

## Master of Science Meteorology

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

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Modultitel</b>                   | <b>P1 - Dynamics and Synoptics</b>   |
| <b>Modultitel (englisch)</b>        | P1 - Dynamics and Synoptics  |
| <b>Empfohlen für:</b>               | 1. Semester  |
| <b>Verantwortlich</b>               | Professur für Theoretische Meteorologie  |
| <b>Dauer</b>                        | 1 Semester   |
| <b>Modulturnus</b>                  | jedes Wintersemester   |
| <b>Lehrformen</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Dynamics and Synoptics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Übung "Dynamics and Synoptics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> </ul>   |
| <b>Arbeitsaufwand</b>               | 6 LP = 180 Arbeitsstunden (Workload)   |
| <b>Verwendbarkeit</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Meteorology</li> </ul>  |
| <b>Ziele</b>                        | 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.   |
| <b>Inhalt</b>                       | Die Vorlesung "Dynamics and Synoptics" 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 "Dynamics and Synoptics" beinhaltet die Beantwortung konkreter synoptischer Fragestellungen mittels numerischen, analytischen oder statistischen Methoden, deren Diskussion und die Vorbereitung zur Präsentation der Ergebnisse. |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>     | keine  |
| <b>Literaturangabe</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bott, A., 2012: Synoptische Meteorologie: Methoden der Wetteranalyse und –prognose. Cambridge University Press, London, 486 pp.</li> <li>• Holton, J. R., 2004: An Introduction to Dynamic Meteorology. 4th Edition, Elsevier Academic Press, San Diego, California, 535 pp.</li> </ul>   |
| <b>Vergabe von Leistungspunkten</b> | Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.   |

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

|   |   |
|---|---|
| <b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b> |   |
|   | Vorlesung "Dynamics and Synoptics" (2SWS) |
|   | Übung "Dynamics and Synoptics" (2SWS)     |

## Master of Science Meteorology

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

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Modultitel</b>                   | <b>P2 - Atmospheric Radiation</b>   |
| <b>Modultitel (englisch)</b>        | P2 - Atmospheric Radiation  |
| <b>Empfohlen für:</b>               | 1. Semester   |
| <b>Verantwortlich</b>               | Professur für Mesoskalige Prozesse und Numerische Wettervorhersage  |
| <b>Dauer</b>                        | 1 Semester  |
| <b>Modulturnus</b>                  | jedes Wintersemester  |
| <b>Lehrformen</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Atmospheric Radiation" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Übung "Atmospheric Radiation" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h</li> </ul>  |
| <b>Arbeitsaufwand</b>               | 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)  |
| <b>Verwendbarkeit</b>               | • M.Sc. Meteorology   |
| <b>Ziele</b>                        | 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. |
| <b>Inhalt</b>                       | Die Vorlesung "Atmospheric Radiation" behandelt grundlegende Definitionen der Strahlungsgrößen, die Wechselwirkung von atmosphärischer Strahlung mit einzelnen Partikeln, volumetrische optische Eigenschaften und die Strahlungsübertragungsgleichung. Die Übung "Atmospheric Radiation" beinhaltet die Beantwortung konkreter Fragestellungen mittels numerischen, analytischen oder statistischen Methoden, deren Diskussion und die Präsentation der Ergebnisse.  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>     | keine   |
| <b>Literaturangabe</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wendisch, M., and Yang, P., 2012: Theory of Atmospheric Radiative Transfer. Wiley-VCH, 366 pp.</li> <li>• Petty, G. W., 2006: A First Course in Atmospheric Radiation. Sundog Publishing, Madison, Wisconsin, 459 pp.</li> </ul>   |
| <b>Vergabe von Leistungspunkten</b> | 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 "Atmospheric Radiation" (2SWS)

Übung "Atmospheric Radiation" (1SWS)

## Master of Science Meteorology

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

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Modultitel</b>                   | <b>A1 - Atmospheric Aerosol</b>  |
| <b>Modultitel (englisch)</b>        | A1 - Atmospheric Aerosol   |
| <b>Empfohlen für:</b>               | 1./3. Semester   |
| <b>Verantwortlich</b>               | Professur für Physik der Atmosphäre  |
| <b>Dauer</b>                        | 1 Semester   |
| <b>Modulturnus</b>                  | jedes Wintersemester   |
| <b>Lehrformen</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Atmospheric Aerosol" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Seminar "Atmospheric Aerosol" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h</li> </ul>   |
| <b>Arbeitsaufwand</b>               | 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)   |
| <b>Verwendbarkeit</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Meteorology</li> <li>• Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen</li> </ul>  |
| <b>Ziele</b>                        | 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. |
| <b>Inhalt</b>                       | <p>Die Vorlesung "Atmospheric 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 "Atmospheric Aerosol" werden aktuelle Erlebnisse aus wissenschaftliche Publikation, die die physikalische Charakterisierung des atmosphärischen Aerosols beinhalten, erarbeitet, präsentiert sowie diskutiert.</p>             |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>     | keine  |
| <b>Literaturangabe</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Hinds: Aerosol Technology: Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles: Properties, Behaviour and Measurement of Airborne Particles</li> <li>• P. Baron: Aerosol Measurement: Principles, Techniques, and Applications</li> </ul>  |
| <b>Vergabe von Leistungspunkten</b> | Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.   |

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

|   |  |
|---|--|
| <b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b> |  |
|   | Vorlesung "Atmospheric Aerosol" (2SWS) |
|   | Seminar "Atmospheric Aerosol" (1SWS)   |

## Master of Science Meteorology

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

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>Modultitel</b>               | <b>A2 - Atmospheric Chemistry - The Multiphase System</b>  |
| <b>Modultitel (englisch)</b>    | A2 - Atmospheric Chemistry - The Multiphase System   |
| <b>Empfohlen für:</b>           | 1./3. Semester   |
| <b>Verantwortlich</b>           | Professur für Chemie der Atmosphäre  |
| <b>Dauer</b>                    | 1 Semester   |
| <b>Modulturnus</b>              | jedes Wintersemester   |
| <b>Lehrformen</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Atmospheric Chemistry - The Multiphase System" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Übung "Atmospheric Chemistry - The Multiphase System" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 45 h</li> <li>• Seminar "Atmospheric Chemistry" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 15 h Selbststudium = 30 h</li> </ul>   |
| <b>Arbeitsaufwand</b>           | 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)   |
| <b>Verwendbarkeit</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Meteorology</li> <li>• Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen</li> </ul>  |
| <b>Ziele</b>                    | <p>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.</p> <p>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).</p> |
| <b>Inhalt</b>                   | <p>In der Vorlesung "Atmospheric Chemistry - The Multiphase System" 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 "Atmospheric Chemistry - The Multiphase System" werden anhand konkreter Versuche die Labormethoden zur Chemie der Atmosphäre vermittelt. In Seminar "Atmospheric Chemistry" werden die gewonnenen Erkenntnisse präsentiert und diskutiert.</p>      |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b> | keine  |
| <b>Literaturangabe</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wayne, R. P., 2000: Chemistry of Atmospheres, an introduction to the chemistry</li> </ul>   |

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**

|   |  |
|---|--|
| <b>Modulprüfung: Klausur 90 Min., mit Wichtung: 1</b>   |  |
| <i>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.</i> |  |
|   | Vorlesung "Atmospheric Chemistry - The Multiphase System" (2SWS) |
|   | Übung "Atmospheric Chemistry - The Multiphase System" (1SWS)     |
|   | Seminar "Atmospheric Chemistry" (1SWS)                           |

