

Studiengang:

M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde

# Inhaltsverzeichnis des Masterstudiengangs Physik der Erde und der Atmosphäre

(Aktualisierte Versionen des Modulhandbuchs finden Sie unter <http://www.meteo.uni-bonn.de>)

Modul-Nr.	Titel des Moduls / der Lehrveranstaltung	Seite
	Studienverlaufsplan	3
	Zusätzliche Bemerkungen, Erläuterungen	4
met700	Prognostische Modellierung	5
met710	Dynamik der Atmosphäre	6
met720	Hydrogeophysik	7
met731	Klimadynamik und Statistik 1	9
met732	Wolkenmikrophysik	10
met733	Fernerkundung und Mesoskalige Meteorologie 1	11
met734	Earthquake Physics	13
met800	Inverse Modellierung	15
met810	Allgemeine Hydrodynamik	17
met820	Geodynamik/Tectonophysics	19
met831	Klimadynamik und Statistik 2	21
met832	Spezielle Themen aus der Theoretischen Meteorologie	22
met833	Fernerkundung und Mesoskalige Meteorologie 2	23
met834	Praktische Hydrogeophysik	25
met840	Orientierungsseminar	27
met950	Spezialkompetenzen	28
met960	Methoden und Projektplanung	29
met970	Masterarbeit	30
	Katalog der Module des freien Wahlpflichtbereichs	31

**Studiengang:**

**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

180 LP	Pflicht für beide Schwerpunkte	Pflicht für den Schwerpunkt Meteorologie	Pflicht für den Schwerpunkt Geophysik	Spezialisierung (2 aus 4) (Wahlpflicht; durch Kölner Module ersetzbar)				Seminar (Pflicht)	Freier Wahlpflichtbereich
1. Sem.	met700 Prognostische Modellierung 2+2 SWS 6 LP	met710 Dynamik der Atmosphäre 2+2 SWS 6 LP	met720 Hydro-geophysik 2+2 SWS 6 LP	met731 Klimadynamik und Statistik 1 2+2 SWS 6 LP	met732 Wolken-mikrophysik 2+2 SWS 6 LP	met733 Fernerkundung und Mesoskalige Meteorologie 1 2+2 SWS 6 LP	met734 Earthquake Physics 2+2 SWS 6 LP		Ausgewählte Module aus den Fächern Geowiss., num. Mathe., Physik 6 LP
2. Sem.	met800 Inverse Modellierung 2+2 SWS 6 LP	met810 Allgemeine Hydrodynamik 2+2 SWS 6 LP	met820 Geodynamik/ Tectonophysics 2+2 SWS 6 LP	met831 Klimadynamik und Statistik 2 2+2 SWS 6 LP	met832 Spezielle Themen aus der Theoretischen Meteorologie 2+2 SWS 6 LP	met833 Fernerkundung und Mesoskalige Meteorologie 2 2+2 SWS 6 LP	met834 Praktische Hydro-geophysik 2+2 SWS 6 LP	met840 Orientierungs-Seminar 0+2 SWS 3 LP	Ausgewählte Module aus den Fächern Geowiss., num. Mathe., Physik 3 LP
<b>Allgemeine Pflicht</b>									
3. Sem.	met950 Spezialkompetenzen 15 LP		met960 Methoden und Projektplanung 15 LP						
4. Sem.	met970 Masterarbeit 30 LP								

**Studiengang:**

**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

# Modul: Prognostische Modellierung

<b>Modul-Nr.:</b>	met700
<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	Pflicht/1. (Pflicht für beide Schwerpunkte)
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. A. Hense
<b>Dozent:</b>	Dozenten der Meteorologie
<b>Sprache:</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls:</b>	1 Semester
<b>Max. Teilnehmerzahl:</b>	ca. 30
<b>Anmeldeformalitäten:</b>	s. <a href="http://www.meteo.uni-bonn.de">http://www.meteo.uni-bonn.de</a>
<b>Arbeitsaufwand:</b>	60 h Präsenz + 120 h Eigenstudium
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulbestandteile:</b>	2+2 SWS Vorlesung+ Übung
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>	Grundlagenkenntnisse der geophysikalischen Fluide

**Inhalt:**

Verfahren zur numerischen Simulation geophysikalischer und meteorologischer Prozesse, Finite Differenzen, Finite Volumen, Galerkinverfahren, Lagrange- und Eulerverfahren, Stabilität und Genauigkeit, Erhaltungseigenschaften, Anwendungen auf gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen der Geodynamik, Meteorologie und Klimaforschung, prognostische und diagnostische Gleichungen, elliptische, parabolische und hyperbolische Systeme und ihre Numerik, Parallelisierung

**Lernziele/Kompetenzen:**

LZ: Überblick über gängige numerische Verfahren und deren Eigenschaften zur Verwendung in geophysikalisch-meteorologischen Fragestellungen, Verständnis der Leistungsfähigkeit, Grenzen und Interpretation der Ergebnisse, Sicherer Umgang mit den Methoden der numerischen Mathematik, KO: Programmierfähigkeiten, Einhaltung von Programmierstandards, Umgang mit Soft- und Hardware, Präsentationfähigkeit

**Literatur:****Prüfungsmodalitäten:**

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: Erfolgreiche Teilnahme  
Prüfungsform: Klausur

## Modul: Dynamik der Atmosphäre

<b>Modul-Nr.:</b>	met710
<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	Wahlpflicht/1. (Pflicht im Schwerpunkt Meteorologie)
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. A. Bott
<b>Dozent:</b>	Dozenten der Meteorologie
<b>Sprache:</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls:</b>	1 Semester
<b>Max. Teilnehmerzahl:</b>	ca. 30
<b>Anmeldeformalitäten:</b>	s. <a href="http://www.meteo.uni-bonn.de">http://www.meteo.uni-bonn.de</a>
<b>Arbeitsaufwand:</b>	60 h Präsenz + 120 h Eigenstudium
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulbestandteile:</b>	2+2 SWS Vorlesung + Übung
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>	met320, met520

**Inhalt:**

Das barotrope Modell, Untersuchungen zur dynamischen Stabilität, ko- und kontravariante Darstellungen der Bewegungsgleichungen in unterschiedlichen Koordinatensystemen, quasigeostrophische Theorie, barokline Instabilität

**Lernziele/Kompetenzen:**

LZ: Beschreibung des hydrodynamischen Gleichungssystems in beliebigen Koordinatensystemen, Verständnis barotroper Vorgänge, Verständnis der Wirkungsweise barokliner Antriebe  
 KO: Mathematisch-physikalische Darstellung der hydrodynamischen Gleichungen, Anwendung auf unterschiedliche atmosphärische Situationen, Verständnis der Wirkungsweise barokliner Antriebsterme

**Literatur:**

J. Pedlosky, Geophysical Fluid Dynamics  
 Zdunkowski, Bott (2004): Thermodynamics of the Atmosphere: A Course in Theoretical Me  
 Ausgearbeitetes Skript

**Prüfungsmodalitäten:**

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: Erfolgreiche Teilnahme  
 Prüfungsform: Klausur

## Modul: Hydrogeophysik

<b>Modul-Nr.:</b>	met720
<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	Wahlpflicht/1. (Pflicht im Schwerpunkt Geophysik)
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. A. Kemna
<b>Dozent:</b>	Dozenten der Geophysik
<b>Sprache:</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls:</b>	1 Semester
<b>Max. Teilnehmerzahl:</b>	ca. 20
<b>Anmeldeformalitäten:</b>	s. <a href="http://www.meteo.uni-bonn.de">http://www.meteo.uni-bonn.de</a>
<b>Arbeitsaufwand:</b>	60 h Präsenz + 120 h Eigenstudium
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulbestandteile:</b>	2+2 SWS Vorlesung+Übung

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Grundlagen der Mathematik, Physik und der angewandten Geophysik

**Inhalt:**

Hydrogeophysikalische Fragestellungen, poröse Medien, Fließ- und Transporteigenschaften, elektrische Gesteinseigenschaften, elektrische Eigenpotentiale, Geoelektrik, spektrale induzierte Polarisation, Bodenradar, Bildgebung, Datenfusion, Messdesign, Monitoring, Anwendungsbeispiele zur Struktur- und Prozesscharakterisierung

**Lernziele/Kompetenzen:**

LZ: Kenntnis der methodischen und petrophysikalischen Grundlagen sowie Überblick über die Anwendungsbereiche hydrogeophysikalischer Verfahren

KO: Verständnis der Anwendung geophysikalischer Messverfahren zur Charakterisierung von Strukturen und Prozessen im Bereich der Hydro- und Umweltgeologie

**Literatur:**

Kirsch, R. (Hrsg.), Groundwater Geophysics - A Tool for Hydrogeology, Springer, 2006. (ISBN 3-540-29

Vereecken, H., Binley, A., Cassiani, G., Revil, A., und Titov, K. (Hrsg.), Applied Hydrogeophysics, Springer, 2006. (ISBN 1-4020-4911-0)

Guéguen, Y., und Palciauskas, V., Introduction to the Physics of Rocks, Princeton Univ. Press, 1994. (ISBN 0-691-03452-4) Rubin, Y., und Hubbard, S.S. (Hrsg.), Hydrogeophysics, Springer, 2005. (ISBN 1-4020-3101-7)383-3)

Roth, K., Soil Physics, Lecture Notes, Universität Heidelberg, 2005.

Rubin and Hubbard, Hydrogeophysics

**Studiengang:**

**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

**Prüfungsmodalitäten:**

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: Erfolgreiche Teilnahme

Prüfungsform: Klausur

# Modul: Klimadynamik und Statistik 1

<b>Modul-Nr.:</b>	met731
<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	Wahlpflicht/1. (auch für M.Sc. Met./Geoph. Uni Köln)
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. A. Hense
<b>Dozent:</b>	Dozenten der Meteorologie
<b>Sprache:</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls:</b>	1 Semester
<b>Max. Teilnehmerzahl:</b>	ca. 30
<b>Anmeldeformalitäten:</b>	s. <a href="http://www.meteo.uni-bonn.de">http://www.meteo.uni-bonn.de</a>
<b>Arbeitsaufwand:</b>	60 h Präsenz + 120 h Eigenstudium
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulbestandteile:</b>	2+2 SWS Vorlesung+Übung; LV met731a (Klimadynamik 1) und met731b (Statistik 1)

**Empfohlene Vorkenntnisse:****Inhalt:**

Grundlagen der globalen Klimamodellierung, Physikalisch-chemische Prinzipien der mathematischen Klimamodellierung, Hierarchie der Klimamodelle, Klimaänderungen in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft, Erfassung, Beschreibung und Analyse des Klimasystems durch Statistik, Validation von Klimamodellen, Nachweis und Zuordnung von Klimaänderungen, der IPCC -Prozess

**Lernziele/Kompetenzen:**

LZ: Physikalisches Verständnis wichtiger Klimaprozesse, Statistisch korrekte Interpretation von Klimabeobachtungen und -simulationen  
KO: Überblick über klassische und moderne Verfahren in der Klimamodellierung und Klimastatistik, Teamfähigkeit, Präsentationsfähigkeit

**Literatur:****Prüfungsmodalitäten:**

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: Erfolgreiche Teilnahme an Vorlesung und Übung sowie an den Hausaufgaben

Prüfungsform: mündliche Prüfung

## Modul: Wolkenmikrophysik

<b>Modul-Nr.:</b>	met732
<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	Wahlpflicht/1. (auch für M.Sc. Met./Geoph. Uni Köln)
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. A. Bott
<b>Dozent:</b>	Dozenten der Meteorologie
<b>Sprache:</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls:</b>	1 Semester
<b>Max. Teilnehmerzahl:</b>	ca. 30
<b>Anmeldeformalitäten:</b>	s. <a href="http://www.meteo.uni-bonn.de">http://www.meteo.uni-bonn.de</a>
<b>Arbeitsaufwand:</b>	60 h Präsenz + 120 h Eigenstudium
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulbestandteile:</b>	2+2 SWS Vorlesung+Übung
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>	met320, met520

**Inhalt:**

Bilanzgleichungen wolkenmikrophysikalischer Zustandsvariablen, Hydrodynamik einzelner kugelförmiger Teilchen, phänomenologische Gleichungen diffusiver Flüsse, Sedimentationsflüsse, Grundlagen der kinetischen Gastheorie, Tropfenwachstumsleichung, Kollision/Koaleszenz, Parametrisierungen wolkenmikrophysikalischer Prozesse, Dynamik stratiformer Wolken, Dynamik von Cumuluswolken, Cumulonimbuswolken, konvektive Stürme, mesoskalige konvektive Systeme, Aerosolphysik, chemische Zusammensetzung von Aerosolteilchen.

