literatur vertieft und präsentiert sowie Streuprogramme zur Lösung konkreter Fragestellungen aus der Streutheorie angewendet.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> • Bohren, C.F., D.R. Huffman: Absorption and Scattering of Light by Small Particles, John Wiley & Sons, 1998 • Mishchenko, M.I., Hovenier, J.W., Travis, L.D., Light Scattering by Nonspherical Particles, Academic Press, 2000.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Streuung und Atmosphärische Optik" (2SWS)
	Seminar "Angewandte Streutheorie" (1SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1035	Wahlpflicht

Modultitel	E1-Flugzeuggetragene Physikalische Messmethoden
Modultitel (englisch)	E1-Airborne Physical Measuring Methods
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Direktor des Instituts für Meteorologie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Flugzeuggetragene Physikalische Messmethoden" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Praktikum "Flugzeuggetragene Physikalische Messmethoden" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	• M.Sc. Meteorologie
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen flugzeuggetragener Messungen von atmosphärischen Eigenschaften zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Messmethoden für meteorologische sowie mikrophysikalische Parameter und atmosphärische Strahlungsgrößen anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.
Inhalt	<p>Die Vorlesung "Flugzeuggetragene Physikalische Messmethoden" behandelt die Messung grundlegender meteorologischer Parameter auf bewegten Messplattformen, Spezielle Messgeräte zur Quantifizierung der atmosphärischen Strahlung und zur Charakterisierung von Wolken-, Niederschlag- und Aerosolpartikeln werden vorgestellt.</p> <p>Das Praktikum "Flugzeuggetragene Physikalische Messmethoden" beinhaltet die Durchführung und Auswertung konkreter Messungen, die auf bewegten Plattformen genutzt werden. Die Messdaten werden mittels numerischen, analytischen oder statistischen Methoden ausgewertet, diskutiert und präsentiert.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	• Wendisch, M.(Editor), and Brenguier, J.-L. (Hrsg.), 2013: Airborne Measurements for Environmental Research: Methods and Instruments. Wiley-VCH, 641 pp.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Protokoll zu Praktikumsversuchen (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Flugzeuggetragene Physikalische Messmethoden" (2SWS)
	Praktikum "Flugzeuggetragene Physikalische Messmethoden" (2SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1036	Wahlpflicht

Modultitel	E2-Bodengebundene Fernerkundung der Atmosphäre mit Radar und Mikrowellenradiometer
Modultitel (englisch)	E2-Ground-based Radar and Microwave Remote Sensing
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Direktor des Instituts für Meteorologie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Fernerkundung der Atmosphäre mit Radar und Mikrowellenradiometer" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Übung "Mikrowellenfernerkundung" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Meteorologie • Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen der bodengebundenen Fernerkundungsverfahren der Atmosphäre mit Mikrowellen zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Fragen und Daten aus der Forschung zur Fernerkundung der Atmosphäre mit Mikrowellen anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage den Zusammenhang zwischen Wolkenmikrophysik und Radarbeobachtungen darzustellen.
Inhalt	Die Vorlesung "Fernerkundung der Atmosphäre mit Radar und Mikrowellenradiometer" behandelt umfassend aktive und passive Verfahren mit Schwerpunkt Radar- und Mikrowellenradiometerfernerkundung sowie deren Einsatzbereiche für die Erfassung atmosphärischer Zustandsparameter sowie der Eigenschaften von Wolken und Niederschlag. In der Übung "Mikrowellenfernerkundung" werden Zusammenhänge zwischen meteorologischen Parametern der Atmosphäre und aktiven und passiven Beobachtungen im Mikrowellen-Bereich erarbeitet.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> • Cimini, D.: Integrated Ground-Based Observing Systems, 2011, Springer • Fabry, F.: Radar Meteorology, 2015, Cambridge University Press • Rinehart, R.E.: Radar for Meteorologists, 1997. Rinehart Publishing
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1***Prüfungsvorleistung: Praktikumsbericht (4 Wochen)*

	Vorlesung "Fernerkundung der Atmosphäre mit Radar und Mikrowellenradiometer" (2SWS)
	Übung "Mikrowellenfernerkundung" (1SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1038	Wahlpflicht

Modultitel	E4-Aktive Fernerkundung der Atmosphäre mit Lidar
Modultitel (englisch)	E4-Active Remote Sensing with Lidar
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Direktor des Instituts für Meteorologie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Fernerkundung der Atmosphäre mit Lidar" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Seminar "Lidarfernerkundung" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Meteorologie • Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen der bodengebundenen Fernerkundungsverfahren der Atmosphäre mit optischen Methoden zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Fragen und Daten aus der Forschung zur Atmosphäre mit Lidarfernerkundungsmethoden anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese in Form einer wissenschaftlichen Arbeit sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.
Inhalt	Die Vorlesung "Fernerkundung der Atmosphäre mit Lidar" behandelt umfassend aktive und passive Verfahren mit Schwerpunkt Lidarfernerkundung sowie deren Einsatzbereiche für die Erfassung atmosphärischer Zustandsparameter und der Eigenschaften von Aerosolen und Wolken. Das Seminar "Lidarfernerkundung" behandelt aktuelle Veröffentlichungen, die optischen Methoden zur Fernerkundung der Atmosphäre nutzen und bearbeitet so konkrete Fragestellungen und die Präsentation der Ergebnisse.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> • Weitkamp, Claus (Ed.): Lidar Range-Resolved Optical Remote Sensing of the Atmosphere, Springer Series in Optical Sciences, Vol. 102, 2005, ISBN: 978-0-387-40075-4. • European Cooperation in Science and Technology: Integrated Ground-Based Remote-Sensing Stations for Atmospheric Profiling, COST Action 720, EUR 24172, ISBN 978-92-898-0050-1, doi:10.2831/10752
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Fernerkundung der Atmosphäre mit Lidar" (2SWS)
	Seminar "Lidarfernerkundung" (1SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1041	Wahlpflicht

