

Modulhandbuch

Master-Studiengang

Meteorologie

gemäß Studien- und Prüfungsordnung vom 10. September 2008
und Satzung zur Änderung der Studien- und Prüfungsordnung vom 21. April 2011

Version Oktober 2014

Vorliegende Version enthält alle meteorologischen Veranstaltungen, die im Wintersemester 2014/15 angeboten werden.

Alle Angaben ohne Gewähr.

Es gilt die jeweils aktuelle Prüfungsordnung des Studienganges.

Der besseren Lesbarkeit wegen wurde z.T. nur die männliche Sprachform gewählt. Alle dort getroffenen personenbezogenen Aussagen gelten in gleicher Weise auch für Frauen.

Bei Fragen bitte direkt an den zuständigen Modulverantwortlichen wenden

oder an

H. Zimmermann, Tel. 0721-608 43357, heinz.zimmermann@kit.edu

Dr. H. Mahlke, Tel. 0721 - 608 46752, holger.mahlke@kit.edu

Inhaltsverzeichnis

Erläuterung der verwendeten Begriffe	4
Themenbereich: Atmosphärische Prozesse und Klima	6
Die mittlere Atmosphäre im Klimasystem (APK1)	7
Atmosphärische Chemie (APK2)	9
Atmosphärische Aerosole (APK3)	11
Ausgewählte Kapitel atmosphärischer Prozesse und Klima: Turbulente Ausbreitung (APK4)	13
Ausgewählte Kapitel atmosphärischer Prozesse und Klima: Atmosphärische und ozeanische Energetik (APK5)	15
Hauptseminar Atmosphärische Prozesse und Klima: Globale Erwärmung (APK6)	17
Themenbereich: Theoretische Meteorologie	19
Fortgeschrittene Numerische Wettervorhersage (ThM1)	20
Ausgewählte Kapitel der theoretischen Meteorologie – Fortgeschrittene Dynamik und tropische Meteorologie (ThM4)	22
Themenbereich: Statistik und Datenanalyse	24
Statistik für Meteorologen (StD1)	25
Fächer: Spezialisierungsphase und Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten	28
Spezialisierungsphase (Spe1)	29
Seminar zur Spezialisierungsphase (Spe2)	31
Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten (EwA)	33

Erläuterung der verwendeten Begriffe

Die Modulbeschreibungen erfolgen in einheitlicher Form. Die verwendeten Beschreibungspunkte haben folgende Bedeutungen:

Modul:	Modulbezeichnung
Modulcode:	Modulbenennung gemäß Studienplan
Modulverantwortliche(r):	Name des für das Modul Verantwortlichen.
Dozent(in/en):	Vorlesung: Name(n) des/der Lesenden. Übungen: Name(n) des/der die Übung abhaltenden Person(en).
Leistungspunkte:	Bei erfolgreicher Absolvierung des Moduls zuerkannte Leistungspunkte (ECTS).
Lehrveranst.-Kennung / SWS / Pflicht:	Lehrveranstaltungskennung gemäß Vorlesungsverzeichnis/ Semesterwochenstunden (SWS) / Info, ob Prüfungspflicht besteht oder nicht.
Sprache:	Angabe zu Veranstaltungssprache.
Studiengang und Bereichs-/ Fachzuordnung:	Zugehörige Studiengang genannt sowie die für die Veranstaltung gültige Version der Studien- und Prüfungsordnung (SPO). Weiter wird das Fach genannt, dem das Modul zugeordnet ist.
Moduldauer:	Dauer des Moduls (Angabe in Semester).
Modulturnus:	Turnus, in dem das Modul angeboten wird. Es gibt Module, die jedes Semester angeboten werden, solche die jedes 2. Semester angeboten werden oder solche in geringerer Häufigkeit. Wird das Modul nicht jedes Semester angeboten, ist noch das Semester genannt, in dem es gehalten wird (WiSe: Wintersemester, SoSe: Sommersemester).
Teilnahmevoraussetzung:	Voraussetzungen, die vor der Modulbelegung zu erfüllen sind.
Teilnahmeempfehlung:	Empfehlungen, die für die erfolgreiche Absolvierung des Moduls erfüllt sein sollten.
Qualifikationsziele:	Hier werden die Kompetenzen genannt, über die ein(e) Studierende(r) nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügt.
Inhalt:	Kurze Angabe des Modulinhalts.

- Empfohlene Literatur:** Literatur, die für die Vor- und Nachbereitung des Moduls sehr geeignet ist.
- Arbeitsaufwand:** Setzt sich zusammen aus: 1. Präsenzzeit, 2. Vor- und Nachbereitungszeit sowie 3. Prüfungsvorbereitungszeit. Diese Zeiten sind i.d.R. für die erfolgreiche Absolvierung aufzubringen. 1 Leistungspunkt wird mit einem Arbeitsaufwand von 30 Zeitstunden veranschlagt.
- Prüfung:** Art der Prüfung (z.B. ob mündlich oder schriftlich, ob Einzelprüfung oder Gruppenprüfung, ob modulübergreifend oder nicht modulübergreifend), der/die Prüfer werden genannt, der empfohlene Zeitraum der Prüfung sowie die Prüfungsdauer.
- Prüfungsbesonderheiten:** Besonderheiten der Prüfung sind hier beschrieben (z.B. bei modulübergreifenden Prüfungen welches/welche Modul(e) noch Bestandteil der Prüfung sind).
- Modulnote:** Hier wird die Art der Bildung der Modulnote erläutert.
- Bedingungen für Prüfungsteilnahme:** Falls die Prüfungsteilnahme an Bedingungen /Voraussetzungen gebunden ist, sind diese hier genannt.

