



Modulhandbuch
Gemeinsamer Masterstudiengang
Geophysics (Master of Science, M.Sc.)
von Ludwig-Maximilians-Universität
und Technischer Universität München
(120 ECTS-Punkte)

Auf Basis der Prüfungs- und Studienordnung vom 30. Oktober 2007

88/066/---/M0/H/2007

Stand: 24.07.2014

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und Erklärungen.....	3
Modul: P 1 Mathematisch-physikalische Grundlagen.....	4
Modul: P 2 Geophysikalische Grundlagen.....	7
Modul: P 3 Werkzeuge.....	10
Modul: P 4 Geophysikalische Vertiefung.....	13
Modul: WP 1 Vertiefung: Geodynamik.....	15
Modul: WP 2 Vertiefung: Seismologie.....	18
Modul: WP 3 Vertiefung: Paläo- und Geomagnetismus.....	21
Modul: WP 4 Geochemie und Geomaterialien.....	24
Modul: WP 5 Angewandte und industrielle Geophysik.....	26
Modul: WP 6 ESPACE.....	29
Modul: P 5 Selbständiges wissenschaftliches Arbeiten.....	32

Abkürzungen und Erklärungen

CP	Credit Points, ECTS-Punkte
ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
h	Stunden
SS	Sommersemester
SWS	Semesterwochenstunden
WS	Wintersemester

1. Die Beschreibung der zugeordneten Modulteile erfolgt hinsichtlich der jeweiligen Angaben zu ECTS-Punkten folgendem Schema: Nicht eingeklammerte ECTS-Punkte werden mit Bestehen der zugehörigen Modulprüfung oder Modulteilprüfung vergeben. Eingeklammerte ECTS-Punkte dienen lediglich der rechnerischen Zuordnung.
2. Bei den Angaben zum Zeitpunkt im Studienverlauf kann es sich in Abhängigkeit von den Angaben der Anlage 2 der Prüfungs- und Studienordnung um feststehende Regelungen oder um bloße Empfehlungen handeln. Im Modulhandbuch wird dies durch die Begriffe "Regelsemester" und "Empfohlenes Semester" kenntlich gemacht.
3. Bitte beachten Sie: Das Modulhandbuch dient einer Orientierung für Ihren Studienverlauf. Für verbindliche Regelungen konsultieren Sie bitte ausschließlich die Prüfungs- und Studienordnung in ihrer jeweils geltenden Fassung. Diese finden Sie auf www.lmu.de/studienangebot unter Ihrem jeweiligen Studiengang.

Modul: P 1 Mathematisch-physikalische Grundlagen

Zuordnung zum Studiengang

Masterstudiengang: Geophysics (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Vorlesung	P 1.1 Mathematik in der Geophysik (Vorlesung)	WS	60 h (4 SWS)	120 h	6
Übung	P 1.2 Mathematik in der Geophysik (Übung)	WS	30 h (2 SWS)	30 h	2
Vorlesung	P 1.3 Statistik in der Geophysik (Vorlesung)	WS	30 h (2 SWS)	60 h	3
Übung	P 1.4 Statistik in der Geophysik (Übung)	WS	15 h (1 SWS)	15 h	1
Vorlesung	P 1.5 Erdrotation und Physik der festen Erde (Vorlesung)	WS	45 h (3 SWS)	75 h	4
Übung	P 1.6 Erdrotation und Physik der festen Erde (Übung)	WS	30 h (2 SWS)	30 h	2

Im Modul müssen insgesamt 18 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 14 Semesterwochenstunden. Inklusiv Selbststudium sind etwa 540 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls

Pflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

keine

Wahlpflichtregelungen

keine

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Zeitpunkt im Studienverlauf

Regelsemester: 1

Dauer

Das Modul erstreckt sich über 1 Semester.

Inhalte

Dieses Modul vermittelt einerseits breit vertieftes Grundlagenwissen in den Gebieten mehrdimensionale Analysis, Optimierung und Approximationstheorie und der physikalischen Modellierung. Daneben spielen statistische Methoden zur Verarbeitung und Interpretation von Messdaten eine wesentliche Rolle in der geophysikalischen Forschung und Anwendung. Dieses Modul vermittelt daher entsprechende Techniken aus dem Gebiet Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie. Daneben werden fortgeschrittene Modelle zum inneren Aufbau der Erde, die zugrunde liegenden Prozesse und Materialien sowie die möglichen Observablen für diese Modelle vorgestellt.

P1.1/1.2 Mathematik in der Geophysik

- Koordinatentransformationen (Polar-, Zylinder-, Kugelkoordinaten)
- Vektoranalysis (Differentialoperatoren und zentrale Theoreme)
- Partiellen Differentialgleichungen (Modellierung, Klassifikation, Charakteristiken, Eigenschaften, klassische Lösungsverfahren)
- Greensche Funktionen
- Eigenmoden, Spezielle Funktionen (Bessel- und Legendrefunktionen)
- Approximationsverfahren (Fourierreihen, Entwicklung nach Kugelfunktionen)
- Literatur:
 - Roel Snieder, *A Guided Tour of Mathematical Methods for the Physical Sciences*, Cambridge University Press
 - Yehuda Pinchover und Jacob Rubinstein, *An Introduction to Partial Differential Equations*, Cambridge University Press

P1.3/1.4 Statistik in der Geophysik

- Deskriptive Statistik
- Bedingte Wahrscheinlichkeiten und Satz von Bayes
- Verteilungen, Erwartungswert und Varianz
- Testen (T-Test, unverbundene + verbundene Stichproben, nicht-parametrische Tests)
- Regression (Lineare Regression, Logistische Regression, Poissonregression)
- Praktische Übungen mit dem Programm R
- Literatur:
 - Den Studierenden wird das Vorlesungsskript zur Verfügung gestellt
 - Brian S. Everitt und Torsten Hothorn, *A Handbook of Statistical Analyses Using R*, Crc Pr Inc

P1.5/1.6 Erdrotation und Physik der festen Erde

- fortgeschrittene Modelle zum inneren Aufbau der Erde
- Massen- und Energietransport
- Eigenschaften elastischer Materialien bei hohen Drücken und Temperaturen
- Einfluss großskaliger planetarer dynamischer Prozesse auf geodätische Observablen, (Gravitation und Rotation)
- Literatur:
 - Brian Kennett und Hans-Peter Bunge, *Geophysical Continua*, Cambridge University Press

