

## Master of Science Earth System Data Science and Remote Sensing

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

### Modultitel Introduction to Data Science

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

**Empfohlen für:** 1. Semester

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

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

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

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

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing

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

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

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

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

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

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

**Modulprüfung: Klausur 45 Min., mit Wichtung: 1**

*Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.*

Vorlesung "Introduction to Data Science" (2SWS)
Übung "Data Science" (1SWS)

## Master of Science Earth System Data Science and Remote Sensing

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-GEO-M-AG02	Wahlpflicht

### Modultitel **Earth System Components**

**Modultitel (englisch)** Earth System Components

**Empfohlen für:** 1. Semester

**Verantwortlich** Professur für Modellierungsverfahren in der Fernerkundung

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

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

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

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing

**Ziele** Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden ein tiefes Verständnis der wichtigsten Prozesse in den verschiedenen Komponenten des Erdsystems wie Atmosphäre, Hydrosphäre, Biosphäre, Geosphäre und Kryosphäre und deren Interaktionen erreicht. Sie verstehen darüber hinaus, wie die verschiedenen Teilprozesse durch globale Transformationsprozesse beeinflusst werden. Sie verstehen, welche Unsicherheiten im aktuellen Prozessverständnis noch existieren und wie sich diese auf Vorhersagen auswirken.

**Inhalt** Aufbau und Prozesse der Atmosphäre, Hydrosphäre, Biosphäre, Geosphäre; Interaktionen der Sphären, insbesondere Austauschflüsse von Materie und Energie; Flussbilanzen in allen Komponenten; Anthropogene Interventionen in das Erdsystem und Auswirkungen; Projektionen und Modellierungsansätze.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

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

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

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 15 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Introduction to the Earth System" (2SWS)
	Übung "Earth System" (1SWS)

## Master of Science Earth System Data Science and Remote Sensing

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-GEO-M-AG03	Wahlpflicht

### Modultitel Introduction to Environmental Remote Sensing

**Modultitel (englisch)** Introduction to Environmental Remote Sensing

**Empfohlen für:** 1. Semester

**Verantwortlich** Professur für Geographie mit den Schwerpunkten Geoinformatik und Fernerkundung

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Introduction to Environmental Remote Sensing" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 35 h Selbststudium = 50 h
- Übung "Introduction to Environmental Remote Sensing" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h

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

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing

**Ziele**

Mit der erfolgreichen Teilnahme am Modul erlangen die Studierenden:

- Kenntnisse zur Nutzung von optischen Fernerkundungsdaten zur Analyse von Umweltvariablen;
- Methodenkompetenz im Bereich der digitalen Bildverarbeitung;
- die Fähigkeit zur Formulierung von Forschungsfragen und deren Bearbeitung;
- ein Verständnis themenübergreifender Zusammenhänge

**Inhalt**

Radiometrische Aufbereitung von optischen Fernerkundungsdaten/ Satellitenbilddaten (reflektiv, thermal); Transformationsverfahren von Bilddaten und thematische (spektrale) Indizes; Qualitative und quantitative Beschreibung von Umweltvariablen (z.B. Boden- und Vegetationsgrößen, Glieder der Strahlungsbilanz, Oberflächentemperaturen, Wärmeströme an der Erdoberfläche, Evapotranspirationsraten) mit fernerkundlichen Auswertungskonzepten; Grundlagen der statistisch-empirischen Modellbildung und -anwendung

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

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

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

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Mündliche Prüfung 15 Min., mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Introduction to Environmental Remote Sensing" (1SWS)
	Übung "Introduction to Environmental Remote Sensing" (2SWS)