**Lernziele/Kompetenzen:**

LZ: Physikalisches Verständnis wichtiger wolkenmikrophysikalischer Prozesse, Kennenlernen mathematischer Methoden und Verfahren zur Beschreibung der Wolkenmikrophysik, Verständnis der fundamentalen Prozesse, die für die Bildung und Verteilung atmosphärischer Aerosolpartikel wichtig sind.

KO: Verständnis der wichtigsten wolkenmikrophysikalischen Vorgänge, sicherer Umgang mit den mathematischen Gleichungen zur Beschreibung von Wolkenprozessen, Überblick über die für die Aerosolphysik wichtigen Prozesse

**Literatur:****Prüfungsmodalitäten:**

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: Erfolgreiche Teilnahme  
Prüfungsform: Klausur

# Modul: Fernerkundung und Mesoskalige Meteorologie 1

<b>Modul-Nr.:</b>	met733
<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	Wahlpflicht/1. (auch für M.Sc. Met./Geoph. Uni Köln)
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. C. Simmer
<b>Dozent:</b>	Dozenten der Meteorologie
<b>Sprache:</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls:</b>	1 Semester
<b>Max. Teilnehmerzahl:</b>	ca. 30
<b>Anmeldeformalitäten:</b>	s. <a href="http://www.meteo.uni-bonn.de">http://www.meteo.uni-bonn.de</a>
<b>Arbeitsaufwand:</b>	60 h Präsenz + 120 h Eigenstudium
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulbestandteile:</b>	2+2 SWS Vorlesung+Übung; LV met733a (Fernerkundung 1) und met733b (Mesoskalige Meteorologie 1)

### Empfohlene Vorkenntnisse:

Zu met733a: Grundlagen der Strahlungstransporttheorie, Modul met515, Kenntnis einer Programmiersprache

Zu met733b: Theoretische Meteorologie und Synoptik des BSc Meteorologie

Zu met733a:

### Inhalt:

Strahlungstransportmodelle für die Fernerkundung, Streuprozessen und Polarisation, Fernerkundung der Profile meteorologischer Variablen, Inversionstheorie

### Lernziele/Kompetenzen:

LZ: Vermittlung der Physik der Strahlungsübertragungsprozesse in der Atmosphäre die durch Absorptionslinien und -banden und durch atmosphärische Hydrometeore beeinflusst werden; Vermittlung der Grundlagen von Inversionsverfahren für komplexe Fernerkundungssysteme.  
 KO: Die Studenten erhalten ein umfassendes Verständnis für alle die Fernerkundung betreffenden physikalischen Prozesse der Strahlungsübertragung. Sie werden in die Lage versetzt aktuelle Strahlungsübertragungsmodelle erfolgreich anzuwenden und deren Ergebnisse zu interpretieren.

### Literatur:

- 1) F. Ulaby, R. Moore and A. Fung, Microwave remote sensing Active and Passive, Voll
- 2) An Introduction to Atmospheric Radiation, International Geophysics by K. N. Liou
- 3) Polarimetric Doppler Weather Radars Bringi and Chandrasekar
- 4) Multiple Scattering of light by Particles: radiative transfer and coherent backscattering by M. Mishchenko, L. Travis and A. Lacis

Zu met733b:

### Inhalt:

Grundlagen der Datenassimilation für mesoskalige Modelle unter besonderer Berücksichtigung der Fernerkundung, Vorhersagbarkeit

**Lernziele/Kompetenzen:**

LZ: Vermittlung der Behandlung atmosphärischer Prozesse in mesoskaligen Modellen am Beispiel des Lokalmodells des DWD, Vermittlung der Grundlagen aller gängigen Datenassimilationsverfahren für die Mesoskala

KO: Die Studenten haben einen Überblick über die Komponenten eines mesoskaligen Atmosphärenmodells und erlernen den Umgang mit seinem Modelloutput. Desweiteren beherrschen sie die Terminologie der Datenassimilationstechniken und können die Einbindung insbesondere von Fernerkundungsmessungen in moderne Assimilationsverfahren nachvollziehen.

**Literatur:**

Pielke, Mesoscale Meteorology

Kalnay, Atmospheric Modelling, Data Assimilation and Predictability,

Daley, Atmospheric Data Analysis

**Prüfungsmodalitäten:**

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: Erfolgreiche Teilnahme an beiden Lehrveranstaltungen

Prüfungsform: Hausarbeit oder Klausur

## Modul: Earthquake Physics

<b>Modul-Nr.:</b>	met734
<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	Wahlpflicht/1. (auch für M.Sc. Met./Geoph. Uni Köln)
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. S. Miller
<b>Dozent:</b>	Dozenten der Geophysik
<b>Sprache:</b>	deutsch/englisch
<b>Dauer des Moduls:</b>	1 Semester
<b>Max. Teilnehmerzahl:</b>	ca. 20
<b>Anmeldeformalitäten:</b>	s. <a href="http://www.meteo.uni-bonn.de">http://www.meteo.uni-bonn.de</a>
<b>Arbeitsaufwand:</b>	60 h Präsenz + 120 h Eigenstudium
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulbestandteile:</b>	2+2 SWS Vorlesung+Übung; LV met734a (Physik und Mechanik von Erdbeben), met734b (Ausgewählte Kapitel der Erdbebenphysik)

Zu met734a:

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Grundlagen der Mathematik, Physik und der angewandten Geophysik

**Inhalt:**

Gesteins-, Bruchmechanik, Reibung, Mechanik und Thermodynamik von Störungszonen, Seismotektonik, Herdflächenlösung, Bedeutung von Fluiden im seismischen Zyklus, Erdbebenvorhersage, Reibungsmodelle, post-seismische Verformungen, (post-seismic deformation), Theorie der Versetzungen (dislocation theory), Nachbeben, Untersuchungen von Erdbebenkatalogen

**Lernziele/Kompetenzen:**

LZ: Tiefes physikalisches Verständnis des Erdbebenvorganges und der Mechanismen, die auf verschiedenen Skalen zu Erdbeben und insbesondere extremen Erdbeben beitragen.

KO: Programmierung und Prozessverständnis

**Prüfungsmodalitäten:**

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben

Prüfungsform: Klausur

**Literatur:**

Scholz, C.H., The Mechanics of Earthquakes and Faulting, Cambridge University Press, 2002  
 Stein, S. and M. Wysession, An Introduction to Seismology, Earthquakes, and Earth Structure, Cambridge University Press, 2003.

Artikel aus internationalen Fachzeitschriften

Zu met734b:

**Studiengang:**

**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

**Empfohlene Vorkenntnisse:**

Grundlagen der Mathematik, Physik und angewandten Geophysik

**Inhalt:**

Aktuelle Forschungsthemen und Anwendungen in der Erdbebenphysik

**Lernziele/Kompetenzen:**

LZ: Verständnis und Präsentation des Inhalts eines relevanten Artikels aus einer internationalen Fachzeitschrift

KO: Eigenständiges Einarbeiten in Spezialthemen, Präsentationsfähigkeit

**Prüfungsmodalitäten:**

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: Erfolgreiche Teilnahme

Prüfungsform: Seminarvortrag und schriftliche Ausarbeitung

**Literatur:**

s.: Zu met734a

## Modul: Inverse Modellierung

<b>Modul-Nr.:</b>	met800
<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	Pflicht/2. (Pflicht für beide Schwerpunkte)
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. C. Simmer
<b>Dozent:</b>	Dozenten der Meteorologie
<b>Sprache:</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls:</b>	1 Semester
<b>Max. Teilnehmerzahl:</b>	ca. 30
<b>Anmeldeformalitäten:</b>	s. <a href="http://www.meteo.uni-bonn.de">http://www.meteo.uni-bonn.de</a>
<b>Arbeitsaufwand:</b>	60 h Präsenz + 120 h Eigenstudium
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulbestandteile:</b>	2+2 SWS Vorlesung+Übung
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>	met700

### Inhalt:

Rolle der inversen Modellierung in Geophysik und Meteorologie  
 Grundlagen inverser Fernerkundungsverfahren (Regressionsmethoden, Neuronale Netze, Optimale Schätzverfahren)  
 Grundlagen der Objektiven Analyse und Inversen Modellierung (Bayesisches Schätzen und Wahrscheinlichkeitsdichten, Optimalitätskriterien, Variationskalkül in der Datenassimilation);  
 Beobachtungsoperatoren: Einbindung von Beobachtungen in die Datenassimilation  
 Nutzung von A-Priori Information  
 Datenassimilationsverfahren (Optimale Interpolation, 3D-var, Kalman Filter und komplexitäts-reduzierende Varianten, 4D-var, Adjungierte und tangential-lineare Modellierung)  
 Anwendungen (Inversion in der Geoelektrik, Fernerkundung von Temperatur- und Feuchteprofilen der Atmosphäre (Satellit und Bodenmessung), Inverse Modellierung biogeochemischer Kreisläufe, Paläoklimaanwendungen)

### Lernziele/Kompetenzen:

LZ: Verständnis von indirekten Messprinzipien und Bestimmung der geophysikalischer Parameter;  
 Kenntnis der Möglichkeiten der verschiedenen Spektralbereiche für die Fernerkundung; Kenntnis der Funktionsweise von Fernerkundungsgeräten und der meteorologischen und geophysikalischen Beobachtungssysteme; Kenntnis der wesentlichen räumlichen und raum-zeitlichen Datenassimilationsverfahren  
 KO: Formulierung Inverser Probleme, linear und nichtlinear; Bewertung der statistischen Voraussetzungen, numerischen Komplexitäten und praktischen Grenzen der Assimilationsverfahren

**Literatur:**

Rodgers, C. D., 2000: Inverse methods for atmospheric sounding: Theory and practice. World Scientific, 238 pp.

Kalnay, E., Atmospheric Modeling, data assimilation and predictability, Cambridge Univ. Press, 2003, pp 342

Bennet, A.F., Inverse Modelling of the Ocean and the Atmosphere, Cambridge Univ. Press, 2002, pp 234.

Daley R., 1991: Atmospheric data analysis. Cambridge University Press, 457S, ISBN 0-521-45825-0, pp 457 .