## Master of Science Meteorology

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

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Modultitel</b>                   | <b>A3 - Numerical Weather Prediction and Climate Modelling</b>  |
| <b>Modultitel (englisch)</b>        | A3 - Numerical Weather Prediction and Climate Modelling   |
| <b>Empfohlen für:</b>               | 1./3. Semester  |
| <b>Verantwortlich</b>               | Professur für Theoretische Meteorologie   |
| <b>Dauer</b>                        | 1 Semester  |
| <b>Modulturnus</b>                  | jedes Wintersemester  |
| <b>Lehrformen</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Numerical Weather Prediction and Climate Modelling" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h</li> <li>• Praktikum "Numerical Weather Prediction and Climate Modelling" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> </ul>  |
| <b>Arbeitsaufwand</b>               | 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)  |
| <b>Verwendbarkeit</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Meteorology</li> <li>• Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen</li> </ul>   |
| <b>Ziele</b>                        | 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.   |
| <b>Inhalt</b>                       | <p>Die Vorlesung "Numerical Weather Prediction and Climate Modelling" 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 "Numerical Weather Prediction and Climate Modelling" werden Studien zu klimarelevanten Prozessen mit einem globalen Atmosphärenmodell durchgeführt und es wird eine numerische Regionalwettervorhersage mit einem mesoskaligen Wettervorhersagemodell erstellt.</p> |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>     | keine   |
| <b>Literaturangabe</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trenberth, Climate System Modeling, Cambridge University Press, 2010, 820pp.</li> <li>• Kalnay, Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability, Cambridge University Press, 2003, 341 pp.</li> </ul>   |
| <b>Vergabe von Leistungspunkten</b> | Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.  |

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

| <b>Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1</b> |  |
|---|--|
|   | Vorlesung "Numerical Weather Prediction and Climate Modelling"<br>(2SWS) |
|   | Praktikum "Numerical Weather Prediction and Climate Modelling"<br>(2SWS) |

## Master of Science Meteorology

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

### Modultitel T1 - Dynamics of the Middle Atmosphere

**Modultitel (englisch)** T1 - Dynamics of the Middle Atmosphere

**Empfohlen für:** 1./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Meteorologie der Hochatmosphäre

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Dynamics of the Middle Atmosphere" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h
- Übung "Dynamics of the Middle Atmosphere" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Meteorology
- 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 "Dynamics of the Middle Atmosphere" 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 "Dynamics of the Middle Atmosphere" beinhaltet die Beantwortung einer konkreten Fragestellung mit numerischen, analytischen oder statistischen Methoden und die Vorbereitung zur Präsentation der Ergebnisse.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- 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**

|   |  |
|---|--|
| <b>Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1</b> |  |
|   | Vorlesung "Dynamics of the Middle Atmosphere" (2SWS) |
|   | Übung "Dynamics of the Middle Atmosphere" (1SWS)     |

## Master of Science Meteorology

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

**Modultitel** T4 - Scattering and Atmospheric Optics

**Modultitel (englisch)** T4 - Scattering and Atmospheric Optics

**Empfohlen für:** 1./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Physik der Atmosphäre

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Scattering and Atmospheric Optics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h
- Seminar "Applied Scattering Theory" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Meteorology
- 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 "Scattering and Atmospheric Optics" 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 "Applied Scattering Theory" 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**

- 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**

|   |  |
|---|--|
| <b>Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1</b> |  |
|   | Vorlesung "Scattering and Atmospheric Optics" (2SWS) |
|   | Seminar "Applied Scattering Theory" (1SWS)           |

## Master of Science Meteorology

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

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Modultitel</b>                   | <b>E1 - Airborne Physical Measuring Methods</b>  |
| <b>Modultitel (englisch)</b>        | E1 - Airborne Physical Measuring Methods   |
| <b>Empfohlen für:</b>               | 1./3. Semester   |
| <b>Verantwortlich</b>               | Professur für Mesoskalige Prozesse und Numerische Wettervorhersage   |
| <b>Dauer</b>                        | 1 Semester   |
| <b>Modulturnus</b>                  | jedes Wintersemester   |
| <b>Lehrformen</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Airborne Physical Measuring Methods" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Praktikum "Airborne Physical Measuring Methods" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>   |
| <b>Arbeitsaufwand</b>               | 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)   |
| <b>Verwendbarkeit</b>               | • M.Sc. Meteorology  |
| <b>Ziele</b>                        | 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.  |
| <b>Inhalt</b>                       | <p>Die Vorlesung "Airborne Physical Measuring Methods" 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 "Airborne Physical Measuring Methods" 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> |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>     | keine  |
| <b>Literaturangabe</b>              | • Wendisch, M.(Editor), and Brenguier, J.-L. (Hrsg.), 2013: Airborne Measurements for Environmental Research: Methods and Instruments. Wiley-VCH, 641 pp.  |
| <b>Vergabe von Leistungspunkten</b> | Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.   |

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

|   |  |
|---|--|
| <b>Modulprüfung: Protokoll zu Praktikumsversuchen (4 Wochen), mit Wichtung: 1</b> |  |
|   | Vorlesung "Airborne Physical Measuring Methods" (2SWS) |
|   | Praktikum "Airborne Physical Measuring Methods" (2SWS) |

## Master of Science Meteorology

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

**Modultitel** **E2 - Ground-based Radar and Microwave Remote Sensing**

**Modultitel (englisch)** E2 - Ground-based Radar and Microwave Remote Sensing

**Empfohlen für:** 1./3. Semester

**Verantwortlich** Juniorprofessur für Arktische Klimaänderungen

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Remote Sensing of the Atmosphere with Radar and Microwave Radiometer" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h
- Übung "Microwave Remote Sensing" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing
- M.Sc. Meteorology
- 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 "Remote Sensing of the Atmosphere with Radar and Microwave Radiometer" 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 "Microwave Remote Sensing" werden Zusammenhänge zwischen meteorologischen Parametern der Atmosphäre und aktiven und passiven Beobachtungen im Mikrowellen-Bereich erarbeitet.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- 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**

|   |   |
|---|---|
| <b>Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1</b> |   |
| <i>Prüfungsvorleistung: Praktikumsbericht (4 Wochen)</i>        |   |
|   | Vorlesung "Remote Sensing of the Atmosphere with Radar and Microwave Radiometer" (2SWS) |
|   | Übung "Microwave Remote Sensing" (1SWS)   |

## Master of Science Meteorology

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

### Modultitel **E4 - Active Remote Sensing with Lidar**

**Modultitel (englisch)** E4 - Active Remote Sensing with Lidar

**Empfohlen für:** 1./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Physik der Atmosphäre

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Active Remote Sensing with Lidar" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h
- Seminar "Active Remote Sensing with Lidar" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing
- M.Sc. Meteorology
- 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 "Active Remote Sensing with 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 "Active Remote Sensing with Lidar" behandelt aktuelle Veröffentlichungen, die optischen Methoden zur Fernerkundung der Atmosphäre nutzen und bearbeitet so konkrete Fragestellungen und die Präsentation der Ergebnisse.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- 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**

|   |   |
|---|---|
| <b>Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1</b> |   |
|   | Vorlesung "Active Remote Sensing with Lidar" (2SWS) |
|   | Seminar "Active Remote Sensing with Lidar" (1SWS)   |

## Master of Science Meteorology

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

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Modultitel</b>                   | <b>A7 - Atmospheric Trace Substances and their Modelling</b>  |
| <b>Modultitel (englisch)</b>        | A7 - Atmospheric Trace Substances and their Modelling   |
| <b>Empfohlen für:</b>               | 1./3. Semester  |
| <b>Verantwortlich</b>               | Professur für Modellierung für atmosphärische Prozesse  |
| <b>Dauer</b>                        | 1 Semester  |
| <b>Modulturnus</b>                  | jedes Wintersemester  |
| <b>Lehrformen</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Atmospheric Trace Substances and their Modelling" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Seminar "Atmospheric Trace Substances and their Modelling" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h</li> </ul>  |
| <b>Arbeitsaufwand</b>               | 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)  |
| <b>Verwendbarkeit</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Meteorology</li> <li>• Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen</li> </ul>   |
| <b>Ziele</b>                        | 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. |
| <b>Inhalt</b>                       | <p>Die Vorlesung "Atmospheric Trace Substances and their Modelling" 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 "Atmospheric Trace Substances and their Modelling" vertieft die in der Vorlesung behandelten Fragestellungen anhand von den Studierenden zu erarbeitenden Seminarvorträgen zu Einzelthemen.</p>   |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>     | keine   |
| <b>Literaturangabe</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Seinfeld, und S. Pandis, Atmospheric Chemistry and Physics, From Air Pollution to Climate Change. New York: Wiley., 1998</li> <li>• M.Z. Jacobson, Fundamentals of Atmospheric Modeling, Cambridge University Press, 2005</li> </ul>  |
| <b>Vergabe von Leistungspunkten</b> | Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung  |