Qualifikationsziele	<p>Ziel des Moduls ist es, den Studierenden das theoretische Rüstzeug für das Verständnis und die kritische Interpretation moderner geophysikalischer Modelle und Verfahren an die Hand zu geben.</p> <p>Nach erfolgreicher Teilnahme an dem Modul ist der/die Studierende in der Lage die mathematischen und statistischen Grundzüge der modernen Geophysik nachzuvollziehen und die entsprechenden Techniken anzuwenden. Die Studierenden werden hierdurch in die Lage versetzt, sich in vertiefenden Modulen kritisch mit den Inhalten und Lehrmeinungen des Fachgebietes auseinanderzusetzen, sowie sich selbständig weiterführende Techniken anzueignen und Schlußfolgerungen aus geophysikalischen Modellen zu ziehen bzw. diese zu hinterfragen.</p>
Form der Modulprüfung	<p>Modulteilprüfungen in den jeweiligen Veranstaltungen durch eine Klausur (Dauer 90 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer 30 Minuten)</p> <p>Die Prüfungsform wird am Anfang des Semesters bekannt gegeben.</p>
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Marcus Mohr, Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Ludwig-Maximilians-Universität München
Unterrichtssprache(n)	Englisch
Sonstige Informationen	

Modul: P 2 Geophysikalische Grundlagen

Zuordnung zum Studiengang

Masterstudiengang: Geophysics (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Vorlesung	P 2.1 Einführung in die Erdwissenschaften	WS	60 h (4 SWS)	120 h	6
Vorlesung	P 2.2 Physikalische Eigenschaften von Gesteinen (Vorlesung)	WS	30 h (2 SWS)	90 h	4
Übung	P 2.3 Physikalische Eigenschaften von Gesteinen (Übung)	WS	30 h (2 SWS)	30 h	2
Praktikum	P 2.4 Datenerhebung und -analyse in der Geophysik (Praktikum)	SS	45 h (3 SWS)	135 h	6

Im Modul müssen insgesamt 18 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 11 Semesterwochenstunden. Inklusiv Selbststudium sind etwa 540 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls

Pflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

keine; siehe aber "Sonstige Informationen"

Wahlpflichtregelungen

keine

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Zeitpunkt im Studienverlauf

Regelsemester: 1

Dauer

Das Modul erstreckt sich über 2 Semester.

Inhalte

Dieses Modul hat die Anwendung physikalischer Methoden zur Lösung von Problemen in den Erdwissenschaften auf verschiedensten räumlichen und zeitlichen Skalen zum Inhalt. Schwerpunkte hierbei sind die Einführung der verschiedenen beteiligten Systeme (Atmosphäre, Ozeane, Erdinneres), deren Interaktion, komplexe Modelle des Deformationsverhaltens von Gesteinen, sowie Verfahren zur Erfassung und Verarbeitung von Messdaten.

P2.1 Einführung in die Erdwissenschaften

- Die Komponenten des Systems Erde (Atmosphäre, Ozeane, Kryosphäre, Feste Erde)
- Prozesse in diesem System und deren Wechselwirkungen

-
- geophysikalischen und geochemischen Parameter, innere und äußere Kräfte wie Gravitationskräfte, Magnetfelder und Tiden
 - Grundlagen der Modellierung und Verfahren und Sensoren zur Erdbeobachtung mittels Satelliten

P2.2/2.3 Physikalische Eigenschaften von Gesteinen

- Komplexe Modelle des Deformationsverhaltens von Gesteinen
- Zusammenhang zwischen Spannung und Deformation
- Fortgeschrittene Konzepte zur Rheologie, angewandt auf eine breite Palette von Zeitskalen der Deformation
- Entwicklung von Gesteinsstrukturen auf der Mikro- und Mesoebene
- Auswirkungen der Konzepte auf die Verformungsgeschichte tektonischer Gebilde

P2.4 Datenerhebung und -analyse in der Geophysik

- Messungen von seismischen, magnetischen und Gravitationsgrößen
- Grundlagen der Spektralanalyse
- Grundlagen der Filtertheorie
- Grundlagen geophysikalischer Instrumente
- Kalibration geophysikalischer Instrumente, Instrumentenkorrektur

Qualifikationsziele

Ziel des Moduls ist es, den Studierenden die breite Palette von Prozessen, die an geophysikalischen Abläufen beteiligt sind, aufzuzeigen. Hierdurch werden die Studierenden in die Lage versetzt, die betreffende prozessuale Komplexität zu erfassen, sowie entsprechende Komponenten zu identifizieren und zu interpretieren.

Desweiteren sind sie nach erfolgreicher Teilnahme befähigt, die zur Lösung von spezifischen Fragestellungen notwendigen Methoden zu identifizieren (seismische, erdmagnetische, geoelektrische, u.a. Verfahren) und die dazugehörigen physikalischen Prinzipien zu beschreiben. Studierende können Gesteinsstrukturen und -eigenschaften mit Prozessen in Verbindung bringen. Sie sind mit den in den Erdwissenschaften gebräuchlichen Methoden zur Messgrößenerfassung und Techniken zur Analyse der entsprechenden Messgrößen vertraut und können diese anwenden. Studierende können die Grundlagen der Daten- und Spektralanalyse benennen und mit Hilfe von entsprechenden Rechenverfahren geowissenschaftliche Daten bearbeiten, analysieren und interpretieren.

Form der Modulprüfung	<p>Modulteilprüfungen in den jeweiligen Veranstaltungen; P2.1: Klausur (Dauer 60 - 180 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer 20 - 60 Minuten); P2.2/P2.3.2 Klausur (Dauer 60 - 90 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer 30 Minuten)</p> <p>Die Prüfungsform für P2.1 und P2.2/P2.3 wird am Anfang des Semesters bekannt gegeben.</p> <p>P2.4 wissenschaftliches Protokoll (ca. 7.500 Wörter) und Referate (Dauer 30 Minuten)</p>
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Heiner Igel, Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Ludwig-Maximilians-Universität München
Unterrichtssprache(n)	Englisch
Sonstige Informationen	Die Veranstaltung P2.1 Einführung in die Erdwissenschaften ist unter dem Titel Introduction to Earth System Science Teil des Masterstudiengangs Earth Oriented Space Science (ESPACE) der Technischen Universität München.

Modul: P 3 Werkzeuge

Zuordnung zum Studiengang

Masterstudiengang: Geophysics (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Vorlesung	P 3.1 Numerische Methoden der Geophysik (Vorlesung)	SS	30 h (2 SWS)	90 h	4
Übung	P 3.2 Numerische Methoden der Geophysik (Übung)	SS	30 h (2 SWS)	30 h	2
Vorlesung	P 3.3 Programmieren für Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler (Vorlesung)	SS	30 h (2 SWS)	60 h	3
Übung	P 3.4 Programmieren für Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler (Übung)	SS	30 h (2 SWS)	30 h	2
Vorlesung	P 3.5 Signalverarbeitung (Vorlesung)	WS	30 h (2 SWS)	60 h	3
Übung	P 3.6 Signalverarbeitung (Übung)	WS	15 h (1 SWS)	15 h	1

Im Modul müssen insgesamt 15 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 11 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 450 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls

Pflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

keine; siehe aber "Sonstige Informationen"

Wahlpflichtregelungen

keine

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Zeitpunkt im Studienverlauf

Regelsemester: 2

Dauer

Das Modul erstreckt sich über 2 Semester.