Modultitel	A7-Atmosphärische Spurenstoffe und ihre Modellierung
Modultitel (englisch)	A7-Atmospheric Trace Substances and their Modelling
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Direktor des Instituts für Meteorologie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Atmosphärische Spurenstoffe und ihre Modellierung" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Seminar "Atmosphärische Spurenstoffe und ihre Modellierung" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Meteorologie • Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen der Prozesse, welche die Verteilung wichtiger atmosphärischer Spurenstoffe kontrollieren, sowie deren Beschreibung in Transportmodellen für Anwendungen in Luftqualitäts- und Klimastudien zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Fragen aus der Forschung zu atmosphärischen Spurenstoffen anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese in Form einer wissenschaftlichen Arbeit sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.
Inhalt	<p>Die Vorlesung "Atmosphärische Spurenstoffe und ihre Modellierung" behandelt die atmosphärische Zusammensetzung, Beschreibung chemischer und physikalischer Prozesse von Spurenstoffen in atmosphärischen Modellen, Wechselwirkung von Spurenstoffen mit Strahlung und Wolken, Grundlagen und Beispiele von Chemie-Transportmodellen.</p> <p>Das Seminar "Atmosphärische Spurenstoffe und ihre Modellierung" vertieft die in der Vorlesung behandelten Fragestellungen anhand von den Studierenden zu erarbeitenden Seminarvorträgen zu Einzelthemen.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> • J. Seinfeld, und S. Pandis, Atmospheric Chemistry and Physics, From Air Pollution to Climate Change. New York: Wiley., 1998 • M.Z. Jacobson, Fundamentals of Atmospheric Modeling, Cambridge University Press, 2005
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Atmosphärische Spurenstoffe und ihre Modellierung" (2SWS)
	Seminar "Atmosphärische Spurenstoffe und ihre Modellierung" (1SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1042	Wahlpflicht

Modultitel	A6-Staub in der Atmosphäre
Modultitel (englisch)	A6-Dust in the Atmosphere
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Direktor des Instituts für Meteorologie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	unregelmäßig
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Staub in der Atmosphäre" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Seminar "Staub in der Atmosphäre" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Meteorologie • Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen des atmosphärischen Staub-Lebenszyklus zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbständig auf aktuelle Forschungsfragen aus der Staubbeforschung anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese in Form einer wissenschaftlichen Arbeit sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.
Inhalt	<p>Die Vorlesung "Staub in der Atmosphäre" behandelt umfassend die Besonderheiten des atmosphärischen Staub-Lebenszyklus. Dies beinhaltet Staubquellen und Staubeintrag in die Grenzschicht, Staubtransport, und Depositionsprozesse. Im weiteren werden die Meteorologie der Wüstenregionen und Wechselwirkungen mit dem System Atmosphäre behandelt. Darüber hinaus werden Aspekte der gesellschaftlichen Relevanz der regionalen und globalen Mineralstaubverteilung diskutiert.</p> <p>Im Seminar "Staub in der Atmosphäre" werden ausgewählte Fragestellungen zum atmosphärischen Staubkreislauf anhand von aktuellen Beobachtungen und numerischen Simulationen behandelt, und die Ergebnisse dargestellt sowie umfassen diskutiert.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> • T. Warner, Desert Meteorology, Cambridge Univ. Press, 2004 • P. Knippertz, J.-B. Stuut, Mineral Dust, Springer, 2014
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Staub in der Atmosphäre" (2SWS)
	Seminar "Staub in der Atmosphäre" (1SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BEP3	Wahlpflicht

Modultitel	Experimentalphysik 3 - Atome & Quantenphänomene
Modultitel (englisch)	Experimental Physics 3 - Atoms and Quantum Phenomena
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Direktoren/innen des Peter-Debye-Instituts für Physik der weichen Materie und des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Experimentalphysik 3 - Atome & Quantenphänomene" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h • Übung "Experimentalphysik 3 - Atome & Quantenphänomene" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h
Arbeitsaufwand	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	- B.Sc. Physik
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte aus der Quantenmechanik, Atomaufbau und Quantenstatistik; - sind in der Lage, Aufgaben aus diesen Bereichen selbstständig zu lösen; - können die erworbenen Kenntnisse bei typischen Experimenten und Problemstellungen anwenden.
Inhalt	<p>Experimentelle Grundlagen der Quantenstatistik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Photoeffekt, Schwarzkörperstrahlung, Photonengas, Plancksches Strahlungsgesetz Rutherford-Streuung, Bohrsches Atommodell, Welle-Teilchen-Dualismus. <p>Einführung in die Quantenmechanik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wellenfunktion, Schrödinger-Gleichung, Quantenzustände, Potentialtopf, Tunneleffekt, Korrespondenzprinzip, Unschärferelation. <p>Das Wasserstoffatom:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spektrallinien, Schrödinger-Gleichung, Orbitale, Kugelflächenfunktionen, Drehimpulsquantisierung. <p>Atome mit mehreren Elektronen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spin und Stern-Gerlach-Versuch, Pauli-Prinzip, Hund'sche Regeln, Systematik des Atombaus, Periodensystem, Atome in äußeren Feldern, Zeeman-Effekt, Paschen-Back-Effekt, Stark-Effekt, optische Übergänge, Auswahlregeln. <p>Grundlagen der Quantenstatistik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boltzmann-, Fermi-Dirac-, Bose-Einstein-Statistik, Bose-Einstein-Kondensation, Superfluidität, ultrakalte Quantengase.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - Demtröder "Atome, Moleküle, Festkörper" Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009 - Haken, Wolf "Atom- und Quantenphysik: Einführung in die experimentellen und theoretischen Grundlagen" Springer 2004