**Prüfungsmodalitäten:**

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: Erfolgreiche Teilnahme

Prüfungsform: Klausur

# Modul: Allgemeine Hydrodynamik

<b>Modul-Nr.:</b>	met810
<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	Wahlpflicht/2. (Pflicht im Schwerpunkt Meteorologie)
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. A. Hense
<b>Dozent:</b>	Dozenten der Meteorologie
<b>Sprache:</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls:</b>	1 Semester
<b>Max. Teilnehmerzahl:</b>	ca. 20
<b>Anmeldeformalitäten:</b>	s. <a href="http://www.meteo.uni-bonn.de">http://www.meteo.uni-bonn.de</a>
<b>Arbeitsaufwand:</b>	60 h Präsenz + 120 h Eigenstudium
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulbestandteile:</b>	2+2 SWS Vorlesung+Übung; LV met811 (Hydrodynamik und Simulation von Geofluiden) und met812 (Numerische Verfahren)

**Empfohlene Vorkenntnisse:**  
met710

Zu met811:

**Inhalt:**

Das barotrope Modell, Untersuchungen zur dynamischen Stabilität, ko- und kontravariante Darstellungen der Bewegungsgleichungen in unterschiedlichen Koordinatensystemen, quasigeostrophische Theorie, barokline Instabilität

**Lernziele/Kompetenzen:**

LZ: Beschreibung des hydrodynamischen Gleichungssystems in beliebigen Koordinatensystemen, Verständnis barotroper Vorgänge, Verständnis der Wirkungsweise barokliner Antriebe  
KO: Mathematisch-physikalische Darstellung der hydrodynamischen Gleichungen, Anwendung auf unterschiedliche atmosphärische Situationen, Verständnis der Wirkungsweise barokliner Antriebsterme

**Literatur:**

J. Pedlosky, Geophysical Fluid Dynamics  
Zdunkowski, Bott (2004): Thermodynamics of the Atmosphere: A Course in Theoretical Meteorology  
Ausgearbeitetes Skript

Zu met812:

**Inhalt:**

Numerik gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen zur Beschreibung atmosphärischer Vorgänge, finite Differenzen/Volumen Verfahren, Galerkinverfahren, Umgang mit einem einfachen globalen, atmosphärischen Zirkulationsmodell (PUMA)

**Studiengang:**

**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

**Lernziele/Kompetenzen:**

LZ: Vertiefung des Systemverständnis für die Dynamik der Atmosphäre

KO: Umgang mit numerischen Verfahren der Fluidodynamik, korrekte Interpretation von Simulationsergebnissen, Teamfähigkeit, Präsentationsfähigkeit

**Literatur:**

J.Pedlosky, Geophysical Fluid Dynamics

G.J. Haltiner & R.T. Williams, Numerical Prediction and Dynamic Meteorology

**Prüfungsmodalitäten:**

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: Erfolgreiche Teilnahme an Vorlesung und Übungen

Prüfungsform: mündliche Prüfung

## Modul: Geodynamik/Tectonophysics

<b>Modul-Nr.:</b>	met820
<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	Wahlpflicht/2. (Pflicht im Schwerpunkt Geophysik)
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. S. Miller
<b>Dozent:</b>	Dozenten der Geophysik
<b>Sprache:</b>	deutsch/englisch
<b>Dauer des Moduls:</b>	1 Semester
<b>Max. Teilnehmerzahl:</b>	ca. 20
<b>Anmeldeformalitäten:</b>	s. <a href="http://www.meteo.uni-bonn.de">http://www.meteo.uni-bonn.de</a>
<b>Arbeitsaufwand:</b>	60 h Präsenz + 120 h Eigenstudium
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulbestandteile:</b>	2+2 SWS Vorlesung+Übung; LV met821 (Geodynamik), met822 (Ausgewählte Kapitel der Geodynamik)

### Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Mathematik, Physik und der angewandten Geophysik

### Zu met821:

#### Inhalt:

Gravitation, Graviationsanomalien, Isostasie, Elastizität und Beugung, Biegung, Wärmetransport, Wärmeflüsse, Geothermen, Mantelkonvektion, Mantle Plumes, Phasenübergänge, chemische und mechanische Struktur der ozeanischen und kontinentalen Lithosphäre, Fluidmechanik, Rheologie, Störungen, Fluss durch poröse Medien, Chemie zur Geodynamik, Subduktionszonen, Vulkanismus, Erdmagnetfeld

### Lernziele/Kompetenzen:

LZ: : Verständnis der physikalischen Grundlagen, die den dynamischen Prozessen der Erde wie Tektonik oder Mantelkonvektion zugrunde liegen, sowie entsprechender Modelle.

KO: Programmierung und Prozessverständnis

### Prüfungsmodalitäten:

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben  
Prüfungsform: Klausur

### Literatur:

Turcotte, D.L. and G. Schubert-Geodynamics, Cambridge University Press, 2002  
Fowler, C.M.R., The Solid Earth, Cambridge, Cambridge University Press, 2005  
Lowry, W., Fundamentals of Geophysics, Cambridge University Press, 1997  
Davies, G.F., Dynamic Earth, Cambridge University Press, 1999

**Studiengang:**

**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

Zu met822:

**Inhalt:**

Aktuelle Forschungsthemen und Anwendungen in der Geodynamik

**Lernziele/Kompetenzen:**

LZ: Verständnis und Präsentation des Inhalts eines relevanten Artikels aus einer internationalen Fachzeitschrift

KO: Eigenständiges Einarbeiten in Spezialthemen, Präsentationsfähigkeit

**Prüfungsmodalitäten:**

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: Erfolgreiche Teilnahme

Prüfungsform: Seminarvortrag und schriftliche Ausarbeitung

**Literatur:**

s.: Zu met821

## Modul: Klimadynamik und Statistik 2

<b>Modul-Nr.:</b>	met831
<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	Wahlpflicht/2. (auch für M.Sc. Met./Geoph. Uni Köln)
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. A. Hense
<b>Dozent:</b>	Dozenten der Meteorologie
<b>Sprache:</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls:</b>	1 Semester
<b>Max. Teilnehmerzahl:</b>	ca. 30
<b>Anmeldeformalitäten:</b>	s. <a href="http://www.meteo.uni-bonn.de">http://www.meteo.uni-bonn.de</a>
<b>Arbeitsaufwand:</b>	60 h Präsenz + 120 h Eigenstudium
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulbestandteile:</b>	2+2 SWS Vorlesung+Übung

**Empfohlene Vorkenntnisse:**  
Klimadynamik und Statistik 1

**Inhalt:**

Ausgewählte Probleme der globalen Klimadynamik auf verschiedenen Zeitskalen: atmosphärische Telekonnektionen, El Nino-Southern Oscillation und tropische Klimavariationen, ozeanische thermohaline Zirkulation, Paläoklimatologie, Wechselwirkungen Klimaänderungen und Anthroposphäre, Datenanalyse und statistisch-dynamische Interpretation, Inverse Modellierung und Datenassimilation

**Lernziele/Kompetenzen:**

LZ: Vertiefung des physikalischen Verständnisses wichtiger Klimaprozesse, Verständnis zum Zusammenhang zwischen Dynamik und Stochastik  
KO: Überblick beobachteter Klimavariabilität und ihrer Modellierung, Teamfähigkeit, Präsentationsfähigkeit

**Literatur:**

**Prüfungsmodalitäten:**

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: Erfolgreiche Teilnahme an Vorlesung und Übungen  
Prüfungsform: Hausarbeit mit abschließender Klausur

## Modul: Spezielle Themen aus der Theoretischen Meteorologie

<b>Modul-Nr.:</b>	met832
<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	Wahlpflicht/2. (auch für M.Sc. Met./Geoph. Uni Köln)
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. A. Bott
<b>Dozent:</b>	Dozenten der Meteorologie
<b>Sprache:</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls:</b>	1 Semester
<b>Max. Teilnehmerzahl:</b>	ca. 30
<b>Anmeldeformalitäten:</b>	s. <a href="http://www.meteo.uni-bonn.de">http://www.meteo.uni-bonn.de</a>
<b>Arbeitsaufwand:</b>	60 h Präsenz + 120 h Eigenstudium
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulbestandteile:</b>	2+2 SWS Vorlesung+Übung
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>	met320, met520

**Inhalt:**

Spezialvorlesungen zu ausgesuchten Themenbereichen aus der Theoretischen Meteorologie: Kinematik der Atmosphäre, Turbulente Systeme, Atmosphärische Strahlung, Atmosphärenchemie, Wolkenmikrophysik, Wolkendynamik, Thermodynamik

**Lernziele/Kompetenzen:**

LZ: Vertiefung des physikalischen Verständnisses thermo-hydrodynamischer Vorgänge, Einblick in die wichtigsten Prozesse aus dem Bereich der Atmosphärenchemie und des atmosphärischen Strahlungstransports

KO: Überblick über verschiedene Prozesse aus dem Bereich der Theoretischen Meteorologie, Teamfähigkeit, Fähigkeit, komplexe Themen aus der Theoretischen Meteorologie auf wissenschaftlich hohem Niveau zu präsentieren

**Literatur:****Prüfungsmodalitäten:**

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: Erfolgreiche Teilnahme an Vorlesung und Übungen  
Prüfungsform: Hausarbeit mit abschließender Präsentation

# Modul: Fernerkundung und Mesoskalige Meteorologie 2

<b>Modul-Nr.:</b>	met833
<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	Wahlpflicht/2. (auch für M.Sc. Met./Geoph. Uni Köln)
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. C. Simmer
<b>Dozent:</b>	Dozenten der Meteorologie
<b>Sprache:</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls:</b>	1 Semester
<b>Max. Teilnehmerzahl:</b>	ca. 30
<b>Anmeldeformalitäten:</b>	s. <a href="http://www.meteo.uni-bonn.de">http://www.meteo.uni-bonn.de</a>
<b>Arbeitsaufwand:</b>	60 h Präsenz + 120 h Eigenstudium
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulbestandteile:</b>	2+2 SWS Vorlesung+Übung; LV met833a (Fernerkundung 2) und met833b (Mesoskalige Meteorologie 2)

### Empfohlene Vorkenntnisse:

Zu met833a: Grundlagen der Strahlungstransporttheorie, Modul met515, Kenntnis einer Programmiersprache

Zu met833b: Theoretische Meteorologie und Synoptik des B.Sc Meteorologie, Grenzschichttheorie und/oder Turbulenz

### Zu met833a:

#### **Inhalt:**

In der Vorlesung werden spezielle Vertiefungsgebiete der Fernerkundung unter Berücksichtigung der speziellen Expertise des Meteorologischen Instituts behandelt (Radarmeteorologie, Mikrowellenfernerkundung, Vorwärtsoperatoren für die Assimilation von Fernerkundungsmessungen)

#### **Lernziele/Kompetenzen:**

LZ: Spezielle vertiefte Kenntnisse eines Fernerkundungssystems einschließlich seiner Einbindung in die meteorologischen Datenassimilation

KO: Die Studenten werden in die Lage versetzt Messungen eines Fernerkundungssystems von der Signalgenerierung in der Atmosphäre bis zur Erfassung am Messgerät umfassend zu verstehen, seine Genauigkeit einzuschätzen, die Messungen sowohl mit Strahlungsübertragungsmodellen zu synthetisieren, als auch zu invertieren

#### **Literatur:**

- 1) F. Ulaby, R. Moore and A. Fung, Microwave remote sensing Active and Passive, Voll
- 2) An Introduction to Atmospheric Radiation, International Geophysics by K. N. Liou
- 3) Polarimetric Doppler Weather Radars Bringi and Chandrasekar
- 4) Multiple Scattering of light by Particles: radiative transfer and coherent backscattering by M. Mishchenko, L. Travis and A. Lacis

Zu met833b:

**Inhalt:**

In der Vorlesung werden spezielle Vertiefungsgebiete der Fernerkundung unter Berücksichtigung der speziellen Expertise des Meteorologischen Instituts Bonn behandelt (Radarmeteorologie, Mikrowellenfernerkundung, Vorwärtsoperatoren für die Assimilation von Fernerkundungsmessungen)

**Lernziele/Kompetenzen:**

LZ: Vertiefte Kenntnisse über Wechselwirkungen von Kontinentalflächen mit der Atmosphäre über den Austausch von Impuls, Energie und Stoffen einschließlich der inhärenten Skalenproblematik  
KO: Die Studenten sind in der Lage sogenannte SVAT (Soil-Vegetation-Atmosphere-Transfer)-Modelle in ihren physikalischen Grundlagen zu verstehen und ihre Ausgaben zu interpretieren.