Inhalte

Die Veranstaltungen dieses Moduls zielen auf die Vermittlung von breitem Grundlagenwissen in drei für die Anwendung von Computern in der Geophysik wesentlichen Bereichen ab. Dies sind erstens Algorithmen der numerischen Mathematik zur Darstellung und Auswertung physikalischer Modelle auf Computern, zweitens die effiziente und fehlerfreie Umsetzung dieser Algorithmen in Computerprogramme und drittens Techniken aus dem Bereich der Signalverarbeitung.

P3.1/P3.2 Numerische Methoden der Geophysik

- Grundkonzepte numerischer Algorithmen; (asymptotische) Komplexität
- Rundungsfehleranalyse; Kondition
- Polynominterpolation
- Data Fitting und Least Squares Probleme
- Diskretisierungsverfahren für partielle Differentialgleichungen
- Literatur:
 - Den Studierenden wird das Vorlesungsskript zur Verfügung gestellt

P3.3/P3.4 Programmieren für Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler

- Aufbau moderner Rechenanlagen
- Geschichte und Klassifikation der Programmiersprachen
- Darstellung numerischer Daten auf Rechenanlagen
- Programmierung in Fortran
- Klassische und spezielle Datenstrukturen für das wissenschaftliche Rechnen; ausgewählte Algorithmen
- Automatisierte Buildtools und Versionskontrolle
- Preprocessing
- Literatur:
 - Den Studierenden wird das Vorlesungsskript zur Verfügung gestellt

P3.5/3.6 Signalverarbeitung

- Einsatz von komplexen Zahlen in der Signalverarbeitung
- Signale in Zeit-/Raum- und Frequenzbereich (kontinuierlich, diskret)
- Faltung von Signalen
- Lineare zeitinvariante Systeme
- Zufallssignale, Signalrekonstruktion und Interpolation
- Literatur:
 - Bracewell, RN, The Fourier Transform and its Applications, McGraw Hill, New York, 1965
 - Marko H, Methoden der Systemtheorie, Springer, 1982
 - Hänslers E, Statistische Signale, Springer, 1997
 - Gaskill JD, Linear Systems, Fourier Transforms, and Optics, John Wiley & Sons, 1976

Qualifikationsziele

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, geophysikalische Standardmodelle auf Rechenanlagen zu implementieren, zu evaluieren, verschiedene solcher Implementierungen zu

	<p>vergleichen und die gängigen Softwarepakete zur numerischen Simulation anzuwenden.</p> <p>Desweiteren können sie vertiefte theoretische Grundlagen der Systemtheorie und Signalverarbeitung erklären, das Zusammenspiel zwischen Raum-/Zeitbereich und Frequenzbereich bewerten und Methoden der Signalverarbeitung auf Datensätze anzuwenden.</p>
Form der Modulprüfung	<p>Modulteilprüfungen in den jeweiligen Veranstaltungen durch eine Klausur (Dauer 90 - 120 Minuten für P3.1/P3.2 und P3.3/P3.4 bzw. 45 - 90 Minuten für P3.5/3.6) oder mündliche Prüfung (Dauer 30 Minuten)</p> <p>Die Prüfungsform wird am Anfang des Semesters bekannt gegeben.</p>
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Marcus Mohr, Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Ludwig-Maximilians-Universität München
Unterrichtssprache(n)	Englisch
Sonstige Informationen	Die Veranstaltung P3.5/3.6 Signalverarbeitung bildet das Modul Systemtheorie und Signalverarbeitung (BV290010) in den Masterstudiengängen "Geodäsie und Geoinformation" und "Umweltingenieurwesen" der Technischen Universität München. Sie bildet eine Veranstaltung im Modul Signal Processing and Microwave Remote Sensing (BV290016) im Masterstudiengang "Earth Oriented Space Science" (ESPACE) der Technischen Universität München.

Modul: P 4 Geophysikalische Vertiefung

Zuordnung zum Studiengang

Masterstudiengang: Geophysics (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Vorlesung	P 4.1 Geodynamik	SS	30 h (2 SWS)	60 h	(3)
Vorlesung	P 4.2 Seismologie	SS	30 h (2 SWS)	60 h	(3)
Vorlesung	P 4.3 Paläo- und Erdmagnetismus (Vorlesung)	SS	15 h (1 SWS)	45 h	(2)
Praktikum	P 4.4 Paläo- und Erdmagnetismus (Praktikum)	SS	15 h (1 SWS)	15 h	(1)

Im Modul müssen insgesamt 9 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 6 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 270 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls

Pflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

keine; siehe aber "Sonstige Informationen"

Wahlpflichtregelungen

keine

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Zeitpunkt im Studienverlauf

Regelsemester: 2

Dauer

Das Modul erstreckt sich über 1 Semester.

Inhalte

Dieses Modul vermittelt den Studierenden Kenntnisse moderner quantitativer Verfahren geophysikalischer Abläufe und deren Beschreibung sowie deren Anwendung. Dies beinhaltet Themen wie Potentialmethoden, partielle Differentialgleichungen, numerische Simulation komplexer (nicht-linearer) geophysikalischer Prozesse mittels Techniken des Hochleistungsrechnens und der Datenverarbeitung einschließlich Konzepten zur Datenassimilierung, Optimierung und Inversion.

P4.1 Geodynamik

- moderner Konzepte der Fluidodynamik
- deren Bedeutung für internen Struktur und Dynamik der Erde
- geologische und geodätischer Zwangsbedingungen für die Struktur und Entwicklung der tiefen Erde

P4.2 Seismologie

- Inverse Probleme der Geophysik und Seismologie

- Theorie linearer inverser Probleme
- Bestimmtheit und Kondition
- Modellierung von Meßfehlern und Störungen
- Least Squares Optimierung
- Regularisierungsverfahren (Tikhonov)
- Computerübungen zur Erdbebenlokalisierung
- Computerübungen zur seismischen Tomographie
- Literatur:
 - Menke, *Geophysical Data Analysis: Discrete Inverse Theory*, Academic Press

