

Der M.Sc. Geowissenschaften in Münster

Seit dem Wintersemester 2016/17 kann zwischen zwei Studienpfaden für den Masterstudiengang Geowissenschaften in Münster gewählt werden:

- Ein breit gefächertes Masterstudium der Geowissenschaften mit freier Wahl von Modulen aus dem gesamten Angebot des Masterstudiengangs.
- Ein Masterstudium mit Schwerpunktbildung, bei dem eine Anzahl von Veranstaltungen vorgegeben ist.

Soll das Studium mit einem Schwerpunkt abgeschlossen werden, muss dies nicht vor Beginn des Studiums angekündigt werden. Erst nach Abschluss des Masterstudiums wird überprüft, ob die Voraussetzungen für einen Schwerpunkt erfüllt wurden und der Schwerpunkt kann auf dem Zeugnis vermerkt werden.

In Münster stehen folgende Schwerpunkte zur Auswahl:

- **Erdoberflächenprozesse/Surface Processes**
- **Geochemie/Geochemistry**
- **Mineralogie und Mineralphysik/Mineralogy and Mineral Physics**
- **Paläobiologie und Paläoumwelt/Palaeobiology and Palaeoenvironment**
- **Petrologie und Lagerstättenkunde/Petrology and Economic Geology**
- **Planetologie/Planetology**
- **Umweltschadstoffe/Environmental Pollutants**

Für alle Studienverläufe gilt der folgende allgemeine Studienverlaufsplan (Abbildung 1):

Allgemeiner Studienverlaufsplan			
WiSe	Freie Wahl von Modulen aus dem gesamten Angebot der geowissenschaftlichen Fächer im Umfang von bis zu 45 LP (inkl. Ergänzungsmodul)		P 1
SoSe	oder Wahl von Schwerpunktmodulen im Umfang von 30 LP + freie Wahl von Modulen aus dem restlichen Angebot der geowissenschaftlichen Fächer im Umfang von bis zu 15 LP (inkl. Ergänzungsmodul)		P 2
			Gelände- ausbildung 9 LP
			Orientierung und Präsentation 6 LP
WiSe	Forschungsmethoden in den Geowissenschaften 12 LP	Organisatorische Aspekte der geowissenschaftlichen Forschung 12 LP	6 LP
SoSe	Masterarbeit 27 LP		P3 Geowissenschaftliches Arbeiten 9 LP
			3 LP
	Wahlpflichtfächer		Pflichtfächer

Abbildung 1: Allgemeiner Studienverlaufsplan für den Masterstudiengang Geowissenschaften in Münster.

Studium ohne Schwerpunktbildung

Bei einem Masterstudium Geowissenschaften ohne Schwerpunktbildung können verschiedene Module inklusive des Ergänzungs- und Berufspraktikumsmoduls (vgl. Abbildung 1) frei aus dem gesamten Angebot des Masterstudiengangs Geowissenschaften (Modul M1 bis Modul M35 sowie Modul E1) gewählt werden. Die gewählten Module müssen zusammen 45 Leistungspunkte erbringen.

Ein Studium ohne Schwerpunktbildung ist z. B. für Studierende geeignet, die sich auf zwei Themenbereichen weiterbilden oder ein breites geowissenschaftliches Verständnis erlangen möchten. Weiterhin ist es für Studierende, die während eines Praktikums oder bei der Anfertigung der Bachelorarbeit bereits Kontakte zu externen Institutionen geknüpft haben und in Zusammenarbeit mit diesen ihre Masterarbeit anfertigen wollen, die Institutionen aber nicht einem der Schwerpunkte zugeordnet werden können, zu empfehlen.

Absolventen mit einem Studium ohne Schwerpunkte haben die Fähigkeit, Fragestellungen im komplexen System Erde zu bearbeiten. Sie sind in der Lage, selbstständig Forschungsarbeiten mit höchster Qualität durchzuführen, verfügen über ein breites Fachwissen und sind exemplarisch tief in den aktuellen Stand der geowissenschaftlichen Forschung vorgedrungen. Die breite Ausbildung ermöglicht es diesen Studierenden sich in eine Vielzahl von Fragestellungen einzuarbeiten und Aspekte aus verschiedenen Bereichen der Geowissenschaften zur Lösung heranzuziehen.

Wenn Sie sich für ein Studium mit Schwerpunktbildung interessieren, können Sie auf den nächsten Seiten die Beschreibungen und Strukturen der sieben Schwerpunkte in Münster finden.

Erdoberflächenprozesse/Surface Processes

Schwerpunktverantwortliche/r: Professur Sedimentologie

Lehrinhalte

Der Schwerpunkt „Erdoberflächenprozesse“ vermittelt ein grundlegendes Verständnis des Zusammenwirkens endogener und exogener Prozesse in der Gebirgsbildung und der Entwicklung von Sedimentbecken. Die Wechselwirkungen zwischen Gebirgsbildung, Verwitterung und Materialtransfer von Quellen (Erosionsgebiete) zu Senken (Sedimentbecken) sind plattentektonisch und klimatisch beeinflusst, und beeinflussen ihrerseits das Klima im Sinne einer Rückkopplung. Die genannten Prozesse sind entscheidende Akteure des globalen Wandels („global change“).