## Master of Science Earth System Data Science and Remote Sensing

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-GEO-M-RS01	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Remote Sensing Products for Earth System Research</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Remote Sensing Products for Earth System Research
<b>Empfohlen für:</b>	1. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Fernerkundung des Wasserkreislaufs im Erdsystem
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar "Introduction to Global Remote Sensing Data Products" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h</li> <li>• Übung "Applications of Remote Sensing Products" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing</li> <li>• M.Sc. Physische Geographie (Wahlpflicht)</li> </ul>
<b>Ziele</b>	<p>Nach erfolgreicher Teilnahme des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ein allgemeines Verständnis dafür zu erlangen, wie verschiedene fernerkundungsbasierte wesentliche Klimavariablen erzeugt werden</li> <li>- lernen, wie diese großflächigen Fernerkundungsprodukte zum besseren Verständnis des Erdsystems eingesetzt werden können</li> <li>- auf diese Satellitenprodukte zuzugreifen, sie zu verarbeiten, zu analysieren und anzuwenden, um verschiedene Erd- und Umweltprobleme zu verstehen</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Im Seminar "Einführung in globale Fernerkundungsdatenprodukte" werden Methoden und Techniken zur Generierung verschiedener wesentlicher Klimavariablen (z.B. Bodenfeuchte, Verdunstung, Albedo, Vegetation, Landbedeckungsklassifikation) aus Fernerkundungsdaten vorgestellt und diskutiert, sowie die Anwendung dieser Produkte für erdsystembezogene Forschungen. In der Übung "Anwendungen von Fernerkundungsprodukten" wird die Erfassung und Verarbeitung verschiedener Satellitenprodukte erläutert und es werden konkrete Aufgaben zum besseren Verständnis und zur Anwendung von Satellitenprodukten gestellt.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	Kenntnisse in einer höheren Programmiersprache (z.B. R, Python, Julia...)
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Referat (30 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1</b>	
	Seminar "Introduction to Global Remote Sensing Data Products" (1SWS)
	Übung "Applications of Remote Sensing Products" (2SWS)

## Master of Science Earth System Data Science and Remote Sensing

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-GEO-M-SK01	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Research Data Management and Social Responsibility</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Research Data Management and Social Responsibility
<b>Empfohlen für:</b>	1. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Modellierungsverfahren in der Fernerkundung
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar "Research Data Management and Social Responsibility" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 75 h</li> <li>• Übung "Research Data Management" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 75 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing
<b>Ziele</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, i) Forschungsdaten nachhaltig zu kuratieren, ii) mit Repositorien umzugehen, iii) die FAIR-Prinzipien umzusetzen und iv) ethische Überlegungen in die Forschung einzubeziehen. Die Studierenden werden befähigt, FAIR-Datenkonzepte in eigenen Analysen selbständig umzusetzen.
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auffindbarkeit,</li> <li>- Zugänglichkeit,</li> <li>- Interoperabilität und</li> <li>- Wiederverwendbarkeit von Daten</li> <li>- Übungen an eigenen Beispielen</li> <li>- ethische Aspekte in der Umweltforschung</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Portfolio, mit Wichtung: 1</b>	
	Seminar "Research Data Management and Social Responsibility" (2SWS)
	Übung "Research Data Management" (1SWS)

## Master of Science Earth System Data Science and Remote Sensing

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

### Modultitel Introduction to Advanced Data Analytics

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

**Empfohlen für:** 2. Semester

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

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Introduction to AI-based Data Analysis" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 35 h Selbststudium = 50 h
- Übung "AI-based Data Analysis" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h

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

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing

**Ziele** Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, fortgeschrittene Verfahren der künstlichen Intelligenz für die Analyse und Auswertung von Daten im Kontext der Erdsystemwissenschaften zu verstehen und anzuwenden. Die Studierenden werden befähigt, Konzepte der künstlichen Intelligenz zu verstehen, auf Geodaten anzuwenden und auf neue Problemstellungen zu übertragen.

**Inhalt**

- Grundlegende Konzepte und Verfahren der KI
- Beispiele zur Anwendung von KI-Verfahren Verfahren in den Geo- und Umweltwissenschaften

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

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

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

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Hausarbeit (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Introduction to AI-based Data Analysis" (1SWS)
	Übung "AI-based Data Analysis" (2SWS)

## Master of Science Earth System Data Science and Remote Sensing

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-GEO-M-DS02	Pflicht

### Modultitel Spatio-temporal Data

**Modultitel (englisch)** Spatio-temporal Data

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Professur für Modellierungsverfahren in der Fernerkundung

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Seminar "Spatio-temporal Data in Earth System Sciences" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h
- Übung "Spatio-temporal Data" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h

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

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing

**Ziele** Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, i) spezielle Eigenschaften von Geodaten in den Dimensionen "Raum", "Zeit", im uni- und multivariaten Kontext zu verstehen, ii) mit den gängigen Geodatenformaten umzugehen, ii) relevante raumzeitliche Analysemethoden zu verstehen und anzuwenden, iii) eigene Workflows von der Vorprozessierung bis zur Visualisierung durchzuführen. Die Studierenden werden befähigt, Konzepte aus der Statistik und des maschinellen Lernens auf Geodaten anzuwenden und die Ergebnisse kritisch zu diskutieren.