P4.3/4.4 Paläo- und Erdmagnetismus

- Quellen der magnetischer Remanenz
- Informationsgehalt der magnetischen Signatur von Gesteinen (Frequenz der Feldumkehr, Feldanomalien, Kontinentaldrift, Polwanderung und andere geologische Phänomene)
- Aufzeichnungen des (historischen) Erdmagnetfelds durch Messstationen und Satelliten
- Feldexkursionen und Laborarbeit (Entnahme und Orientierung von Bohrkernen, Bestimmung der magnetische Remanenz im Labor)
- Interpretation der gewonnenen Daten

Qualifikationsziele	Nach erfolgreichem Abschluß des Moduls besitzen die Studierenden ein breites, detailliertes und kritisches Verständnis auf dem neuesten Stand des Wissens in diesem Bereich. Sie sind in der Lage die Besonderheiten, Grenzen, Terminologien und Lehrmeinungen dieses Lerngebiets zu definieren und zu interpretieren.
Form der Modulprüfung	Klausur (Dauer 90 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer 30 Minuten) Die Prüfungsform wird am Anfang des Semesters bekannt gegeben.
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Hans-Peter Bunge, Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Ludwig-Maximilians-Universität München
Unterrichtssprache(n)	Englisch
Sonstige Informationen	

Modul: WP 1 Vertiefung: Geodynamik

Zuordnung zum Studiengang

Masterstudiengang: Geophysics (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Vorlesung	WP 1.1 Moderne Geodynamik	SS	30 h (2 SWS)	60 h	(3)
Kolloquium	WP 1.3 Geophysikalisches Kolloquium 1	SS	15 h (1 SWS)	15 h	(1)
Seminar	WP 1.4 Aktuelle Fragestellungen der Geodynamik	WS	30 h (2 SWS)	90 h	(4)
Vorlesung	WP 1.2 Interdisziplinäre Geophysik 1	WS	30 h (2 SWS)	30 h	(2)
Übung	WP 1.5 Wissenschaftliche Arbeitstechniken 1	WS	30 h (2 SWS)	30 h	(2)

Im Modul müssen insgesamt 12 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 9 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 360 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls

Wahlpflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

keine

Wahlpflichtregelungen

Das Modul kann unter Beachtung folgender Regeln gewählt werden: Aus den Wahlpflichtmodulen WP 1 bis WP 3 (Bereich "Vertiefung") ist ein Wahlpflichtmodul zu wählen.

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Zeitpunkt im Studienverlauf

Empfohlenes Semester: 2

Dauer

Das Modul erstreckt sich über 2 Semester.

Inhalte

Dieses Modul hat eine breite Palette von geophysikalischen und geologischen Beobachtungen im Kontext der zugrunde liegenden geodynamischen Abläufe zum Inhalt. Besonderer Wert wird hierbei auf globale Prozesse in der Erdkruste und der tiefen Erde gelegt. Wo solche bestehen, werden die Verbindungen zu vergleichbaren Prozessen bei erdähnlichen Planeten aufgezeigt.

WP1.1 Moderne Geodynamik

- quantitative Konzepte der Fluidodynamik und der Elastizitätstheorie
- raum-zeitliche Skalen der Deformation des Erdinneren und Skalierungsanalysen
- relevante dimensionslose physikalische Größen

-
- Nebenbedingungen geologischer und geodätischer Natur für die Ableitung der Struktur der Evolution der tiefen Erde

WP1.2 Geophysikalisches Kolloquium 1

Dieses Kolloquium besteht aus einer Reihe von Vorträgen verschiedener Wissenschaftlerinnen bzw. Wissenschaftler. Es dient dazu, den Studierenden das breite Spektrum aktueller Fragestellungen innerhalb des Departments und auf internationaler Ebene aufzuzeigen und sie damit bei der Wahl eines Themas für ihre Masterarbeit und spätere Doktorarbeit zu unterstützen.

WP1.3 Aktuelle Fragestellungen der Geodynamik

Diese Veranstaltung behandelt aktuelle Fragestellungen aus der geodynamischen Fachliteratur. Sie dient dazu, die Studierenden an die laufenden Forschungsprojekte in der Arbeitsgruppe Geodynamik heranzuführen, um sie auf die Wahl eines Themas für ihre Masterarbeit und/oder Doktorarbeit vorzubereiten.

WP1.4 Interdisziplinäre Geophysik 1

Diese Veranstaltung kann aus einem wechselnden Angebot gewählt werden. Die konkreten Inhalte sind damit veranstaltungsabhängig. Allen angebotenen Veranstaltungen ist gemeinsam, daß sie sich mit aktuellen Fragestellungen aus den Bereichen Paläo- und Geomagnetismus, Seismologie, Physik von Gesteinen und Mineralien, Risikoanalyse oder Geodynamik beschäftigen. Themenbereiche, die behandelt werden, sind quantitative Verfahren und technische Konzepte, welche zur Beschreibung des Erdmagnetfelds, tektonischer Deformationen und seismischer Wellenausbreitung dienen. Besonderer Wert wird hierbei auf die Darstellung der Querbeziehungen zwischen den betroffenen Forschungsfeldern gelegt.

WP1.5 Wissenschaftliche Arbeitstechniken 1

Dieser Kurs vermittelt Studierenden Fähigkeiten, welche sie zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten und zur Präsentation ihrer Ergebnisse benötigen. Themenbereiche sind das Schreiben wissenschaftlicher Publikationen (technisch und inhaltlich), das Erstellen und Halten von Vorträgen sowie Literaturrecherche und die Benutzung geophysikalischer Datenbanken.

Qualifikationsziele

Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls könne die Studierenden selbständig Arbeiten im Bereich der Geodynamik durchführen. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit die komplexen Konzepte der modernen Geophysik zu integrieren und auf aktuelle Forschungsfragen anzuwenden. Studierende haben das Rüstzeug, um wissenschaftliche Arbeiten durchzuführen, Referenzen zu

	vorigen Arbeiten adäquat darzustellen, und die Ergebnisse in schriftlicher und mündlicher Form zu präsentieren.
Form der Modulprüfung	Klausur (Dauer 90 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer 30 - 60 Minuten) Die Prüfungsform wird am Anfang des Semesters bekannt gegeben.
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Hans-Peter Bunge, Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Ludwig-Maximilians-Universität München
Unterrichtssprache(n)	Englisch
Sonstige Informationen	

Modul: WP 2 Vertiefung: Seismologie

Zuordnung zum Studiengang

Masterstudiengang: Geophysics (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Vorlesung	WP 2.1 Moderne Seismologie	SS	30 h (2 SWS)	60 h	(3)
Kolloquium	WP 2.3 Geophysikalisches Kolloquium 2	SS	15 h (1 SWS)	15 h	(1)
Seminar	WP 2.4 Aktuelle Fragestellungen der Seismologie	WS	30 h (2 SWS)	90 h	(4)
Vorlesung	WP 2.2 Interdisziplinäre Geophysik 2	WS	30 h (2 SWS)	30 h	(2)
Übung	WP 2.5 Wissenschaftliche Arbeitstechniken 2	WS	30 h (2 SWS)	30 h	(2)

Im Modul müssen insgesamt 12 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 9 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 360 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls

Wahlpflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

keine

Wahlpflichtregelungen

Das Modul kann unter Beachtung folgender Regeln gewählt werden: Aus den Wahlpflichtmodulen WP 1 bis WP 3 (Bereich "Vertiefung") ist ein Wahlpflichtmodul zu wählen.