Es wird eine vertiefte Einsicht in die bei der morphologischen Gestaltung der Festlandsoberfläche wirksamen tektonischen und klimatischen Kontrollfaktoren und der sich aus diesen ableitenden Beziehungen zwischen Sedimentquellen und –senken erzielt. Methoden der Quantifizierung der Raten von Veränderungen der Erdoberfläche werden mittels quartärer Beispiele über die Theorie und Anwendung kosmogener Nuklide und anderer Verfahren zur Datierung von Sedimenten und Prozessen erlernt. Die komplexen langzeitlichen Prozesse der plattentektonisch gesteuerten Bildung und Entwicklung von Sedimentbecken werden anhand von Fallbeispielen analysiert und verknüpft. Das Wachstum von Falten, Störungen und Bergketten sowie der Erdbebenzyklus bilden hierbei wichtige Bausteine. Methoden zur Quantifizierung der Beiträge unterschiedlicher Sedimentquellen zum sedimentären Gesamtbudget werden als wichtige Grundlagen erlernt. Schwerpunkte liegen auf mikroskopischen, geochemischen und geochronologischen Verfahren an Gesamtgestein und einzelnen Mineralkörnern, sowie der Anwendung kosmogener Nuklide zur Bestimmung von Erosionsraten und der Datierung von quartären Landschaftsformen. Anhand von Übungen werden sowohl die vorgestellten Prozesse diskutiert als auch die Anwendung der verschiedenen Methoden erlernt.

Erworbene Kompetenzen

Die Studierenden verfügen über zentrale Kenntnisse und Fähigkeiten zu Analyse und zum Verständnis des globalen Wandels, repräsentiert durch die Prozesse, die die Erdoberfläche einschließlich ihrer Sedimentbecken formen. Sie beherrschen die grundlegenden Methoden zur Analyse von Änderungen und Änderungsraten (Hebung, Subsidenz, Bewegung an Störungen, ‚base-level‘-Änderungen, Umlagerung und Sedimentation, Sedimentzusammensetzung) und ihrer Interpretation. Die Studierenden sind in der Lage, numerische und analytische Methoden zur

Quantifizierung von Verformung, Exhumation, Erosion, Sedimentzusammensetzung und -ablagung auf unterschiedlichen Zeitskalen souverän einzusetzen. Die Studierenden verstehen durch Integration verschiedener Datensätze (Geologie, Petrographie, Petrologie, Geophysik) die Veränderung von Landschaften durch Deformation und Erosion. Sie sind in der Lage, die Entwicklung von Sedimenttransfersystemen und der Zusammensetzung von Sedimenten als Ausdruck dieser Veränderung zu bewerten.

Insgesamt erreichen die Studierenden über holistische Analysen ein grundlegendes Verständnis geodynamischer Prozesse (Becken- und Krustenentwicklung, Gebirgsbildung etc.) und ihrer Wirksamkeit über unterschiedliche Zeitskalen. Sie beherrschen somit einen methodischen Werkzeugkasten, der für die Bewertung natürlicher Gefährdungspotentiale (z. B. Erdbeben, Massenbewegungen) ebenso zielführend ist wie für die Exploration von an sedimentäre Systeme gebundene Rohstoffvorkommen (z. B. Kohlenwasserstoffe, Salze).

Fachsemester	Schwerpunkt Erdoberflächenprozesse	Pflichtfächer	Geowissenschaftliche Ergänzungsfächer		
WiSe	Pflichtbereich		P 1 P 2 Gelände-Ausbildung Orientierung und Präsentation	Wahl von Modulen aus dem weiteren Angebot des Studiengangs M.Sc. Geowissenschaften (inkl. E 1) Module, die nicht gewählt werden können: M2, M6a und M6b, M15, M26a und M26b	
	M6a Sedimentologie für Fortgeschrittene MAP 5 LP	M6b Aktive Tektonik und Geomorphologie MAP 5 LP			MTP 9 LP
SoSe	M2 Biogeochemie mariner Sedimente MAP 5 LP	M15 Isotopengeologie MAP 5 LP	M26a Quelle-Senke Beziehungen MAP 5 LP	M26b Quantifizierung von Erdoberflächenprozessen MAP 5 LP	

→ das 3. und 4. Semester sind bei allen Schwerpunkten gleich (vgl. allgemeiner Studienverlauf)

Abbildung 2: Graphische Darstellung des 1. und 2. FS des Schwerpunkts Erdoberflächensysteme.

