



Nr. 48 vom 19. Juni 2025

## **AMTLICHE BEKANNTMACHUNG**

Hg.: Der Präsident der Universität Hamburg  
Referat 31 – Qualität und Recht

### **Fachspezifische Bestimmungen für den Studiengang „Earth System Physics (B.Sc.)“**

Vom 23. April 2025

Das Präsidium der Universität Hamburg hat am 4. Juni 2025 die vom Fakultätsrat der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften am 23. April 2025 auf Grund von § 91 Absatz 2 Nummer 1 des Hamburgischen Hochschulgesetzes (HmbHG) vom 18. Juli 2001 (HmbGVBl. S. 171) in der Fassung vom 19. Februar 2025 (HmbGVBl. 241) beschlossenen Fachspezifischen Bestimmungen für den Studiengang „Earth System Physics (B.Sc.)“ gemäß § 108 Absatz 1 HmbHG genehmigt.

## Präambel

Diese Fachspezifischen Bestimmungen ergänzen die Regelungen der Prüfungsordnung der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften für Studiengänge mit dem Abschluss Bachelor of Science (B.Sc.) vom 20. Oktober 2021 (PO B.Sc.) in der jeweils geltenden Fassung und beschreiben die Module für den Studiengang „Earth System Physics (B.Sc.)“.

### I. Ergänzende Bestimmungen

#### Zu § 1

##### Studienziel, Prüfungszweck, Akademischer Grad, Durchführung des Studiengangs

##### Zu § 1 Absatz 1:

Der Bachelorstudiengang „Earth System Physics (B.Sc.)“ verfolgt die allgemeinen Studienziele nach § 1 Absatz 1 PO B.Sc. der MIN-Fakultät. Neben diesen allgemeinen Studienzielen wird das folgende Qualifikationsprofil der Absolventinnen und Absolventen als Studienziel festgelegt: Die Absolventinnen und Absolventen können wissenschaftliche Erkenntnisse, Methoden und Fertigkeiten selbstständig anwenden und sich selbstständig weiterbilden. Sie verstehen die Regeln guter wissenschaftlicher Praxis und können diese in verantwortliches Handeln in ihrem Fachgebiet umsetzen. Die Absolventinnen und Absolventen besitzen die Fähigkeit grundlegende physikalisch-mathematische Kenntnisse umzusetzen, allgemeine physikalische Auswertetechniken anzuwenden und aus den Ergebnissen auf geophysikalische Prozesse der festen Erde, im Ozean und in der Atmosphäre zu schließen und diese zu interpretieren. Absolventinnen und Absolventen haben die Kompetenz erworben, auf der Basis von geophysikalischen, ozeanographischen und meteorologischen Daten und Modellen, eine Diagnose und Beurteilung der Dynamik der festen Erde, der Ozeane und der Atmosphäre vorzunehmen. Sie sind in der Lage, Erkenntnisse in wissenschaftlich angemessener Weise schriftlich und mündlich zu präsentieren. Weiterhin haben sie die Fähigkeit zu einer mathematisch-naturwissenschaftlichen Betrachtung, Analyse und Vorhersage von Variationen und Veränderlichkeiten in der festen Erde, der Ozeane und der Atmosphäre erworben sowie ein Bewusstsein für die sozio-ökonomische Relevanz der Aussagen erlangt.