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Zeitpunkt im Studienverlauf

Empfohlenes Semester: 2

Dauer

Das Modul erstreckt sich über 2 Semester.

Inhalte

Dieses Modul vermittelt den Studierenden einen konzentrierten Überblick über aktuelle wissenschaftliche Methoden der Seismologie und deren Anwendung auf Fragestellungen im Zusammenhang mit seismischen Quellen und der Rekonstruktion des Aufbaus des Erdinneren.

WP2.1 Moderne Seismologie

In dieser Vorlesung werden moderne Verfahren der Seismologie und deren Anwendung auf geowissenschaftliche Forschungsthemen vermittelt. Dazu gehören

- Lineare Elastizitätstheorie
- Theoretische Grundlagen der seismischen

Wellenausbreitung

- Physikalische Modelle für Erdbebenquellen
- Rechentechnische Verfahren zur Berechnung von Laufzeiten und vollständigen Seismogrammen
- Numerische Lösungen der elastischen Wellengleichung
- Forschungsthemen der Seismologie und deren Bezug zur Methodik

WP2.2 Geophysikalisches Kolloquium 2

Dieses Kolloquium besteht aus einer Reihe von Vorträgen verschiedener Wissenschaftlerinnen bzw. Wissenschaftler. Es dient dazu, den Studierenden das breite Spektrum aktueller Fragestellungen innerhalb des Departments und auf internationaler Ebene aufzuzeigen und sie damit bei der Wahl eines Themas für ihre Masterarbeit und spätere Doktorarbeit zu unterstützen.

WP2.3 Aktuelle Fragestellungen der Seismologie

Diese Veranstaltung behandelt aktuelle Fragestellungen aus der seismischen Fachliteratur. Sie dient dazu, die Studierenden an die laufenden Forschungsprojekte in der Arbeitsgruppe Seismologie heran zuführen, um sie auf die Wahl eines Themas für ihre Masterarbeit und/oder Doktorarbeit vorzubereiten.

WP2.4 Interdisziplinäre Geophysik 2

Diese Veranstaltung kann aus einem wechselnden Angebot gewählt werden. Die konkreten Inhalte sind damit veranstaltungsabhängig. Allen angebotenen Veranstaltungen ist gemeinsam, daß sie sich mit aktuellen Fragestellungen aus den Bereichen Paläo- und Geomagnetismus, Seismologie, Physik von Gesteinen und Mineralien, Risikoanalyse oder Geodynamik beschäftigen. Themenbereiche, die behandelt werden, sind quantitative Verfahren und technische Konzepte, welche zur Beschreibung des Erdmagnetfelds, tektonischer Deformationen und seismischer Wellenausbreitung dienen. Besonderer Wert wird hierbei auf die Darstellung der Querbeziehungen zwischen den betroffenen Forschungsfeldern gelegt.

WP2.5 Wissenschaftliche Arbeitstechniken 2

Dieser Kurs vermittelt Studierenden Fähigkeiten, welche sie zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten und zur Präsentation ihrer Ergebnisse benötigen. Themenbereiche sind das Schreiben wissenschaftlicher Publikationen (technisch und inhaltlich), das Erstellen und Halten von Vorträgen sowie Literaturrecherche und die Benutzung geophysikalischer Datenbanken.

Qualifikationsziele	Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls könne die Studierenden selbständig Arbeiten im Bereich der Seismologie durchführen. Dazu gehören die kompetente Verarbeitung seismologischer Beobachtungen und deren Interpretation bezüglich geowissenschaftlicher Fragestellungen. Die Studierenden verstehen die Grundlagen der Inversionsproblematik für seismische Quellen und die Struktur der geophysikalischen Parameter des Erdinnern. Studierende haben das Rüstzeug, um wissenschaftliche Arbeiten durchzuführen, Referenzen zu vorigen Arbeiten adäquat darzustellen, und die Ergebnisse in schriftlicher und mündlicher Form zu präsentieren.
Form der Modulprüfung	Klausur (Dauer 90 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer 30 - 60 Minuten) Die Prüfungsform wird am Anfang des Semesters bekannt gegeben.
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Heiner Igel, Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Ludwig-Maximilians-Universität München
Unterrichtssprache(n)	Englisch
Sonstige Informationen	

Modul: WP 3 Vertiefung: Paläo- und Geomagnetismus

Zuordnung zum Studiengang

Masterstudiengang: Geophysics (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Vorlesung	WP 3.1 Moderner Paläo- und Geomagnetismus	SS	30 h (2 SWS)	60 h	(3)
Kolloquium	WP 3.3 Geophysikalisches Kolloquium 3	SS	15 h (1 SWS)	15 h	(1)
Seminar	WP 3.4 Aktuelle Fragestellungen des Paläo- und Geomagnetismus	WS	30 h (2 SWS)	90 h	(4)
Vorlesung	WP 3.2 Interdisziplinäre Geophysik 3	WS	30 h (2 SWS)	30 h	(2)
Übung	WP 3.5 Wissenschaftliche Arbeitstechniken 3	WS	30 h (2 SWS)	30 h	(2)

Im Modul müssen insgesamt 12 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 9 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 360 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls

Wahlpflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

keine

Wahlpflichtregelungen

Das Modul kann unter Beachtung folgender Regeln gewählt werden: Aus den Wahlpflichtmodulen WP 1 bis WP 3 (Bereich "Vertiefung") ist ein Wahlpflichtmodul zu wählen.

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Zeitpunkt im Studienverlauf

Empfohlenes Semester: 2

Dauer

Das Modul erstreckt sich über 2 Semester.

Inhalte

Dieses Modul vermittelt den Studierenden einen Überblick über eine große Zahl von Themenbereichen den Gesteins-, Paläo- und Geomagnetismus betreffend. Dies beinhaltet das Verständnis des Ursprungs der remanenten Magnetisierung in Gesteinen und Mineralien, die Entstehung magnetischer Felder, die zeitliche Veränderung des Erdmagnetfeldes und die Grundlagen paläogeographischer Rekonstruktionen sowie die Anwendung paläomagnetischer Methoden zur Lösung tektonischer Probleme.