**Literatur:**

Spezialliteratur aus einschlägigen wissenschaftlichen Zeitschriften

**Prüfungsmodalitäten:**

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: Erfolgreiche Teilnahme an den Hausarbeiten und abschließende Präsentation

Prüfungsform: Klausur

## Modul: Praktische Hydrogeophysik

<b>Modul-Nr.:</b>	met834
<b>Leistungspunkte:</b>	6
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	Wahlpflicht/2. (auch für M.Sc. Met./Geoph. Uni Köln)
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. A. Kemna
<b>Dozent:</b>	Dozenten der Geophysik
<b>Sprache:</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls:</b>	1 Semester
<b>Max. Teilnehmerzahl:</b>	ca. 15
<b>Anmeldeformalitäten:</b>	s. <a href="http://www.meteo.uni-bonn.de">http://www.meteo.uni-bonn.de</a>
<b>Arbeitsaufwand:</b>	60 h Präsenz + 120 h Eigenstudium
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulbestandteile:</b>	1 SWS Seminar + 5 Tage Blockübung (davon 4 im Gelände)

### Empfohlene Vorkenntnisse:

Grundlagen der Mathematik, Physik und der angewandten Geophysik; Modul met720

### Inhalt:

Ausgewählte hydro- bzw. umweltgeologische Fragestellungen, Funktionsweise ausgewählter geophysikalischer Messgeräte, Aspekte des Messdesigns, Durchführung geophysikalischer Messungen im Gelände, Datenqualitätskontrolle, Datenbearbeitung und –auswertung, Diskussion und Interpretation der Ergebnisse

### Lernziele/Kompetenzen:

LZ: Praktische Kenntnisse in der Anwendung ausgewählter geophysikalischer Messverfahren, Kenntnis der Funktionsweise von geophysikalischen Messgeräten, Kenntnisse in der Auswertung und Interpretation geophysikalischer Daten

KO: Verständnis der Auswahl von Messmethoden und Messstrategien für hydrogeophysikalische Untersuchungen, Erfahrung in geophysikalischer Geländearbeit, Teamfähigkeit, Präsentationsfähigkeit

### Literatur:

Knödel, K., Krummel, H., und Lange, G. (Hrsg.), Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten, Bd. 3, Geophysik, Springer, 1997. (ISBN 3-540-59462-0)

Kirsch, R. (Hrsg.), Groundwater Geophysics - A Tool for Hydrogeology, Springer, 2006. (ISBN 3-540-29383-3)

Vereecken, H., Binley, A., Cassiani, G., Revil, A., und Titov, K. (Hrsg.), Applied Hydrogeophysics, Springer, 2006. (ISBN 1-4020-4911-0)

Rubin and Hubbard, Hydrogeophysics  
Handbücher zu Messgeräten (werden ausgegeben)

**Studiengang:**

**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

**Prüfungsmodalitäten:**

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: Erfolgreiche Teilnahme

Prüfungsform: Seminarvortrag und schriftliche Ausarbeitung

## Modul: Orientierungsseminar

<b>Modul-Nr.:</b>	met840
<b>Leistungspunkte:</b>	3
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	Pflicht/2.
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. A. Bott
<b>Dozent:</b>	Dozenten der Meteorologie und der Geophysik
<b>Sprache:</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls:</b>	1 Semester
<b>Max. Teilnehmerzahl:</b>	ca. 30
<b>Anmeldeformalitäten:</b>	s. <a href="http://www.meteo.uni-bonn.de">http://www.meteo.uni-bonn.de</a>
<b>Arbeitsaufwand:</b>	30 h Präsenz + 60 h Eigenstudium
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	erfolgreiche Teilnahme an den Modulen des ersten Semesters M.Sc.
<b>Modulbestandteile:</b>	2 SWS Seminar
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>	met700 und met 710 bzw. met720

**Inhalt:**

Präsentation zu aktuellen Forschungsthemen aus den verschiedenen Arbeitsgruppen (Klimadynamik, Theoretische Meteorologie, Allgemeine Meteorologie, Geodynamik, Angewandte Geophysik)

**Lernziele/Kompetenzen:**

Überblick über die aktuellen meteorologischen und geophysikalischen Forschungsarbeiten und deren interdisziplinären Zusammenhänge, Kompetenzen in Präsentationsfähigkeiten und Recherche

**Literatur:**

Einzelvergabe zu den speziellen Seminarthemen

**Prüfungsmodalitäten:**

Voraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: Erfolgreiche Teilnahme

Prüfungsform: ausgearbeitete Präsentation

## Modul: Spezialkompetenzen

<b>Modul-Nr.:</b>	met950
<b>Leistungspunkte:</b>	15
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	Pflicht/3.
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. A. Bott
<b>Dozent:</b>	
<b>Sprache:</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls:</b>	1 Semester
<b>Max. Teilnehmerzahl:</b>	ca. 30
<b>Anmeldeformalitäten:</b>	s. <a href="http://www.meteo.uni-bonn.de">http://www.meteo.uni-bonn.de</a>
<b>Arbeitsaufwand:</b>	450 h Eigenstudium
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	Teilnahme Orientierungsseminar met840
<b>Modulbestandteile:</b>	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>	
<b>Inhalt:</b>	Aneignung von Spezialkompetenzen für meteorologisch-geophysikalische Forschungen und Fragestellungen wie spezielle Programmierung, Datenbankverfahren, Handhabung von Messapparaturen, Formate zur Datenspeicherung und Dearchivierung, Eigenschaften von Satelliten und Satellitensensoren, Techniken zur Inversen Modellierung und Datenassimilation
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b>	Erwerb von Spezialkompetenzen für meteorologisch-geophysikalische Forschungen
<b>Literatur:</b>	Einzelvergabe zu den speziellen Kompetenzen
<b>Prüfungsmodalitäten:</b>	
Prüfungsform:	Klausurschriftliche Ausarbeitung

## Modul: Methoden und Projektplanung

<b>Modul-Nr.:</b>	met960
<b>Leistungspunkte:</b>	15
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	Pflicht/3.
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. C. Simmer
<b>Dozent:</b>	
<b>Sprache:</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls:</b>	1 Semester
<b>Max. Teilnehmerzahl:</b>	ca. 20
<b>Anmeldeformalitäten:</b>	s. <a href="http://www.meteo.uni-bonn.de">http://www.meteo.uni-bonn.de</a>
<b>Arbeitsaufwand:</b>	450 h Eigenstudium
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	Abschluss Orientierungsseminar met840
<b>Modulbestandteile:</b>	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>	

**Inhalt:**

Projektplanung: Ermittlung des Stands der Forschung, Beschreibung der Ziele der Arbeit, Erstellung eines Arbeitsplans;

Methoden: Verfahren zur Projektplanung, Strukturiertes Arbeiten; Zusammenstellung relevanter Rechner-Programme und/oder Daten für spezielle wissenschaftliche Arbeiten

**Lernziele/Kompetenzen:**

wissenschaftliche Recherche bezüglich Literatur und Methoden, Projektplanung und Formulierung der Planung

**Literatur:**

Einzelvergabe für die spez. Methoden und Projekte

**Prüfungsmodalitäten:**

Prüfungsform: schriftliche Ausarbeitung

## Modul: Masterarbeit

<b>Modul-Nr.:</b>	met970
<b>Leistungspunkte:</b>	30
<b>Zuordnung zum Curriculum:</b>	Pflicht/4.
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Prof. Dr. A. Hense
<b>Dozent:</b>	
<b>Sprache:</b>	deutsch
<b>Dauer des Moduls:</b>	1 Semester
<b>Max. Teilnehmerzahl:</b>	ca. 20
<b>Anmeldeformalitäten:</b>	s. <a href="http://www.meteo.uni-bonn.de">http://www.meteo.uni-bonn.de</a>
<b>Arbeitsaufwand:</b>	900 h Eigenstudium
<b>Zulassungsvoraussetzungen:</b>	Abschluss Module met950 und met960
<b>Modulbestandteile:</b>	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>	alle Module der M.Sc Studiengänge Meteorologie bzw. Geophysik
<b>Inhalt:</b>	Erstellung einer Forschungsarbeit zu einem speziellen meteorologischen oder geophysikalischen Thema
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b>	Durchführung und Abschluss eines wissenschaftlichen Projektes, Präsentation der Ergebnisse
<b>Literatur:</b>	Einzelvergabe zu den speziellen Themen
<b>Prüfungsmodalitäten:</b>	
Prüfungsform:	schriftliche Ausarbeitung, Abschluss-Kolloquium

# Katalog der Module des freien Wahlpflichtbereichs

## Inhaltsverzeichnis

Modul-Nr.	Titel des Moduls / der Lehrveranstaltung	Seite
	<b>Astronomie</b>	<b>32</b>
astro841	Radio Astronomy: Tools, Applications, Impacts	32
astro855	Dark matter and dark energy explored by radio and X-ray observations	33
astro856	Quasars and Microquasars	34
	<b>Physik</b>	<b>35</b>
	<b>Geographie</b>	<b>36</b>
Geo M 1	Physische Geographie	36
Geo M 2 A	Globaler Wandel	37
Geo M 2 B	Energieflüsse	38
Geo M 2 C	Ökosystemfunktionen	39
Geo M 2 D	Angewandte Umweltforschung	40
	<b>Geowissenschaften</b>	<b>41</b>
M 15	Terrestrische Paläoökologie und Paläoklimatologie	41
M 16	Petrologie – Mantel und Krustenprozesse	43
M 21	Beckenanalyse und Modellierung	45
M 23	Spezielle Themen der Petrologie und Geochemie	47
M 24	Umweltgeologie	49
M 31	Geologische Naturrisiken	51
M 35	Quantitative Hydrogeologie	53
V4E1	Numerical Algorithms	55
V4E2	Numerical Simulation	56
V4E3	Numerical Methods in Science and Technology	57
V5E1	Advanced Topics in Scientific Computing	58
V4F1	Stochastic Analysis	59

(Aktualisierte Versionen dieser Beschreibungen finden Sie unter <http://www.meteo.uni-bonn.de>)

Studiengang:

M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde

## Astronomie:

Course:

## Radio Astronomy: Tools, Applications, Impacts

Course No.: astro841

Lecturers: Profs. of astronomy

Email: astro@uni-bonn.de

Pflicht/Wahlpflicht	LV-Art	Sprache	SWS	LP	Semester
Wahlpflicht	Vorlesung mit Übungen	englisch	2+1	4	WS

### Requirements

#### Preparation:

Good knowledge of electrodynamics, atomic physics, and astronomy

#### Form of Testing and Examination:

Requirements for the submodule examination (written or oral examination): successful work with the exercises

**Length of Course:** 1 semester

### Aims of the course:

An introduction to modern radio astronomy, its history, methods, and research potentials is given. The goals are to equip the student with the background and know-how to analyze and interpret data from modern single-dish and interferometer radio telescopes, and to enable them to motivate and write radio-astronomical observing proposals. Aperture synthesis techniques are explained at some depth. The lecture is furnished with numerous examples demonstrating the versatility and power of radio-astronomical tools

### Contents of the course:

Radiation: processes, propagation; Signal detection; Radio telescopes: properties, types; Receivers: heterodyne, bolometers; Backends: continuum, spectroscopy, pulsars; Interferometers: Fourier optics, aperture synthesis; imaging; Future: APEX, ALMA, LOFAR.