Themenbereich:

Atmosphärische Prozesse und Klima

Modul: Die mittlere Atmosphäre im Klimasystem

Modulcode	APK1
Modulverantwortliche(r):	PD Dr. M. Höpfner
Dozent(in/en):	PD Dr. M. Höpfner, Dr. M. Sinnhuber
Leistungspunkte (ECTS):	2
Lehrveranst.-Kennung / SWS / Pflicht:	4052061 Die mittlere Atmosphäre im Klimasystem, Vorlesung, 2 SWS, Pflicht
Sprache:	deutsch
Studiengang und Bereichs-/ Fachzuordnung:	Masterstudiengang Meteorologie (SPO 2008, Änderungssatzung 2011), Themenbereich: Atmosphärische Prozesse und Klima
Moduldauer:	1 Semester
Modulturnus:	jedes 2. Semester, Wintersemester
Teilnahmevoraussetzung:	keine
Teilnahmeempfehlung:	keine
Qualifikationsziele:	Die Studenten kennen den mittleren Zustand und die zeitlichen Variationen in Temperatur, Wind und wichtigen chemischen Konstituenten sowie Aerosolen der mittleren Atmosphäre (MA). Sie verstehen die Methoden zur Messung des Zustands und der Zusammensetzung der MA. Sie haben sich ein Verständnis der grundlegenden Prozesse angeeignet, die die Dynamik und Chemie der MA und deren Kopplung mit anderen Atmosphärenschichten bestimmen.
Inhalt:	Geschichte der MA-Forschung; Struktur der MA (Temperatur, Wind, chemische Zusammensetzung); Strahlung in der MA (Sonne als Quelle elektromagnetischer Strahlung, Strahlungsübertragung, nicht-lokales thermodynamisches Gleichgewicht, Energiebilanz, Photolyse); Erkundung der MA (in-situ Messungen, Fernerkundung); Dynamik (fundamentale Beschreibung, Wellen und Gezeiten, Meridionaltransport, äquatoriale Zirkulation, extratropische Zirkulation, Stratosphärenwärmungen, Tracer und Alter der Luft); Partikel in der MA (stratosphärische Aerosolschicht, Vulkane, polare stratosphärische Wolken, leuchtende Nachtwolken, Meteorstaub); Chemie (Grundlegende Prozesse, Veränderung der globalen Ozonschicht, polarer Ozonabbau); Klimaänderung (Einfluss auf die MA, Trends, zukünftige

Entwicklung, Klima-Chemie-Wechselwirkung, Kopplung MA-Troposphäre, Geoengineering);

- Empfohlene Literatur:** G. Brasseur und S. Solomon: Aeronomy of the middle atmosphere. Springer, 2005.
G. Brasseur: The stratosphere and its role in the climate system. Springer, Berlin 1995.
K.G. Labitzke und H. van Loan: The Stratosphere. Springer-Verlag, 1999.
WMO-Report: Scientific Assessment of Ozone Depletion, 2006.
Andrews, D.G., J.R. Holton, C.B. Leovy: Middle Atmosphere Dynamics. International Geophysics Series, Vol. 40, Academic Press, 1987.
- Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit Vorlesung: 30 Stunden (2 SWS)
Vor- und Nachbereitung: 15 Stunden
Prüfungsvorbereitung: 15 Stunden
- Prüfung:** Mündliche modulübergreifende Einzelprüfung (Prüfer: Prof. Orphal oder Prof. Leisner) über Inhalte aller Module des Themenbereichs "Atmosphärische Prozesse und Klima" (Module APK1 bis APK6) am Ende des 1. Semesters, ca. 60 Minuten.
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt nach regelmäßiger Teilnahme.
- Prüfungsbesonderheiten:** Modulübergreifende Prüfung
- Modulnote:** Die Modulnote ist die Note der mündlichen modulübergreifenden Einzelprüfung (100%).
- Bedingungen für Prüfungsteilnahme:** Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen zu Atmosphärische Aerosole (Modul APK3) und erfolgreiche Teilnahme am Hauptseminar Atmosphärische Prozesse und Klima (Modul APK6).

Modul:	Atmosphärische Chemie
Modulcode:	APK2
Modulverantwortliche(r):	Dr. R. Ruhnke
Dozent(in/en):	Dr. R. Ruhnke
Leistungspunkte (ECTS):	2
Lehrveranst.-Kennung / SWS / Pflicht:	4052041 Atmosphärische Chemie, Vorlesung, 2 SWS, Pflicht
Sprache:	deutsch
Studiengang und Bereichs-/ Fachzuordnung:	Masterstudiengang Meteorologie, (SPO 2008, Änderungssatzung 2011), Themenbereich: Atmosphärische Prozesse und Klima
Moduldauer:	1 Semester
Modulturnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Teilnahmevoraussetzung:	keine
Teilnahmeempfehlung:	keine
Qualifikationsziele:	Die Studenten besitzen ein tieferes Verständnis der in der Atmosphäre ablaufenden chemischen Umwandlungen, wobei der Schwerpunkt auf der Chemie in der Troposphäre sowie in der Stratosphäre liegt.
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1) Entwicklung der Atmosphäre – Zusammensetzung der Atmosphäre – Geochemische Zyklen – Emissionsentwicklung, 2) Grundlagen der Reaktionskinetik – Grundlagen der Photochemie – Katalytische Zyklen – Chemische Familien , 3) Stratosphärische Chemie – Das Ozonloch, 4) Troposphärische Chemie – Sommersmog.
Empfohlene Literatur:	<p>Daniel J. Jacob: Introduction to Atmospheric Chemistry, Princeton University Press, 2000.</p> <p>John H. Seinfeld, Spyros N. Pandis: Atmospheric Chemistry and Physics, From Air Pollution to Climate Change, Wiley-VCH, 2. Auflage 2006.</p> <p>Guy P. Brasseur, Susan Solomon: Aeronomy of the Middle Atmosphere, Chemistry and Physics of the Stratosphere and</p>

Mesosphere, Springer Netherlands, 3. Auflage 2005.

- Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit Vorlesung: 30 Stunden (2 SWS)
Vor- und Nachbereitung: 15 Stunden
Prüfungsvorbereitung: 15 Stunden
- Prüfung:** Mündliche modulübergreifende Einzelprüfung (Prüfer: Prof. Orphal oder Prof. Leisner) über Inhalte aller Module des Themenbereichs "Atmosphärische Prozesse und Klima" (Module APK1 bis APK6) am Ende des 1. Semesters, ca. 60 Minuten.
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt nach regelmäßiger Teilnahme.
- Prüfungsbesonderheiten:** Modulübergreifende Prüfung
- Modulnote:** Die Modulnote ist die Note der mündlichen modulübergreifenden Einzelprüfung (100%).
- Bedingungen für Prüfungsteilnahme:**
Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen zu Atmosphärische Aerosole (Modul APK3) und erfolgreiche Teilnahme am Hauptseminar Atmosphärische Prozesse und Klima (Modul APK6).

Modul:	Atmosphärische Aerosole
Modulcode:	APK3
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Th. Leisner
Dozent(in/en):	Vorlesung: Prof. Dr. Th. Leisner, Dr. O. Möhler Übungen: Dr. O. Möhler, N.N.
Leistungspunkte (ECTS):	4
Lehrveranst.-Kennung / SWS / Pflicht:	4052031 Atmosphärische Aerosole, Vorlesung 2 SWS, Pflicht 4052032 Übungen zu Atmosphärische Aerosole, 1 SWS, Pflicht
Sprache:	deutsch
Studiengang und Bereichs-/ Fachzuordnung:	Master Meteorologie (SPO 2008, Änderungssatzung 2011), Themenbereich: Atmosphärische Prozesse und Klima
Moduldauer:	1 Semester
Modulturnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Teilnahmevoraussetzung:	keine
Teilnahmeempfehlung:	keine
Qualifikationsziele:	zu ergänzen
Inhalt:	Einführung in das atmosphärische Aerosolsystem; Quellen, Typen und Konzentrationen atmosphärischer Aerosoltypen; Aerosolphysik und Chemie; Einführung in atmosphärische Aerosolprozesse (Nukleation, Dispersion, Koagulation, Diffusion, Sedimentation); Wirkung von Aerosolen als Wolkenkondensationskeime (Aerosolthermodynamik, Köhlertheorie) und Eiskeime (klassische Nukleationstheorie).
Empfohlene Literatur:	Walter Roedel: Physik unserer Umwelt. Springer, 1992. J. H. Seinfeld and S. N. Pandis: Atmospheric chemistry and physics – From air pollution to climate change, Wiley, 1998. H.R. Pruppacher and J.D. Klett: Microphysics of Clouds and Precipitation. Kluwer Academic, 1996. W. C. Hinds: Aerosol Technology. Wiley, 1982. K. Willeke, P. A. Baron: Aerosol measurement – Principles, techniques, and applications. Van Nostrand Reinhold, 1993.

- Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit Vorlesung u. Übungen: 60 Stunden
Vor- und Nachbereitung: 30 Stunden
Prüfungsvorbereitung: 30 Stunden
- Prüfung:** Mündliche modulübergreifende Einzelprüfung (Prüfer: Prof. Orphal oder Prof. Leisner) über Inhalte aller Module des Themenbereichs "Atmosphärische Prozesse und Klima" (Module APK1 bis APK6) am Ende des 1. Semesters, ca. 60 Minuten.
Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt nach erfolgreicher Teilnahme an den Übungen.
- Prüfungsbesonderheiten:** Modulübergreifende Prüfung
- Modulnote:** Die Modulnote ist die Note der mündlichen modulübergreifenden Einzelprüfung (100%).
- Bedingungen für Prüfungsteilnahme:**
Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen zu Atmosphärische Aerosole (Modul APK3) und erfolgreiche Teilnahme am Hauptseminar Atmosphärische Prozesse und Klima (Modul APK6).

Modul:	Ausgewählte Kapitel atmosphärischer Prozesse und Klima (Thema 1): Turbulente Ausbreitung
Modulcode:	APK4
Modulverantwortliche(r):	Dr. B. Vogel
Dozent(in/en):	Dr. B. Vogel
Leistungspunkte (ECTS):	2
Lehrveranst.-Kennung / SWS / Pflicht:	4052081 Ausgewählte Kapitel atmosphärischer Prozesse und Klima: Turbulente Ausbreitung, Vorlesung, 2 SWS, Pflicht
Sprache:	deutsch
Studiengang und Bereichs-/ Fachzuordnung:	Master Meteorologie (SPO 2008, Änderungssatzung 2011), Themenbereich: Atmosphärische Prozesse und Klima
Moduldauer:	1 Semester
Modulturnus:	i.d.R. jedes 2 Semester, WiSe
Teilnahmevoraussetzung:	keine
Teilnahmeempfehlung:	keine
Qualifikationsziele:	Die Studenten verfügen über die theoretischen Grundlagen und kennen die Methoden, die zur Beschreibung der turbulenten Ausbreitung von Luftbeimengungen notwendig sind. Sie haben gelernt, in welchen Bereichen der Umwelt- und Klimaforschung diese Methoden zur Anwendung kommen.
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1 Allgemeines <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Relevante Prozesse 1.2 Relevante Spurengase 1.3 Typische Tagesgänge von Emissionen und Konzentrationen 1.4 Relevante Skalen 2 Der Temperaturverlauf in der unteren Atmosphäre 3 Atmosphärische Bewegungsvorgänge in der unteren Troposphäre <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Die Grundgleichungen 3.2 Der Grundzustand 3.3 Die Boussinesq-Approximation 3.4 Turbulenz und Reynoldsmittelung

- 4 Turbulente Diffusion
 - 4.1 Die Diffusionsgleichung
 - 4.2 Lösungen der Diffusionsgleichungen unter stark vereinfachten Bedingungen
 - 4.3 Die Bestimmung der sigma-Parameter
 - 4.4 Die Schornsteinüberhöhung
 - 4.5 Die untere Randbedingung
 - 4.6 Die Parametrisierung der turbulenten Flüsse
- 5 Chemische Umwandlungsvorgänge
- 6 Numerische Modelle