WP3.1 Moderner Paläo- und Geomagnetismus

- Magnetismus in Festkörpern (Diamagnetismus,

Paramagnetismus, Ferromagnetismus) in Festkörpern in Theorie und Experiment

- Quantifizierung magnetischer Eigenschaften von Mineralien und Gesteinen (Single- vs. Multi-Domain, Korngröße, Oxidation)
- Ursprung und Stabilität der remanenten Magnetisierung in Gesteinen
- Anwendung paläomagnetischer Methoden zum Verständnis von geologischen Prozessen (Plattentektonik, Gebirgsbildung, usw.) durch die remanente Magnetisierung von Gesteinen
- Quantifizierung vergangener und aktueller magnetischer Felder durch mathematische und experimentelle Ansätze

WP3.2 Geophysikalisches Kolloquium 3

Dieses Kolloquium besteht aus einer Reihe von Vorträgen verschiedener Wissenschaftlerinnen bzw. Wissenschaftler. Es dient dazu, den Studierenden das breite Spektrum aktueller Fragestellungen innerhalb des Departments und auf internationaler Ebene aufzuzeigen und sie damit bei der Wahl eines Themas für ihre Masterarbeit und spätere Doktorarbeit zu unterstützen.

WP3.3 Aktuelle Fragestellungen des Paläo- und Geomagnetismus

Diese Veranstaltung behandelt aktuelle Fragestellungen aus der paläo- und geomagnetischen Fachliteratur. Sie dient dazu, die Studierenden an die laufenden Forschungsprojekte in der Arbeitsgruppe Erdmagnetismus heranzuführen, um sie auf die Wahl eines Themas für ihre Masterarbeit und/oder Doktorarbeit vorzubereiten.

WP3.4 Interdisziplinäre Geophysik 3

Diese Veranstaltung kann aus einem wechselnden Angebot gewählt werden. Die konkreten Inhalte sind damit veranstaltungsabhängig. Allen angebotenen Veranstaltungen ist gemeinsam, daß sie sich mit aktuellen Fragestellungen aus den Bereichen Paläo- und Geomagnetismus, Seismologie, Physik von Gesteinen und Mineralien, Risikoanalyse oder Geodynamik beschäftigen. Themenbereiche, die behandelt werden, sind quantitative Verfahren und technische Konzepte, welche zur Beschreibung des Erdmagnetfelds, tektonischer Deformationen und seismischer Wellenausbreitung dienen. Besonderer Wert wird hierbei auf die Darstellung der Querbeziehungen zwischen den betroffenen Forschungsfeldern gelegt.

WP3.5 Wissenschaftliche Arbeitstechniken 3

Dieser Kurs vermittelt Studierenden Fähigkeiten, welche sie zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten und

	zur Präsentation ihrer Ergebnisse benötigen. Themenbereiche sind das Schreiben wissenschaftlicher Publikationen (technisch und inhaltlich), das Erstellen und Halten von Vorträgen sowie Literaturrecherche und die Benutzung geophysikalischer Datenbanken.
Qualifikationsziele	Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls können die Studierenden selbständig Arbeiten im Bereich des Paläo-, Gesteins- und Erdmagnetismus durchführen. Sie können den Ursprung und die physikalischen Konzepte, die die Grundlage magnetischer Felder bilden, auf allen Längen- und Zeitskalen erklären und die zugehörigen Prozesse in den Erd- und Planetarwissenschaften quantifizieren. Studierende haben das Rüstzeug, um wissenschaftliche Arbeiten durchzuführen, Referenzen zu vorigen Arbeiten adäquat darzustellen, und die Ergebnisse in schriftlicher und mündlicher Form zu präsentieren.
Form der Modulprüfung	Klausur (Dauer 90 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer 30 - 60 Minuten) Die Prüfungsform wird am Anfang des Semesters bekannt gegeben.
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Stuart Gilder, Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Ludwig-Maximilians-Universität München
Unterrichtssprache(n)	Englisch
Sonstige Informationen	

Modul: WP 4 Geochemie und Geomaterialien

Zuordnung zum Studiengang

Masterstudiengang: Geophysics (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Vorlesung	WP 4.1 Physik und Chemie der Schmelzen (Vorlesung)	WS	30 h (2 SWS)	60 h	3
Übung	WP 4.2 Physik und Chemie der Schmelzen (Übung)	WS	15 h (1 SWS)	15 h	1
Vorlesung	WP 4.3 Petrologie (Vorlesung)	WS	45 h (3 SWS)	75 h	4
Übung	WP 4.4 Petrologie (Übung)	WS	15 h (1 SWS)	15 h	1

Im Modul müssen insgesamt 9 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 7 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 270 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls

Wahlpflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

keine; siehe aber "Sonstige Informationen"

Wahlpflichtregelungen

Das Modul kann unter Beachtung folgender Regeln gewählt werden: Aus den Wahlpflichtmodulen WP 4 bis WP 6 (Bereich "Verknüpfung") sind zwei Wahlpflichtmodule zu wählen.

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Zeitpunkt im Studienverlauf

Empfohlenes Semester: 3

Dauer

Das Modul erstreckt sich über 1 Semester.

Inhalte

Geophysikalische Prozesse werden stark von der Zusammensetzung des Erdinneren und den entsprechenden Materialparametern beeinflusst. Dieses Modul erlaubt den Studierenden, ihr Wissen im Hinblick auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Schmelzen und der Petrologie von Erdkern und Erdkruste zu vertiefen. Dies ermöglicht ihnen eine verbesserte Interpretation geophysikalischer Messungen und die Erstellung realistischerer Simulationsmodelle.

WP 4.1/4.2 Physik und Chemie der Schmelzen

Diese Veranstaltung vermittelt den Studierenden vertiefte Kenntnisse in der Rheologie und Thermodynamik von Gläsern, Flüssigkeiten und Magmen (Glasübergang) und behandelt geologisch bedeutsame physikalische Eigenschaften wie z.B. Dichte, Viskosität und Wärmekapazität. Weitere Themen sind die Messung solcher Parameter, der Einfluss von Druck, Temperatur und

Materialzusammensetzung (insbesondere flüchtige Anteile) auf die physikalischen Eigenschaften und die thermodynamischen Grundlagen, auf denen aktuelle Modelle zu ihrer Beschreibung beruhen.

WP 4.3/4.4 Petrologie

Dieser Kurs behandelt die petrologischen Prozesse des Planeten Erde und vermittelt den Studierenden ein Verständnis über Ursprung und Entwicklung magmatischer und metamorpher Gesteine in Raum und Zeit. Themengebiete sind: Protoplaneten und Chondriten, Differenzierung der Erde, Druck- und Temperaturgradienten in der Erdkruste und dem Erdinneren. Einführung in experimentelle Techniken.