- verpflichtende Wahl der Module M6a Sedimentgeologie für Fortgeschrittene, M6b Aktive Tektonik und Geomorphologie, M2 Biogeochemie Mariner Sedimente, M15 Isotopengeologie und M26a Quelle-Senke Beziehungen, M 26b Quantifizierung von Erdoberflächenprozessen
- freie Wahl von weiteren Wahlpflichtmodulen im Umfang von 15 LP

Geochemie/Geochemistry

Schwerpunktverantwortlicher: Prof. Dr. Andreas Stracke

Lehrinhalte

Der Schwerpunkt "Geochemie" vermittelt, wie geochemische Methoden angewandt werden, um geologische Fragestellungen zu untersuchen. Die Studierenden erlernen die theoretischen und praktischen Grundlagen zur Nutzung von radioaktiven und stabilen Isotopen, mit dem Ziel die Alter, Geschwindigkeiten, und Mechanismen geologischer Prozesse zu bestimmen. Diese Grundlagen werden im Rahmen vielfältiger Anwendungsmöglichkeiten vertieft. Diese reichen von Umwelt und Klima bezogenen Themen, der Erforschung globaler biogeochemischer Kreisläufe, der geochemischen Entwicklung und Differentiation der Erde, bis hin zur Entstehung des Sonnensystems und der Planeten.

Erworbene Kompetenzen

Im Schwerpunkt „Geochemie“ werden theoretische und praktische Kenntnisse zur Gewinnung und Handhabung geochemischer Daten und der quantitativen Lösung geologischer Fragestellungen vermittelt. Die Studierenden lernen geochemische Daten selbständig zu analysieren und kritisch zu bewerten und erwerben die grundlegenden Kenntnisse zur selbstständigen Vorbereitung und Durchführung vielfältiger geochemischer Analyseverfahren. Die Studierenden erwerben analytische Kenntnisse, die sie in ihrer weiteren akademischen und beruflichen Laufbahn vielfältig einsetzen können.

Fachsemester	Schwerpunkt Geochemie			Pflichtfächer		Geowissenschaftliche Ergänzungsfächer
WiSe	<p>M16</p> <p>Kosmochemie</p> <p>MAP 5 LP</p>	<p>M27</p> <p>Radiogene Isotopengeochemie</p> <p>MAP 5 LP</p>	<p>M34</p> <p>Umweltisotope</p> <p>MAP 5 LP</p>	<p>P 1</p> <p>Gelände-Ausbildung</p> <p>MTP 9 LP</p>	<p>P 2</p> <p>Orientierung und Präsentation</p> <p>MTP 6 LP</p>	<p>Wahl von Modulen aus dem weiteren Angebot des Studiengangs M.Sc. Geowissenschaften (inkl. E 1)</p> <p>Module, die nicht gewählt werden können: M9, M15, M16, M27, M28, M34</p> <p>MTP/MAP insgesamt 15 LP</p>
SoSe	<p>M9</p> <p>Geochronologische Arbeitsmethoden</p> <p>MAP 5 LP</p>	<p>M15</p> <p>Isotopengeologie</p> <p>MAP 5 LP</p>	<p>M28</p> <p>Moderne Stabile Isotopengeochemie</p> <p>MAP 5 LP</p>			

→ das folgende Studienjahr ist bei allen Schwerpunkten gleich (vgl. allgemeiner Studienverlauf)

Abbildung 3: Graphische Darstellung des 1. und 2. FS des Schwerpunkts Geochemie.

- verpflichtende Wahl der Module M16 Kosmochemie, M27 Radiogene Isotopengeochemie, M34 Umweltisotope, M9 Geochronologische Arbeitsmethoden, M15 Isotopengeologie und M28 Moderne Stabile Isotopengeochemie
- freie Wahl von weiteren Wahlpflichtmodulen im Umfang von 15 LP

Mineralogie und Mineralphysik/Mineralogy and Mineral Physics

Schwerpunktverantwortliche: Prof. Dr. Carmen Sanchez Valle

Lehrinhalte

Der Schwerpunkt „Mineralogie und Mineralphysik“ befasst sich mit den physikalischen, chemischen und strukturellen Eigenschaften von planetaren und künstlichen anorganischen Materialien unter verschiedensten Bedingungen (Druck, Temperatur, Zusammensetzung). Er untersucht die Kristallographie und physikalischen Eigenschaften der wichtigsten gesteinsbildenden Minerale, die Mechanismen der Phasenumwandlung unter Hochdruck- und/oder Hochtemperatur-Bedingungen sowie deren Einfluss auf die Entstehung und Dynamik des Erdmantels und -kerns. Daneben beschäftigt sich der Schwerpunkt mit den Eigenschaften von Industriemineralen und ihrem Einfluss auf Prozesse in der Industrie. Das Ziel des Schwerpunktes ist ein tiefgehendes Verständnis der Dynamik von Prozessen zu vermitteln, die die Entwicklung und Struktur des Erdinneren heute und während der Erdentstehung beeinflussen.

The specialization path “Mineralogy and Mineral Physics” addresses the physical, chemical and structural properties of planetary and anorganic materials under a variety of conditions (pressure, temperature, composition). The path examines the crystal chemistry and physical properties of the main rock-forming minerals, as well as the mechanisms of phase transitions under high P and/or high T conditions, and how they affect the evolution and dynamics of the Earth’s mantle and core. Moreover, the properties of industrial minerals and how they affect industrial processes will be examined. The aim of the specialization path is to provide an in-depth understanding of the dynamic processes that shape the present-day evolution and structure of the Earth’s interior and during Earth’s formation stages.