- Empfohlene Literatur:** M. Z. Jacobson: Fundamentals of Atmospheric Modelling. Cambridge University Press, Cambridge, 1999.
 F. T. M. Nieuwstadt, H. van Dop: Atmospheric Turbulence and Air Pollution Modelling. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, 1982.
 J. H. Seinfeld, S. N. Pandis: Atmospheric Chemistry and Physics, John Wiley & Sons, New York, 1998.
- Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit Vorlesung: 30 Stunden (2 SWS)
 Vor- und Nachbereitung: 15 Stunden
 Prüfungsvorbereitung: 15 Stunden
- Prüfung:** Mündliche modulübergreifende Einzelprüfung (Prüfer: Prof. Orphal oder Prof. Leisner) über Inhalte aller Module des Themenbereichs "Atmosphärische Prozesse und Klima" (Module APK1 bis APK6)) am Ende des 1. Semesters, ca. 60 Minuten.
 Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt nach regelmäßiger Teilnahme.
- Prüfungsbesonderheiten:** Modulübergreifende Prüfung
- Modulnote:** Die Modulnote ist die Note der mündlichen modulübergreifenden Einzelprüfung (100%).
- Bedingungen für Prüfungsteilnahme:** Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen zu Atmosphärische Aerosole (Modul APK3) und erfolgreiche Teilnahme am Hauptseminar Atmosphärische Prozesse und Klima (Modul APK6).

Modul:	Ausgewählte Kapitel atmosphärischer Prozesse und Klima (Thema 2): Allgemeine atmosphärische Zirkulation
Modulcode:	APK5
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. A. H. Fink
Dozent(in/en):	Prof. Dr. A. H. Fink, Prof. P. Knippertz
Leistungspunkte (ECTS):	2
Lehrveranst.-Kennung / SWS / Pflicht:	4052091 Ausgewählte Kapitel atmosphärischer Prozesse und Klima: Allgemeine atmosphärische Zirkulation, Vorlesung, 2 SWS, Pflicht
Sprache:	deutsch
Studiengang und Bereichs-/ Fachzuordnung:	Master Meteorologie (SPO 2008, Änderungssatzung 2011), Themenbereich: Atmosphärische Prozesse und Klima
Moduldauer:	1 Semester
Modulturnus:	variabel, nicht festgelegt
Teilnahmevoraussetzung:	keine
Teilnahmeempfehlung:	keine
Qualifikationsziele:	Die Studierenden verstehen, dass die breitenabhängige troposphärische Strahlungsbilanz die allgemeine atmosphärische Zirkulation (AAZ) antreibt. Die Studierenden sind in der Lage, großskalige Zirkulationsformen in allen Klimazonen abzuleiten. Darunter zählen: die thermisch direkte Polar- und Hadleyzelle, die thermisch indirekte Ferrelzelle sowie die troposphärischen Strahlströme der Erde. Die Interaktion mit dem Zustand der Ozeanoberfläche und der Kryosphäre sollte verstanden sein. Die Konsequenzen der AAZ für den Wasser- und Drehimpulshaushalt werden erkannt. Die Studierenden besitzen ein solides physikalisches Verständnis des Antriebes der Bestandteile und der Konsequenzen der AAZ.
Inhalt:	Einführung, Beobachtungsnetze, Unterschiedliche Zerlegungsformen der Zirkulation, Strahlungsbilanz, beobachteter, mittlerer Zustand der Atmosphäre, beobachteter, mittlerer Zustand der Ozeane und Kryosphäre, Drehimpulshaushalt, Wasserhaushalt, Zusammenfassung

- Empfohlene Literatur:** Peixoto, J.P. And A.H. Oort (1992): Physics of Climate. American Institute of Physics, 520 S.
 Grotjahn, R., 1993: Global Atmospheric Circulations. Oxford University Press, 430 pp.
 Oort, A.H. And J.P. Peixoto, 1983: Global Angular Momentum And Energy Balance Requirements From Observations. In: Advances In Geophysics 25, Theory Of Climate (Ed.: B. Saltzman), 355-491.
 Peixoto, J.P. And A.H. Oort, 1983: The Atmospheric Branch Of The Hydrological Cycle And Climate. In: Variations Of The Global Water Budget. Reidel, London, 5-65.
 Peixoto, J.P. And A.H. Oort, 1984: Physics Of Climate. Rev. Mod. Phys. 56, 365-429.
 Speth, P. And R.A. Madden, 1983: The Observed General Circulation; In: Landolt-Bornstein, New Series V/4a (Section 2.3), Springer-Verlag. Atmosphärische Energetik:
- Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit Vorlesung: 30 Stunden (2 SWS)
 Vor- und Nachbereitung: 15 Stunden
 Prüfungsvorbereitung: 15 Stunden
- Prüfung:** Mündliche modulübergreifende Einzelprüfung (Prüfer: Prof. Orphal oder Prof. Leisner) über Inhalte aller Module des Themenbereichs "Atmosphärische Prozesse und Klima" (Module APK1 bis APK6)) am Ende des 1. Semesters, ca. 60 Minuten.
 Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt nach regelmäßiger Teilnahme.
- Prüfungsbesonderheiten:** Modulübergreifende Prüfung
- Modulnote:** Die Modulnote ist die Note der mündlichen modulübergreifenden Einzelprüfung (100%).
- Bedingungen für Prüfungsteilnahme:** Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen zu Atmosphärische Aerosole (Modul APK3) und erfolgreiche Teilnahme am Hauptseminar Atmosphärische Prozesse und Klima (Modul APK6).