Schwerpunkte sind: Entstehung, Veränderungen und Entwicklung von Magmen in verschiedenen tektonischen Umgebungen im Laufe der Erdgeschichte; metamorphe Prozesse in der Erdkruste für unterschiedliche Ausgangszusammensetzungen unter Berücksichtigung von Druck-Temperatur-Zeit-Pfad (PTt-paths).

Qualifikationsziele

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul besitzen die Studierenden ein vertieftes Wissen und Verständnis der genannten Themen und Methoden sowie die Fähigkeit, diese auf aktuelle Probleme anzuwenden. Sie sind in der Lage, entsprechende Vorgänge zu beschreiben, zu verstehen und zu interpretieren.

Form der Modulprüfung

Modulteilprüfungen in beiden Veranstaltungen durch eine Klausur (Dauer 60 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer 20 - 40 Minuten)

Die Prüfungsform wird am Anfang des Semesters bekannt gegeben.

Art der Bewertung

Das Modul ist benotet.

Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten

Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).

Modulverantwortliche/r

Prof. Dr. Don Dingwell, Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Ludwig-Maximilians-Universität München

Unterrichtssprache(n)

Englisch

Sonstige Informationen

Die Veranstaltungen dieses Moduls bilden eine Teilmenge des Pflichtmoduls **P1 Grundlagen Petrologie & Geochemie** des gemeinsamen Masterstudiengangs **Geomaterialien und Geochemie** von Ludwig-Maximilians-Universität München und Technischer Universität München

Modul: WP 5 Angewandte und industrielle Geophysik

Zuordnung zum Studiengang

Masterstudiengang: Geophysics (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Vorlesung	WP 5.1 Archäologische Prospektion	WS	30 h (2 SWS)	60 h	(3)
Vorlesung	WP 5.2 Umwelt- und Ingenieursgeophysik	WS	30 h (2 SWS)	60 h	(3)
Vorlesung	WP 5.3 Anwendung magnetischer Verfahren in der Praxis (Vorlesung)	WS	15 h (1 SWS)	45 h	(2)
Praktikum	WP 5.4 Anwendung magnetischer Verfahren in der Praxis (Praktikum)	WS	15 h (1 SWS)	15 h	(1)

Im Modul müssen insgesamt 9 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 6 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 270 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls

Wahlpflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

keine

Wahlpflichtregelungen

Das Modul kann unter Beachtung folgender Regeln gewählt werden: Aus den Wahlpflichtmodulen WP 4 bis WP 6 (Bereich "Verknüpfung") sind zwei Wahlpflichtmodule zu wählen.

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Zeitpunkt im Studienverlauf

Empfohlenes Semester: 3

Dauer

Das Modul erstreckt sich über 1 Semester.

Inhalte

Dieses Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse in der Anwendung geophysikalischer Mess- und Auswertungsverfahren bei gesellschaftlich (Umweltschutz, Archäologie) und industriell bedeutsamen Fragestellungen, wie z.B. der zerstörungsfreien Prospektion zur Entdeckung neuer Fundstellen oder der Altlastensanierung.

WP5.1 Archäologische Prospektion

- Geschichte der geophysikalischen Prospektion in der Archäologie
- Grundlegende Techniken und ihre archäologische Interpretationen: Fernerkundung, Luftbilddauswertung, digitale Verarbeitung und digitale Bildentzerrung von schrägen Luftaufnahmen,

LIDAR-Scanning

- Grundlagen und Anwendung geophysikalischer Messgeräte für archäologische Feldarbeit (z.B. Cäsium-Magnetometer, Fluxgate-Gradiometer, Radarsysteme)
- Einführung in Mineralmagnetismus, mit detailliertem Fokus auf Bodenmagnetismus und den magnetischen Eigenschaften von archäologischen Böden
- Präsentation und Diskussion von ausgewählten Beispielen und Fallstudien aus allen archäologischen Perioden in Bayern einschließlich der ersten neolithischen Siedlungen, Eisenzeit, Römerzeit und Frühmittelalter
- Integrierte geophysikalische und archäologische Interpretation einiger der prominentesten archäologischen Stätten der Welt (Mesopotamien, im Kaukasus, in Sibirien, dem Nahen Osten, Zentralasien, Südamerika und der Osterinsel)
- Magnetische Prospektion in der Nähe des geomagnetischen Äquators mit Fallbeispielen aus Peru, Bolivien, Äthiopien, Jemen und Sri Lanka

WP5.2 Umwelt- und Ingenieursgeophysik

- Vorstellung moderner Methoden: Gravimetrie, Geoelektrik, Magnetik, Seismik und Bodenradar
- Einführung in die korrekte Anwendung der Techniken im Feld und Vermeidung von Fehlerquellen bei Anwendung und Datenauswertung
- Theoretische Grundlagen der Verfahren und zugehörige physikalische Parameter
- aktuelle Fallbeispiele aus Geothermie und Hydrogeologie (Bohrlochgeophysik), der Erkundung von Altlasten oder der Untersuchung von Bergsturzmassen

WP5.3/5.4 Anwendung magnetischer Verfahren in der Praxis

- Einführung in den Ursprung des Magnetismus
- Theorie der Piezoremanenz (spannungsinduzierte Veränderungen magnetischer Eigenschaften)
- Piezoremanenz in der Natur und ihre Bedeutung für Industrie und Gesellschaft
- Hochdruck-Techniken mit Diamanten-Zellen, Laser und Spektrometrie
- Magnetische Verfahren mit supraleitenden Quanteninterferenzeinheiten (SQUID) und vibrierenden Probenmagnetometern
- Anwendung der Verfahren in praktischen Übungen

Qualifikationsziele	Im Rahmen dieses Moduls erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse und Hands-on Lernerfahrungen in der Datenerfassung und -analyse mit geophysikalischen Mess- und Auswerteverfahren. Nach erfolgreicher Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage die für entsprechende Fragestellungen geeigneten Verfahren auswählen und selbst anzuwenden, sowie die gewonnenen Daten auszuwerten und Ergebnisse zu interpretieren. Sie können die gesellschaftliche Relevanz der Techniken erklären.
Form der Modulprüfung	Klausur (Dauer 90 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer 30 Minuten) Die Prüfungsform wird am Anfang des Semesters bekannt gegeben.
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Stuart Gilder, Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Ludwig-Maximilians-Universität München
Unterrichtssprache(n)	Englisch
Sonstige Informationen	

Modul: WP 6 ESPACE

Zuordnung zum Studiengang

Masterstudiengang: Geophysics (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Vorlesung	WP 6.1 Schwerfeld der Erde	WS	30 h (2 SWS)	60 h	3
Vorlesung	WP 6.2 Hochpräzise Anwendungen von Navigationssatellitensystemen (Vorlesung)	WS	30 h (2 SWS)	60 h	3
Übung	WP 6.3 Hochpräzise Anwendungen von Navigationssatellitensystemen (Übung)	WS	45 h (3 SWS)	45 h	3

Im Modul müssen insgesamt 9 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 7 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 270 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls

Wahlpflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

keine; siehe aber "Sonstige Informationen"

Wahlpflichtregelungen

Das Modul kann unter Beachtung folgender Regeln gewählt werden: Aus den Wahlpflichtmodulen WP 4 bis WP 6 (Bereich "Verknüpfung") sind zwei Wahlpflichtmodule zu wählen.