Erworbene Kompetenzen

Die Studierenden bekommen die wichtigsten physikalischen, chemischen und mineralogischen Prozesse, die die Eigenschaften (z. B. Härte, Elastizität oder elektrische Leitfähigkeit) und das Verhalten von Mineralen, Gesteinen und Baustoffen verändern, vermittelt. In Grundlagenveranstaltungen der Geochemie, Seismologie der tiefen Erde und Geodynamik erhalten die Studierenden das nötige interdisziplinäre Hintergrundwissen um die Struktur, Zusammensetzung, Dynamik und seismischen Eigenschaften der Erde zu verstehen. Der Schwerpunkt versetzt die Studierenden in die Lage selbstständig komplexe Fragestellungen der Hochdruck-/Hochtemperatur-Forschung, der Mineralindustrie und

Materialprüfung zu lösen. Die Studierenden können Experimente zu physikalischen und chemischen Eigenschaften von Mineralen unter verschiedensten Bedingungen selbstständig planen und durchführen sowie die Ergebnisse bewerten und interpretieren. Damit sind die Studierenden sowohl für einen wissenschaftlichen Werdegang in der Erforschung der tiefen Erde als auch für Arbeitsbereiche in der Mineral- und Materialindustrie vorbereitet.

The students will learn about the most important physical, chemical and mineralogical processes that affect the properties (e.g., strength, elasticity or electric conductivity) and behavior of minerals, rocks and industrial materials. Through the introductory lectures on geochemistry, deep Earth seismology and geodynamics, the students will gain the necessary interdisciplinary background to understand the structure, composition, dynamics and seismic properties of the planet. The path enables the students to independently solve complex issues in the HP/HT research, the mineral industry and in material control processes. The students will acquire the competence to design and perform experiments to determine the physical and chemical properties of minerals under a variety of conditions, and to evaluate and interpret their results. These skills will prepare the students for a future scientific career in topics related to the deep Earth or for a future career in the mineral/material industry.

Fachsemester	Schwerpunkt Mineralogie und Mineralphysik				Pflichtfächer		Geowissenschaftliche Ergänzungsfächer
	Kernbereich		Wahlbereich		P 1	P 2	
WiSe	M24 Physik und Chemie des Erdinneren MAP 5 LP	M25 Physikalische Eigenschaften von Mineralen MAP 5 LP	M4 Elektronenmikroskopie in den Geowissenschaften MAP 5 LP	M32 Theoretische Petrologie MAP 5 LP	Gelände-Ausbildung MTP 9 LP	Orientierung und Präsentation MTP 6 LP	Wahl von Modulen aus dem weiteren Angebot des Studiengangs M.Sc. Geowissenschaften (inkl. E 1) Module, die nicht gewählt werden können: M1, M4, M8, M21, M22, M24, M25, M32 MTP/MAP insgesamt 15 LP
SoSe	M1 Angewandte Mineralogie und Petrologie MAP 5 LP	M21 Mineralphysik des Erdkerns und -mantels MAP 5 LP	M8 Experimentelle Petrologie und Geochemie MTP 5 LP	M22 Nanoanalytik in den Geo- und Materialwissenschaften MAP 5 LP			
	UND						
	pro Semester muss eines der möglichen Module gewählt werden (je 5 LP pro Semester)						

→ das 3. und 4. Semester sind bei allen Schwerpunkten gleich (vgl. allgemeiner Studienverlauf)

Abbildung 4: Graphische Darstellung des 1. und 2. FS des Schwerpunkts Mineralogie und Mineralphysik.

- verpflichtende Wahl der Module M24 Physik und Chemie des Erdinneren, M25 Physikalische Eigenschaften von Mineralen, M21 Mineralphysik des Erdkerns und –mantels, M1 Angewandte Mineralogie und Petrologie
- Wahl von einem der Module M4 Elektronenmikroskopie in den Geowissenschaften und M32 Theoretische Petrologie
- Wahl von einem der Module M8 Experimentelle Petrologie und Geochemie und M22 Nanoanalytik in den Geo- und Materialwissenschaften
- freie Wahl von weiteren Wahlpflichtmodulen im Umfang von 15 LP

Paläobiologie und Paläoumwelt/Palaeobiology and Palaeoenvironment

Schwerpunktverantwortlicher: Prof. Dr. Ralph Thomas Becker

Lehrinhalte

Der Schwerpunkt „Paläobiologie und Paläoumwelt“ beinhaltet die paläobiologische und paläoökologische Analyse von Fossilien und fossilführenden Gesteinen mit dem Ziel die Lebensweise fossiler Organismen, Faunen- und Florenschnitte zu verstehen sowie Ablagerungs- und Lebensräumen und das Paläoklima zu rekonstruieren. Evolutive Abläufe werden in den Kontext der Entwicklung des Systems Erde gestellt, insbesondere im Licht der Wechselbeziehungen zwischen Geo-, Bio-, Hydro- und Atmosphäre. Auch Aspekte der angewandten Paläontologie, wie zum Beispiel Biostratigraphie, gesteinsbildende Fossilien (u. a. Karbonate, Riffe) sowie fossile Energieträger werden behandelt. Die Lehre erfolgt durch Vorlesungen und Übungen anhand der umfangreichen Lehr- und Forschungssammlungen, durch Mikroskopier-Kurse, Seminare zu aktuellen Themen, Laborübungen und im Gelände. In Münster bestehen dafür besonders gute Ausgangsvoraussetzungen, da die Arbeitsgruppen für Paläozoologie, Paläobotanik und sedimentäre Geochemie interdisziplinär Beiträge zur Lehre leisten.