Modul:	Hauptseminar Atmosphärische Prozesse und Klima – Globale Erwärmung
Modulcode:	APK6
Modulverantwortlicher:	Prof. Dr. C. Hoose, Prof. Dr. A. Fink, Prof. Dr. P. Knippertz
Dozent(in/en):	Prof. Dr. C. Hoose, Prof. Dr. A. Fink, Prof. Dr. P. Knippertz
Leistungspunkte (ECTS):	2
Lehrveranst.-Kennung / SWS / Pflicht:	4052114 Hauptseminar Atmosphärische Prozesse und Klima, 2 SWS; Pflicht
Sprache:	deutsch
Studiengang und Bereichs-/ Fachzuordnung:	Master Meteorologie (SPO 2008, Änderungssatzung zur SPO 2011), Themenbereich: Atmosphärische Prozesse und Klima
Moduldauer:	1 Semester
Modulturnus:	variabel, falls angeboten, dann Wintersemester
Teilnahmevoraussetzung:	keine
Teilnahmeempfehlung:	Grundlagenkenntnisse über das Klimasystem werden vorausgesetzt.
Qualifikationsziele:	Nach dem Besuch dieser Veranstaltung können die Studierenden die Kernpunkte des fünften IPCC-Berichts zusammenfassen und in eigenen Worten wiedergeben. Sie können einen komplexen und dichten Fachtext selbständig lesen, nachvollziehen und mit Originalquellen belegen. Sie können die wichtigsten Punkte des gelesenen Textes synthetisieren und den Mitstudierenden vorstellen. Die Teilnehmer erlernen und vertiefen auch das Erstellen und Präsentieren von wissenschaftlichen Vorträgen, die fachliche Diskussion von vorgetragenen Inhalten sowie das Geben von Rückmeldung zur Präsentationstechnik.
Inhalt:	Im Hauptseminar “Globale Erwärmung” wird der aktuelle Stand der Forschung zum vergangenen und zukünftigen Klimawandel an Hand des fünften Sachstandsberichts des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2013) systematisch aufgearbeitet. Die Studierenden halten Vorträge über einzelne Kapitel bzw. Teile von Kapiteln des Berichts. Als Einführung wird die Geschichte und Arbeitsweise des IPCC beleuchtet.

Der IPCC-Bericht enthält folgende Kapitel:

1. Introduction, 2. Observations: Atmosphere and Surface , 3. Observations: Ocean, 4. Observations: Cryosphere, 5. Information from Paleoclimate Archives, 6. Carbon and Other Biogeochemical Cycles, 7. Clouds and Aerosols, 8. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing, 9. Evaluation of Climate Models, 10. Detection and Attribution of Climate Change: from Global to Regional, 11. Near-term Climate Change: Projections and Predictability, 12. Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility, 13. Sea Level Change, 14. Climate Phenomena and their Relevance for Future Regional Climate Change

- Empfohlene Literatur:** IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, 1535 pp. Als pdf: www.climatechange2013.org.
- Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit: 30 Stunden,
Vorbereitung des Vortrags und Nachbereitung: 30 Stunden.
- Prüfung:** Mündliche modulübergreifende Einzelprüfung (Prüfer: Prof. Orphal oder Prof. Leisner) über Inhalte aller Module des Themenbereichs "Atmosphärische Prozesse und Klima" (Module APK1 bis APK6)) am Ende des 1. Semesters, ca. 60 Minuten.
Die Vergabe der Leistungspunkte ist an das Bestehen dieser Erfolgskontrolle gebunden. Erfolgreiche Teilnahme an diesem Hauptseminar (APK6): Erfolgreicher Vortrag über ein Kapitel oder Teil eines Kapitel des IPCC-Reports. Zuteilung der Themen nach Absprache zu Beginn des Semesters.
- Prüfungsbesonderheiten:** Modulübergreifende Prüfung
- Modulnote:** Die Modulnote ist die Note der mündlichen modulübergreifenden Einzelprüfung (100%).
- Bedingungen für Prüfungsteilnahme:** Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen zu Atmosphärische Aerosole (Modul APK3) und erfolgreiche Teilnahme am Hauptseminar Atmosphärische Prozesse und Klima (Modul APK6).

Themenbereich:

Theoretische Meteorologie

Modul:	Fortgeschrittene numerische Wettervorhersage
Modulcode:	ThM1
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. G. Adrian
Dozent(in/en):	Prof. Dr. G. Adrian
Leistungspunkte (ECTS):	2
Lehrveranst.-Kennung / SWS / Pflicht:	4052051 Fortgeschrittene numerische Wettervorhersage, Vorlesung, 2 SWS, Pflicht
Sprache:	deutsch
Studiengang und Bereichs-/ Fachzuordnung:	Master Meteorologie (SPO 2008, Änderungssatzung 2011), Themenbereich: Theoretische Meteorologie
Moduldauer:	1 Semester
Modulturnus:	jedes 2. Semester, WiSe
Teilnahmevoraussetzung:	keine
Teilnahmeempfehlung:	keine
Qualifikationsziele:	Verständnis der grundlegenden Konzepte moderner globaler Wettervorhersagesysteme
Inhalt:	Gegenüberstellung hydrostatisch gefilterter und ungefilterter hydrodynamischer Gleichungssysteme, spektrale Approximationsverfahren am Beispiel des Vorhersagesystems IFS des Europäischen Zentrums für Mittelfristwettervorhersage, Differenzenapproximation auf irregulären Gittern am Beispiel der globalen Wettervorhersagesysteme des Deutschen Wetterdienstes, Grundlagen statistischer Datenassimilationsverfahren, betriebliche Aspekte der Wettervorhersage.
Empfohlene Literatur:	M. Hantel: Einführung in die theoretische Meteorologie. Springer Spektrum, Berlin 2013. P. Lynch: Lewis Fry Richardson – the emergence of numerical weather prediction: Richardson’s dream. Cambridge Univ. Press, Cambridge 2006. Th. T. Warner: Numerical Weather and Climate Prediction. Cambridge Univ. Press, Cambridge 2011. D. Majewski, D. Liermann, P. Prohl: The operational global icosahedral-hexagonal gridpoint model GME: description and

high resolution tests. Monthly Weather Review 130(2002), S. 319-338.

Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit Vorlesung: 30 Stunden (2 SWS)
Vor- und Nachbereitung: 15 Stunden
Prüfungsvorbereitung: 15 Stunden

Prüfung:

Mündliche modulübergreifende Einzelprüfung (Prüfer: Prof. Hoose) über Inhalte aller Module des Themenbereichs "Theoretische Meteorologie" (Module ThM1 bis ThM4) am Ende des 2. Semesters, ca. 60 Minuten.

Die Vergabe der Leistungspunkte für das Modul erfolgt nach regelmäßiger Teilnahme.

Prüfungsbesonderheiten: keine

Modulnote:

Die Modulnote ist die Note der mündlichen modulübergreifenden Einzelprüfung (100%).

Bedingungen für Prüfungsteilnahme:

Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen zu Fortgeschrittene Theoretische Meteorologie (Modul ThM3) und dem Hauptseminar Theoretische Meteorologie (ThM2).

Modul:	Ausgewählte Kapitel der theoretischen Meteorologie: Fortgeschrittene Dynamik und tropische Meteorologie
Modulcode:	ThM4
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. S. Jones
Dozent(in/en):	Prof. Dr. S. Jones
Leistungspunkte (ECTS):	2
Lehrveranst.-Kennung / SWS / Pflicht:	4052111 Ausgewählte Kapitel der theoretischen Meteorologie: Fortgeschrittene Dynamik und tropische Meteorologie, Vorlesung, 2 SWS, Pflicht
Sprache:	deutsch
Studiengang und Bereichs-/ Fachzuordnung:	Master Meteorologie (SPO 2008, Änderungssatzung 2011), Themenbereich: Theoretische Meteorologie
Moduldauer:	1 Semester
Modulturnus:	jedes 2. Semester, Wintersemester
Teilnahmevoraussetzung:	keine
Teilnahmeempfehlung:	keine
Qualifikationsziele:	Die Studierenden vertiefen ihr Verständnis der dynamischen Meteorologie und eignen sich Kenntnisse an über die dynamischen und physikalischen Prozesse, die in den Tropen stattfinden.
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dynamik tropischer Wirbelstürme: <ul style="list-style-type: none"> - Barotrope Bewegung, - Wechselwirkung zweier Wirbelstürme, - Vortex-Rossby-Wellen und Instabilitätsmechanismen. 2. Mechanismen für Fehlerwachstum in der numerischen Wettervorhersage: Singuläre Vektoren und „Adjoint Sensitivität“. 3. Tropische Zirkulationen. 4. Tropische Wellen. 5 African Easterly Waves.
Empfohlene Literatur:	Wird in Vorlesung bekanntgegeben.

- Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit Vorlesung: 30 Stunden (2 SWS)
Vor- und Nachbereitung: 15 Stunden
Prüfungsvorbereitung: 15 Stunden
- Prüfung:** Mündliche modulübergreifende Einzelprüfung (Prüfer: Prof. Hoose) über Inhalte aller Module des Themenbereichs "Theoretische Meteorologie" (Module ThM1 bis ThM4) am Ende des 2. Semesters, ca. 60 Minuten.
Die Vergabe der Leistungspunkte für das Modul erfolgt nach erfolgreicher Teilnahme.
- Prüfungsbesonderheiten:** Modulübergreifende Prüfung
- Modulnote:** Die Modulnote ist die Note der mündlichen modulübergreifenden Einzelprüfung (100%).
- Bedingungen für Prüfungsteilnahme:** Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen zu Fortgeschrittene Theoretische Meteorologie (Modul ThM3) und dem Hauptseminar Theoretische Meteorologie (ThM2).

Themenbereich:

Statistik und Datenanalyse

Modul:	Statistik für Meteorologen
Modulcode:	StD1
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Peter Knippertz
Dozent(in/en):	Vorlesung: Prof. Dr. Peter Knippertz Übungen: Prof. Dr. Peter Knippertz, Dr. G. Gläser
Leistungspunkte (ECTS):	4
Lehrveranst.-Kennung / SWS / Pflicht:	4052071: Vorlesung Statistik für Meteorologen, 2 SWS, Pflicht 4052072: Übungen zu Statistik für Meteorologen, 1 SWS, Pflicht
Sprache:	deutsch
Studiengang und Bereichs-/ Fachzuordnung:	Master Meteorologie (SPO 2008, Änderungssatzung 2011), Themenbereich: Statistik und Datenanalyse
Moduldauer:	1 Semester
Modulturnus:	jedes 2. Semester, Wintersemester
Teilnahmevoraussetzung:	keine
Teilnahmeempfehlung:	keine
Qualifikationsziele:	Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Methoden und Begriffe der beschreibenden und schließenden Statistik und verfügen über ein Grundwissen in Wahrscheinlichkeitstheorie. Die Studierenden sind in der Lage einfache statistische Probleme mit Hilfe des Softwarepakets „R“ zu lösen und graphisch darzustellen. Die Studierenden beherrschen Schlüsselfähigkeiten wie Problemlösung in Eigen- und Gruppenarbeit sowie eine angemessene Kommunikation der Ergebnisse.
Inhalt:	In der Vorlesung werden grundlegende Begriffe und Methoden der beschreibenden und schließenden Statistik sowie der Wahrscheinlichkeitstheorie behandelt und mit Beispielen und Anwendungen aus der Meteorologie illustriert. In den begleitenden Übungen wird der Stoff der Vorlesung eigenständig am Computer angewandt und vertieft. <ul style="list-style-type: none"> 1) Einleitung (Ziele, Historie, grundlegend Konzepte, Software, Literatur) 2) Deskriptive Statistik (Tabellen, Schlüsselattribute, graph. Darstellung, Datentransformation)