### Recommended literature:

B. F. Burke; F. Graham-Smith, An Introduction to Radio Astronomy (Cambridge University Press 2002)  
T. L. Wilson; C. Rohlfs; Tools of Radio Astronomy (Springer, Heidelberg 4. rev. und erw. Ed. 2006)  
J. D. Kraus; Radio Astronomy (Cygnus-Quasar Books, Durham 2. Aufl. 1986)  
R.A. Perley; F. R. Schwab, A.H. Bridle; Synthesis Imaging in Radio Astronomy, 3rd NRAO Summer School 1988 (Astronomical Society of the Pacific Conference Series, 1989)  
A. R. Thompson, J. M. Moran, G.W. Swenson, Interferometry and Synthesis in Radio Astronomy (Wiley & Sons, Weinheim 2. Aufl. 2001)  
Lecture Notes (U. Klein)

**Studiengang:**

**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

**Course:**

**Dark matter and dark energy  
explored by radio and X-ray  
observations**

**Course No.:** astro855

**Lecturers:** Profs. of astronomy

**Email:** astro@uni-bonn.de

**Secretariat:** Tel.: 733658

<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	<b>LV-Art</b>	<b>Sprache</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>	<b>Semester</b>
Wahlpflicht	Vorlesung	englisch	2	3	WS

**Requirements**

**Preparation:**

**Form of Testing and Examination:**

Written or oral examination

**Length of Course:** 1 semester

**Aims of the course:**

The student will learn how the phenomena of dark matter and dark energy are explored using radio and X-ray observations, from largest down to galaxy scales

**Contents of the course:**

Introduction into the evolution of the universe, optical, radio and X-ray studies of galaxy clusters, dark matter associated with galaxies, dark matter associated with galaxy clusters and superclusters, the cosmic microwave background (CMB), detection of the CMB, detector technology, epoch of re-ionization, low frequency radio astronomy, high-z supernovae, Square Kilometre Array, Low-Frequency Array, future X-ray observatories

**Recommended literature:**

Write-up

**Studiengang:** M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde

## **Course:** Quasars and Microquasars

**Course No.:** astro856

**Lecturers:** Profs. of astronomy

**Email:** astro@uni-bonn.de

<b>Pflicht/Wahlpflicht</b>	<b>LV-Art</b>	<b>Sprache</b>	<b>SWS</b>	<b>LP</b>	<b>Semester</b>
Wahlpflicht	Vorlesung	englisch	2	3	WS

**Requirements:**

**Preparation:**

**Form of Testing and Examination:**

Written or oral examination

**Length of Course:** 1 semester

**Aims of the course:**

The phenomenon of quasars and their energy production shall be studied from the smallest (stellar binaries) to the largest (active galactic nuclei) scales

**Contents of the course:**

Microquasars and Quasars; X-ray binaries; Accretion; Neutron stars; Black holes; X-ray observations; Spectral states; Radio observations; Doppler boosting; Energy losses; Magneto-hydrodynamic production of jets; Gamma-ray observations; Review of Microquasars; Quasi periodic oscillations (QPO)

**Recommended literature:**

Literature references will be provided during the course

**Studiengang:**

**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

## **Physik:**

Es können Module aus den Katalogen physics610, 630, 700, 710, 720 und 730 gewählt werden. Die Module in den Lehrveranstaltungen physics610 und 630 werden meist mit 6 LP bewertet, die Module physics7xx mit 3-6 LP. Daraus kann der Masterstudierende in Abstimmung mit den Dozenten der Physik Kombinationen bilden.

Die aktuellen Modulbeschreibungen entnehme man bitte dem Master-Handbuch der Physik.

**Geographie**

Modul: <b>Physische Geographie Basis</b>				
Modulnummer <b>Geo M 1</b>	Workload 120 h	Umfang 4 LP	Dauer Modul 1 Semester	Turnus jährlich
Modulbeauftragter	Diekkrüger			
Anbietende Lehrinheit(en)	Geographie, Dozenten der Physischen Geographie			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	M.Sc. Geographie		Wahlpflicht	1
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis für die physisch-geographischen Komponenten des Systems Erde und für die Wechselwirkungen mit anderen Komponenten</li> <li>• Kenntnis der physisch-geographischen Forschungsfront in Form der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung</li> <li>• das vertiefte Wissen mit der physisch-geographischen Forschungsfront in Verbindung bringen können</li> <li>- Kenntnis physisch-geographischer Inhalte und Themenstellungen mit Bezug zu den spezifischen inhaltlichen Schwerpunktsetzungen im Vertiefungsbereich der Masterausbildung</li> <li>- Einsicht in die Möglichkeit eines in Teilen multidisziplinär angelegten Studiums</li> <li>- Reflexion und Bewertung von Forschungsfragen, Erkenntnissen und methodischen Zugängen der Nachbardisziplinen in ihrer Relevanz und Zuordnung zu den eigenen Studien und Beruf bezogenen Interessen und inhaltlichen Schwerpunktsetzungen</li> <li>- Einsicht in und Reflexion des Wechselbezugs zwischen Theorie und Praxis</li> </ul>			
Schlüssel- kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fähigkeit zur Wissensextraktion im Kontext der Lehrform „Vorlesung“</li> <li>- Fähigkeit zu systematischen und zielgerichteten Erarbeitung neuen Fachwissens in einem begrenzten Zeitraum</li> </ul>			
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einordnung der Forschungsfront in die paradigmatischen Entwicklungen der Physischen Geographie und der Earth System Sciences</li> <li>- Teildisziplinäre Inhalte der Physischen Geographie</li> <li>- Systembegriff, systemtheoretisch und analytische Komponenten der Physischen Geographie im System Erde</li> <li>- Raumzeit - Skalen, Methodologie</li> </ul>			
Teilnahme- voraussetzungen	Keine			
Veranstaltungen	Lehrform, Thema, Gruppengröße		SWS	Workload [h]
	Vorlesung (50)		4	120
Prüfung(en)	Prüfungsform(en)		benotet/unbenotet	
	Klausur		benotet	
Studienleistungen u.a. als Zulassungs- voraussetzung zur Modulprüfung	regelmäßige Anwesenheit			
Sonstiges	verpflichtend beim Schwerpunkt Physische Geographie			

**Studiengang:**
**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

<b>Modul: Physische Geographie: Klimatologie / Biogeographie / Landschaftsökologie</b>				
<b>Globaler Wandel</b>				
<b>Modulnummer Geo M 2 A</b>	<b>Workload 150 h</b>	<b>Umfang 5 LP</b>	<b>Dauer Modul 1 Semester</b>	<b>Turnus halbjährlich</b>
<b>Modulbeauftragter</b>	Löffler / Schmidlein			
<b>Anbietende Lehrinheit(en)</b>	Geographie, Dozenten der Physischen Geographie			
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<b>Studiengang</b>		<b>Modus</b>	<b>Studiensemester</b>
	M.Sc. Geographie		Wahlpflicht	1 und 2
<b>Lernziele</b>	Fortgeschrittene Erfassung, Analyse, Diskussion und Bewertung klimatologischer, biogeographischer oder landschaftsökologischer Sachverhalte und Problemfelder <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsicht in wissenschaftstheoretische Zugänge zur Atmosphäre, Biosphäre oder Landschaft</li> <li>• Einblick in aktuelle Forschungsfragen und –ansätze der Klimatologie, Biogeographie bzw. Landschaftsökologie</li> <li>• Vertiefte Einsicht in klimatologische, biogeographische oder landschaftsökologische Wirkungszusammenhänge</li> <li>• Fähigkeit zur Erfassung, Analyse und Bewertung klimatologischer, biogeographischer oder landschaftsökologischer Systeme bzw. Prozesse auf verschiedenen zeitlichen und räumlichen Skalen</li> <li>• Vertieftes Verständnis und Bewertung der Wechselwirkungen anthropogener Einflussfaktoren mit klimatologischen, biogeographischen bzw. landschaftsökologischen Systemen</li> <li>• Einsicht in biogeographische bzw. landschaftsökologische Ereignisse, Trends und Zyklen bzw. ihre Rekonstruktion</li> </ul>			
<b>Schlüssel- kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Techniken und Verfahrensweisen zur selbständigen, theoriegeleiteten Bearbeitung von Fragestellungen und Problemzusammenhänge</li> <li>• Fähigkeit zur Teamarbeit und ihrer Moderation</li> <li>• Fähigkeit und Bereitschaft zu wissenschaftlicher Reflexion und Kommunikation</li> <li>• Fähigkeit zur Teilnahme am internationalen wissenschaftlichen Diskurs</li> </ul>			
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortgeschrittene Analyse, Diskussion und Bewertung von Theorie und Empirie der Klimatologie, Biogeographie oder Landschaftsökologie</li> <li>• Globaler Wandel in Atmosphäre bzw. Biosphäre und seine Folgen</li> </ul>			
<b>Teilnahme- voraussetzungen</b>	Keine			
<b>Veranstaltungen</b>	<b>Lehrform, Thema, Gruppengröße</b>		<b>SWS</b>	<b>Workload [h]</b>
	Seminar zu ausgewählten aktuellen Themen (30)		2	150
<b>Prüfung(en)</b>	<b>Prüfungsform(en)</b>		<b>benotet/unbenotet</b>	
	Hausarbeit oder mündliche Prüfung		Benotet	
<b>Studienleistungen u.a. als Zulassungs- voraussetzung zur Modulprüfung</b>	Mitarbeit im Seminar Mündliche Präsentation		<b>benotet/unbenotet</b>	
			Unbenotet	

**Studiengang:**
**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

<b>Modul: Physische Geographie: Klimatologie / Biogeographie / Landschaftsökologie</b>				
<b>Energieflüsse</b>				
<b>Modulnummer</b> Geo M 2 B	<b>Workload</b> 150 h	<b>Umfang</b> 5 LP	<b>Dauer Modul</b> 1 Semester	<b>Turnus</b> halbjährlich
<b>Modulbeauftragter</b>	Löffler / Schmidlein			
<b>Anbietende Lehrinheit(en)</b>	Geographie, Dozenten der Physischen Geographie			
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<b>Studiengang</b>		<b>Modus</b>	<b>Studiensemester</b>
	M.Sc. Geographie		Wahlpflicht	1 und 2
<b>Lernziele</b>	Fortgeschrittene Erfassung, Analyse, Diskussion und Bewertung klimatologischer, biogeographischer bzw. landschaftsökologischer Sachverhalte und Problemfelder <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsicht in wissenschaftstheoretische Zugänge zur Atmosphäre, Biosphäre oder Landschaft</li> <li>• Einblick in aktuelle Forschungsfragen und –ansätze der Klimatologie, Biogeographie oder Landschaftsökologie</li> <li>• Vertiefte Einsicht in klimatologische, biogeographische oder landschaftsökologische Wirkungszusammenhänge</li> <li>• Fähigkeit zur Erfassung, Analyse und Bewertung klimatologischer, biogeographischer oder landschaftsökologischer Systeme bzw. Prozesse auf verschiedenen zeitlichen und räumlichen Skalen</li> <li>• Vertieftes Verständnis und Bewertung der Wechselwirkungen anthropogener Einflussfaktoren mit klimatologischen, biogeographischen oder landschaftsökologischen Systemen</li> <li>• Einsicht in biogeographische bzw. landschaftsökologische Ereignisse, Trends und Zyklen bzw. ihre Rekonstruktion</li> </ul>			
<b>Schlüssel- kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Techniken und Verfahrensweisen zur selbständigen, theoriegeleiteten Bearbeitung von Fragestellungen und Problemzusammenhänge</li> <li>• Fähigkeit zur Teamarbeit und ihrer Moderation</li> <li>• Fähigkeit und Bereitschaft zu wissenschaftlicher Reflexion und Kommunikation</li> <li>• Fähigkeit zur Teilnahme am internationalen wissenschaftlichen Diskurs</li> </ul>			
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortgeschrittene Analyse, Diskussion und Bewertung von Theorie und Empirie der Klimatologie, Biogeographie oder Landschaftsökologie</li> <li>• Energie- und Stoffflüsse in bzw. zwischen Atmosphäre, Biosphäre und Landschaft</li> </ul>			
<b>Teilnahme- voraussetzungen</b>	Keine			
<b>Veranstaltungen</b>	<b>Lehrform, Thema, Gruppengröße</b>		<b>SWS</b>	<b>Workload [h]</b>
	Seminar zu ausgewählten aktuellen Themen (30)		2	150
<b>Prüfung(en)</b>	<b>Prüfungsform(en)</b>		<b>benotet/unbenotet</b>	
	Hausarbeit oder mündliche Prüfung		Benotet	
<b>Studienleistungen u.a. als Zulassungs- voraussetzung zur Modulprüfung</b>	Mitarbeit im Seminar Mündliche Präsentation		<b>benotet/unbenotet</b>	
			Unbenotet	
<b>Sonstiges</b>	verpflichtend beim Schwerpunkt Physische Geographie			