- Alonso, Finn "Physics" Oklenbourg 2000
- C.J. Foot "Atomic Physics", Oxford Master Series 2005

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben.
Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1 <i>Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Experimentalphysik 3 - Atome & Quantenphänomene" (4SWS)
	Übung "Experimentalphysik 3 - Atome & Quantenphänomene" (2SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BEP5	Wahlpflicht

Modultitel	Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik
Modultitel (englisch)	Experimental Physics 5 - Solid State Physics
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Direktoren/innen des Peter-Debye-Instituts für Physik der weichen Materie und des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h • Übung "Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h
Arbeitsaufwand	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	- B.Sc. Physik
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Festkörperphysik; - sind in der Lage, Aufgaben aus diesen Bereichen selbstständig zu lösen; - können die erworbenen Kenntnisse bei typischen Experimenten und Problemstellungen anwenden.
Inhalt	<p>Drude-Modell:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Freies Elektronengas, Hall-Effekt, Frequenzabhängige Leitfähigkeit. Optische Eigenschaften. <p>Kristalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chemische Bindungen in Festkörpern. Kristallstrukturen. Bravaisgitter und Reziprokes Gitter. Beugungsmethoden. <p>Gitterschwingungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Klassische und Quantentheorie des Harmonischen Gitters. Phononen. Zustandsdichte. Thermische Eigenschaften. Elastische Konstanten. Spektroskopie Methoden. <p>Leitungselektronen in Festkörpern:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Blochsches Theorem. Quasi-freie Elektronen Modell. Bändermodell. Tight-Binding Modell. Elektrische und Thermische Eigenschaften. Magnetotransport-Phänomene. Grundlagen der Halbleiterphysik und Supraleitung.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - C. Kittel: Introduction to Solid State Physics (Wiley) - J. Sólyom: Fundamentals of the Physics of Solids (Vol. 1 and 2) (Springer) - S. Hunklinger: Festkörperphysik (Springer) - G. Grosso and G. P. Parravicini: Solid State Physics (Academic Press) - Ashcroft and Mermin: Solid State Physics (Holt-Saunders Int. Ed.) - Ibach and Lüth: Solid-State Physics (Springer)

- Duan and Guojun, Introduction to Condensed Matter Physics Vol. 1 (World Scientific)

Vergabe von Leistungspunkten

Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik" (4SWS)
	Übung "Experimentalphysik 5 - Festkörperphysik" (2SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BTP1	Wahlpflicht

Modultitel	Theoretische Physik 1 - Theoretische Mechanik
Modultitel (englisch)	Theoretical Physics 1 - Classical Mechanics
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Theoretische Physik 1 - Theoretische Mechanik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h • Übung "Theoretische Physik 1 - Theoretische Mechanik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h
Arbeitsaufwand	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	- B.Sc. Physik
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen grundlegende Prinzipien und Formalismen der Mechanik; - gewinnen einen ersten Einblick in die systematisierende Denkweise und formale Beschreibung von physikalischen Inhalten; - erfassen dieses Herangehen als für den Aufbau physikalischer Theorien wesentlich; - werden auf die Quantenmechanik und Statistische Physik vorbereitet.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Newtonsche Mechanik (Newtonsche Axiome, Nichtinertialsysteme, Erhaltungssätze, Keplerproblem, Mechanik der Massepunkte und starren Körper, kleine Schwingungen) - Lagrange-Methoden (Zwangsbedingungen, Lagrange-Gleichungen 1. und 2. Art, Noether-Theorem, Hamiltonsches Prinzip) - Hamiltonsche Mechanik (Hamiltonsche Gleichungen, kanonische Transformationen, Hamilton-Jacobi-Gleichung, integrable Systeme)
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - J. Hohnerkamp, H. Römer: "Theoretical Physics: A Classical Approach", Springer, 1993 - H. Goldstein, C.P. Poole, J. Safko: "Classical Mechanics", Wiley, 2006
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

	Vorlesung "Theoretische Physik 1 - Theoretische Mechanik" (4SWS)
	Übung "Theoretische Physik 1 - Theoretische Mechanik" (2SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BTP3	Wahlpflicht