- 3) Grundlegende Wahrscheinlichkeitskonzepte (Ereignisse, Zufallsvariablen, bedingte und Verbundwahrscheinlichkeit, Erwartungswert, (Ko-)varianz, Korrelation)
- 4) Wahrscheinlichkeitsverteilungen (für diskrete und kontinuierliche Variablen)
- 5) Parameterschätzung (Stichproben, Konfidenzintervalle, Schätzfunktion)
- 6) Statistische Hypothesentests (Entscheidungsprozedur, Nullhypothese, ein- und zweiseitige Tests)
- 7) Lineare Regression (ANOVA, Residuumsdiagnostik)
- 8) Multiple und nicht-lineare Regression (multiple, multivariate, parametrische und nicht-parametrische Regression)
- 9) Einführung in Zeitreihen (Filtern und Glätten, Serienkorrelation, ARIMA-Modell)

Empfohlene Literatur:

DeGroot, M. H. & Schervish, M. J. (2002): Probability and Statistics (3. Ausgabe). Addison-Wesley, 816 pp.
 Henze/Kadelka: Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik für Studierende der Informatik. Skript zur Vorlesung, Informatik, KIT.
 Schönwiese, C.-D. (2013): Praktische Statistik für Meteorologen und Geowissenschaften (5. Ausgabe). Gebrüder Bornträger.
 Spiegel, M. R. & Stephens, L. J. (2014): Schaum's Outline of Statistics (5. Ausgabe). McGraw-Hill, 608 pp.
 Thomson, R. E. & W. J. Emery (2014): Data Analysis Methods in Physical Oceanography (3. Ausgabe). Elsevier, 728 pp
 von Storch, H. & Zwiers, F. (2002): Statistical Analysis in Climate Research. Cambridge University Press, 496 pp.
 Wackerly, D., Mendenhall, W. & Scheaffer, R. L. (2013): Mathematical Statistics with Applications (7. Ausgabe). Cengage Learning, 944 pp.
 Wilks, D. (2011): Statistical Methods in the Atmospheric Sciences (3. Ausgabe). Academic Press, 704 pp.
 Rice, J. A. (2006): Mathematical Statistical and Data Analysis (3. Ausgabe). Cengage Learning, 684 pp.

Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit Vorlesung u. Übungen: 45 Stunden
 Vor- und Nachbereitung: 15 Stunden
 Vorbereitung der Übungen (35)
 Prüfungsvorbereitung: 25 Stunden

Prüfung:

Mündliche modulübergreifende Einzelprüfung (Prüfer: Prof. Kottmeier) über Inhalte aller Module des Themenbereichs "Statistik und Datenanalyse" (Module StD1 bis StD3) am Ende des 2. Semesters, ca. 60 Minuten.
 Die Vergabe der Leistungspunkte für das Modul erfolgt, wenn mindestens 50% der Punkte der Übungsblätter erreicht werden.

Prüfungsbesonderheiten: Modulübergreifende Prüfung

Modulnote: Die Modulnote ist die Note der mündlichen modulübergreifenden Prüfung (100%).

Bedingungen für Prüfungsteilnahme:

Erfolgreiche Absolvierung der Übungen zu StD1 sowie erfolgreiche Teilnahme am Hauptseminar Statistik und Datenanalyse (StD3).

Fächer:

**Spezialisierungsphase und
Einführung in das wissenschaftliche
Arbeiten**

Modul:	Spezialisierungsphase
Modulcode:	Spe1
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Ch. Kottmeier
Dozent(in/en):	die Bachelorarbeits-Betreuer
Leistungspunkte (ECTS):	14
Lehrveranst.-Kennung / SWS / Pflicht:	Spezialisierungsphase, 14 ECTS, entsprechend 14 SWS, Pflicht
Sprache:	deutsch
Studiengang und Bereichs-/ Fachzuordnung:	Master Meteorologie (SPO 2008, Änderungssatzung 2011), Fach Spezialisierungsphase
Moduldauer:	1 Semester
Modulturnus:	jedes Semester
Teilnahmevoraussetzung:	keine
Teilnahmeempfehlung:	keine
Qualifikationsziele:	Die Studierenden wissen um die Vorteile des modularen Arbeitens und sind in der Lage, diese Arbeitsform anzuwenden. Die Studierenden führen eine abgeschlossene Aufgabenstellung, die der Thematik der Masterarbeit sehr nahe steht, in kurzer Zeit durch. Sie setzen sich, bereits in dieser Phase des Studiums, mit den Inhalten der Masterarbeit intensiv auseinander. Durch den gleichzeitigen Besuch der nachfolgend aufgeführten Seminare besitzen die Studierenden vertiefte Kenntnis in dem von ihnen gewählten Arbeitsbereich sowie durch den Besuch des Karlsruher Meteorologischen Kolloquiums besitzen sie Kenntnisse über die komplette Breite der am IMK behandelten wissenschaftlichen Problemstellungen.
Inhalt:	In der Spezialisierungsphase setzen sich die Studierenden mit Inhalten der Masterarbeit intensiv auseinander. Der/die Studierende bearbeitet selbstständig eine kürzere, konkrete, abgeschlossene Aufgabe, die im Zusammenhang mit der Masterarbeit steht. Dies können sein z.B. die Durchführung von Messungen, die Durchführung eines Modelllaufs, das Schreiben eines Unterprogramms, die Aufbereitung und/oder Auswertung vorhandener Meß- oder Modellierungsdaten usw. Die Arbeitsinhalte werden zusammen mit dem Betreuer festgelegt. Die Ergebnisse werden in schriftlicher Form kurz zusammengefaßt (max.

5 DIN-A4-Seiten).

Begleitend besuchen die Studierenden das Karlsruher Meteorologische Kolloquium sowie das Institutsseminar jenes IMK-Teilinstituts, in dem sie ihre Masterarbeit durchführen werden (IMK-TRO: TRO-Seminar, IMK-ASF: Seminar atmosph. Spurenstoffe und Fernerkundung, IMK-AAF: Seminar für Aerosolphysik).