**Inhalt**

- Datenformate (on Disk, in Cloud)
- Raumzeitliche Datenanalytik
- Workflow-Management
- Übungen an eigenen Beispielen

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

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

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

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Portfolio, mit Wichtung: 1	
	Seminar "Spatio-temporal Data in Earth System Sciences" (1SWS)
	Übung "Spatio-temporal Data" (2SWS)

## Master of Science Earth System Data Science and Remote Sensing

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-GEO-M-RS02	Pflicht

### Modultitel **Ground Truthing**

**Modultitel (englisch)** Ground Truthing

**Empfohlen für:** 2. Semester

**Verantwortlich** Professur für Fernerkundung in der Geo- und Ökosystemforschung

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Sommersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Sampling Design & Ground Truthing in Remote Sensing" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 35 h Selbststudium = 50 h
- Übung "Field Techniques in Remote Sensing" (3 SWS) = 45 h Präsenzzeit und 55 h Selbststudium = 100 h

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

**Verwendbarkeit** • M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing

**Ziele**

Nach erfolgreicher Teilnahme des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

- Anforderungen an in-situ Messungen für fernerkundungsgestützte Analysen zu verstehen,
- zu verstehen, wie Methoden für diese Messungen in Theorie und Praxis eingesetzt werden,
- diese unter Berücksichtigung von Skalensprüngen auf neue Problemstellungen anzuwenden.

**Inhalt**

Es werden grundlegende Prinzipien und Methoden der Erfassung von Geländedaten für fernerkundungsgestützte Analysen vorgestellt, diskutiert sowie im Rahmen von praktischen Übungen im Gelände angewendet.

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

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

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

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

<b>Modulprüfung: Portfolio, mit Wichtung: 1</b>	
<i>Prüfungsvorleistung: Regelmäßig ausgegebene Übungsaufgaben zu Fragen aus dem Bereich des Modulinhalts. Für die Lösung werden Punkte vergeben. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist der Erwerb von 50% der möglichen Punkte des gesamten Semesters.</i>	
	Vorlesung "Sampling Design & Ground Truthing in Remote Sensing" (1SWS)
	Übung "Field Techniques in Remote Sensing" (3SWS)

## Master of Science Earth System Data Science and Remote Sensing

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-GEO-M-SK02	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Scientific Writing</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Scientific Writing
<b>Empfohlen für:</b>	2. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Modellierungsverfahren in der Fernerkundung
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Sommersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar "Publishing in Science - Best Practices" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h</li> <li>• Übung "Scientific Writing" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing
<b>Ziele</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, selbständig wissenschaftliche Texte zu konzipieren, zu strukturieren, zu schreiben und zu veröffentlichen. Die Studierenden erwerben alle notwendigen Kenntnisse über die guten Regeln der wissenschaftlichen Praxis und werden befähigt, selbständig sauber zu arbeiten. Sie werden befähigt, die verschiedenen Kriterien des Peer-Review-Verfahrens zu verstehen und alle Varianten von Veröffentlichungen zu diskutieren und zu bewerten. Sie können die erworbenen Kenntnisse auf ihre eigenen Arbeiten anwenden und andere wissenschaftliche Arbeiten bewerten.
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis</li> <li>- Zitierformen und Tools</li> <li>- Wissenschaftliche Recherche</li> <li>- Formen wissenschaftlicher Veröffentlichungen (Artikel, Reviews, Notes, Rebuttals, Retractions etc.)</li> <li>- Qualitätskriterien und Peer-Review-Prozess</li> <li>- Open-Access und FAIR-Data-Prinzipien</li> <li>- Übungen an eigenen Beispielen; Rezensionen etc.</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Portfolio, mit Wichtung: 1</b>	
	Seminar "Publishing in Science - Best Practices" (1SWS)
	Übung "Scientific Writing" (2SWS)