Modultitel	Theoretische Physik 3 - Statistische Physik
Modultitel (englisch)	Theoretical Physics 3 - Statistical Physics
Empfohlen für:	1./3. Semester
Verantwortlich	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Theoretische Physik 3 - Statistische Physik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h • Übung "Theoretische Physik 3 - Statistische Physik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h
Arbeitsaufwand	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	- B.Sc. Physik
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen die grundlegenden Begriffe der statistischen Physik von klassischen und Quantensystemen im thermodynamischen Gleichgewicht; - können damit einfache relevante Sachverhalte bearbeiten.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Begriffe und Hauptsätze der Thermodynamik, thermodynamische Potentiale, Gleichgewichtsbedingungen, ideale und reale Gase, Phasenübergänge - Grundgedanken der kinetischen Gastheorie, statistische Mechanik des Gleichgewichts, klassische und Quantensysteme, Näherungsmethoden - Einführung in die Quantenstatistik
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - F. Schwabl, "Statistische Mechanik", Springer, 2006 - M. Kardar, "Statistical Mechanics of Particles", Cambridge University Press, 2007
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1	
<i>Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Theoretische Physik 3 - Statistische Physik" (4SWS)
	Übung "Theoretische Physik 3 - Statistische Physik" (2SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1020	Pflicht

Modultitel	P3-Wetterbesprechung
Modultitel (englisch)	P3-Weather Discussions
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Direktor des Instituts für Meteorologie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Seminar "Wetterbesprechung" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Übung "Wetterbesprechung" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	• M.Sc. Meteorologie
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die Wettervorhersagen auf der Grundlage von theoretischen Methoden und Verfahren zu erstellen und deren Qualität kritisch zu bewerten. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Fragen der synoptischen Wettervorhersage anwenden. Die Studierenden sind in der Lage, verfügbare meteorologische Daten einer kritischen Bewertung zu unterziehen und zu interpretieren, um eine Wettervorhersage mit Hilfe der komplexen Daten darzustellen und mündlich zu präsentieren.
Inhalt	Das Seminar "Wetterbesprechung" behandelt Methoden zur Interpretation von komplexen Wetterdaten und die Erstellung von Wettervorhersagen auf Basis der Daten und synoptischen Grundlagen. In der Übung bereiten die Studierenden eine Wetterbesprechung vor und präsentieren diese. Die Prognosen und Vorhersageprodukte der numerischen Wettervorhersage werden dabei kritisch bewertet und dargestellt.
Teilnahmevoraussetzungen	Teilnahme am Modul 12-111-1001 "P1-Dynamik und Synoptik"
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> • Kraus, H., 2004: Die Atmosphäre der Erde. 3. Auflage. Springer, Berlin, Heidelberg. 422 pp. • Kurz, H., 1990: Synoptische Meteorologie. Leitfäden für die Ausbildung im Deutschen Wetterdienst, Nr. 8. 3. Auflage. Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach. 197 pp.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Präsentation (45 Min.), mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Wöchentlich abzugebende Wetterprognosen für verschiedene Orte. Für die Prognosen werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

	Seminar "Wetterbesprechung" (2SWS)
	Übung "Wetterbesprechung" (1SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1021	Pflicht

Modultitel **P4-Globale Klimadynamik**

Modultitel (englisch) P4-Dynamics of the Global Climate System

Empfohlen für: 2. Semester

Verantwortlich Direktor des Instituts für Meteorologie

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Globale Klimadynamik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h
- Übung "Globale Klimadynamik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h

Arbeitsaufwand 6 LP = 180 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit • M.Sc. Meteorologie

Ziele Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, Moden der groß- und mesoskaligen atmosphärischen und ozeanischen Zirkulation zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Fragen aus der Forschung zur Klimadynamik anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese in Form einer wissenschaftlichen Arbeit sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.

Inhalt Die Vorlesung "Globale Klimadynamik" behandelt Moden der großskaligen atmosphärischen Zirkulation, Moden großskaliger ozeanischer Zirkulation, Atmosphären-Ozean-Wechselwirkungen, Tropische Wirbelstürme, Organisierte Konvektion. Die Übung "Globale Klimadynamik" beinhaltet die Analyse konkreter Klimadatensätze für ein vertieftes Verständnis der Klimadynamik und die praktische Anwendung des in der Vorlesung Gelernten.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe Grundsätzlich empfohlen:

- Peixoto und Oort, Physics of Climate, Springer, 2007, 564 pp.
- Holton, An Introduction to Dynamic Meteorology, Elsevier Academic Press, 2004, 535 pp.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Hausaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

	Vorlesung "Globale Klimadynamik" (2SWS)
	Übung "Globale Klimadynamik" (2SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1028	Wahlpflicht

Modultitel	A5-Wolkenphysik
Modultitel (englisch)	A5-Cloud Physics
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Direktor des Instituts für Meteorologie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Wolkenphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Übung "Wolkenphysik" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Meteorologie • Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Modul erlangen die Studierenden ein grundlegendes Verständnis der fundamentalen dynamischen, thermodynamischen und mikrophysikalischen Wolkenprozesse in Theorie und Praxis. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Fragen aus der Forschung zur Wolkenphysik anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese in Form einer wissenschaftlichen Arbeit sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.
Inhalt	In der Vorlesung "Wolkenphysik" werden die folgenden Themen umfassend behandelt: Thermodynamik von Mehrphasen/Mehrkomponentensystemen, hygrokopisches Wachstum, Wolkentropfenaktivierung, dynamisches Wachstum durch Kondensation und Kollision / Koaleszenz), Wolkentropfengefrieren, Wolkendynamik. In der Übung "Wolkenphysik" werden die in der Vorlesung behandelten Themen anhand konkreter Beispiele vertieft.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> • Pruppacher, H. R. und Klett, J. D., 1997. Microphysics of clouds and precipitation. Kluwer Academic Publishers.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Wolkenphysik" (2SWS)
	Übung "Wolkenphysik" (1SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1031	Wahlpflicht