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

|   |  |
|---|--|
| <b>Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1</b> |  |
|   | Vorlesung "Atmospheric Trace Substances and their Modelling"<br>(2SWS) |
|   | Seminar "Atmospheric Trace Substances and their Modelling"<br>(1SWS)   |

## Master of Science Meteorology

| Akademischer Grad | Modulnummer   | Modulform   |
|-------------------|---------------|-------------|
| Master of Science | 12-GEO-M-AG01 | Wahlpflicht |

### Modultitel Introduction to Data Science

**Modultitel (englisch)** Introduction to Data Science

**Empfohlen für:** 1./2./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Climate Attribution and Artificial Intelligence

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Introduction to Data Science" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h
- Übung "Data Science" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing
- M.Sc. Meteorology

**Ziele** Die Studierenden erwerben ein gutes Verständnis der Konzepte und Methoden der Datenwissenschaften. Sie werden befähigt, relevante Verfahren der Datenverarbeitung, -analyse, und -interpretation anzuwenden. Ziel ist, die Mustererkennung in großen Datenmengen zu ermöglichen und die Ergebnisse dieser Analysen bewerten zu können. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf Fragestellungen der Erdsystemwissenschaften anwenden und auf neue Problemstellungen übertragen

**Inhalt** Grundlagen der big data analytics in den Erdsystemwissenschaften; Verfahren und Anwendungen multivariater Statistik unter Berücksichtigung der Besonderheiten raumzeitlicher Daten in den Erdsystemwissenschaften; Einführung in Methoden des maschinellen Lernen und der künstlichen Intelligenz und deren fachlichen Relevanz.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

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

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

|  |   |
|--|---|
| <b>Modulprüfung: Klausur 45 Min., mit Wichtung: 1</b>  |   |
| <i>Prüfungsvorleistung: Regelmäßig 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 "Introduction to Data Science" (2SWS) |
|  | Übung "Data Science" (1SWS)                     |

## Master of Science Meteorology

| Akademischer Grad | Modulnummer   | Modulform   |
|-------------------|---------------|-------------|
| Master of Science | 12-GEO-M-DS01 | Wahlpflicht |

### Modultitel Introduction to Advanced Data Analytics

**Modultitel (englisch)** Introduction to Advanced Data Analytics

**Empfohlen für:** 1./2./3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Climate Attribution

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Statistical and machine learning for Earth system sciences" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h
- Übung "Data analysis with statistical and machine learning" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 35 h Selbststudium = 50 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing
- M.Sc. Meteorology

**Ziele** Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, fortgeschrittene statistische und maschinelle Lernverfahren für die Analyse und Auswertung von Daten im Kontext der Erdsystemwissenschaften zu verstehen und anzuwenden. die Studierenden werden befähigt, Konzepte des statistischen und maschinellen Lernens zu verstehen, auf Geodaten anzuwenden und auf neue Problemstellungen zu übertragen.

**Inhalt**

- Grundlegende Konzepte und Verfahren des statistischen und maschinellen Lernens
- Beispiele zur Anwendung von statistischen und maschinellen Lernverfahren in den Geo- und Umweltwissenschaften

**Teilnahmevoraussetzungen** Kenntnisse in einer höheren Programmiersprache (z.B. R, Python, Julia...)

**Literaturangabe** Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.

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

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

| Modulprüfung: Hausarbeit (4 Wochen), mit Wichtung: 1 |   |
|--|---|
|  | Vorlesung "Statistical and machine learning for Earth system sciences" (2SWS) |
|  | Übung "Data analysis with statistical and machine learning" (1SWS)            |

## Master of Science Meteorology

| 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** Direktor/in Felix-Bloch-Institut für Festkörperphysik

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- 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
- M.Sc. Meteorology

**Ziele** Die Studierenden erfassen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Festkörperphysik. Nach aktiver Teilnahme am Modul sind sie in der Lage, Aufgaben aus der Festkörperphysik zu analysieren und selbstständig zu lösen. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf typische Experimente anwenden und auf neue Problemstellungen übertragen. Sie sind in der Lage, mit Begriffen der Festkörperphysik wissenschaftlich zu diskutieren und ihre Lösungen zu Aufgaben der Festkörperphysik argumentativ darzustellen und zu begründen.

**Inhalt**

Drude-Modell:

- Freies Elektronengas, Hall-Effekt, Frequenzabhängige Leitfähigkeit. Optische Eigenschaften.

Kristalle:

- Chemische Bindungen in Festkörpern.
- Kristallstrukturen.
- Bravaisgitter und Reziprokes Gitter.
- Beugungsmethoden.

Gitterschwingungen:

- Klassische und Quantentheorie des Harmonischen Gitters.
- Phononen. Zustandsdichte.
- Thermische Eigenschaften.
- Elastische Konstanten.
- Spektroskopische Methoden.

Leitungselektronen in Festkörpern:

- Blochsches Theorem.
- Quasi-freies Elektronen Modell.
- Bändermodell. Tight-Binding Modell.
- Elektrische und Thermische Eigenschaften.
- Magnetotransport-Phänomene.
- Grundlagen der Halbleiterphysik und Supraleitung.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- 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**

|   |  |
|---|--|
| <b>Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1</b>  |  |
| <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 Meteorology

| Akademischer Grad | Modulnummer  | Modulform   |
|-------------------|--------------|-------------|
| Master of Science | 12-PHY-BIEP3 | Wahlpflicht |

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>Modultitel</b>            | <b>Experimental Physics 3 - Electromagnetic Waves and Foundations of Quantum Physics</b>   |
| <b>Modultitel (englisch)</b> | Experimental Physics 3 - Electromagnetic Waves and Foundations of Quantum Physics  |
| <b>Empfohlen für:</b>        | 1./3. Semester   |
| <b>Verantwortlich</b>        | Direktor:in Peter-Debye-Institut für Physik der weichen Materie / Direktor:in Felix-Bloch-Institut für Festkörperphysik  |
| <b>Dauer</b>                 | 1 Semester   |
| <b>Modulturnus</b>           | jedes Wintersemester   |
| <b>Lehrformen</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Experimental Physics 3 - Electromagnetic Waves and Foundations of Quantum Physics" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 90 h Selbststudium = 150 h</li> <li>• Übung "Experimental Physics 3 - Electromagnetic Waves and Foundations of Quantum Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> </ul>  |
| <b>Arbeitsaufwand</b>        | 8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)   |
| <b>Verwendbarkeit</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- B.Sc. IPSP</li> <li>- M.Sc. Meteorology</li> </ul>  |
| <b>Ziele</b>                 | Die Studierenden erfassen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Optik und Quantenphysik. Nach aktiver Teilnahme am Modul sind sie in der Lage, Aufgaben aus diesen Gebieten zu analysieren und selbstständig zu lösen. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf typische Experimente anwenden und auf neue Problemstellungen übertragen. Sie sind in der Lage, mit Begriffen der Optik und Quantenphysik wissenschaftlich zu diskutieren und ihre Lösungen zu Aufgaben in diesen Gebieten argumentativ darzustellen und zu begründen.   |
| <b>Inhalt</b>                | <p>Elektromagnetische Wellen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektromagnetische Wellen: Wellengleichung, elektromagnetisches Spektrum, ebene und Kugelwellen, Energietransport und Poynting-Vektor, Polarisation, Reflexion und Transmission, Fresnelsche Formeln, Hertzscher Dipol</li> <li>- Wellenoptik: Huygenssches Prinzip, Beugung, Interferenz, Kohärenz, Interferometer, Einzel- und Doppelspalt, Beugungsgitter</li> </ul> <p>Geometrische Optik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexion, Brechung, Spiegel, Linsen, Prismen, Optische Instrumente, Dispersion, Abbildungsfehler</li> </ul> <p>Grundlagen der Quantenphysik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teilcheneigenschaften des Lichts: Photoeffekt, Schwarzkörperstrahlung, Photonengas, Plancksches Strahlungsgesetz</li> <li>- Struktur der Materie: Thomsonsches Atommodell, Rutherford-Streuung, Rutherfordsches und Bohrsches Atommodell</li> <li>- Materiewellen: Heisenbergsche Unschärferelation, Wellenfunktion, Wahrscheinlichkeitsinterpretation</li> <li>- Schrödinger-Gleichung, Quantenzustände, Potentialtopf, harmonischer Oszillator, Tunneleffekt, Korrespondenzprinzip</li> </ul> |