#### Zu § 4

##### Studien- und Prüfungsaufbau, Module und Leistungspunkte

##### Zu § 4 Absatz 1 und 3:

- (1) Detaillierte Beschreibungen der Module finden sich unter II. Modulbeschreibungen.
- (2) Der Studiengang „Earth System Physics (B.Sc.)“ besteht aus einem Pflichtbereich (90 Leistungspunkte), einem Wahlpflichtbereich (60 Leistungspunkte), einem Freien Wahlbereich (18 Leistungspunkte) und dem Abschlussmodul *Bachelor's Thesis* (12 Leistungspunkte). Die empfohlene Abfolge der Module ist Abbildung 1 zu entnehmen.
- (3) Der Pflichtbereich dient dem Erwerb der allgemeinen mathematisch-physikalischen Grundlagen und von fachspezifischen Grundlagen in Geophysik, Ozeanographie und Meteorologie. Er umfasst die Module der physikalischen Grundlagen *Physics 1 (Mechanics and Thermodynamics)* und *Physics 2 (Electrodynamics and Optics)* (insgesamt 24 Leistungspunkte), die Module der mathematischen Grundlagen *Mathematics 1* und *Mathematics 2, Numerics for Earth System Physics, Differential Equations for Earth System Physics* und *Statistics for Earth System Physics* (insgesamt 34 Leistungspunkte), sowie die Module der studiengangspezifischen Grundlagen *Physics of the Earth System 1, Physics of the Earth System 2* und *Physics of the Earth System – Practical Training* sowie *Foundations of Fluid Dynamics* (insgesamt 32 Leistungspunkte).
- (4) Der Wahlpflichtbereich dient dem Erwerb von vertiefenden fachspezifischen Kenntnissen in den Bereichen Geophysik, Ozeanographie und Meteorologie. Die im Wahlpflichtbereich

zur Verfügung stehenden Module sind II. Modulbeschreibungen zu entnehmen. Zusätzlich zu den dort beschriebenen Modulen können beim Vorsitz des zuständigen Prüfungsausschusses weitere geeignete Module beantragt werden.

- (5) Der Freie Wahlbereich dient dem Erwerb fachübergreifender Kompetenzen und der Wissensverbreiterung in der eigenen Fachdisziplin und über die eigene Fachdisziplin hinaus. Studierende können Module und Veranstaltungen aus einem universitätsweiten Angebot wählen.
- (6) Das Abschlussmodul *Bachelor's Thesis* dient der Heranführung an die eigenständige Planung, Durchführung, Dokumentation wissenschaftlicher Arbeiten.

1. FS	<i>Physics of the Earth System 1</i> 10 LP	<i>Mathematics 1</i> 8 LP	<i>Physics 1</i> ( <i>Mechanics and Thermodynamics</i> ) 12 LP	
2. FS	<i>Physics of the Earth System 2</i> 10 LP	<i>Mathematics 2</i> 8 LP	<i>Physics 2</i> ( <i>Electrodynamics and Optics</i> ) 12 LP	
3. FS	<i>Foundations of Fluid Dynamics</i> 6 LP	<i>Physics of the Earth System – Practical Training</i> 6 LP	<i>Numerics for Earth System Physics</i> 6 LP	Wahlpflicht 12 LP
4. FS	<i>Statistics for Earth System Physics</i> 6 LP	<i>Differential Equations for Earth System Physics</i> 6 LP	Wahlpflicht 12 LP	Freier Wahlbereich 6 LP
5. FS	Wahlpflicht 18 LP		Freier Wahlbereich 12 LP	
6. FS	Wahlpflicht 18 LP		<i>Bachelor's Thesis</i> 12 LP	

Abbildung 1: Empfohlene Modulabfolge für den Studiengang „Earth System Physics (B.Sc.)“

## Zu § 5

### Lehrveranstaltungsarten

Die Lehrveranstaltungssprache ist in der Regel Englisch. Abweichend kann unter II. Modulbeschreibungen für einzelne Module Deutsch als Unterrichtssprache festgelegt sein.

#### Zu § 5 Absatz 1 und 2:

- (1) Im Studiengang „Earth System Physics (B.Sc.)“ ist neben den in § 5 Absatz 1 PO B.Sc. benannten Lehrveranstaltungsarten noch die folgende Kombination von Lehrveranstaltungsarten möglich:  
Integrative Veranstaltung aus Vorlesung und Übung (Vorlesung + Übung, V+Ü).
- (2) Für folgende Lehrveranstaltungen besteht eine Anwesenheitspflicht:
  1. Seminare, da diese auch zum Ziel haben, die Kritikfähigkeit und die Fähigkeit, Diskussionen zu führen, zu verbessern;
  2. Exkursionen, da in diesen Fähigkeiten im Zusammenhang mit regionsspezifischen Kenntnissen erworben werden sollen;
  3. Praktika und Geländepraktika, da die Studierenden unter Anleitung zum Lösen praktischer Problemstellungen mittels neuer Methoden befähigt werden sollen.
  4. Projekte, da diese auch dem Erwerb von Sozialkompetenzen dienen, z. B. der Befähigung zu Projektarbeit im Team.
  5. Übungen, wenn die Qualifikationsziele des zugehörigen Moduls außerhalb der Übungen in der Regel nicht vollständig erreicht werden können.