Modultitel	T2-Parametrisierungen und Skalen atmosphärischer Modelle
Modultitel (englisch)	T2-Atmospheric Models: Parameterizations and Scales
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Direktor des Instituts für Meteorologie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Parametrisierungen und Skalen atmosphärischer Modelle" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Praktikum "Parametrisierungen und Skalen atmosphärischer Modelle" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Meteorologie • Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen der Parametrisierung und Skalenbereiche atmosphärischer Modelle zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Forschungsfragen aus der atmosphärischen Modellierung anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese in Form einer wissenschaftlichen Arbeit sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.
Inhalt	<p>Die Vorlesung "Parametrisierungen und Skalen atmosphärischer Modelle" behandelt die Grundgleichungen zur Luftbewegung und des atmosphärischen Transports, Skalen atmosphärischer Prozesse mit Fokus auf der Mesoskala, Skalenanalyse, Approximationen und Parametrisierungen, Parametrisierung subskaliger und physikalischer Prozesse wie Turbulenz, Konvektion, Spurenstoffprozesse.</p> <p>Im Praktikum "Parametrisierungen und Skalen atmosphärischer Modelle" werden an Beispielen die Auswirkungen unterschiedlicher Skalen und Parametrisierungen auf Modellergebnisse anhand konkreter Beispiele dargestellt und diskutiert.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> • D.J. Stensrud: Parameterization Schemes: Keys to Understanding Numerical Weather Prediction Models, Cambridge University Press, 2010 • T. Warner: Numerical Weather and Climate Prediction, Cambridge University Press, 2010 • R. Pielke: Mesoscale Meteorological Modeling, Academic Press, 2002.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Parametrisierungen und Skalen atmosphärischer Modelle" (2SWS)
	Praktikum "Parametrisierungen und Skalen atmosphärischer Modelle" (1SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1033	Wahlpflicht

Modultitel	T5-Terrestrische Strahlungsübertragung
Modultitel (englisch)	T5-Terrestrial Radiative Transfer
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Direktor des Instituts für Meteorologie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Terrestrische Strahlungsübertragung" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h • Praktikum "Terrestrische Strahlungsübertragung" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	• M.Sc. Meteorologie
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen der atmosphärisch terrestrischen Strahlungsübertragung zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Forschungsfragen der atmosphärischen Strahlungsbilanz im bewölkten und unbewölkten Fall, sowie der passiven solaren Fernerkundung anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Einige der behandelten Konzepte haben einen hohen Abstraktionsgrad, wodurch das abstrakte Denken gefördert werden soll. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.
Inhalt	Die Vorlesung "Terrestrische Strahlungsübertragung" behandelt die terrestrische Strahlungsübertragungsgleichung, deren Anwendung auf spektrale und breitbandige Strahldichten und Strahlungsflussdichten. Dazu wird insbesondere die Absorption und Emission durch atmosphärische Gase betrachtet. Das Praktikum "Terrestrische Strahlungsübertragung" beinhaltet die Beantwortung konkreter Fragestellungen mittels numerischen, analytischen oder statistischen Methoden, deren Diskussion und die schriftliche Darstellung der Ergebnisse.
Teilnahmevoraussetzungen	Teilnahme am Modul 12-111-1019 "P2-Atmosphärische Strahlung"
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> • Goody, R.M., and Y.L. Yung, 1989: Atmospheric radiation – Theoretical Basis. Oxford University Press, 519 pp. • Houghton, J.T., and S.D. Smith, 1966: Infrared Physics. Oxford University Press, 319 pp.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Protokoll zu Praktikumsversuchen (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Terrestrische Strahlungsübertragung" (2SWS)
	Praktikum "Terrestrische Strahlungsübertragung" (2SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1034	Wahlpflicht

Modultitel T6-Datenassimilation

Modultitel (englisch) T6-Data Assimilation

Empfohlen für: 2. Semester

Verantwortlich Direktor des Instituts für Meteorologie

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Datenassimilation" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h
- Praktikum "Datenassimilation" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit • M.Sc. Meteorologie

Ziele Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die Methodik der Datenassimilation zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf die Assimilation in atmosphärischen Modellen anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese in Form einer wissenschaftlichen Arbeit sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.

Inhalt Die Vorlesung "Datenassimilation" behandelt die Kombination von Modellierung und Beobachtung, Vorwärtsoperatoren für Fernerkundung, Nudging, Variationelle Methoden, sowie Kalmanfilter. Das Praktikum "Datenassimilation" beinhaltet die praktische Umsetzung des Gelernten in einem Beispiel-Modell, mit dem selbständige Sensitivitätsstudien zur Datenassimilation durchgeführt werden.

Teilnahmevoraussetzungen Teilnahme am Modul 12-111-1026 "A3-Numerische Wettervorhersage und Klimamodellierung" wird empfohlen.

Literaturangabe

- Evensen, Data Assimilation, Springer, 2009, 307pp.
- Kalnay, Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability, Cambridge University Press, 2003, 341 pp.