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe** - M. Alonso / E. J. Finn: Physics, Addison-Wesley Longman  
 - D. Halliday / R. Resnick / J. Walker: Fundamentals of Physics, Wiley-VCH

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

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

|   |  |
|---|--|
| <b>Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1</b>  |  |
| <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 "Experimental Physics 3 - Electromagnetic Waves and Foundations of Quantum Physics" (4SWS) |
|   | Übung "Experimental Physics 3 - Electromagnetic Waves and Foundations of Quantum Physics" (2SWS)     |

## Master of Science Meteorology

| Akademischer Grad | Modulnummer   | Modulform   |
|-------------------|---------------|-------------|
| Master of Science | 12-PHY-BIOTP1 | Wahlpflicht |

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Modultitel</b>                   | <b>Theoretical Physics 1 - Classical Mechanics 1</b>   |
| <b>Modultitel (englisch)</b>        | Theoretical Physics 1 - Classical Mechanics 1  |
| <b>Empfohlen für:</b>               | 1./3. Semester   |
| <b>Verantwortlich</b>               | Direktor:in des Instituts für Theoretische Physik  |
| <b>Dauer</b>                        | 1 Semester   |
| <b>Modulturnus</b>                  | jedes Wintersemester   |
| <b>Lehrformen</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Theoretical Physics 1 - Classical Mechanics 1" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h</li> <li>• Übung "Theoretical Physics 1 - Classical Mechanics 1" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h</li> </ul>   |
| <b>Arbeitsaufwand</b>               | 8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)   |
| <b>Verwendbarkeit</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- B.Sc. IPSP</li> <li>- M.Sc. Meteorology</li> </ul>  |
| <b>Ziele</b>                        | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lernen grundlegende Prinzipien der Mechanik kennen und können sie auf relevante Sachverhalte anwenden</li> <li>- beherrschen grundlegende Rechenmethoden der klassischen Mechanik</li> </ul>  |
| <b>Inhalt</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Newtonsche Axiome, Erhaltungssätze</li> <li>- Differenzieren und Integrieren von Funktionen mit einer Variablen, Rechnen mit komplexen Zahlen, Lösen von gewöhnlichen Differentialgleichungen</li> <li>- Nichtinertialsysteme</li> <li>- Rechnen mit Matrizen und Determinanten, Koordinatensysteme und Drehungen</li> <li>- Keplerproblem, Mechanik der Massepunkte und starren Körper, kleine Schwingungen</li> <li>- lineare Gleichungssysteme, Eigenwertprobleme</li> </ul> |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>     | keine  |
| <b>Literaturangabe</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- D. Kleppner / R.J. Kolenkov: An Introduction to Mechanics, Cambridge University Press</li> <li>- David Morin: Classical Mechanics, Cambridge</li> <li>- John R. Taylor: Classical Mechanics, Univ. Sc. Books</li> </ul>   |
| <b>Vergabe von Leistungspunkten</b> | 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 "Theoretical Physics 1 - Classical Mechanics 1" (4SWS)

Übung "Theoretical Physics 1 - Classical Mechanics 1" (2SWS)

## Master of Science Meteorology

| Akademischer Grad | Modulnummer   | Modulform   |
|-------------------|---------------|-------------|
| Master of Science | 12-PHY-BIOTP5 | Wahlpflicht |

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Modultitel</b>                   | <b>Theoretical Physics 5 - Statistical Physics</b>   |
| <b>Modultitel (englisch)</b>        | Theoretical Physics 5 - Statistical Physics  |
| <b>Empfohlen für:</b>               | 1./3. Semester   |
| <b>Verantwortlich</b>               | Direktor:in des Instituts für Theoretische Physik  |
| <b>Dauer</b>                        | 1 Semester   |
| <b>Modulturnus</b>                  | jedes Wintersemester   |
| <b>Lehrformen</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Theoretical Physics 5 - Statistical Physics" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h</li> <li>• Übung "Theoretical Physics 5 - Statistical Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h</li> </ul>   |
| <b>Arbeitsaufwand</b>               | 8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)   |
| <b>Verwendbarkeit</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- B.Sc. IPSP</li> <li>- M.Sc. Meteorology</li> </ul>  |
| <b>Ziele</b>                        | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- können die grundlegenden Begriffe der Thermodynamik und Statistischen Physik des Gleichgewichts mündlich und schriftlich darstellen und erläutern</li> <li>- können diese anwenden, um das Verhalten einfacher klassischer und quantenmechanischer Vielteilchensysteme im thermodynamischen Gleichgewicht zu untersuchen und vorherzusagen;</li> <li>- können einfache Modellprobleme selbständig bearbeiten und lösen und ihr Vorgehen begründen.</li> </ul> |
| <b>Inhalt</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Begriffe und Hauptsätze der Thermodynamik, thermodynamische Potentiale, Gleichgewichtsbedingungen, ideale und reale Gase, Phasenübergänge</li> <li>- Grundgedanken der kinetischen Gastheorie, statistische Mechanik des Gleichgewichts, klassische und Quantensysteme, Näherungsmethoden</li> <li>- Einführung in die Quantenstatistik</li> </ul>  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>     | keine  |
| <b>Literaturangabe</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- C. Kittel and H. Kroemer, "Thermal Physics", 2nd ed., Freeman</li> <li>- M. Kardar, "Statistical Mechanics of Particles", Cambridge University Press, 2007</li> </ul>   |
| <b>Vergabe von Leistungspunkten</b> | Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss der Module vergeben. Näheres regelt die Prüfungsordnung   |

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

*Prüfungsvorleistung: Regelmäßig 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 "Theoretical Physics 5 - Statistical Physics" (4SWS) |
|  | Übung "Theoretical Physics 5 - Statistical Physics" (2SWS)     |

## Master of Science Meteorology

| Akademischer Grad | Modulnummer  | Modulform   |
|-------------------|--------------|-------------|
| Master of Science | 12-PHY-BPEP3 | Wahlpflicht |