- (3) Die Anwesenheitspflicht gilt nicht für die Zulassung zu Wiederholungsprüfungen.
- (4) Abweichende Regelungen zur Anwesenheitspflicht für einzelne Module und Lehrveranstaltungen werden unter II. Modulbeschreibungen festgelegt.

### **Zu § 13**

#### **Studienleistungen und Modulprüfungen**

##### **Zu § 13 Absatz 10:**

Die Prüfungssprache ist in der Regel Englisch. Abweichend davon kann unter II. Modulbeschreibungen für einzelne Module Deutsch als Prüfungssprache festgelegt sein. Im Einvernehmen zwischen Prüferin bzw. Prüfer und Prüfling kann eine laut Modulbeschreibung englische Prüfung in deutscher Sprache abgehalten werden und umgekehrt.

### **Zu § 14**

#### **Bachelorarbeit**

##### **Zu § 14 Absatz 2:**

Zum Abschlussmodul *Bachelor's Thesis* kann zugelassen werden, wer mindestens 100 Leistungspunkte erworben hat und die Module *Mathematics 1*, *Mathematics 2*, *Physics 1 (Mechanics and Thermodynamics)* und *Physics 2 (Electrodynamics and Optics)* erfolgreich abgeschlossen hat.

##### **Zu § 14 Absatz 4:**

Die Bachelorarbeit wird in englischer Sprache abgefasst.

##### **Zu § 14 Absatz 5**

Der Arbeitsaufwand für die Bachelorarbeit beträgt zwölf Leistungspunkte. Die Bearbeitungszeit beträgt fünf Monate. Der Umfang der Bachelorarbeit beträgt in der Regel 25 bis 30 Seiten.

### **Zu § 15**

#### **Bewertung der Prüfungsleistungen**

##### **Zu § 15 Absatz 3:**

- (1) Setzt sich eine Modulprüfung aus mehreren Teilprüfungsleistungen zusammen, so wird die Modulnote als ein mittels Leistungspunkten gewichtetes Mittel der Noten für die Teilleistungen berechnet. Unbenotete Teilprüfungsleistungen bleiben bei der Berechnung der Modulnote unberücksichtigt.
- (2) Die Gesamtnote der Bachelorprüfung wird als ein mittels Leistungspunkten gewichtetes Mittel der Modulnoten berechnet, wobei das Abschlussmodul *Bachelor's Thesis* doppelt zählt. Module und Veranstaltungen, deren Prüfungsleistungen gemäß II. Modulbeschreibungen mit Bewertungssystem „bestanden/nicht bestanden“ bewertet werden, bleiben bei der Berechnung der Gesamtnote der Bachelorprüfung unberücksichtigt. Von den Modulen *Physics 1 (Mechanics and Thermodynamics)* und *Physics 2 (Electrodynamics and Optics)* geht nur dasjenige mit der besseren Note in die Berechnung der Gesamtnote der Bachelorprüfung ein. Von den Modulen *Mathematics 1*, *Mathematics 2*, *Numerics for Earth System Physics*, *Differential Equations for Earth System Physics* und *Statistics for Earth System Physics* gehen nur die drei mit den besten Noten in die Berechnung der Gesamtnote der Bachelorprüfung ein. Leistungspunkte und Prüfungsleistungen aus dem Freien Wahlbereich bleiben bei der Berechnung der Gesamtnote der Bachelorprüfung unberücksichtigt.