## Master of Science Earth System Data Science and Remote Sensing

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-GEO-M-SK03	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Internship</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Internship
<b>Empfohlen für:</b>	2./3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Fernerkundung in der Geo- und Ökosystemforschung
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Semester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum "Internship" (0 SWS) = 0 h Präsenzzeit und 300 h Selbststudium = 300 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	10 LP = 300 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing</li> </ul>
<b>Ziele</b>	Erwerb von Kenntnissen über Anforderungen der Berufspraxis und mögliche künftige berufliche Arbeitsfelder; Fähigkeit, die im Studium erworbenen Kenntnisse in der Praktikumsinstitution umzusetzen.
<b>Inhalt</b>	<p>Das außeruniversitäre sechswöchige Berufspraktikum ist in der vorlesungsfreien Zeit in fachnahen Institutionen (außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, Behörden, Betrieben etc.) abzuleisten. Es dient dazu, vor Eintritt in das Berufsleben berufspraktische und damit auf ein angestrebtes Tätigkeitsfeld hin orientierte Erfahrungen zu sammeln.</p> <p>Die Praktikumsstelle ist vom Studierenden selbst zu suchen. Die Arbeitsgruppen des RSC4Earth unterstützen die Studierenden bei der Suche eines Praktikumsplatzes.</p> <p>Vor Antritt des Praktikums muss das Praktikum seitens des Praktikumsbetreuers am RSC4Earth genehmigt werden. Dabei ist insbesondere darauf zu achten, dass die in der Praktikumsinstitution zu übernehmenden Aufgaben den angestrebten Qualifikationszielen gerecht werden.</p> <p>Über das Berufspraktikum ist ein ausführlicher Praktikumsbericht anzufertigen, der sowohl die Praktikumsinstitution als auch die Art der übernommenen Aufgaben hinreichend beschreibt und die gewonnenen Erfahrungen und Kenntnisse bewertet. Erforderlich ist ferner eine Bescheinigung der Praktikumsinstitution über Dauer und Inhalt des Berufspraktikums.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	keine
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Praktikumsbericht (Bearbeitungszeit: 4 Wochen), mit Wichtung: 1</b>	
	Praktikum "Internship" (0SWS)

## Master of Science Earth System Data Science and Remote Sensing

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

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

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

**Empfohlen für:** 3. Semester

**Verantwortlich** Juniorprofessur für Arktische Klimaänderungen

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

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

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

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing
- M.Sc. Meteorology
- Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen

**Ziele**

Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen der bodengebundenen Fernerkundungsverfahren der Atmosphäre mit Mikrowellen zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Fragen und Daten aus der Forschung zur Fernerkundung der Atmosphäre mit Mikrowellen anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage den Zusammenhang zwischen Wolkenmikrophysik und Radarbeobachtungen darzustellen.

**Inhalt**

Die Vorlesung "Remote Sensing of the Atmosphere with Radar and Microwave Radiometer" behandelt umfassend aktive und passive Verfahren mit Schwerpunkt Radar- und Mikrowellenradiometerfernerkundung sowie deren Einsatzbereiche für die Erfassung atmosphärischer Zustandsparameter sowie der Eigenschaften von Wolken und Niederschlag. In der Übung "Microwave Remote Sensing" werden Zusammenhänge zwischen meteorologischen Parametern der Atmosphäre und aktiven und passiven Beobachtungen im Mikrowellen-Bereich erarbeitet.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- Cimini, D.: Integrated Ground-Based Observing Systems, 2011, Springer
- Fabry, F.: Radar Meteorology, 2015, Cambridge University Press
- Rinehart, R.E.: Radar for Meteorologists, 1997. Rinehart Publishing

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

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen****Modulprüfung: Mündliche Prüfung 30 Min., mit Wichtung: 1***Prüfungsvorleistung: Praktikumsbericht (4 Wochen)*

	Vorlesung "Remote Sensing of the Atmosphere with Radar and Microwave Radiometer" (2SWS)
	Übung "Microwave Remote Sensing" (1SWS)

## Master of Science Earth System Data Science and Remote Sensing

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

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

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

**Empfohlen für:** 3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Physik der Atmosphäre

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

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

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

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing
- M.Sc. Meteorology
- Wahlmodul für den Wahlbereich in anderen Studiengängen

**Ziele**

Nach der aktiven Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen der bodengebundenen Fernerkundungsverfahren der Atmosphäre mit optischen Methoden zu verstehen. Sie können dieses Wissen selbstständig auf aktuelle Fragen und Daten aus der Forschung zur Atmosphäre mit Lidarfernerkundungsmethoden anwenden und resultierende Ergebnisse synthetisieren. Die Studierenden sind in der Lage, die erzielten Erkenntnisse zu bewerten und diese in Form einer wissenschaftlichen Arbeit sowohl schriftlich als auch mündlich darzustellen.