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Modultitel</b>               | <b>Experimentalphysik 3 - Optik und Quantenphysik</b>   |
| <b>Modultitel (englisch)</b>    | Experimental Physics 3 - Optics and Quantum Physics   |
| <b>Empfohlen für:</b>           | 1./3. Semester  |
| <b>Verantwortlich</b>           | Direktor/in Peter-Debye-Institut für Physik der weichen Materie / Direktor/in Felix-Bloch-Institut für Festkörperphysik   |
| <b>Dauer</b>                    | 1 Semester  |
| <b>Modulturnus</b>              | jedes Wintersemester  |
| <b>Lehrformen</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Experimentalphysik 3 - Optik und Quantenphysik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h</li> <li>• Übung "Experimentalphysik 3 - Optik und Quantenphysik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h</li> </ul>  |
| <b>Arbeitsaufwand</b>           | 8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)  |
| <b>Verwendbarkeit</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- B.Sc. Physik</li> <li>- M.Sc. Meteorology</li> </ul>   |
| <b>Ziele</b>                    | Die Studierenden erfassen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Optik und Quantenphysik. Nach aktiver Teilnahme am Modul sind sie in der Lage, Aufgaben aus der Optik und Quantenphysik zu analysieren und selbstständig zu lösen. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf typische Experimente anwenden und auf neue Problemstellungen übertragen. Sie sind in der Lage, mit Begriffen der Optik und Quantenphysik wissenschaftlich zu diskutieren und ihre Lösungen zu Aufgaben der Optik und Quantenphysik argumentativ darzustellen und zu begründen.   |
| <b>Inhalt</b>                   | <p>Optik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektromagnetische Wellen: Wellengleichung, elektromagnetisches Spektrum, ebene und Kugelwellen, Energietransport und Poynting-Vektor, Polarisation, Reflexion und Transmission, Fresnelsche Formeln, Hertzscher Dipol.</li> <li>- Spezielle Relativitätstheorie.</li> <li>- Geometrische Optik: Reflexion, Brechung, Spiegel, Linsen, Prismen, Optische Instrumente, Dispersion, Abbildungsfehler.</li> <li>- Wellenoptik: Huygenssches Prinzip, Beugung, Interferenz, Kohärenz, Interferometer, Einzel- und Doppelspalt, Beugungsgitter.</li> </ul> <p>Grundlagen der Quantenphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Photoeffekt, Schwarzkörperstrahlung, Photonengas, Plancksches Strahlungsgesetz, Rutherford-Streuung, Bohrsches Atommodell, Welle-Teilchen-Dualismus.</li> <li>- Wellenfunktion, Schrödinger-Gleichung, Quantenzustände, Potentialtopf, Tunneleffekt, Korrespondenzprinzip, Unschärferelation.</li> </ul> |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b> | keine   |
| <b>Literaturangabe</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Demtröder "Elektrizität und Optik" Springer-Verlag 2009</li> <li>- A. P. French "Special Relativity", The M.I.T. Introductory Physics Series</li> <li>- Haken, Wolf "Atom- und Quantenphysik: Einführung in die experimentellen und</li> </ul>   |

theoretischen Grundlagen" Springer 2004  
 - Alonso, Finn "Physik" Oldenbourg 2000

**Vergabe von Leistungspunkten**

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

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

|   |   |
|---|---|
| <b>Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1</b>  |   |
| <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 - Optik und Quantenphysik" (4SWS) |
|   | Übung "Experimentalphysik 3 - Optik und Quantenphysik" (2SWS)     |

## Master of Science Meteorology

| 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**

- 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
- M.Sc. Meteorology

**Ziele**

Die Studierenden kennen grundlegende Prinzipien und Formalismen der Theoretischen Mechanik, gewinnen einen ersten Einblick in die systematisierende Denkweise und formale Beschreibung von physikalischen Inhalten und erfassen dieses Herangehen als für den Aufbau physikalischer Theorien wesentlich. Nach aktiver Teilnahme am Modul sind sie in der Lage, Aufgaben aus der Theoretischen Mechanik zu analysieren und selbstständig zu lösen. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf neue Problemstellungen übertragen. Sie sind in der Lage, mit Begriffen der Theoretischen Mechanik wissenschaftlich zu diskutieren und ihre Lösungen zu Aufgaben der Theoretischen Mechanik argumentativ darzustellen und zu begründen. Die Studierenden werden auf die Quantenmechanik und Statistische Physik vorbereitet.

**Inhalt**

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
- Integrierte Systeme

- Teilnahmevoraussetzungen** keine
- Literaturangabe** - 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**

|   |  |
|---|--|
| <b>Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1</b>  |  |
| <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 1 - Theoretische Mechanik" (4SWS) |
|   | Übung "Theoretische Physik 1 - Theoretische Mechanik" (2SWS)     |

## Master of Science Meteorology

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

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

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

|   |  |
|---|--|
| <b>Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1</b>  |  |
| <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 Meteorology

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

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Modultitel</b>                   | <b>P3 - Advanced Weather Discussions</b>  |
| <b>Modultitel (englisch)</b>        | P3 - Advanced Weather Discussions   |
| <b>Empfohlen für:</b>               | 2. Semester   |
| <b>Verantwortlich</b>               | Professur für Mesoskalige Prozesse und Numerische Wettervorhersage  |
| <b>Dauer</b>                        | 1 Semester  |
| <b>Modulturnus</b>                  | jedes Sommersemester  |
| <b>Lehrformen</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar "Advanced Weather Discussions" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Übung "Advanced Weather Discussions" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h</li> </ul>  |
| <b>Arbeitsaufwand</b>               | 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)  |
| <b>Verwendbarkeit</b>               | • M.Sc. Meteorology   |
| <b>Ziele</b>                        | 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. |
| <b>Inhalt</b>                       | Das Seminar "Advanced Weather Discussions" 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.  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>     | Teilnahme am Modul 12-111-1001 "P1 - Dynamics and Synoptics"  |
| <b>Literaturangabe</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraus, H., 2004: Die Atmosphäre der Erde. 3. Auflage. Springer, Berlin, Heidelberg. 422 pp.</li> <li>• Kurz, H., 1990: Synoptische Meteorologie. Leitfäden für die Ausbildung im Deutschen Wetterdienst, Nr. 8. 3. Auflage. Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach. 197 pp.</li> </ul>   |
| <b>Vergabe von Leistungspunkten</b> | 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 ausgegebene Hausaufgaben in Form von 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 "Advanced Weather Discussions" (2SWS) |
|  | Übung "Advanced Weather Discussions" (1SWS)   |

## Master of Science Meteorology

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

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Modultitel</b>                   | <b>P4 - Dynamics of the Global Climate System</b>  |
| <b>Modultitel (englisch)</b>        | P4 - Dynamics of the Global Climate System   |
| <b>Empfohlen für:</b>               | 2. Semester  |
| <b>Verantwortlich</b>               | Professur für Theoretische Meteorologie  |
| <b>Dauer</b>                        | 1 Semester   |
| <b>Modulturnus</b>                  | jedes Sommersemester   |
| <b>Lehrformen</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Dynamics of the Global Climate System" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Übung "Dynamics of the Global Climate System" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> </ul>   |
| <b>Arbeitsaufwand</b>               | 6 LP = 180 Arbeitsstunden (Workload)   |
| <b>Verwendbarkeit</b>               | • M.Sc. Meteorology  |
| <b>Ziele</b>                        | 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. |
| <b>Inhalt</b>                       | Die Vorlesung "Dynamics of the Global Climate System" behandelt Moden der großskaligen atmosphärischen Zirkulation, Moden großskaliger ozeanischer Zirkulation, Atmosphären-Ozean-Wechselwirkungen, Tropische Wirbelstürme, Organisierte Konvektion. Die Übung "Dynamics of the Global Climate System" beinhaltet die Analyse konkreter Klimadatensätze für ein vertieftes Verständnis der Klimadynamik und die praktische Anwendung des in der Vorlesung Gelernten.                                 |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>     | keine  |
| <b>Literaturangabe</b>              | Grundsätzlich empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peixoto und Oort, Physics of Climate, Springer, 2007, 564 pp.</li> <li>• Holton, An Introduction to Dynamic Meteorology, Elsevier Academic Press, 2004, 535 pp.</li> </ul>   |
| <b>Vergabe von Leistungspunkten</b> | 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 "Dynamics of the Global Climate System" (2SWS)

Übung "Dynamics of the Global Climate System" (2SWS)