Teilnahmevoraussetzungen

keine

Zeitpunkt im Studienverlauf

Empfohlenes Semester: 3

Dauer

Das Modul erstreckt sich über 1 Semester.

Inhalte

Satellitengestützte Verfahren gewinnen zunehmend an Bedeutung in den Erd- und Ingenieurwissenschaften. Dies gilt insbesondere auch in der Geophysik, man bedenke z.B. den Einfluss von Messverfahren auf Grundlage von Navigationssatellitensystemen (GNSS) auf Tektonik und Geodynamik.

Dieses Modul gestattet es den Studierenden, Grundlagenwissen im Bereich der erdorientierten Weltraumwissenschaften (Earth Oriented Space Science) zu erwerben und eigene Erfahrungen im Umgang mit GNSS-Daten zu sammeln.

WP 6.1 Schwerfeld der Erde

- Methoden der globalen Schwerfeldbestimmung
- Schwerfeld-Datenquellen
- Datenkombination & kombinierte Lösungen

- Qualitätsanalyse und Validierung
- Satellitenmissionen: Schwerefeld, Altimetrie
- Magnetometrie
- Zukünftige Missionskonzepte
- Literatur:
 - Hofmann-Wellenhof B., Moritz H.: Physical Geodesy. Springer Wien New York.
 - Torge W.: Geodäsie. De Gruyter, Berlin.

WP 6.2/6.3 Hochpräzise Anwendungen von Navigationssatellitensystemen

- Funktionsweise von GNSS und aktuelle Systeme (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou)
- Modellierungs- und Analyseverfahren zu Signalkorrektur, Mehrdeutigkeitsauflösung und Referenzsystemfestlegung
- Hochpräzisionsanwendungen von GNSS in geodätischen und geodynamischen Studien
- Praktische Übungen mit echten GNSS-Daten
- Untersuchung des Einflusses verschiedener Effekte und Auswertestrategien auf die Positionsergebnisse durch fortgeschrittene Experimente mit wissenschaftlicher Auswertesoftware
- Literatur:
 - Hofmann-Wellenhof, Lichtenegger, Collins (2001): GPS-Theory and Practice, Springer
 - Mistry (2006): GPS-Signals, Measurements and Performance. Ganga-Jamuna Press
 - Teunissen, Kleusberg (Eds.) (1998): GPS for Geodesy. Springer
 - GPS Interface Control Document, ICD-GPS-200C
 - Bernese GPS Software Version 5.0 User Manual

Qualifikationsziele

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden mit den Techniken und Modellen der Schwerefeldmodellierung und GNSS-Analyse vertraut, können diese beschreiben und konkurrierende Verfahren bewerten. Sie erwerben die Fähigkeit, selbständig Analysen entsprechender Daten zu erstellen und bestehende Analysen zu bewerten bzw. auszuwerten.

Form der Modulprüfung

Modulteilprüfungen in beiden Veranstaltungen durch eine Klausur (Dauer 60 - 120 Minuten) oder mündliche Prüfung (Dauer 20 - 40 Minuten) Die Prüfungsform wird am Anfang des Semesters bekannt gegeben.

Art der Bewertung

Das Modul ist benotet.

Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten

Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Urs Hugentobler, Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen, Technische Universität München
Unterrichtssprache(n)	Englisch; siehe aber "Sonstige Informationen"
Sonstige Informationen	<p>Die Veranstaltung WP6.2/6.3 Hochpräzise Anwendungen von Navigationssatellitensystemen wird auf Englisch abgehalten und ist deckungsgleich mit der Veranstaltung Precise GNSS aus dem Masterstudiengang Earth Oriented Space Science (ESPACE) der Technischen Universität München.</p> <p>Als Veranstaltung WP6.1 Schwerefeld der Erde kann entweder die englischsprachige Veranstaltung Gravity and Magnetic Field from Space aus dem Masterstudiengang ESPACE, oder die deutschsprachige Veranstaltung Schwerefeld und Satellitenmissionen aus dem Masterstudiengang Geodäsie und Geoinformation der Technischen Universität München gewählt werden. Der Schwerpunkt Magnetfeldmodellierung in der englischsprachigen Veranstaltung wird durch einen Schwerpunkt in Satellitenmissionen und Altimetrie in der deutschsprachigen Veranstaltung ersetzt.</p>

Modul: P 5 Selbständiges wissenschaftliches Arbeiten

Zuordnung zum Studiengang

Masterstudiengang: Geophysics (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
	P 5.1 Masterarbeit	WS und SS	-	810 h	27
	P 5.2 Disputation	WS und SS	-	90 h	3

Im Modul müssen insgesamt 30 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 0 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 900 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls	Pflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	keine
Wahlpflichtregelungen	keine
Teilnahmevoraussetzungen	keine
Zeitpunkt im Studienverlauf	Regelsemester: 4
Dauer	Das Modul erstreckt sich über 1 Semester.
Inhalte	Inhalt des Moduls ist die selbständige Anfertigung einer wissenschaftlichen Arbeit, die ein komplexeres wissenschaftliches Problem bearbeitet und einer neuartigen Lösung zuführt, sowie die Präsentation und Diskussion dieser Lösung mit Fachvertreterinnen bzw. Fachvertretern.
Qualifikationsziele	Studierende erlernen den Transfer erworbener Fach- und Methodenkenntnisse sowie die Kompetenz zur eigenständige Interpretation gewonnener Daten. Sie werden in die Lage versetzt, selbst erzielte, komplexere Forschungsergebnisse kohärent zu präsentieren und im Kreis von Fachkolleginnen und Fachkollegen zu diskutieren.
Form der Modulprüfung	Anfertigung einer Masterarbeit im Umfang von ca. 15.000 Wörtern, Präsentation der Ergebnisse in einem ca. 45 minütigen Referat mit anschließender Verteidigung der Ergebnisse in einem ca. 15 minütigen Fachgespräch.
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Hans-Peter Bunge, Department für Geo- und Umweltwissenschaften, Ludwig-Maximilians-Universität München

Unterrichtssprache(n) Englisch

Sonstige Informationen