Erworbene Kompetenzen

Die Studierenden erlangen ein vertieftes Wissen der Terminologie, Systematik, Nomenklatur, Phylogenie, Evolution, Paläoökologie und Biostratigraphie. Sie können Fossilien bestimmen, beschreiben und in den evolutiven Kontext einordnen. Sie sind in der Lage, wissenschaftliche Literatur zu erfassen, kritisch zu beurteilen und als Grundlage für die eigene Forschung zu nutzen. Die Studierenden können anhand von Fossilvergesellschaftungen und Biofaziesanalysen Ablagerungs- und Lebensräume rekonstruieren. Wichtige Methoden sind u. a. Profilaufnahmen und Probennahme im Gelände, die Herstellung und Analyse von Dünn- und Anschliffen, Mikropaläontologie, Palynologie, Kutikularanalyse sowie die sedimentäre Geochemie. Sie haben im Rahmen ihrer Masterarbeit gelernt, den Forschungsstand zu einem exemplarischen Thema in der Tiefe zu erfassen und die erlernten analytischen Methoden erfolgreich angewandt, um neue oder bisher wenig bearbeitete Fossilien nach Stand der Kenntnis zu dokumentieren, eine Fossilagerstätte oder biogen beeinflusste Sedimentabfolge zu interpretieren oder um neue evolutive oder paläobiologische Erkenntnisse bei einer Fossilgruppe zu erlangen. Absolventen sind qualifiziert, eine akademische Karriere zu verfolgen, oder als Paläontologen in Museen, in geowissenschaftlichen Ämtern, dem geologischen Denkmalschutz sowie in der Industrie zu arbeiten.

Fachsemester	Schwerpunkt Paläobiologie und Paläoumwelt			Pflichtfächer		Geowissenschaftliche Ergänzungsfächer
WiSe	M7 Evolution und fossile Lebensräume MAP 5 LP	M29 Spezielle Themen der Paläobotanik MAP 5 LP	M30 Spezielle Themen der Paläozoologie MTP 5 LP	P 1 Gelände - Ausbildung	P 2 Orientierung und Präsentation	Wahl von Modulen aus dem weiteren Angebot des Studiengangs M.Sc. Geowissenschaften (inkl. E 1) Module, die nicht gewählt werden können: M2, M7, M14, M29, M30, M31 MTP/MAP insgesamt 15 LP
SoSe	M2 Biogeochemie mariner Sedimente MAP 5 LP	M14 Invertebraten-Paläontologie MAP 5 LP	M31 Taxonomie und Nomenklatur fossiler Pflanzen MAP 5 LP			

→ das 3. und 4. Semester sind bei allen Schwerpunkten gleich (vgl. allgemeiner Studienverlauf)

Abbildung 5: Graphische Darstellung des 1. und 2. FS des Schwerpunkts Paläobiologie und Paläoumwelt.

- verpflichtende Wahl der Module M7 Evolution und fossile Lebensräume, M29 Spezielle Themen der Paläobotanik, M30 Spezielle Themen der Paläontologie, M2 Biogeochemie mariner Sedimente, M14 Invertebraten-Paläontologie, M31 Taxonomie und Nomenklatur fossiler Pflanzen
- freie Wahl von weiteren Wahlpflichtmodulen im Umfang von 15 LP

Petrologie und Lagerstättenkunde/Petrology and Economic Geology

Schwerpunktverantwortlicher: Prof. Dr. Stephan Klemme

Lehrinhalte

Im Schwerpunkt "Petrologie und Lagerstättenkunde" werden petrologische, mineralogische und geochemische Prozesse in der Lithosphäre behandelt, die zur Entstehung von magmatischen und metamorphen Gesteinen führen. Weiterhin werden grundlegende und tiefere Aspekte der Lagerstättenkunde thematisiert. Die Studierenden lernen moderne geowissenschaftliche Methoden zur Bearbeitung von petrologischen und lagerstättenkundlichen Fragestellungen kennen, die sie dann im Zuge ihrer Masterarbeit praktisch anwenden können. Angestrebt wird eine enge Verknüpfung von Naturbeobachtungen (Gelände, Handstück, Dünnschliff) mit theoretischen Grundlagen sowie analytischen und experimentellen Methoden (z. B. Elektronenstrahlmikrosonde, LA-ICP-MS, TEM, Laborexperimente). Übergeordnetes Ziel ist die Vermittlung von Fachwissen und Arbeitstechniken, die es erlauben, die physikalisch-chemischen Bildungsbedingungen von Gesteinen abzuleiten und petrogenetische Fragestellungen zu beantworten.