## Master of Science Meteorology

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

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Modultitel</b>                   | <b>A5 - Cloud Physics</b>   |
| <b>Modultitel (englisch)</b>        | A5 - Cloud Physics  |
| <b>Empfohlen für:</b>               | 2. Semester   |
| <b>Verantwortlich</b>               | Professur für Physik der Atmosphäre   |
| <b>Dauer</b>                        | 1 Semester  |
| <b>Modulturnus</b>                  | jedes Sommersemester  |
| <b>Lehrformen</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Cloud Physics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Übung "Cloud Physics" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h</li> </ul>  |
| <b>Arbeitsaufwand</b>               | 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)  |
| <b>Verwendbarkeit</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Meteorology</li> <li>• Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen</li> </ul>   |
| <b>Ziele</b>                        | 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. |
| <b>Inhalt</b>                       | In der Vorlesung "Cloud Physics" werden die folgenden Themen umfassend behandelt: Thermodynamik von Mehrphasen/Mehrkomponentensystemen, hygroskopisches Wachstum, Wolkentropfenaktivierung, dynamisches Wachstum durch Kondensation und Kollision / Koaleszenz), Wolkentropfengefrieren, Wolkendynamik. In der Übung "Cloud Physics" werden die in der Vorlesung behandelten Themen anhand konkreter Beispiele vertieft.  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>     | keine   |
| <b>Literaturangabe</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruppacher, H. R. und Klett, J. D., 1997. Microphysics of clouds and precipitation. Kluwer Academic Publishers.</li> </ul>   |
| <b>Vergabe von Leistungspunkten</b> | Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.  |

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| <b>Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1</b> |                                  |
|   | Vorlesung "Cloud Physics" (2SWS) |
|   | Übung "Cloud Physics" (1SWS)     |

## Master of Science Meteorology

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

### Modultitel **T2 - Atmospheric Models: Parameterizations and Scales**

**Modultitel (englisch)** T2 - Atmospheric Models: Parameterizations and Scales

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Professur für Modellierung für atmosphärische Prozesse

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Atmospheric Models: Parameterizations and Scales" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h
- Praktikum "Atmospheric Models: Parameterizations and Scales" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Meteorology
- 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** Die Vorlesung "Atmospheric Models: Parameterizations and Scales" 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. Im Praktikum "Atmospheric Models: Parameterizations and Scales" werden an Beispielen die Auswirkungen unterschiedlicher Skalen und Parametrisierungen auf Modellergebnisse anhand konkreter Beispiele dargestellt und diskutiert.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- 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**

|   |  |
|---|--|
| <b>Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1</b> |  |
|   | Vorlesung "Atmospheric Models: Parameterizations and Scales"<br>(2SWS) |
|   | Praktikum "Atmospheric Models: Parameterizations and Scales"<br>(1SWS) |

## Master of Science Meteorology

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

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Modultitel</b>                   | <b>T5 - Terrestrial Radiative Transfer</b>  |
| <b>Modultitel (englisch)</b>        | T5 - Terrestrial Radiative Transfer   |
| <b>Empfohlen für:</b>               | 2. Semester   |
| <b>Verantwortlich</b>               | Professur für Mesoskalige Prozesse und Numerische Wettervorhersage  |
| <b>Dauer</b>                        | 1 Semester  |
| <b>Modulturnus</b>                  | jedes Sommersemester  |
| <b>Lehrformen</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Terrestrial Radiative Transfer" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Praktikum "Terrestrial Radiative Transfer" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>  |
| <b>Arbeitsaufwand</b>               | 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)  |
| <b>Verwendbarkeit</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Meteorology</li> </ul>   |
| <b>Ziele</b>                        | 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 unbewölktem 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. |
| <b>Inhalt</b>                       | Die Vorlesung "Terrestrial Radiative Transfer" 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 "Terrestrial Radiative Transfer" beinhaltet die Beantwortung konkreter Fragestellungen mittels numerischen, analytischen oder statistischen Methoden, deren Diskussion und die schriftliche Darstellung der Ergebnisse.   |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>     | Teilnahme am Modul 12-111-1019 "P2 - Atmospheric Radiation"   |
| <b>Literaturangabe</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Goody, R.M., and Y.L. Yung, 1989: Atmospheric radiation – Theoretical Basis. Oxford University Press, 519 pp.</li> <li>• Houghton, J.T., and S.D. Smith, 1966: Infrared Physics. Oxford University Press, 319 pp.</li> </ul>   |
| <b>Vergabe von Leistungspunkten</b> | Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.  |

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

|   |   |
|---|---|
| <b>Modulprüfung: Protokoll zu Praktikumsversuchen (4 Wochen), mit Wichtung: 1</b> |   |
|   | Vorlesung "Terrestrial Radiative Transfer" (2SWS) |
|   | Praktikum "Terrestrial Radiative Transfer" (2SWS) |

## Master of Science Meteorology

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

### Modultitel **T6 - Data Assimilation**

**Modultitel (englisch)** T6 - Data Assimilation

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Professur für Theoretische Meteorologie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

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

**Arbeitsaufwand** 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Meteorology

**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 "Data Assimilation" behandelt die Kombination von Modellierung und Beobachtung, Vorwärtsoperatoren für Fernerkundung, Nudging, Variationelle Methoden, sowie Kalmanfilter. Das Praktikum "Data Assimilation" 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 - Numerical Weather Prediction and Climate Modelling" wird empfohlen.

**Literaturangabe**

- Evensen, Data Assimilation, Springer, 2009, 307pp.
- Kalnay, Atmospheric Modeling, Data Assmilation 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 "Data Assimilation" (2SWS) |
|   | Praktikum "Data Assimilation" (1SWS) |

## Master of Science Meteorology

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

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Modultitel</b>                   | <b>E3 - Upper Atmosphere</b>   |
| <b>Modultitel (englisch)</b>        | E3 - Upper Atmosphere  |
| <b>Empfohlen für:</b>               | 2. Semester  |
| <b>Verantwortlich</b>               | Professur für Meteorologie der Hochatmosphäre  |
| <b>Dauer</b>                        | 1 Semester   |
| <b>Modulturnus</b>                  | jedes Sommersemester   |
| <b>Lehrformen</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Upper Atmosphere" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Praktikum "Measurements in the Upper Atmosphere" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 30 h Selbststudium = 60 h</li> </ul>   |
| <b>Arbeitsaufwand</b>               | 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)   |
| <b>Verwendbarkeit</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Meteorology</li> <li>• Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen</li> </ul>  |
| <b>Ziele</b>                        | <p>Nach erfolgreicher Teilnahme kennen die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den Aufbau der Hochatmosphäre,</li> <li>- die wesentlichen Prozesse in der hohen Atmosphäre,</li> <li>- die wichtigsten Messverfahren zur Gewinnung hochatmosphärischer Daten.</li> </ul> <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> |
| <b>Inhalt</b>                       | <p>Die Vorlesung "Upper Atmosphere" 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 "Measurements in the Upper Atmosphere" werden aktuelle Messungen zur Dynamik der Hochatmosphäre ausgewertet, diskutiert und präsentiert.</p>  |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>     | keine  |
| <b>Literaturangabe</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prölls, G.W.: Physik des erdnahen Weltraums, Springer, 2001.</li> <li>• Campbell, W.H.: Introduction to Geomagnetic Fields, Cambridge University Press, 1997.</li> </ul>  |
| <b>Vergabe von Leistungspunkten</b> | Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.   |

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

|   |   |
|---|---|
| <b>Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1</b> |   |
|   | Vorlesung "Upper Atmosphere" (2SWS)                     |
|   | Praktikum "Measurements in the Upper Atmosphere" (2SWS) |

## Master of Science Meteorology

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

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Modultitel</b>                   | <b>E5 - Spaceborne Remote Sensing</b>   |
| <b>Modultitel (englisch)</b>        | E5 - Spaceborne Remote Sensing  |
| <b>Empfohlen für:</b>               | 2. Semester   |
| <b>Verantwortlich</b>               | Professur für Physik der Atmosphäre   |
| <b>Dauer</b>                        | 1 Semester  |
| <b>Modulturnus</b>                  | jedes Sommersemester  |
| <b>Lehrformen</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Spaceborne Remote Sensing" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Übung "Spaceborne Remote Sensing" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h</li> </ul>  |
| <b>Arbeitsaufwand</b>               | 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)  |
| <b>Verwendbarkeit</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Meteorology</li> <li>• Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen</li> </ul>   |
| <b>Ziele</b>                        | 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                            |
| <b>Inhalt</b>                       | In der Vorlesung "Spaceborne Remote Sensing" 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 "Spaceborne Remote Sensing" werden die in der Vorlesung behandelten Themen anhand konkreter Beispiele vertieft. |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>     | keine   |
| <b>Literaturangabe</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• SQ Kidder and TH Vonder Haar: Satellite Meteorology, Academic Press 1995</li> </ul>  |
| <b>Vergabe von Leistungspunkten</b> | Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.  |