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Praktikumsbericht (Bearbeitungszeit: 4 Wochen) und Referat (45 Min.), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Datenassimilation" (2SWS)
	Praktikum "Datenassimilation" (1SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1037	Wahlpflicht

Modultitel	E3-Hochatmosphäre
Modultitel (englisch)	E3-Upper Atmosphere
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Direktor des Instituts für Meteorologie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Hochatmosphäre" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Praktikum "Hochatmosphärische Messungen" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Meteorologie • Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen
Ziele	<p>Nach erfolgreicher Teilnahme kennen die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • den Aufbau der Hochatmosphäre, • die wesentlichen Prozesse in der hohen Atmosphäre, • die wichtigsten Messverfahren zur Gewinnung hochatmosphärischer Daten. <p>Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen der Physik der Hochatmosphäre zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Forschungsfragen aus der Hochatmosphärenforschung anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese in Form einer wissenschaftlichen Arbeit sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.</p>
Inhalt	<p>Die Vorlesung "Hochatmosphäre" behandelt umfassen die Themen Zusammensetzung und Dynamik der neutralen Thermosphäre, Aufbau der Ionosphäre und Plasmasphäre, Beschreibung des Magnetfeldes der Erde, und Messverfahren für die neutrale und ionisierte Hochatmosphäre. Im Praktikum "Hochatmosphärische Messungen" werden aktuelle Messungen zur Dynamik der Hochatmosphäre ausgewertet, diskutiert und präsentiert.</p>
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> • Pröller, G.W.: Physik des erdnahen Weltraums, Springer, 2001. • Campbell, W.H.: Introduction to Geomagnetic Fields, Cambridge University Press, 1997.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Hochatmosphäre" (2SWS)
	Praktikum "Hochatmosphärische Messungen" (2SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1039	Wahlpflicht

Modultitel	E5-Satellitenfernerkundung
Modultitel (englisch)	E5-Spaceborne Remote Sensing
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Direktor des Instituts für Meteorologie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Satellitenfernerkundung" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h • Übung "Satellitenfernerkundung" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Meteorologie • Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Modul erlangen die Studierenden ein grundlegendes Verständnis zur Ableitung von atmosphärischen Parametern aus reflektierter Solar- und emittierter Wärmestrahlung. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Fragen aus der Forschung zur Fernerkundung anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese in Form einer wissenschaftlichen Arbeit sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen
Inhalt	In der Vorlesung "Satellitenfernerkundung" werden die folgenden Themen umfassend behandelt: Prinzipien der Fernerkundung, Anwendung in angrenzenden Forschungsfeldern, Satellitenorbits, Zusammenfassung Strahlungstransporttheorie und Lösungsverfahren, Vertikalsondierung im thermischen Spektralbereich, Wolken- und Aerosoleigenschaften aus spektralen und räumlichen Mustern, Radar- und Lidarfernerkundung vom Weltraum. In der Übung "Satellitenfernerkundung" werden die in der Vorlesung behandelten Themen anhand konkreter Beispiele vertieft.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	• SQ Kidder and TH Vonder Haar: Satellite Meteorology, Academic Press 1995
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Satellitenfernerkundung" (2SWS)
	Übung "Satellitenfernerkundung" (1SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1040	Wahlpflicht

Modultitel	T3-Strahlungstransfer Labor
Modultitel (englisch)	T3-Radiative Transfer Lab
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Direktor des Instituts für Meteorologie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Strahlungstransfer Labor" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h • Praktikum "Strahlungstransfer Labor" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h
Arbeitsaufwand	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	• M.Sc. Meteorologie
Ziele	Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen der Strahlungstransfersimulation zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Fragen aus der Forschung zu Strahlung und Fernerkundung anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese in Form einer wissenschaftlichen Arbeit sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.
Inhalt	Die Vorlesung "Strahlungstransfer Labor" behandelt Modellatmosphären und deren Zusammensetzung, solare und thermische Quellterme, wellenlängenabhängige Absorptionseigenschaften relevanter Spurengase, Streu- und Extinktionseigenschaften der klaren Atmosphäre sowie von Aerosol- und Wolkenpartikeln, numerische Verfahren zur Lösung der Strahlungstransfergleichung. Das Praktikum "Strahlungstransferlabor" behandelt Wissensinhalte und Fertigkeiten für die Arbeit mit dem Computer (Linux) und die Programmierung (Fortran, Python) mit Bezug zum Strahlungstransfer, Linie-für-Linie Simulation der Transmission, angeleitete Experimente mit Strahlungstransfermodellen.
Teilnahmevoraussetzungen	Teilnahme am Modul 12-111-1019 "P2-Atmosphärische Strahlung"
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> • Liou, K.-N., 2002: An Introduction to Atmospheric Radiation, 2nd Edition, Academic Press, 2002. • Zdunkowski, W., T. Trautmann, and A. Bott, 2007: Radiation in the Atmosphere. A Course in Theoretical Meteorology. Cambridge University Press, 2007.
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Strahlungstransfer Labor" (1SWS)
	Praktikum "Strahlungstransfer Labor" (2SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1043	Wahlpflicht

Modultitel A4-Klima polarer Breiten

Modultitel (englisch) A4-Polar Climate

Empfohlen für: 2. Semester

Verantwortlich Direktor des Instituts für Meteorologie

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Klima polarer Breiten" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h
- Übung "Klima polarer Breiten" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h

Arbeitsaufwand 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit

- M.Sc. Meteorologie
- Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen

Ziele

Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen des Klimas polarer Breiten zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Forschungsfragen aus der Forschung zum arktischen und antarktischen Klimasystems anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese in Form einer wissenschaftlichen Arbeit sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.