Erworbene Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage ihr theoretisches Wissen auf praktische Fragestellungen anzuwenden und zu entscheiden, welche Lösungsansätze herangezogen werden können. Sie beherrschen die grundlegenden Methoden zur Analyse von Gesteinen, ihrer chemischen Zusammensetzung und Eigenschaften (z. B. SEM, LA-ICP-MS), kennen die grundlegenden Auswertemethoden um die erhobenen Daten zu verarbeiten (z. B. CIPW-Norm, Normierung gegen verschiedene Standards) und können diese interpretieren (z. B. Rückschlüsse auf die Entstehung der Gesteine und die Entstehungsbedingungen ziehen). Sie können durch ein breites geowissenschaftliches Verständnis ihre Daten in einem interdisziplinären Rahmen diskutieren.

Die gute Kenntnis von Analyse- und Auswertungsmethoden befähigt die Studierenden einerseits zur Beschäftigung in der Forschung, andererseits aber auch in vielen Bereichen der Industrie (z. B. Werkstoffprüfung, Baustoffuntersuchung).

Fachsemester	Schwerpunkt Petrologie und Lagerstättenkunde					Pflichtfächer		Geowissenschaftliche Ergänzungsfächer
WiSe	Kernbereich			Wahlbereich		P 1 Gelände-Ausbildung	P 2 Orientierung und Präsentation	Wahl von Modulen aus dem weiteren Angebot des Studiengangs M.Sc. Geowissenschaften (inkl. E 1) Module, die nicht gewählt werden können: M1, M4, M8, M17, M18, M21, M22, M24, M32 MTP/MAP insgesamt 15 LP
	M4 Elektronenmikroskopie in den Geowissenschaften MAP 5 LP	M18 Metamorphe Petrologie MAP 5 LP	M32 Theoretische Petrologie MAP 5 LP	M24 Physik und Chemie des Erdinneren MAP 5 LP	M4, M8, M17, M18 oder M32 (wenn nicht im Kernbereich gewählt) MTP/MAP			
SoSe	M8 Experimentelle Petrologie und Geochemie MTP 5 LP	M17 Lagerstättenkunde MAP 5 LP	M1 Angewandte Mineralogie und Petrologie MAP 5 LP	M21 Mineralphysik des Erdkerns und -mantels MAP 5 LP	M22 Nanoanalytik in den Geo- und Materialwissenschaften MAP 5 LP	MTP 9 LP	MTP 6 LP	
	Wahl von 4 der 5 Module			Wahl von 2 der 5 Module				

→ das 3. und 4. Semester sind bei allen Schwerpunkten gleich (vgl. allgemeiner Studienverlauf)

Abbildung 6: Graphische Darstellung des 1. und 2. FS des Schwerpunkts Petrologie und Lagerstättenkunde.

- verpflichtende Wahl von vier der Module M4 Elektronenmikroskopie in den Geowissenschaften, M18 Metamorphe Petrologie, M32 Theoretische Petrologie, M8 Experimentelle Petrologie und Geochemie, M17 Lagerstättenkunde (Kernbereich)
- Wahl von zwei der Module M1 Angewandte Mineralogie und Petrologie, M24 Physik und Chemie des Erdinneren, M21 Mineralphysik des Erdkerns und -mantels, M22 Nanoanalytik in den Geo- und Materialwissenschaften sowie des Moduls, dass im Kernbereich nicht gewählt wurde
- freie Wahl von weiteren Wahlpflichtmodulen im Umfang von 15 LP

Planetologie/Planetology

Schwerpunktverantwortlicher: Professur Experimentelle und analytische Planetologie

Lehrinhalte

Der Schwerpunkt "Planetologie" vermittelt ein grundlegendes Verständnis der Bildung und chemischen Differenzierung der Planeten und ihrer geologischen Entwicklung. Es vermittelt ausgehend von der Entstehung und dynamischen Entwicklung des Sonnensystems die Bildung der inneren und äußeren Planeten. Dabei wird die Frühgeschichte des Sonnensystems und der inneren Planeten anhand von Untersuchungen an Meteoriten, Mondproben und terrestrischen Gesteinen vermittelt, wobei wichtige kosmo- und geochemische Prozesse erlernt und verknüpft werden. Die Datierung dieser Prozesse mit Hilfe von kurz- und langlebigen Radionukliden wird beispielhaft erlernt und in eine Chronologie des frühen Sonnensystems, von der Entstehung der ersten festen Materie bis hin zur chemischen Differenzierung der Erde und der Bildung des Erdmondes, zusammengefasst. Bei der Rekonstruktion der geologischen Entwicklung der Planeten kommt insbesondere die vergleichende Planetologie zum Tragen, welche geologische Prozesse auf den einzelnen Körpern des Sonnensystems untersucht und im Kontext diskutiert. Ziel ist es, geologische Prozesse im Sonnensystem qualitativ und quantitativ zu verstehen und die geologische Entwicklung der planetaren Körper (Planeten, Monde, Asteroiden, Kometen) im Detail zu untersuchen. Die Studierenden werden an die Erforschung planetarer Oberflächenprozesse heran- und in die Auswertung planetarer Missionsdaten eingeführt. Insbesondere werden physikalisch/chemisch/fernerkundliche Grundlagen vermittelt und ihre Anwendung an Fallbeispielen trainiert. Ein direkter Bezug zu den gegenwärtigen planetaren Raumfahrtmissionen gewährleistet die Aktualität des Schwerpunktes und ermöglicht es den Studierenden, Erfahrungen im Umgang mit Missionsdaten aus erster Hand zu sammeln. Methodische Schwerpunkte liegen wahlweise auf dem Gebiet der Kosmochemie und Planetaren Geochemie oder der Geologischen Planetologie und Fernerkundung. Die Studierenden können innerhalb des Schwerpunktes zwischen diesen beiden Themenbereichen wählen und diese im 2. Fachsemester in der "Speziellen Planetologie" vertiefen.