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

|   |  |
|---|--|
| <b>Modulprüfung: Klausur 60 Min., mit Wichtung: 1</b> |  |
|   | Vorlesung "Spaceborne Remote Sensing" (2SWS) |
|   | Übung "Spaceborne Remote Sensing" (1SWS)     |

## Master of Science Meteorology

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

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Modultitel</b>                   | <b>T3 - Radiative Transfer Lab</b>  |
| <b>Modultitel (englisch)</b>        | T3 - Radiative Transfer Lab   |
| <b>Empfohlen für:</b>               | 2. Semester   |
| <b>Verantwortlich</b>               | Direktor des Instituts für Meteorologie   |
| <b>Dauer</b>                        | 1 Semester  |
| <b>Modulturnus</b>                  | jedes Sommersemester  |
| <b>Lehrformen</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Radiative Transfer Lab" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h</li> <li>• Praktikum "Radiative Transfer Lab" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> </ul>  |
| <b>Arbeitsaufwand</b>               | 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)  |
| <b>Verwendbarkeit</b>               | • M.Sc. Meteorology   |
| <b>Ziele</b>                        | 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.   |
| <b>Inhalt</b>                       | Die Vorlesung "Radiative Transfer Lab" 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 "Radiative Transfer Lab" 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. |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>     | Teilnahme am Modul 12-111-1019 "P2 - Atmospheric Radiation"   |
| <b>Literaturangabe</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liou, K.-N., 2002: An Introduction to Atmospheric Radiation, 2nd Edition, Academic Press, 2002.</li> <li>• Zdunkowski, W., T. Trautmann, and A. Bott, 2007: Radiation in the Atmosphere. A Course in Theoretical Meteorology. Cambridge University Press, 2007.</li> </ul>   |
| <b>Vergabe von Leistungspunkten</b> | Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.  |

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

|   |   |
|---|---|
| <b>Modulprüfung: Referat (45 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1</b> |   |
|   | Vorlesung "Radiative Transfer Lab" (1SWS) |
|   | Praktikum "Radiative Transfer Lab" (2SWS) |

## Master of Science Meteorology

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

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Modultitel</b>                   | <b>A4 - Polar Climate</b>  |
| <b>Modultitel (englisch)</b>        | A4 - Polar Climate   |
| <b>Empfohlen für:</b>               | 2. Semester  |
| <b>Verantwortlich</b>               | Juniorprofessur für Arktische Klimaänderungen  |
| <b>Dauer</b>                        | 1 Semester   |
| <b>Modulturnus</b>                  | jedes Sommersemester   |
| <b>Lehrformen</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Polar Climate" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Seminar "Polar Climate" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h</li> </ul>   |
| <b>Arbeitsaufwand</b>               | 5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)   |
| <b>Verwendbarkeit</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Meteorology</li> <li>• Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen</li> </ul>  |
| <b>Ziele</b>                        | 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.   |
| <b>Inhalt</b>                       | Die Vorlesung "Polar Climate" 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 "Polar Climate" 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. |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>     | keine  |
| <b>Literaturangabe</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Serreze, M. and Barry, R.: The Arctic Climate System, Cambridge University Press</li> <li>• Tomczak, M. and Godfrey, J.S.: Regional Oceanography (Ch.7 Arctic Oceanography), Daya Publishing House</li> </ul>   |
| <b>Vergabe von Leistungspunkten</b> | Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.   |

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| <b>Modulprüfung: Referat 45 Min., mit Wichtung: 1</b> |                                  |
|   | Vorlesung "Polar Climate" (2SWS) |
|   | Seminar "Polar Climate" (1SWS)   |

## Master of Science Meteorology

| Akademischer Grad | Modulnummer   | Modulform   |
|-------------------|---------------|-------------|
| Master of Science | 12-PHY-BIOTP2 | Wahlpflicht |

**Modultitel**                      **Theoretical Physics 2 - Electrodynamics 1**

**Modultitel (englisch)**    Theoretical Physics 2 - Electrodynamics 1

**Empfohlen für:**                      2. Semester

**Verantwortlich**                      Direktor:in des Instituts für Theoretische Physik

**Dauer**                                      1 Semester

**Modulturnus**                            jedes Sommersemester

**Lehrformen**                            • Vorlesung "Theoretical Physics 2 - Electrodynamics 1" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h  
 • Übung "Theoretical Physics 2 - Electrodynamics 1" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h

**Arbeitsaufwand**                      8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**                      - B.Sc. IPSP  
 - M.Sc. Meteorology

**Ziele**                                      Die Studierenden  
 - kennen grundlegende Konzepte der klassischen Elektrodynamik und können sie auf relevante Sachverhalte anwenden;  
 - beherrschen grundlegende Rechenmethoden der klassischen Elektrodynamik;

**Inhalt**                                      - Maxwell'sche Gleichungen, Erhaltungssätze  
 - Einführung in die Vektoranalysis im  $R^3$ : div, rot, grad, Flächen- und Volumenintegrale  
 - Elektrostatik und Magnetostatik im Vakuum und in Medien, Induktionsgesetz und quasistationäre Ströme  
 - Elementare Lösungsmethoden für partielle Differentialgleichungen

**Teilnahmevoraussetzungen**            keine

**Literaturangabe**                      - D.J. Griffiths "Introduction to Electrodynamics" Pearson Education 2008  
 - D. Jackson "Classical Electrodynamics" John Wiley & Sons 1998

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

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

|   |  |
|---|--|
| <b>Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1</b>  |  |
| <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 "Theoretical Physics 2 - Electrodynamics 1" (4SWS) |
|   | Übung "Theoretical Physics 2 - Electrodynamics 1" (2SWS)     |

## Master of Science Meteorology

| Akademischer Grad | Modulnummer   | Modulform   |
|-------------------|---------------|-------------|
| Master of Science | 12-PHY-BIOTP4 | Wahlpflicht |

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Modultitel</b>                   | <b>Theoretical Physics 4 - Quantum Mechanics</b>   |
| <b>Modultitel (englisch)</b>        | Theoretical Physics 4 - Quantum Mechanics  |
| <b>Empfohlen für:</b>               | 2. Semester  |
| <b>Verantwortlich</b>               | Direktor:in des Instituts für Theoretische Physik  |
| <b>Dauer</b>                        | 1 Semester   |
| <b>Modulturnus</b>                  | jedes Sommersemester   |
| <b>Lehrformen</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Theoretical Physics 4 - Quantum Mechanics" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h</li> <li>• Übung "Theoretical Physics 4 - Quantum Mechanics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h</li> </ul>   |
| <b>Arbeitsaufwand</b>               | 8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)   |
| <b>Verwendbarkeit</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- B.Sc. IPSP</li> <li>- M.Sc. Meteorology</li> </ul>  |
| <b>Ziele</b>                        | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erfassen die Grundbegriffe zur Beschreibung von physikalischen Systemen in der Quantenmechanik;</li> <li>- kennen das Konzept und den formalen Apparat der Quantenmechanik sowie typische Anwendungsbereiche;</li> <li>- können damit relevante einfache Sachverhalte bearbeiten.</li> </ul>  |
| <b>Inhalt</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementare Phänomene, Schrödingergleichung, Superpositionsprinzip, Zustände im Hilbertraum</li> <li>- Observable, Operatoren im Hilbertraum, Erwartungswert, Spektrum, Streuung, Zeitentwicklung, Unschärferelation</li> <li>- Eindimensionale Probleme</li> <li>- Theorie des Drehimpulses, Spin</li> <li>- Zentralpotentiale, Einführung in Streu- und Störungstheorie</li> </ul> |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>     | keine  |
| <b>Literaturangabe</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- D.J. Griffiths "Introduction to Quantum Mechanics", Pearson Education 2005</li> <li>- F. Schwabl "Quantum mechanics" Springer 2008</li> </ul>   |
| <b>Vergabe von Leistungspunkten</b> | 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 "Theoretical Physics 4 - Quantum Mechanics" (4SWS)