## II. Modulbeschreibungen

### II.1. Modulbeschreibungen der Pflichtmodule

Modultyp Titel Kürzel	Pflichtmodul Physics 1 (Mechanics and Thermodynamics) PHY-E1-EN
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen die grundlegenden Phänomene der Mechanik und Wärmelehre und können sie erklären. Sie sind mit den Grundlagen theoretischer Begriffsbildung vertraut und beherrschen die dazugehörigen mathematischen Methoden. Sie verstehen den Zusammenhang zwischen experimenteller Beobachtung und theoretischer Beschreibung im Rahmen der Newton'schen Mechanik.
Inhalte	<p>Experimentalphysik:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Messprozess und Messgrößen: Physikalische Größen, SI-Einheiten, Messgenauigkeit und Messfehler</li> <li>2. Kinematik des Massenpunktes: Bahnkurve, Geschwindigkeit, Beschleunigung</li> <li>3. Dynamik des Massenpunktes: Newton'sche Gesetze, Zerlegung von Kräften, Kreisbewegung</li> <li>4. Bewegte Bezugssysteme: Galilei-Transformation, Beschleunigte Bezugssysteme, Scheinkräfte</li> <li>5. Gravitation: Kepler'sche Gesetze, Newtons Gravitationsgesetz, Schwere und träge Masse</li> <li>6. Arbeit und Energie: Arbeit, konservative Kräfte, kinetische und potenzielle Energie, Energieerhaltung</li> <li>7. Dynamik von Massepunktsystemen: elastische und inelastische Stöße, Impuls und Impulserhaltung, Dynamik starrer Körper, Drehimpuls und Drehmoment</li> <li>8. Schwingungen: Harmonischer Oszillator, erzwungene Schwingungen, Resonanz, gekoppelte Oszillatoren</li> <li>9. Wellen: Wellengleichung, Reflexion und Transmission, stehende Wellen, Schallwellen, Akustik, Doppler-Effekt, Mach-Wellen</li> <li>10. Flüssigkeiten und Gase: Hydro- und Aerostatik, Hydro- und Aerodynamik</li> <li>11. Wärmelehre: Temperatur und Wärmeausdehnung, Kinetische Gastheorie, Wärme und Arbeit, Entropie, Reale Gase, Phasenübergänge</li> </ol> <p>Einführung in die Theoretische Physik:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kinematik: Trajektorie eines Punktteilchens, Basis und Koordinaten, Krummlinige Koordinaten</li> <li>2. Dynamik eines Massenpunkts: Inertialsysteme und Galilei-Invarianz, Newton'sche Bewegungsgleichung, Harmonischer Oszillator, Differenzialgleichungen</li> <li>3. Kraftfelder: Konservative und Zentralkräfte, Arbeit und Existenz eines Potentials, Kepler-Problem, Skalare Felder und Vektorfelder, Wegintegral, Differenzieren von Feldern</li> <li>4. Dynamik von Mehr-Teilchen-Systemen: Bewegungsgleichungen und Erhaltungssätze, Komplexe Zahlen, Fourier-Reihen</li> <li>5. Spezielle Relativität: relativistische Kinematik, Lorentz-Transformationen</li> </ol>
Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)	<p>Vorlesung Physics 1: 4 SWS          Vorlesung Introduction to Theoretical Physics 1: 3 SWS          Übung Exercises for Physics 1 and Introduction to Theoretical Physics 1: 3 SWS</p>