Erworbene Kompetenzen

Die Studierenden verfügen über zentrale Kenntnisse und Fähigkeiten zur Analyse und zum Verständnis der grundlegenden Prozesse bei der Bildung, chemischen Differenzierung und geologischen Entwicklung der Planeten. Sie beherrschen die grundlegenden kosmochemischen, geo-

chemischen und fernerkundlichen Methoden zur Analyse dieser Prozesse und ihrer Interpretation in Bezug auf die Frühgeschichte des Sonnensystems und die Entwicklungsgeschichte der Planeten. Die Studierenden sind in der Lage, die erlernten Methoden zur Quantifizierung von 1) Transportprozessen im solaren Nebel, 2) planetarer Akkretion und Differenzierung (Kernbildung, Bildung und Kristallisation von Magmaozeanen), 3) Bildungsaltern planetarer Oberflächen und 4) geologischen Prozessen auf Planetenoberflächen einzusetzen. Die Studierenden sind in der Lage durch die Integration verschiedener Datensätze (Kosmochemie, Geochemie, Petrologie, Fernerkundung, GIS, Weltraummissionen) aktuelle Modelle für die Entstehung und Frühgeschichte von Erde und Mond zu verstehen und quantitativ zu bewerten. Zudem können die Studierenden dieses Wissen selbständig auf andere planetare Körper anwenden. Insgesamt erreichen die Studierenden damit ein umfassendes Verständnis kosmochemischer und planetologischer Prozesse (Elementverteilung im Sonnensystem und den Planeten, Akkretion der Planeten, Kernbildung, Datierungsmethoden, geologische Prozesse auf Planetenoberflächen, Kraterbildung) und beherrschen die nötigen Methoden, um diese Prozesse quantitativ zu bewerten.

Fachsemester	Schwerpunkt Planetologie	Pflichtfächer	Geowissenschaftliche Ergänzungsfächer	
WiSe	Pflichtbereich M10 Geologische Planetologie I MAP 5 LP	P 1 Gelände - Ausbildung MAP 9 LP	P 2 Orientierung und Präsentation MAP 6 LP	
	M4 Elektronenmikroskopie in den Geowissenschaften MAP 5 LP			
SoSe	M27 Radiogene Isotopengeochemie MAP 5 LP	U N D	Wahl von Modulen aus dem weiteren Angebot des Studiengangs M.Sc. Geowissenschaften (inkl. E 1) Module, die nicht gewählt werden können: M5, M9, M10, M11, M16, M19, M27, M4, M22 MTP/MAP insgesamt 15 LP	
	M16 Kosmochemie MAP 5 LP			M19 Methoden der Geologischen Planetologie MAP 5 LP
	M5 Aktuelle Themen in der Planetologie MAP 5 LP			M22 Nanoanalytik in den Geo- und Materialwissenschaften MAP 5 LP
	M9 Geochronologische Arbeitsmethoden MAP 5 LP	ODER M11 Geologische Planetologie II MAP 10 LP		

→ das 3. und 4. Semester sind bei allen Schwerpunkten gleich (vgl. allgemeiner Studienverlauf)

Abbildung 7: Graphische Darstellung des 1. und 2. FS des Schwerpunkts Planetologie.