Übung "Theoretical Physics 4 - Quantum Mechanics" (2SWS)

## Master of Science Meteorology

| Akademischer Grad | Modulnummer  | Modulform   |
|-------------------|--------------|-------------|
| Master of Science | 12-PHY-BPEP4 | Wahlpflicht |

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>Modultitel</b>            | <b>Experimentalphysik 4 - Struktur der Materie</b>  |
| <b>Modultitel (englisch)</b> | Experimental Physics 4 - Structure of Matter  |
| <b>Empfohlen für:</b>        | 2. Semester   |
| <b>Verantwortlich</b>        | Direktor/in Peter-Debye-Institut für Physik der weichen Materie / Direktor/in Felix-Bloch-Institut für Festkörperphysik   |
| <b>Dauer</b>                 | 1 Semester  |
| <b>Modulturnus</b>           | jedes Sommersemester  |
| <b>Lehrformen</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Experimentalphysik 4 - Struktur der Materie" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h</li> <li>• Übung "Experimentalphysik 4 - Struktur der Materie" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h</li> </ul>  |
| <b>Arbeitsaufwand</b>        | 8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)  |
| <b>Verwendbarkeit</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- B.Sc. Physik</li> <li>- M.Sc. Meteorology</li> </ul>   |
| <b>Ziele</b>                 | Die Studierenden erfassen die grundlegenden Begriffe, Phänomene und Konzepte der Atom-, Molekül-, Kern- und Elementarteilchenphysik. Nach aktiver Teilnahme am Modul sind sie in der Lage, Aufgaben aus der Atom-, Molekül-, Kern- und Elementarteilchenphysik zu analysieren und selbstständig zu lösen. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf typische Experimente anwenden und auf neue Problemstellungen übertragen. Sie sind in der Lage, mit Begriffen der Atom-, Molekül-, Kern- und Elementarteilchenphysik wissenschaftlich zu diskutieren und ihre Lösungen zu Aufgaben der Atom-, Molekül-, Kern- und Elementarteilchenphysik argumentativ darzustellen und zu begründen.   |
| <b>Inhalt</b>                | <p>Atomphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wasserstoffatom: Spektrallinien, Schrödinger-Gleichung, Orbitale, Energie- und Drehimpulsquantisierung.</li> <li>- Atome mit mehreren Elektronen: 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</li> </ul> <p>Grundlagen der Quantenstatistik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Boltzmann-, Fermi-Dirac-, Bose-Einstein-Statistik, Bose-Einstein-Kondensation, Superfluidität, ultrakalte Quantengase</li> </ul> <p>Molekülphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chemische Bindung, Adiabatische Näherung, Molekülorbitale (LCAO), Rotations- und Schwingungsspektroskopie (Raman, Brillouin). Franck-Condon-Prinzip</li> </ul> <p>Kernphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kerneigenschaften, Kernkräfte und Kernstrukturmodelle. Kernreaktionen und -zerfälle</li> </ul> <p>Elementarteilchenphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementarteilchen, Prozesse, Symmetrien. Beschleuniger und Nachweismethoden. Starke, elektromagnetische, schwache Wechselwirkung.</li> </ul> |

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- 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**

|   |  |
|---|--|
| <b>Modulprüfung: Klausur 180 Min., mit Wichtung: 1</b>  |  |
| <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 4 - Struktur der Materie" (4SWS) |
|   | Übung "Experimentalphysik 4 - Struktur der Materie" (2SWS)     |

## Master of Science Meteorology

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

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Modultitel</b>                   | <b>Theoretische Physik 2 - Quantenmechanik</b>   |
| <b>Modultitel (englisch)</b>        | Theoretical Physics 2 - Quantum Mechanics  |
| <b>Empfohlen für:</b>               | 2. Semester  |
| <b>Verantwortlich</b>               | Direktor/in des Instituts für Theoretische Physik  |
| <b>Dauer</b>                        | 1 Semester   |
| <b>Modulturnus</b>                  | jedes Sommersemester   |
| <b>Lehrformen</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Theoretische Physik 2 - Quantenmechanik" (4 SWS) = 60 h Präsenzzeit und 100 h Selbststudium = 160 h</li> <li>• Übung "Theoretische Physik 2 - Quantenmechanik" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 50 h Selbststudium = 80 h</li> </ul>   |
| <b>Arbeitsaufwand</b>               | 8 LP = 240 Arbeitsstunden (Workload)   |
| <b>Verwendbarkeit</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- B.Sc. Physik</li> <li>- M.Sc. Meteorology</li> </ul>  |
| <b>Ziele</b>                        | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erfassen die Grundbegriffe zur Beschreibung von physikalischen Systemen in der Quantenmechanik;</li> <li>- kennen das Konzept und den formalen Apparat der Quantenmechanik sowie typische Anwendungsbereiche;</li> <li>- können damit relevante einfache Sachverhalte bearbeiten.</li> </ul>  |
| <b>Inhalt</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementare Phänomene, Schrödingergleichung, Superpositionsprinzip, Zustände im Hilbertraum</li> <li>- Observable, Operatoren im Hilbertraum, Erwartungswert, Spektrum, Streuung, Zeitentwicklung, Unschärferelation</li> <li>- Eindimensionale Probleme</li> <li>- Theorie des Drehimpuls, Spin</li> <li>- Zentralpotentiale, Einführung in Streutheorie und Störungstheorie</li> </ul> |
| <b>Teilnahmevoraussetzungen</b>     | keine  |
| <b>Literaturangabe</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- A. Messiah: "Quantum Mechanics", Dover, 1999</li> <li>- F. Schwabl: "Quantenmechanik", Springer, 2008</li> </ul>  |
| <b>Vergabe von Leistungspunkten</b> | 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 Meteorology

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

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

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

### Modultitel **P5 - Current Research in Meteorology**

**Modultitel (englisch)** P5 - Current Research in Meteorology

**Empfohlen für:** 3. Semester

**Verantwortlich** Direktor des Instituts für Meteorologie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Semester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Current Research in Meteorology" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h
- Seminar "Current Research in Meteorology" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 210 h Selbststudium = 240 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Meteorology
- 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 "Current Research in Meteorology" wird ein umfassender Überblick über den Stand der Forschung auf wesentlichen Gebieten der Meteorologie vermittelt. Das Seminar "Current Research in Meteorology" 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**

|   |  |
|---|--|
| <b>Modulprüfung: Referat 45 Min., mit Wichtung: 1</b> |  |
|   | Vorlesung "Current Research in Meteorology" (1SWS) |
|   | Seminar "Current Research in Meteorology" (2SWS)   |

## Master of Science Meteorology

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

### Modultitel **P6 - Advanced Scientific Working in Meteorology**

**Modultitel (englisch)** P6 - Advanced Scientific Working in Meteorology

**Empfohlen für:** 3. Semester

**Verantwortlich** Direktor des Instituts für Meteorologie

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Semester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Advanced Scientific Working in Meteorology" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h
- Seminar "Advanced Scientific Working in Meteorology" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 210 h Selbststudium = 240 h

**Arbeitsaufwand** 10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Meteorology
- 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 "Advanced Scientific Working in Meteorology" vermittelt eine umfassende Übersicht über experimentelle und theoretische Arbeitsmethoden in der Meteorologie. Das Seminar "Advanced Scientific Working in Meteorology" 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**

|  |   |
|--|---|
| <b>Modulprüfung: Schriftliche Ausarbeitung (Bearbeitungszeit 12 Wochen), mit Wichtung: 1</b> |   |
|  | Vorlesung "Advanced Scientific Working in Meteorology" (1SWS) |
|  | Seminar "Advanced Scientific Working in Meteorology" (2SWS)   |