Empfohlene Literatur: wird bekanntgegeben

Arbeitsaufwand: 14 ECTS, entsprechend 420 Stunden; Aufteilung:
Präsenzzeit (Semiare): 30 SWS,
Bearbeitung: 390 SWS

Prüfung: Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt nach Durchführung, Abgabe und Gutbefund der bearbeiteten Aufgabe, wobei diese über eine Erfolgskontrolle anderer Art mit „bestanden“ oder „nicht bestanden“ bewertet, aber nicht benotet wird. Die Bewertung erfolgt durch den Betreuer der Masterarbeit.

Prüfungsbesonderheiten: keine

Modulnote: unbenotet

Bedingungen für Prüfungsteilnahme:
keine

Modul:	Seminar zur Spezialisierungsphase
Modulcode:	Spe2
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Ch. Kottmeier
Dozent(in/en):	Masterarbeits-Betreuer
Leistungspunkte (ECTS):	2
Lehrveranst.-Kennung / SWS / Pflicht:	4052204 Seminar zur Spezialisierungsphase, 2 SWS, Pflicht
Sprache:	deutsch
Studiengang und Bereichs-/ Fachzuordnung:	Master Meteorologie (SPO 2008, Änderungssatzung 2011), Fach Spezialisierungsphase
Moduldauer:	1 Semester
Modulturnus:	jedes Semester
Teilnahmevoraussetzung:	keine
Teilnahmeempfehlung:	keine
Qualifikationsziele:	Die Studierenden sind in der Lage, sich in vorgegebener Zeit in eine begrenzte wissenschaftliche Aufgabenstellung einzuarbeiten und die gewonnenen Erkenntnisse anschließend in einem Vortrag darzustellen. Die Studierenden wissen um den wissenschaftlichen Kenntnisstand, kennen wichtige offene Fragestellungen und mögliche Lösungsansätze zu der vorgegebenen Aufgabenstellung. Sie besitzen die Fähigkeit, verständlich und präzise zu präsentieren sowie zu diskutieren.
Inhalt:	In Vorbereitung auf eine berufliche bzw. eine beruflich wissenschaftliche Tätigkeit wird im Rahmen des Seminars von jedem Studierenden ein spezielles wissenschaftliches Thema eigenständig erarbeitet und vorgetragen. Dies beinhaltet Feststellung <ul style="list-style-type: none"> - des Kenntnisstandes in der Literatur, - wichtiger offener Fragen und möglicher Lösungsansätze, - der bisher in der Literatur hierzu beschriebenen Methoden sowie das - Vorstellen und Diskutieren der Problematik in einem Vortrag. Die Themengebiete ergeben sich i.d.R. aus Forschungsschwerpunkten des Instituts.
Empfohlene Literatur:	wird bekanntgegeben

- Arbeitsaufwand:** Präsenzzeit: 30 Stunden (2 SWS)
Vorbereitung: 30 Stunden
- Prüfung:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt nach erfolgreichem Vortrag im Rahmen der Institutsteilseminare, wobei der Vortrag über eine Erfolgskontrolle anderer Art mit "bestanden" oder "nicht bestanden" bewertet, aber nicht benotet wird. Die Bewertung erfolgt durch den Betreuer der Masterarbeit und einen Beisitzer.
- Prüfungsbesonderheiten:** keine
- Modulnote:** unbenotet
- Bedingungen für Prüfungsteilnahme:** keine

Modul:	Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten
Modulcode:	EwA
Modulverantwortliche(r):	Prof. Dr. Ch. Kottmeier
Dozent(in/en):	Masterarbeits-Betreuer
Leistungspunkte (ECTS):	16
Lehrveranst.-Kennung / SWS / Pflicht:	4059909 Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten, 16 SWS, Pflicht
Sprache:	deutsch
Studiengang und Bereichs-/ Fachzuordnung:	Master Meteorologie (SPO 2008, Änderungssatzung 2011), Fach Spezialisierungsphase
Moduldauer:	1 Semester
Modulturnus:	jedes Semester
Teilnahmevoraussetzung:	keine
Teilnahmeempfehlung:	keine
Qualifikationsziele:	Wesentliches Element wissenschaftlichen Arbeitens ist die Planung der Vorgehensweise zur Lösung eines gegebenen wissenschaftlichen Problems. Ein Hilfsmittel dabei ist die Erstellung eines Konzepts. Diese Vorgehensweise soll am Beispiel der Masterarbeit praktiziert werden.
Inhalt:	Die Studierenden fertigen eine kurze schriftliche Ausarbeitung an (max. 5 DIN-A4-Seiten) in Form eines Konzepts für ihre Masterarbeit. Hieraus soll ersichtlich sein, dass sie die wissenschaftliche Zielsetzung erfasst, wesentliche offene Fragen erkannt haben sowie geeignete methodische Herangehensweisen zu beurteilen in der Lage sind und daher fähig, eine zielführende Methode auszuwählen. Das Konzept hierfür ist mit dem Betreuer der Masterarbeit abzustimmen und nach Fertigstellung auch bei diesem abzugeben. Die Bewertung erfolgt durch den zuständigen Erstkorrektor (Hochschullehrer) der Masterarbeit (bestanden/nicht bestanden).
Empfohlene Literatur:	wird bekanntgegeben
Arbeitsaufwand:	480 Stunden

- Prüfung:** Die Vergabe der Leistungspunkte erfolgt nach Durchführung, Abgabe und Gutbefund des geforderten Konzepts, wobei dies über eine Erfolgskontrolle anderer Art mit "bestanden" oder "nicht bestanden" bewertet, aber nicht benotet wird. Die Bewertung erfolgt durch den zuständigen Masterarbeits-Erstkorrektor.
- Prüfungsbesonderheiten:** keine
- Modulnote:** unbenotet (bestanden/nicht bestanden)
- Bedingungen für Prüfungsteilnahme:**
keine