Inhalt

Die Vorlesung "Klima polarer Breiten" behandelt umfassend die Komponenten Atmosphäre, Ozean und Meereis des arktischen Klimasystems und deren Zusammenspiel und Interaktionen durch Energieflüsse und den hydrologischen Kreislauf. Sie behandelt außerdem die großräumige Zirkulation in der Arktis sowie die Arktische Verstärkung und stellt die Besonderheiten des Klimas der Arktis und Antarktis gegenüber. In der Übung "Klima polarer Breiten" werden ausgewählte Fragestellungen zum arktischen/ antarktischen Klimasystem anhand von aktuellen Beobachtungen und numerischen Simulationen behandelt, deren Ergebnisse dargestellt sowie umfassend diskutiert. Darüber hinaus werden Aspekte der gesellschaftlichen Relevanz der Arktischen Verstärkung diskutiert.

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe

- Serreze, M. and Barry, R.: The Arctic Climate System, Cambridge University Press
- Tomczak, M. and Godfrey, J.S.: Regional Oceanography (Ch.7 Arctic Oceanography), Daya Publishing House

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Klima polarer Breiten" (2SWS)
	Übung "Klima polarer Breiten" (1SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BEP4	Wahlpflicht

Modultitel	Experimentalphysik 4 - komplexe Quantensysteme: Molekül-, Kern-, Teilchenphysik
Modultitel (englisch)	Experimental Physics 4 - Complex Quantum Systems: Molecular, Nuclear and Particle Physics
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Direktoren/innen des Peter-Debye-Instituts für Physik der weichen Materie und des Felix-Bloch-Instituts für Festkörperphysik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Experimentalphysik 4 - komplexe Quantensysteme: Molekül-, Kern-, Teilchenphysik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h • Übung "Experimentalphysik 4 - komplexe Quantensysteme: Molekül-, Kern-, Teilchenphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h
Arbeitsaufwand	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	- B.Sc. Physik
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Molekülphysik, Kernphysik und Elementarteilchenphysik; - sind in der Lage, Aufgaben aus diesen Bereichen selbstständig zu lösen; - können die erworbenen Kenntnisse bei typischen Experimenten und Problemstellungen anwenden.
Inhalt	<p>Molekülphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Theorie der chemischen Bindung. Adiabatische Näherung. Orbitale (LCAO). Rotations- und Schwingungsspektroskopie (Raman, Brillouin). Franck-Condon-Prinzip. <p>Kernphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kerneigenschaften, Kernkräfte und Kernstrukturmodelle. Kernreaktionen und -zerfälle <p>Elementarteilchenphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elementarteilchen, Prozesse, Symmetrien. Beschleuniger und Nachweismethoden. Starke, Elektromagnetische, Schwache Wechselwirkung.
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	<ul style="list-style-type: none"> - Demtröder "Atome, Moleküle, Festkörper" Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009 - Haken, Wolf "Moleküle und Quantenchemie" Springer Berlin Heidelberg 2006 - Haken, Wolf "Molecular Physics and Elements of Quantum Chemistry" Springer 2010 - Haken, Wolf "Atom- und Quantenphysik" Springer Berlin Heidelberg 2004
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1

Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

	Vorlesung "Experimentalphysik 4 - komplexe Quantensysteme: Molekül-, Kern-, Teilchenphysik" (4SWS)
	Übung "Experimentalphysik 4 - komplexe Quantensysteme: Molekül-, Kern-, Teilchenphysik" (2SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BTP2	Wahlpflicht

Modultitel Theoretische Physik 2 - Quantenmechanik

Modultitel (englisch) Theoretical Physics 2 - Quantum Mechanics

Empfohlen für: 2. Semester

Verantwortlich Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Sommersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Theoretische Physik 2 - Quantenmechanik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h
- Übung "Theoretische Physik 2 - Quantenmechanik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h

Arbeitsaufwand 8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit - B.Sc. Physik

Ziele

Die Studierenden

- erfassen die Grundbegriffe zur Beschreibung von physikalischen Systemen in der Quantenmechanik;
- kennen das Konzept und den formalen Apparat der Quantenmechanik sowie typische Anwendungsbereiche;
- können damit relevante einfache Sachverhalte bearbeiten.

Inhalt

- Elementare Phänomene, Schrödingergleichung, Superpositionsprinzip, Zustände im Hilbertraum
- Observable, Operatoren im Hilbertraum, Erwartungswert, Spektrum, Streuung, Zeitentwicklung, Unschärferelation
- Eindimensionale Probleme
- Theorie des Drehimpuls, Spin
- Zentralpotentiale, Einführung in Streutheorie und Störungstheorie

Teilnahmevoraussetzungen keine

Literaturangabe

- A. Messiah: "Quantum Mechanics", Dover, 1999
- F. Schwabl: "Quantenmechanik", Springer, 2008

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

	Vorlesung "Theoretische Physik 2 - Quantenmechanik" (4SWS)
	Übung "Theoretische Physik 2 - Quantenmechanik" (2SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-PHY-BTP4	Wahlpflicht