**Studiengang:**
**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

Modul: <b>Physische Geographie: Klimatologie / Biogeographie / Landschaftsökologie</b>				
<b>Ökosystemfunktionen</b>				
Modulnummer <b>Geo M 2 C</b>	Workload 150 h	Umfang 5 LP	Dauer Modul 1 Semester	Turnus Halbjährlich
Modulbeauftragter	Löffler / Schmidlein			
Anbietende Lehrinheit(en)	Geographie, Dozenten der Physischen Geographie			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	M.Sc. Geographie		Wahlpflicht	1 und 2
Lernziele	<p>Fortgeschrittene Erfassung, Analyse, Diskussion und Bewertung biogeographischer oder landschaftsökologischer Sachverhalte und Problemfelder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsicht in wissenschaftstheoretische Zugänge zur Biosphäre bzw. Landschaft</li> <li>• Einblick in aktuelle Forschungsfragen und –ansätze der Biogeographie bzw. Landschaftsökologie</li> <li>• Vertiefte Einsicht in biogeographische oder landschaftsökologische Wirkungszusammenhänge</li> <li>• Fähigkeit zur Erfassung, Analyse und Bewertung biogeographischer oder landschaftsökologischer Systeme bzw. Prozesse auf verschiedenen zeitlichen und räumlichen Skalen</li> <li>• Vertieftes Verständnis und Bewertung der Wechselwirkungen anthropogener Einflussfaktoren mit biotischen oder landschaftsökologischen Systemen</li> <li>• Einsicht in biogeographische bzw. landschaftsökologische Ereignisse, Trends und Zyklen bzw. ihre Rekonstruktion</li> </ul>			
Schlüssel- kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Techniken und Verfahrensweisen zur selbständigen, theoriegeleiteten Bearbeitung von Fragestellungen und Problemzusammenhänge</li> <li>• Fähigkeit zur Teamarbeit und ihrer Moderation</li> <li>• Fähigkeit und Bereitschaft zu wissenschaftlicher Reflexion und Kommunikation</li> <li>• Fähigkeit zur Teilnahme am internationalen wissenschaftlichen Diskurs</li> </ul>			
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortgeschrittene Analyse, Diskussion und Bewertung von Theorie und Empirie der Biogeographie oder Landschaftsökologie</li> <li>• Ökosystemfunktionen (wie Habitat-, Regulations-, Produktions-, Speicher- und Informationsfunktionen)</li> </ul>			
Teilnahme- voraussetzungen	Keine			
Veranstaltungen	Lehrform, Thema, Gruppengröße		SWS	Workload [h]
	Seminar zu ausgewählten aktuellen Themen (30)		2	150
Prüfung(en)	Prüfungsform(en)		benotet/unbenotet	
	Hausarbeit oder mündliche Prüfung		Benotet	
Studienleistungen u.a. als Zulassungs- voraussetzung zur Modulprüfung	Mitarbeit im Seminar Mündliche Präsentation		benotet/unbenotet	
			Unbenotet	
Sonstiges	verpflichtend beim Schwerpunkt Physische Geographie			

**Studiengang:**
**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

<b>Modul: Physische Geographie: Klimatologie / Biogeographie / Landschaftsökologie</b> <b>Angewandte Umweltforschung</b>				
<b>Modulnummer</b> <b>Geo M 2 D</b>	<b>Workload</b> 150 h	<b>Umfang</b> 5 LP	<b>Dauer Modul</b> 1 Semester	<b>Turnus</b> halbjährlich
<b>Modulbeauftragter</b>	Löffler / Schmidlein			
<b>Anbietende Lehrinheit(en)</b>	Geographie, Dozenten der Physischen Geographie			
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<b>Studiengang</b>		<b>Modus</b>	<b>Studiensemester</b>
	M.Sc. Geographie		Wahlpflicht	1 und 2
<b>Lernziele</b>	Fortgeschrittene Erfassung, Analyse, Diskussion und Bewertung klimatologischer, biogeographischer bzw. massenpsychologischer Sachverhalte und Problemfelder <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsicht in wissenschaftstheoretische Zugänge zur Atmosphäre, Biosphäre oder Landschaft</li> <li>• Einblick in aktuelle Forschungsfragen und –ansätze der Klimatologie, Biogeographie bzw. Landschaftsökologie</li> <li>• Vertiefte Einsicht in klimatologische, biogeographische oder landschaftsökologische Wirkungszusammenhänge</li> <li>• Fähigkeit zur Erfassung, Analyse und Bewertung klimatologischer, biogeographischer oder landschaftsökologischer Systeme bzw. Prozesse auf verschiedenen zeitlichen und räumlichen Skalen</li> <li>• Vertieftes Verständnis und Bewertung der Wechselwirkungen anthropogener Einflussfaktoren mit klimatologischen, biogeographischen oder landschaftsökologischen Systemen</li> <li>• Einsicht in klimatologische, biogeographische bzw. landschaftsökologische Ereignisse, Trends und Zyklen bzw. ihre Rekonstruktion</li> </ul>			
<b>Schlüssel- kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Techniken und Verfahrensweisen zur selbständigen, theoriegeleiteten Bearbeitung von Fragestellungen und Problemzusammenhänge</li> <li>• Fähigkeit zur Teamarbeit und ihrer Moderation</li> <li>• Fähigkeit und Bereitschaft zu wissenschaftlicher Reflexion und Kommunikation</li> <li>• Fähigkeit zur Teilnahme am internationalen wissenschaftlichen Diskurs</li> </ul>			
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortgeschrittene Analyse, Diskussion und Bewertung von Theorie und Empirie der Klimatologie, Biogeographie oder Landschaftsökologie</li> <li>• Management von Klima-, Öko- bzw. Landnutzungssystemen</li> </ul>			
<b>Teilnahme- voraussetzungen</b>	Keine			
<b>Veranstaltungen</b>	<b>Lehrform, Thema, Gruppengröße</b>		<b>SWS</b>	<b>Workload [h]</b>
	Seminar zu ausgewählten aktuellen Themen (30)		2	150
<b>Prüfung(en)</b>	<b>Prüfungsform(en)</b>		<b>benotet/unbenotet</b>	
	Hausarbeit oder mündliche Prüfung		benotet	
<b>Studienleistungen u.a. als Zulassungs- voraussetzung zur Modulprüfung</b>	Mitarbeit im Seminar Mündliche Präsentation		<b>benotet/unbenotet</b>	
			unbenotet	
<b>Sonstiges</b>	verpflichtend beim Schwerpunkt Physische Geographie			

**Geowissenschaften**

<b>Modul: Terrestrische Paläoökologie und Paläoklimatologie</b>				
Modulnummer <b>M 15</b>	Workload <b>180 h</b>	Umfang <b>6 LP</b>	Dauer Modul <b>1 Semester</b>	Turnus <b>Jährlich, Beginn WS</b>
Modulbeauftragter	Prof. Dr. Thomas Litt / Dr. Sven-Oliver Franz			
Anbietende Lehrinheit(en)	Geologie			
Beteiligte Dozenten	Litt, Franz, Kühl			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang	Modus		Studiensemester
	MSc Geowissenschaften	Wahlpflicht		1. Semester
Lernziele	In diesem Modul soll den Studierenden ein Einblick in multidisziplinäre Arbeitsmethoden der terrestrischen Paläoökologie und –klimatologie gegeben werden. Theoretische Grundkenntnisse werden in zwei Vorlesungen vermittelt. In einem Blockkurs mit Praktikum werden die Methoden zur Rekonstruktion von Paläoklima und Paläoumweltbedingungen angewendet sowie die Auswertung und Interpretation entsprechender Datensätze durchgeführt.			
Schlüssel- kompetenzen	Bearbeitung von paläoökologischen, paläobotanischen, paläolimnologischen und paläoklimatischen Fragestellungen unter Anleitung. Theoretische und praktische Anwendung mulidisziplinärer Methoden.			
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terrestrische Ökosysteme in der Erdgeschichte</li> <li>- Abriss der Paläobotanik und Vegetationsgeschichte</li> <li>- Klimadynamik in der Erdgeschichte</li> <li>- Ursachen der Klimaveränderungen in Raum und Zeit</li> <li>- Wie kann das Klima in der Erdgeschichte rekonstruiert werden?</li> <li>- Paläoklimatologische Proxydaten (biotische und abiotische)</li> <li>- Paläoklimatologische Archive</li> <li>- Paläolimnologie: Seen als Archive der kontinentalen Paläoökologie und klimatologie</li> <li>- Paläolimnologische Labormethoden und Interpretation</li> </ul>			

**Studiengang:**
**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

Teilnahmevoraussetzungen	Grundkenntnisse in naturwissenschaftlichen Fächern (Chemie, Physik, Biologie, Mathematik), spezielle Grundlagen in Geochemie und Sedimentologie, allgemeine Grundlagen der Paläontologie und Geologie			
Veranstaltungen	Lehrform, Thema, (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]	LP
M 1501 - <b>WS</b>	Vorlesung (30) Terrestrische Paläoökologie und Paläobotanik	2	60	2
M 1502 - <b>WS</b>	Vorlesung (30) Terrestrische Paläoklimatologie	1	30	1
M 1503 - <b>WS</b>	Blockkurs (30) Paläoökologie/Paläobotanik/Paläolimnologie (8 Tage, 6 h/d)	3	90	3
Prüfung(en)	Prüfungsform(en)			
	Klausur, 90 min.	benotet		
Studienleistungen				
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	keine			
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cohen, A.S. (2003): Paleolimnology: the history and evolution of lake systems. - 500pp., Oxford (Oxford Univ. Press).</li> <li>• Schönborn W. (2003): Lehrbuch der Limnologie. - 588 S., Stuttgart (Schweizerbart).</li> <li>• Wetzel, R.G. (2001): Limnology - Lake and River Ecosystems. - 3rd ed., 1006pp., San Diego (Elsevier Academic Press).</li> </ul>			

**Studiengang:**
**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

<b>Petrologie – Mantel und Krustenprozesse</b>				
<b>Modulnummer M 16</b>	<b>Workload 180 h</b>	<b>Umfang 6 LP</b>	<b>Dauer Modul 1 Semester</b>	<b>Turnus Jährlich, Beginn WS + SS</b>
Modulbeauftragter	Prof. Dr. Chris Ballhaus			
Anbietende Lehrinheit(en)	Mineralogie			
Beteiligte Dozenten	Ballhaus, Hoffbauer			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	MSc. Geowissenschaften		Wahlpflicht	1. Semester
Lernziele	Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse in Theoretischer Petrologie. Im Vordergrund stehen quantitative Aspekte. Die dazu gehörenden Übungen und Praktika legen besonderen Wert auf selbständiges Lösen von Problemen			
Schlüssel- kompetenzen	Selbstständiges petrologisches Arbeiten			
Inhalte	Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit begleitenden Übungen zur Theoretischen Petrologie. Zusätzlich wird ein Praktikum zur Petrologie angeboten. Das Modul ist eine Vertiefung des Wahlpflichtmoduls 43 (Petrologie und Geochemie) und des Wahlmoduls 64 im BSc. Studiengang (Quantifizierung gesteinsbildender Prozesse).			

**Studiengang:**
**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

Teilnahme- voraussetzungen	Modul B 01: Geologische Prozesse und Gesteinsgenese Modul B 02: Strukturen und Eigenschaften von Mineralen Modul B 43: Petrologie und Geochemie Grundkenntnisse in den Naturwissenschaftlichen Fächern				
Veranstaltungen	Lehrform, Thema	(Gruppengröße)	SWS	Workload [h]	LP
M 1601 - <b>WS</b>	Vorlesung mit Übung (dt. od. engl.) Theoretische Petrologie	(30)	3	105	3,5
M 1602 - <b>WS</b>	Petrologisches Praktikum (2-tägig)	(30)	2	75	2,5
Prüfung(en)	Prüfungsform(en)				
	Klausur, 90 min.		benotet		
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungs- voraussetzung zur Modulprüfung	Protokoll zum Praktikum M 1602		unbenotet		
Sonstiges	<b>Literatur:</b>  Wird zu Beginn der Veranstaltung verteilt.				