- verpflichtende Wahl der Module M10 Geologische Planetologie I, M16 Kosmochemie und M5 Aktuelle Themen der Planetologie
- Wahl eines der drei Module M4 Elektronenmikroskopie in den Geowissenschaften, M22 Nanoanalytik in den Geo- und Materialwissenschaften oder M19 Methoden der geologischen Planetologie
- Wahl der beiden Module M27 Radiogene Isotopengeochemie und M9 Geochronologische Arbeitsmethoden oder des Moduls M11 Geologische Planetologie II
- freie Wahl von weiteren Wahlpflichtmodulen im Umfang von 15 LP

Umweltschadstoffe/Environmental Pollutants

Schwerpunktverantwortliche: Prof. Dr. Christine Achten

Lehrinhalte

Oberflächen – wie Grundwässer – sind in zunehmendem Maße durch anthropogene Einträge beeinflusst, die sowohl organischer als auch anorganischer Natur sind. Der Themenschwerpunkt „Umweltschadstoffe“ legt den Fokus auf die vielfältigen organischen Belastungen der Umwelt. Es werden sowohl das Umweltverhalten organischer Schadstoffe behandelt, als auch die analytischen Möglichkeiten und Herausforderungen des Nachweises solcher Stoffe in Wässern, Böden und Sedimenten. Hinzu kommen die Diskussion über natürliche Abbauewege, die u. a. mittels Isotopenanalytik untersucht werden, sowie die Entwicklung von Sanierungsstrategien. Zusätzlich werden z. B. Aspekte der Grundwasserhydraulik und Umweltmikrobiologie, Ökotoxikologie und des Umweltrechts integriert.

Wissensvermittlung erfolgt über Vorlesungen, Praktika und Exkursionen. Die eigenständige Anwendung des Erlernten durch die Studierenden erfolgt in theoretischer Form durch Seminarbeiträge und in praktischer Form im Rahmen einer Projektarbeit.

Erworbene Kompetenzen

Das Studium des Schwerpunkts „Umweltschadstoffe“ versetzt die Studierenden in die Lage, Umweltschadstoffe zu erkennen und nachzuweisen. Sie können selbstständig Analysen z. B. mit Massenspektrometern und Chromatographen im Labor durchführen und kompetent Proben im Gelände selbst entnehmen. Sie können die Plausibilität von Messwerten beurteilen und kennen die Eigenschaften der wichtigsten Schadstoffklassen. Sie können Sanierungstechniken sinnvoll auswählen. Sie lernen umweltgeowissenschaftliche Forschungsprojekte selbstständig zu planen, umzusetzen und abzuschließen. Absolventen/innen mit dem Studienschwerpunkt „Umweltschadstoffe“ sind damit besonders für die Durchführung von Forschungsprojekten im umweltgeowissenschaftlichen Bereich sowie für Tätigkeiten in der freien Wirtschaft oder Behörden im Umweltbereich befähigt.

Fachsemester	Schwerpunkt Umweltschadstoffe	Pflichtfächer	Geowissenschaftliche Ergänzungsfächer								
WiSe	Pflichtbereich										
	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">M13 Grundwasserströmungen MAP 5 LP</td> <td style="text-align: center;">M34 Umweltisotope MAP 5 LP</td> <td style="text-align: center;">M20 Mikrobielle und anorganische Stoffumsätze in aquatischen Systemen MTP 5 LP</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">M23 Umweltverhalten und Sanierung Organischer Schadstoffe MAP 5 LP</td> <td style="text-align: center;">M33 Umweltchemisches Praktikum und Projektarbeit MAP 10 LP</td> <td></td> </tr> </table>	M13 Grundwasserströmungen MAP 5 LP	M34 Umweltisotope MAP 5 LP	M20 Mikrobielle und anorganische Stoffumsätze in aquatischen Systemen MTP 5 LP	M23 Umweltverhalten und Sanierung Organischer Schadstoffe MAP 5 LP	M33 Umweltchemisches Praktikum und Projektarbeit MAP 10 LP		<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">P 1 Gelände-Ausbildung MAP 9 LP</td> <td style="text-align: center;">P 2 Orientierung und Präsentation MAP 6 LP</td> </tr> </table>	P 1 Gelände-Ausbildung MAP 9 LP	P 2 Orientierung und Präsentation MAP 6 LP	<p>Wahl von Modulen aus dem weiteren Angebot des Studiengangs M.Sc. Geowissenschaften (inkl. E 1)</p> <p>Module, die nicht gewählt werden können: M13, M20, M23, M33, M34</p> <p style="text-align: center;">MTP/MAP insgesamt 15 LP</p>
M13 Grundwasserströmungen MAP 5 LP	M34 Umweltisotope MAP 5 LP	M20 Mikrobielle und anorganische Stoffumsätze in aquatischen Systemen MTP 5 LP									
M23 Umweltverhalten und Sanierung Organischer Schadstoffe MAP 5 LP	M33 Umweltchemisches Praktikum und Projektarbeit MAP 10 LP										
P 1 Gelände-Ausbildung MAP 9 LP	P 2 Orientierung und Präsentation MAP 6 LP										
SoSe											

→ das 3. und 4. Semester sind bei allen Schwerpunkten gleich (vgl. allgemeiner Studienverlauf)

Abbildung 8: Graphische Darstellung des 1. und 2. FS des Schwerpunkts Umweltschadstoffe.

- verpflichtende Wahl der Module M13 Grundwasserströmung, M20 Mikrobielle und anorganische Stoffumsätze in aquatischen Systemen, M23 Umweltverhalten und Sanierung Organischer Schadstoffe, M34 Umweltisotope und M33 Umweltchemisches Praktikum und Projektarbeit
- freie Wahl von weiteren Wahlpflichtmodulen im Umfang von 15 LP