**Inhalt**

Die Vorlesung "Active Remote Sensing with Lidar" behandelt umfassend aktive und passive Verfahren mit Schwerpunkt Lidarfernerkundung sowie deren Einsatzbereiche für die Erfassung atmosphärischer Zustandsparameter und der Eigenschaften von Aerosolen und Wolken. Das Seminar "Active Remote Sensing with Lidar" behandelt aktuelle Veröffentlichungen, die optischen Methoden zur Fernerkundung der Atmosphäre nutzen und bearbeitet so konkrete Fragestellungen und die Präsentation der Ergebnisse.

**Teilnahmevoraussetzungen** keine

**Literaturangabe**

- Weitkamp, Claus (Ed.): Lidar Range-Resolved Optical Remote Sensing of the Atmosphere, Springer Series in Optical Sciences, Vol. 102, 2005, ISBN: 978-0-387-40075-4.
- European Cooperation in Science and Technology: Integrated Ground-Based Remote-Sensing Stations for Atmospheric Profiling, COST Action 720, EUR 24172, ISBN 978-92-898-0050-1, doi:10.2831/10752

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

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

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

## Master of Science Earth System Data Science and Remote Sensing

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-GEO-M-DS03	Pflicht

### Modultitel **Applied Geostatistics**

**Modultitel (englisch)** Applied Geostatistics

**Empfohlen für:** 3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Applied Geophysics & Remote Sensing

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Introduction to Geostatistics" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 35 h Selbststudium = 50 h
- Übung "Applied Geostatistics" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h

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

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing
- M.Sc. Physische Geographie (Wahlpflicht)

**Ziele**

Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, verschiedene Verfahren der Geostatistik im Kontext der Erdsystemwissenschaften zu verstehen und anzuwenden.  
Die Studierenden werden befähigt, Konzepte der Geostatistik zu verstehen, auf Geodaten anzuwenden und auf neue Problemstellungen zu übertragen.

**Inhalt**

- Grundlegende Konzepte und Verfahren der Geostatistik
- Beispiele zur Anwendung geostatistischer Verfahren in den Geowissenschaften

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

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

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

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Hausarbeit (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Introduction to Geostatistics" (1SWS)
	Übung "Applied Geostatistics" (2SWS)

## Master of Science Earth System Data Science and Remote Sensing

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-GEO-M-DS04	Pflicht

### Modultitel **Data Analysis in Hyperspectral Remote Sensing**

**Modultitel (englisch)** Data Analysis in Hyperspectral Remote Sensing

**Empfohlen für:** 3. Semester

**Verantwortlich** Professur für Fernerkundung in der Geo- und Ökosystemforschung

**Dauer** 1 Semester

**Modulturnus** jedes Wintersemester

**Lehrformen**

- Vorlesung "Machine Learning" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 35 h Selbststudium = 50 h
- Übung "Machine Learning in Hyperspectral Remote Sensing" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h

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

**Verwendbarkeit**

- M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing
- M.Sc. Physische Geographie (Wahlpflicht)

**Ziele**

Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, verschiedene Verfahren des maschinellen Lernens im Kontext erdsystembezogener und geographischer Anwendungsfelder auf hyperspektrale Fernerkundungsdaten anzuwenden.

Die Studierenden werden befähigt, Konzepte des maschinellen Lernens zu verstehen, auf Fernerkundungsdaten anzuwenden und auf neue Problemstellungen zu übertragen.

**Inhalt**

- Grundlagen der hyperspektralen Fernerkundung
- Verfahren des Maschinellen Lernens
- Übungen an praxisbezogenen Beispielen

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

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

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

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Portfolio, mit Wichtung: 1	
	Vorlesung "Machine Learning" (1SWS)
	Übung "Machine Learning in Hyperspectral Remote Sensing" (2SWS)

## Master of Science Earth System Data Science and Remote Sensing

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-GEO-M-RS03	Wahlpflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Introduction to Microwave and Lidar Remote Sensing</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Introduction to Microwave and Lidar Remote Sensing
<b>Empfohlen für:</b>	3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Fernerkundung des Wasserkreislaufs im Erdsystem
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	i.d.R. mindestens einmal alle 2 Jahre
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar "Introduction to Microwave and Lidar Remote Sensing Techniques" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium = 90 h</li> <li>• Übung "Microwave/Lidar Remote Sensing" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 45 h Selbststudium = 60 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	• M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing
<b>Ziele</b>	<p>Nach erfolgreicher Teilnahme des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die grundlegenden physikalischen Prinzipien der Lidar-, Radar- und passiven Mikrowellen-Fernerkundung kennen</li> <li>- zu verstehen, wie verschiedene Fernerkundungstechniken im Mikrowellen- und Lidarbereich eingesetzt werden, um die Überwachung von Land und Atmosphäre zu verbessern</li> <li>- Mikrowellen- und Lidar-Fernerkundungsdaten zur Lösung spezifischer Forschungsfragen anzuwenden</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p>Im Seminar "Einführung in die Mikrowellen- und Lidar-Fernerkundungstechniken" werden Fernerkundungstechniken im Mikrowellen- und Lidar-Bereich und deren Anwendungen zur Quantifizierung von Zustandsgrößen der Atmosphäre und der Landoberfläche vorgestellt und diskutiert. In der Übung "Mikrowellen-/Lidar-Fernerkundung" wird die Gewinnung von meteorologischen und Landoberflächenparametern aus aktiven und passiven Beobachtungen erarbeitet.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