**Studiengang:**

**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

<b>Modul: Beckenanalyse und Modellierung</b>				
Modulnummer <b>M 21</b>	Workload <b>180 h</b>	Umfang <b>6 LP</b>	Dauer Modul <b>1 Semester</b>	Turnus <b>jährlich im SS</b>
Modulbeauftragter	Prof. Dr. Tom McCann			
Anbietende Lehrereinheit(en)	Geologie			
Beteiligte Dozenten	McCann, Valdivia-Manchego			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	MSc. Geowissenschaften		Wahlpflicht	2. Sem
Lernziele	Sedimentary basins are one of our most important resources, containing metals, fossil fuels, water etc. The aims of the course are to provide a broad-based approach to the analysis of sedimentary basins In order to maximise our understanding of the processes which control both their formation and their evolution.			
Schlüssel- kompetenzen	Natural resource management; Oral presentation; Application of basin-modelling software			
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crustal processes</li> <li>- Basin formation models</li> <li>- Basin infill models</li> <li>- Seismic interpretation</li> <li>- Sequence stratigraphy</li> <li>- 3D basin modelling</li> </ul>			

**Studiengang:**
**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

Teilnahme- voraussetzungen	Modul B 31: Tektonik und Sedimentation			
Veranstaltungen	Lehrform, Thema, (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]	LP
M 2101 - <b>SS</b>	Vorlesung (dt.) (30) Sedimentäre Becken	3	90	3
M 2102 - <b>SS</b>	Vorlesung (dt.) (30) Grundlagen der Beckenmodellierung	1	30	1
M 2103 - <b>SS</b>	Seminar (dt.) (30) Beckenanalyse	2	60	2
Prüfung(en)	Prüfungsform(en)			
	Projektarbeit (15 S.)	benotet		
Studienleistungen				
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Seminarvortrag mit schriftlicher Ausarbeitung zu M 2103 ( 10 S.)	unbenotet		
Sonstiges	<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allen, P. &amp; Allen, J. 2005, Basin Analysis. Blackwell Science;</li> <li>• Busby, C. &amp; Ingersoll, R.I. 1995. Tectonics of Sedimentary Basins, Blackwell Science;</li> <li>• Emery, D. &amp; Myers, K. 1996. Sequence Stratigraphy. Blackwell Science.</li> <li>• Reading, H. R. (ed.) 1996. Sedimentary Environments. Processes, Facies and Stratigraphy. Blackwell Science;</li> </ul>			

**Studiengang:**
**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

<b>Spezielle Themen der Petrologie und Geochemie</b>				
<b>Modulnummer M 23</b>	<b>Workload 180 h</b>	<b>Umfang 6 LP</b>	<b>Dauer Modul 1 Semester</b>	<b>Turnus Jährlich, Beginn SS</b>
Modulbeauftragter	Prof. Dr. Carsten Münker			
Anbietende Lehreinheit(en)	Mineralogie			
Beteiligte Dozenten	Münker, Ballhaus, Braun, NN, Doz. Univ. Köln			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	MSc. Geowissenschaften		Wahlpflicht	2. Semester
Lernziele	Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse in Petrologie und Geochemie. Im Vordergrund stehen das Prozessverständnis und quantitative Aspekte. Die dazu gehörenden Übungen legen besonderen Wert auf selbständiges Lösen von Problemen			
Schlüssel- kompetenzen	Selbständiges wissenschaftliches Arbeiten in der Petrologie und Geochemie			
Inhalte	Im Modul werden mehrere, jeweils 1 bis 2-stündige Vorlesungen zu ausgewählten Themen der Petrologie und Geochemie angeboten. Eingeschlossen sind hier Beiträge von Dozenten der Universität Köln. Die Vorlesungen werden im gleichen Masse für Studierende der Universität Köln zugänglich gemacht. Die Veranstaltungen werden in Form von jeweils wechselnden Vorlesungen und Übungen angeboten.			

**Studiengang:**
**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

Teilnahme- voraussetzungen	Keine				
Veranstaltungen	Lehrform, Thema, (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]	LP	
M 2301 - <b>SS</b>	Vorlesung und Übung (dt. od. engl.) (30) Niedertemperaturgeochemie ----- im Wechsel mit -----	2	60	2	
M 2302 - <b>SS</b>	Vorlesung und Übung (dt. od. engl.) (30) Neue Methoden der Isotopengeochemie				
M 2303 - <b>SS</b>	Vorlesung (30) Stabile Isotope	1	30	1	
M 2304 - <b>SS</b>	Vorlesung (30) Vulkanismus	1	60	1	
M 2305 - <b>SS</b>	Vorlesung und Übung (30) Petrologie metallischer Rohstoffe	1	60	1	
Prüfung(en)	Prüfungsform(en)				
	Klausur (90 min.)	benotet			
Studienleistungen					
u.a. als Zulassungs- voraussetzung zur Modulprüfung	keine				
Sonstiges	<b>Literatur:</b>  Wird zu Beginn der Veranstaltung verteilt.				

**Studiengang:**
**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

<b>Umweltgeologie</b>				
Modulnummer <b>M 24</b>	Workload <b>180 h</b>	Umfang <b>6 LP</b>	Dauer Modul <b>1 Semester</b>	Turnus <b>jährlich im SS</b>
Modulbeauftragter	Prof. Dr. Jean Thein			
Anbietende Lehrereinheit(en)	Geologie			
Beteiligte Dozenten	Reichert, Thein, Franz			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	MSc. Geowissenschaften		Wahlpflicht	2. Sem
Lernziele	Den Studierenden werden Grundlagenkenntnisse zu anthropogenen Umwelteinflüssen vermittelt. Sie sollen die Beziehungen Mensch-geologische Umwelt verstehen lernen, mit dem Ziel Vorhersagen machen sowie Handlungsstrategien aufzeigen zu können.			
Schlüssel- kompetenzen	Bewertung gesellschaftsrelevanter Fragestellungen  Geländebezogene Umsetzung geowissenschaftlicher Fachkenntnisse			
Inhalte	<p>In diesem Modul sollen die Auswirkungen geologischer Prozesse auf den Menschen ebenso wie Veränderungen der Umwelt, insbesondere der lithosphärischen und hydrosphärischen Kompartimente durch anthropogene Aktivitäten vorgestellt werden.</p> <p>Im Kanon der wichtigen anthropogenen Auswirkungen auf die Geosphäre werden folgende Schwerpunkte theoretisch vermittelt, Handlungsstrategien und Sanierungsverfahren vorgestellt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Gewinnung und Verarbeitung von Rohstoffen</li> <li>• Abfallwirtschaft und die Entsorgung chemotoxischer wie radioaktiver Abfälle auf und in die Lithosphäre (Untertagedeponien und Endlager)</li> <li>• Geogene Stoffströme (-kreisläufe) und ihre Veränderung durch den</li> <li>• Menschen (u. a. flächenhafter und punktueller Eintrag von Schadstoffen in Hydro-, Pedo- und Lithosphäre: Kontaminationen, Altlasten).</li> </ul> <p>Der Stoff der Vorlesungen wird in einem Seminar, einer Übung mit der Bearbeitung von Fallbeispielen sowie in 3 Tagesexkursionen vertieft.</p>			

**Studiengang:**
**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

Teilnahmevoraussetzungen	Keine			
Veranstaltungen	Lehrform, Thema, (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]	LP
M 2401 - <b>SS</b>	Vorlesung (dt.) Anthropogene Umwelteinflüsse (30)	1	30	1
M 2402 - <b>SS</b>	Vorlesung (dt.) Stoffkreisläufe (30)	1	30	1
M 2403 - <b>SS</b>	Seminar (dt.) zur Umweltgeologie (30)	2	60	2
M 2404 - <b>SS</b>	Exkursionen Zur Umweltgeologie - 3 Tage (30)	1,6	60	2
Prüfung(en)	Prüfungsform(en)			
	Klausur (90 min. )	benotet		
Studienleistungen				
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	Protokoll zu den Exkursionen M 2404 (12 Seiten)	unbenotet		
Sonstiges	<b>Literatur:</b>  Wird zu Beginn der Veranstaltung verteilt.			

**Studiengang:**
**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

<b>Geologische Naturrisiken</b>				
<b>Modulnummer M 31</b>	<b>Workload 180 h</b>	<b>Umfang 6 LP</b>	<b>Dauer Modul 1 Semester</b>	<b>Turnus Jährlich, Beginn SS</b>
Modulbeauftragter	Prof. Dr. Jean Thein			
Anbietende Lehrereinheit(en)	Geologie			
Beteiligte Dozenten	Miller, Thein, Valdivia-Manchego, NN.			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	MSc Geowissenschaften		Wahlpflicht	3. Semester
Lernziele	Den Studierenden werden Grundlagenkenntnisse zu geologischen Naturrisiken vermittelt. Sie sollen die Beziehungen Mensch-geologische Umwelt verstehen lernen, mit dem Ziel Vorhersagen machen sowie Vermeidungs- und Handlungsstrategien aufzeigen zu können.			
Schlüssel- kompetenzen	Bewertung gesellschaftsrelevanter Fragestellungen  Geländebezogene Umsetzung geowissenschaftlicher Fachkenntnisse			
Inhalte	<p>In diesem Modul sollen die Auswirkungen geologischer Prozesse auf den Menschen ebenso wie Veränderungen der Umwelt, insbesondere der lithosphärischen und hydrosphärischen Kompartimente durch anthropogene Aktivitäten vorgestellt werden.</p> <p>Geologische Prozesse führen, wenn sie unkontrolliert ablaufen zur unmittelbaren Bedrohung des Menschen. Als wichtige, geologiebürtige Naturrisiken spielen Erdbeben, Vulkanausbrüche, Massenbewegungen (u. a. Bergrutsche), sowie neuerdings auch Impacts großer kosmischer Körper auf die Erdoberfläche und die natürliche Strahlenbelastung eine wichtige Rolle. Einen wichtigen Teil des Stoffes nimmt die Vorhersage natürlicher Gefährdungspotentiale, Katastrophen und ihre mögliche Verhinderung ein.</p>			

**Studiengang:**
**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

Teilnahmevoraussetzungen	keine			
Veranstaltungen	Lehrform, Thema, (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]	LP
M 3101- <b>WS</b>	Vorlesung (dt.) Erdbeben (30)	1	30	1
M 3102 - <b>WS</b>	Vorlesung (dt.) Vulkane (30)	1	30	1
M 3103 - <b>WS</b>	Vorlesung (dt.) Impacts (30)	1	30	1
M 3104 - <b>WS</b>	Vorlesung (dt.) Geogene Radioaktivität (30)	1	30	1
M 3105 – <b>WS</b>	Seminar (dt.) zu Naturrisiken (30)	2	60	2
Prüfung(en)	Prüfungsform(en)			
	Seminarvortrag	benotet		
Studienleistungen				
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	schriftliche Ausarbeitung (8 S.)	unbenotet		
Sonstiges	<p><b>Literatur:</b></p> <p>Siehl, A. (Hrsg.) (1996): Umweltradioaktivität – Geologie und Ökologie im Kontext; Ernst &amp; Sohn.</p> <p>Weitere Angaben erfolgen vor Beginn der Veranstaltung</p>			

**Studiengang:**
**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

<b>Quantitative Hydrogeologie</b>				
Modulnummer <b>M 35</b>	Workload <b>180 h</b>	Umfang <b>6 LP</b>	Dauer Modul <b>1 Semester</b>	Turnus <b>Jährlich, Beginn WS</b>
Modulbeauftragter	Prof. Dr. Barbara Reichert			
Anbietende Lehrereinheit(en)	Geologie			
Beteiligte Dozenten	Reichert, Faß, Krämer			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang		Modus	Studiensemester
	MSc Geowissenschaften		Wahlpflicht	3. Semester
Lernziele	Den Studierenden werden fortgeschrittene Methoden in der Hydrogeologie vermittelt. Die Studierenden sollen durch die hier erworbenen Fertigkeiten in der Lage sein, Probleme und Aufgabenstellungen selbstständig wissenschaftlich zu bearbeiten und dadurch erworbene Erkenntnisse in übergeordnete Zusammenhänge einzuordnen sowie bei Bedarf Anwendungs- und Handlungsempfehlungen geben zu können.			
Schlüssel- kompetenzen	Grundwasserressourcen-Mangement,  Bewertung und Interpretation hydrogeologischer Fragestellungen			
Inhalte	In diesem Modul werden komplexe und fortgeschrittene hydrogeologische Methoden vermittelt. Die Charakterisierung von Grundwassersystemen und deren Wechselwirkungen mit ihrer natürlichen und künstlichen Umwelt werden an verschiedenen Fallbeispielen erörtert. Die Planung, Durchführung und Auswertung verschiedener hydrogeologischer Techniken wird anhand von praktischen und theoretischen Übungen vermittelt.			