Modultitel	Theoretische Physik 4 - Elektrodynamik & klassische Feldtheorie
Modultitel (englisch)	Theoretical Physics 4 - Electrodynamics and Classical Field Theory
Empfohlen für:	2. Semester
Verantwortlich	Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Sommersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Theoretische Physik 4 - Elektrodynamik & klassische Feldtheorie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h • Übung "Theoretische Physik 4 - Elektrodynamik & klassische Feldtheorie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h
Arbeitsaufwand	8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	- B.Sc. Physik
Ziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - kennen die Konzepte der klassischen Elektrodynamik und können sie auf relevante Sachverhalte anwenden; - erkennen die Stellung der Elektrodynamik im Gesamtgebäude der Physik; - kennen feldtheoretische Konzepte und Methoden anderer Bereiche der Physik.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Spezielle Relativitätstheorie, Maxwellsche Gleichungen, Erhaltungssätze - Elektrostatik und Magnetostatik im Vakuum und in Medien, Induktionsgesetz und quasistationäre Ströme - elektromagnetische Wellen im Vakuum und in Medien, Feld bewegter Ladungen, Strahlung - Grundzüge klassischer Feldtheorien (auch aus anderen Bereichen der Physik)
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Literaturangabe	- J.D. Jackson "Classical Electrodynamics", Wiley
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung

Prüfungsleistungen und -vorleistungen**Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1**

Prüfungsvorleistung: Wöchentlich ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.

	Vorlesung "Theoretische Physik 4 - Elektrodynamik & klassische Feldtheorie" (4SWS)
	Übung "Theoretische Physik 4 - Elektrodynamik & klassische Feldtheorie" (2SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1022	Pflicht

Modultitel	P5-Meteorologische Forschung
Modultitel (englisch)	P5-Current Research in Meteorology
Empfohlen für:	3. Semester
Verantwortlich	Direktor des Instituts für Meteorologie
Dauer	1 Semester
Modulturnus	jedes Wintersemester
Lehrformen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Aktuelle meteorologische Forschungsthemen" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h • Seminar "Meteorologische Forschung" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 210 h Selbststudium = 240 h
Arbeitsaufwand	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • M.Sc. Meteorologie • Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen
Ziele	Nach aktiver Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, den aktuellen Wissensstand in einem speziellen Gebiet der Meteorologie zu verstehen. Sie haben einen Überblick über aktuelle Forschungsbereiche. Sie sind in der Lage, eine selbstständige und umfassende Literaturrecherche durchzuführen. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.
Inhalt	In der Vorlesung "Aktuelle meteorologische Forschungsthemen" wird ein umfassender Überblick über den Stand der Forschung auf wesentlichen Gebieten der Meteorologie vermittelt. Das Seminar "Meteorologische Forschung" umfasst Methoden der Literatarbeit, die Einarbeitung in den Forschungsstand auf einem Spezialgebiet und deren Präsentation und Diskussion. Das Seminar umfasst auch die Teilnahme an wissenschaftlichen Diskussionen zum Spezialgebiet innerhalb einer Arbeitsgruppe des Instituts für Meteorologie und seiner Forschungspartner.
Teilnahmevoraussetzungen	Teilnahme an den Modulen 12-111-1001, 12-111-1019, 12-111-1020, 12-111-1021 wird empfohlen.
Literaturangabe	keine
Vergabe von Leistungspunkten	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat 45 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Aktuelle meteorologische Forschungsthemen" (1SWS)
	Seminar "Meteorologische Forschung" (2SWS)

Master of Science Meteorologie

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-111-1023	Pflicht

Modultitel **P6-Meteorologische Arbeitsmethoden**

Modultitel (englisch) P6-Scientific Working in Meteorology

Empfohlen für: 3. Semester

Verantwortlich Direktor des Instituts für Meteorologie

Dauer 1 Semester

Modulturnus jedes Wintersemester

Lehrformen

- Vorlesung "Meteorologische Arbeitsmethoden" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h
- Seminar "Meteorologische Methoden" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 210 h Selbststudium = 240 h

Arbeitsaufwand 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

Verwendbarkeit

- M.Sc. Meteorologie
- Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen

Ziele

Die Studierenden

- gewinnen die Fähigkeit, sich effektiv und umfassend in die Arbeitsmethoden eines meteorologischen Forschungsgebietes einzuarbeiten,
- gewinnen Kenntnisse über die experimentellen und theoretisch-mathematischen Methoden, die dem internationalen Forschungsstand entsprechen.

Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die wesentlichen meteorologischen Arbeitsmethoden zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Forschungsfragen anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese in Form einer wissenschaftlichen Arbeit sowohl schriftlich als auch mündlich in Diskussionen darzustellen.

Inhalt

Die Vorlesung "Meteorologische Arbeitsmethoden" vermittelt eine umfassende Übersicht über experimentelle und theoretische Arbeitsmethoden in der Meteorologie. Das Seminar "Meteorologische Methoden" umfasst die Einarbeitung in die Methoden eines Spezialgebiets, die intensive Auseinandersetzung mit den Methoden und die Teilnahme an wissenschaftlichen Diskussionen zum Spezialgebiet innerhalb einer Arbeitsgruppe des Instituts für Meteorologie und seiner Forschungspartner.

Teilnahmevoraussetzungen Teilnahme an den Modulen 12-111-1001, 12-111-1019, 12-111-1020, 12-111-1021 wird empfohlen.

Literaturangabe keine

Vergabe von Leistungspunkten Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Schriftliche Ausarbeitung (Bearbeitungszeit 12 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Meteorologische Arbeitsmethoden" (1SWS)
	Seminar "Meteorologische Methoden" (2SWS)