### Prüfungsleistungen und -vorleistungen

Modulprüfung: Referat (30 Min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (4 Wochen), mit Wichtung: 1	
	Seminar "Introduction to Microwave and Lidar Remote Sensing Techniques" (2SWS)
	Übung "Microwave/Lidar Remote Sensing" (1SWS)

## Master of Science Earth System Data Science and Remote Sensing

Akademischer Grad	Modulnummer	Modulform
Master of Science	12-GGR-M-GFP3	Pflicht

<b>Modultitel</b>	<b>Imaging and Non-imaging Reflectance Spectroscopy - Techniques and Data Analysis</b>
<b>Modultitel (englisch)</b>	Imaging and Non-imaging Reflectance Spectroscopy - Techniques and Data Analysis
<b>Empfohlen für:</b>	3. Semester
<b>Verantwortlich</b>	Professur für Geographie mit den Schwerpunkten Geoinformatik und Fernerkundung
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Modulturnus</b>	jedes Wintersemester
<b>Lehrformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Imaging and Non-imaging Reflectance Spectroscopy - Techniques and Data Analysis" (1 SWS) = 15 h Präsenzzeit und 35 h Selbststudium = 50 h</li> <li>• Übung "Imaging and Non-imaging Reflectance Spectroscopy - Techniques and Data Analysis" (2 SWS) = 30 h Präsenzzeit und 70 h Selbststudium = 100 h</li> </ul>
<b>Arbeitsaufwand</b>	5 LP = 150 Arbeitsstunden (Workload)
<b>Verwendbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Earth System Data Science and Remote Sensing</li> <li>• M.Sc. Physische Geographie (Wahlpflicht)</li> </ul>
<b>Ziele</b>	<p>Durch die Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, die physikalischen Grundlagen der Reflexionsspektroskopie im optischen Bereich und die grundlegenden Mechanismen der Interaktion elektromagnetischer Strahlung und Materie zu verstehen und zu interpretieren.</p> <p>Die Studierenden erwerben Kenntnisse hinsichtlich abbildender spektroskopischer Verfahren. Sie werden befähigt, entsprechende Datensätze/Bilddaten zu verstehen, zu verarbeiten und auszuwerten.</p> <p>Sie können die erworbenen Kenntnisse auf verschiedene Materialien/Oberflächen anwenden und im geowissenschaftlichen Kontext quantitativ und qualitativ interpretieren.</p>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Spektroskopie, Absorptions- und Reflexionsmechanismen, Einführung in die Funktionsweise unterschiedlicher Spektrometer im optischen Bereich</li> <li>- explorative Datenanalyse spektroskopischer Daten</li> <li>- Datenprozessierung und -interpretation: Vorverarbeitung, Transformation, Verfahren der multivariaten Kalibration und Klassifikation, Methoden des Maschinellen Lernens, Ensemble-Methoden</li> <li>- Bilddatenanalyse: Aufnahme, Vorverarbeitung und Interpretation von hyperspektralen Bilddaten (Labordaten)</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>	keine
<b>Literaturangabe</b>	Hinweise zu Literaturangaben erfolgen in den Lehrveranstaltungen.
<b>Vergabe von Leistungspunkten</b>	Leistungspunkte werden mit erfolgreichem Abschluss des Moduls vergeben. Näheres regelt die Anlage zur Prüfungsordnung.

**Prüfungsleistungen und -vorleistungen**

<b>Modulprüfung: Hausarbeit (4 Wochen), mit Wichtung: 1</b>	
	Vorlesung "Imaging and Non-imaging Reflectance Spectroscopy - Techniques and Data Analysis" (1SWS)
	Übung "Imaging and Non-imaging Reflectance Spectroscopy - Techniques and Data Analysis" (2SWS)