**Studiengang:**
**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

Teilnahmevoraussetzungen	Modul B 51: Hydrogeologie			
Veranstaltungen	Lehrform, Thema, (Gruppengröße)	SWS	Workload [h]	LP
M 3501 - <b>WS</b>	Vorlesung mit Übung (dt.) (30) Tracerhydrogeologie und Stofftransport	2	60	2
M 3502 - <b>WS</b>	Vorlesung (dt.) (30) Kluft-Grundwasserleiter	2	60	2
M 3503 - <b>WS</b>	Vorlesung mit Übung (dt.) (30) Hydrogeochemische Modellierung	1	30	1
M 3504 - <b>WS</b>	Vorlesung (dt.) (30) Bau & Betrieb von Talsperren	1	30	1
Prüfung(en)	Prüfungsform(en)			
	Klausur (90 min.)	benotet		
Studienleistungen				
u.a. als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	keine			
Sonstiges	<b>Literatur:</b>  Wird zu Beginn der Veranstaltung verteilt.			

**Studiengang:**
**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

<b>Modul V4E1</b>	<b>Numerical Algorithms</b>				
Umfang: 9 LP	Workload: 270 h	Dauer: 1 Semester	Turnus: jedes Wintersemester		
Modulbeauftragte	Krause				
Dozenten	Griebel, Harbrecht, Krause, Kunoth, Rumpf				
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang	Modus			Studiensemester
	Master Mathematics	Wahlpflichtvorlesung, Bereich E			1
Lernziele	Kenntnis der wichtigsten numerischen Algorithmen				
Inhalte	Numerik von Erhaltungsgleichungen oder Numerik von geometrischen Variationsproblemen oder Numerik von Integraltransformationen und Integro-Differentialgleichungen.				
Teilnahmevoraussetzungen	keine				
darüber hinaus vorausgesetzte Vorkenntnisse	Inhalte der Module Algorithmische Mathematik I/II und Einführung in die numerische Mathematik				
Veranstaltungen	Lehrform, Thema	SWS	Workload	LP	
	Vorlesung "Numerical algorithms" mit Übungen	4+2	270	9	
Prüfungsformen	Klausur oder mündliche Prüfung				
Studienleistungen als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	erfolgreiche Teilnahme an den Übungen				
Sonstiges	Literatur: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Golub, Ortega: Scientific Computing, Eine Einführung in das wissenschaftliche Rechnen und Parallele Numerik. Teubner,1996</li> <li>• E. Hairer, S.P. Norsett, G. Wanner: Solving Ordinary Differential Equations I, Springer 1987 und nachfolgende Bände</li> <li>• A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerische Mathematik 1,2, Springer 2002</li> <li>• M. Hanke-Bourgeois, Grundlagen der Numerischen Mathematik und des Wissenschaftlichen Rechnens, Teubner, 2002</li> <li>• W. Hackbusch: Theorie und Numerik elliptischer Differentialgleichungen, Teubner</li> <li>• P. Deuffhard, F. Bornemann, Numerische Mathematik II, de Gruyter, 2002</li> <li>• A. Quarteroni, F. Saleri, Scientific Computing with MATLAB, Springer 2003</li> <li>• A. Meister: Numerik linearer Gleichungssysteme, Vieweg 1999</li> <li>• D. Kröner: Numerical schemes for conservation laws, Wiley-Teubner,1997</li> <li>• R. J. LeVeque: Numerical methods for conservation laws, Birkhuser,1990</li> </ul>				

**Studiengang:**
**M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

<b>Modul V4E2</b>	<b>Numerical Simulation</b>				
Umfang: 9 LP	Workload: 270 h	Dauer: 1 Semester	Turnus: jedes Sommersemester		
Modulbeauftragte	Krause				
Dozenten	Griebel, Harbrecht, Krause, Kunoth, Rumpf				
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang	Modus			Studiensemester
	Master Mathematics	Wahlpflichtvorlesung, Bereich E			2
Lernziele	Kenntnis der wichtigsten Methoden für die Optimierung mit partiellen Differentialgleichungen				
Inhalte	Optimierung mit PDEs: mit und ohne Nebenbedingungen oder Numerik von Integraltransformationen und Integro-Differentialgleichungen oder Numerik von geometrischen Variationsproblemen.				
Teilnahmevoraussetzungen	keine				
darüber hinaus vorausgesetzte Vorkenntnisse	Inhalte aus Algorithmischer Mathematik I/II und Einführung in die numerische Mathematik				
Veranstaltungen	Lehrform, Thema	SWS	Workload	LP	
	Vorlesung "Numerical simulation" mit Übungen	4+2	270	9	
Prüfungsformen	Klausur oder mündliche Prüfung				
Studienleistungen als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	erfolgreiche Teilnahme an den Übungen				
Sonstiges	Literatur: <ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Hairer, S.P. Norsett, G. Wanner: Solving Ordinary Differential Equations I, Springer 1987 und nachfolgende Bände</li> <li>• P. Deuffhard, F. Bornemann, Numerische Mathematik II, de Gruyter, 2002</li> <li>• W. Hackbusch: Theorie und Numerik elliptischer Differentialgleichungen, Teubner</li> <li>• A. Quarteroni, F. Saleri, Scientific Computing with MATLAB, Springer 2003</li> <li>• A. Meister: Numerik linearer Gleichungssysteme, Vieweg 1999</li> <li>• D. Kröner: Numerical schemes for conservation laws, Wiley-Teubner, 1997</li> <li>• R. J. LeVeque: Numerical methods for conservation laws, Birkhuser, 1990</li> </ul>				

**Studiengang:****M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

<b>Modul V4E3</b>	<b>Numerical Methods in Science and Technology</b>				
Umfang: 7 LP	Workload: 210 h	Dauer: 1 Semester	Turnus: nach Bedarf		
Modulbeauftragte	Krause				
Dozenten	Griebel, Harbrecht, Krause, Kunoth, Rumpf				
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang	Modus			Studiensemester
	Master Mathematics	Wahlpflichtvorlesung, Bereich E			2-4
Lernziele	Kenntnisse fortgeschrittener numerischer Methoden				
Inhalte	Numerische Methoden für PDEs oder Modellierung und Simulation von gekoppelten Systemen oder moderne Diskretisierungstechniken und effiziente Lösungsverfahren oder anwendungsorientierte Modellierung und Simulation.				
Teilnahmevoraussetzungen	keine				
darüber hinaus vorausgesetzte Vorkenntnisse	Kenntnis der Inhalte aus Algorithmischer Mathematik I/II und Einführung in die numerische Mathematik.				
Veranstaltungen	Lehrform, Thema	SWS	Workload	LP	
	Vorlesung "Numerical Methods in Science and Technology"	4	210	7	
Prüfungsformen	Klausur oder mündliche Prüfung				
Studienleistungen als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	keine				
Sonstiges	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Hairer, S.P. Norsett, G. Wanner: Solving Ordinary Differential Equations I, Springer 1987 und nachfolgende Bände</li> <li>• P. Deuffhard, F. Bornemann, Numerische Mathematik II, de Gruyter, 2002</li> <li>• W. Hackbusch: Theorie und Numerik elliptischer Differentialgleichungen, Teubner</li> <li>• A. Quarteroni, F. Saleri, Scientific Computing with MATLAB, Springer 2003</li> <li>• A. Meister: Numerik linearer Gleichungssysteme, Vieweg 1999</li> <li>• D. Kröner: Numerical schemes for conservation laws, Wiley-Teubner, 1997</li> <li>• R. J. LeVeque: Numerical methods for conservation laws, Birkhuser, 1990</li> </ul>				

Dieses Modul wird im freien Wahlpflichtbereich des Studiengangs Master in Physik der Erde und der Atmosphäre mit 9 LP bewertet

**Studiengang:****M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

<b>Modul V5E1</b>	<b>Advanced Topics in Scientific Computing</b>			
Umfang: 7 LP	Workload: 210 h	Dauer: 1 Semester	Turnus: alle ein bis zwei Jahre	
Modulbeauftragte	Krause			
Dozenten	Griebel, Harbrecht, Krause, Kunoth, Rumpf			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang	Modus		Studiensemester
	Master Mathematics	Wahlpflichtvorlesung, Bereich E		1-4
Lernziele	Kenntnis fortgeschrittener Themen des Wissenschaftlichen Rechnens			
Inhalte	Inhalte können z.B. sein: Hierarchische Strukturen in der numerischen Analysis, Multiskalenmodellierung- und methoden, moderne Diskretisierungstechniken, Numerische Methoden in der Finanzmathematik, Visualisierungsmethoden, effiziente iterative Lösungstechniken			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
darüber hinaus vorausgesetzte Vorkenntnisse	Inhalte der Module Algorithmische Mathematik I/II und Einführung in die numerische Mathematik			
Veranstaltungen	Lehrform, Thema	SWS	Workload	LP
	Vorlesung "Advanced topics in scientific computing"	4	210	7
Prüfungsformen	Klausur oder mündliche Prüfung			
Studienleistungen als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	keine			
Sonstiges				

Dieses Modul wird im freien Wahlpflichtbereich des Studiengangs Master in Physik der Erde und der Atmosphäre mit 9 LP bewertet

**Studiengang:****M.Sc. Physik der Atmosphäre und der Erde**

<b>Modul V5E1</b>	<b>Advanced Topics in Scientific Computing</b>			
Umfang: 7 LP	Workload: 210 h	Dauer: 1 Semester	Turnus: alle ein bis zwei Jahre	
Modulbeauftragte	Krause			
Dozenten	Griebel, Harbrecht, Krause, Kunoth, Rumpf			
Verwendbarkeit des Moduls	Studiengang	Modus		Studiensemester
	Master Mathematics	Wahlpflichtvorlesung, Bereich E		1-4
Lernziele	Kenntnis fortgeschrittener Themen des Wissenschaftlichen Rechnens			
Inhalte	Inhalte können z.B. sein: Hierarchische Strukturen in der numerischen Analysis, Multiskalenmodellierung- und methoden, moderne Diskretisierungstechniken, Numerische Methoden in der Finanzmathematik, Visualisierungsmethoden, effiziente iterative Lösungstechniken			
Teilnahmevoraussetzungen	keine			
darüber hinaus vorausgesetzte Vorkenntnisse	Inhalte der Module Algorithmische Mathematik I/II und Einführung in die numerische Mathematik			
Veranstaltungen	Lehrform, Thema	SWS	Workload	LP
	Vorlesung "Advanced topics in scientific computing"	4	210	7
Prüfungsformen	Klausur oder mündliche Prüfung			
Studienleistungen als Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung	keine			
Sonstiges				

Dieses Modul wird im freien Wahlpflichtbereich des Studiengangs Master in Physik der Erde und der Atmosphäre mit 9 LP bewertet