<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Keine Empfohlen: Keine
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Klausur Prüfungssprache: Englisch
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Physics 1: 6 LP Vorlesung Introduction to Theoretical Physics 1: 3 LP Übung Exercises for Physics 1 and Introduction to Theoretical Physics 1: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	12 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Pflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Physics 2 (Electrodynamics and Optics)</b>
<b>Kürzel</b>	<b>PHY-E2-EN</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden kennen die grundlegenden Phänomene der Elektrizität, des Magnetismus und der Optik und können sie erklären. Sie sind mit den Grundlagen theoretischer Begriffsbildung klassischer Felder und dem Umgang mit den Rechenmethoden der Vektoranalysis vertraut. Sie verstehen den Zusammenhang zwischen experimenteller Beobachtung und theoretischer Beschreibung im Rahmen der Maxwell-Theorie.
<b>Inhalte</b>	<p>Experimentalphysik:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elektrostatik: Coulombkraft und elektrische Ladung, elektrisches Feld, Potenzial und Spannung, Superpositionsprinzip, elektrischer Dipol, Kondensator und Feldenergie, Dielektrika</li> <li>2. Elektrische Ströme: Kontinuitätsgleichung, Widerstand, Ohm'sches Gesetz, Kirchhoff'sche Regeln</li> <li>3. Magnetostatik: Magnetismus und Ströme, Lorentz-Kraft, Biot-Savart-Gesetz, Ampère'sches Gesetz, magnetischer Dipol, Dia- Para- und Ferromagnetismus</li> <li>4. Elektrodynamik: Induktion, Lenz'sche Regel, Selbst- und Gegeninduktivität, Ein- und Ausschaltvorgänge, Verschiebungsstrom</li> <li>5. Wechselstromkreise: Effektivwerte, Zeigerdarstellung, komplexe Impedanzen, RLC-Schaltungen, Drehstrom</li> <li>6. Elektromagnetische Wellen: Wellengleichung, Übertragung von Wellen, Hertz'scher Dipol</li> <li>7. Optik: geometrische ische Instrumente, Huygen'sches Prinzip und Wellenausbreitung in Materie, Interferenz und Beugung, Kohärenz</li> </ol> <p>Einführung in die Theoretische Physik:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ladungs- und Stromdichte: Ladungserhaltung, Kontinuitätsgleichung, Delta-Distribution, Gekrümmte Flächen und krummlinige Koordinaten, Flächen- und Volumenintegrale, Quellen eines Vektorfelds, Divergenz und Gauß'scher Satz</li> <li>2. Elektrostatik: Feldbegriff, Differenzielle und integrale Form der Feldgleichungen für symmetrische Ladungsverteilungen, Potenzial von Punktladungen/Ladungsverteilungen, Elektrostatische Energie von Punktladungen/Ladungsverteilungen, Elektrostatisches Potenzial und Poisson-Gleichung, Wirbel eines Vektorfelds, Rotation, Stoke'scher Satz</li> <li>3. Magnetostatik: Differenzielle und integrale Form der Feldgleichungen, Lösung der Feldgleichungen für symmetrische Stromverteilungen, Vektorpotenzial und Eichfreiheit, Vektorpotenzial für eine beliebige Stromverteilung, Magnetfeld einer beliebigen Stromverteilung, Biot-Savart-Gesetz</li> <li>4. Elektrodynamik: Maxwell-Gleichungen, Erhaltungssätze, Elektromagnetische Wellen, Elektromagnetische Potenziale, Lorenz-Eichung</li> </ol>
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	<p>Vorlesung Physics 2: 4 SWS</p> <p>Vorlesung Introduction to Theoretical Physics 2: 3 SWS</p> <p>Übung Exercises for Physics 2 and Introduction to Theoretical Physics 2: 3 SWS</p>
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Verbindlich: Keine</p> <p>Empfohlen: Erfolgreiche Modulprüfung im Modul <i>Physics 1 (Mechanics and Thermodynamics)</i></p>

<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Klausur  Prüfungssprache: Englisch
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Physics 2: 6 LP Vorlesung Introduction to Theoretical Physics 2: 3 LP Übung zu Exercises for Physics 2 and Introduction to Theoretical Physics 2: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	12 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester



<b>Modultyp</b>	<b>Pflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Mathematics 1</b>
<b>Kürzel</b>	<b>MATH1-EN</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Sichere Beherrschung mathematischer Methoden auf der Grundlage eines guten Verständnisses mathematischer Theorien.
<b>Inhalte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Zahlbereiche <math>\mathbb{N}</math>, <math>\mathbb{Q}</math>, <math>\mathbb{R}</math> und <math>\mathbb{C}</math></li> <li>2. Vektoren und Vektorräume</li> <li>3. Konvergente Folgen und Reihen</li> <li>4. Lineare Gleichungssysteme</li> <li>5. Stetigkeit und Differenzierbarkeit (von Funktionen in einer Veränderlichen)</li> <li>6. Integration solcher Funktionen</li> </ol>
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	<p>Vorlesung Mathematics 1 for Earth System Physics Students: 4 SWS          Übung Exercises for Mathematics 1 for Earth System Physics Students: 2 SWS</p> <p>Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.</p>
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Verbindlich: Keine          Empfohlen: Keine</p>
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	<p>Modulprüfung: Klausur</p> <p>Prüfungssprache: Englisch</p> <p>Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.</p>
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	<p>Vorlesung Mathematics 1 for Earth System Physics Students: 6 LP          Übung Exercises for Mathematics 1 for Earth System Physics Students: 2 LP</p>
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	8 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Pflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Mathematics 2</b>
<b>Kürzel</b>	<b>MATH2-EN</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Sichere Beherrschung mathematischer Methoden auf der Grundlage eines guten Verständnisses mathematischer Theorien.
<b>Inhalte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Funktionenfolgen</li> <li>2. Hilberträume</li> <li>3. Fourier-Reihen</li> <li>4. Gewöhnliche Differentialgleichungen</li> <li>5. Differentialrechnung im <math>\mathbb{R}^n</math></li> </ol>
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	<p>Vorlesung Mathematics 2 for Earth System Physics Students: 4 SWS          Übung Exercises for Mathematics 2 for Earth System Physics Students: 2 SWS</p> <p>Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.</p>
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Verbindlich: Keine          Empfohlen: Erfolgreiche Modulprüfung in dem Modul <i>Mathematics 1</i></p>
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	<p>Modulprüfung: Klausur</p> <p>Prüfungssprache: Englisch</p> <p>Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.</p>
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	<p>Vorlesung Mathematics 2 for Earth System Physics Students: 6 LP          Übung Exercises for Mathematics 2 for Earth System Physics Students: 2 LP</p>
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	8 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Pflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Numerics for Earth System Physics</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-Num</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden haben ein Verständnis grundlegender numerischer Methoden entwickelt. Sie haben einen Einblick in die Existenz, Konvergenz und Stabilität von Lösungen linearer und nichtlinearer Gleichungssysteme erhalten und können erste Algorithmen zur Lösung einfacher Systeme anwenden.
<b>Inhalte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung in das Problem der Numerischen Analysis</li> <li>2. Lineare Gleichungssysteme</li> <li>3. Polynomiale Interpolation</li> <li>4. Methode der kleinsten Quadrate</li> <li>5. Trigonometrische Interpolation</li> <li>6. Numerische Integration</li> <li>7. Eigenwertprobleme</li> <li>8. Klassische Integration linearer Systeme</li> <li>9. Mehrgitterverfahren zur Lösung linearer Systeme</li> <li>10. Nichtlineare Gleichungssysteme</li> <li>11. Numerische Differentiation</li> </ol> <p>Alle Themenbereiche können mit kleinen Programmieraufgaben in Python begleitet werden.</p>
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	<p>Vorlesung Numerics for Earth System Physics: 2 SWS          Übung Exercises for Numerics for Earth System Physics: 2 SWS</p> <p>Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.</p>
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Verbindlich: Keine.</p> <p>Empfohlen: Erfolgreicher Abschluss der Module Mathematics 1, Mathematics 2 und Physics of the Earth System</p>
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	<p>Modulprüfung: Übungsabschluss</p> <p>Prüfungssprache: Englisch</p>
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	<p>Vorlesung Numerics for Earth System Physics: 3 LP          Übung Exercises for Numerics for Earth System Physics: 3 LP</p>
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Pflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Differential Equations for Earth System Physics</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-DiffEqs</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegende Theorie gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen. Sie haben erste Methoden zur numerischen Lösung von Differentialgleichungen kennengelernt und können diese anwenden.
<b>Inhalte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung zu Gewöhnlichen Differentialgleichungen (ODEs)</li> <li>2. Numerische Methoden für ODEs</li> <li>3. Einführung zu Partiellen Differentialgleichungen (PDEs)</li> <li>4. Numerische Methoden für PDEs</li> </ol> <p>Alle Themenbereiche können mit kleinen Programmieraufgaben in Python begleitet werden.</p>
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	<p>Vorlesung Differential Equations for Earth System Physics: 2 SWS          Übung Exercises for Differential Equations for Earth System Physics: 2 SWS</p> <p>Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.</p>
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Verbindlich: Keine</p> <p>Empfohlen: Erfolgreicher Abschluss der Module Mathematics 1, Mathematics 2, Physics of the Earth System 2, Numerics for Earth System Physics.</p>
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	<p>Modulprüfung: Hausarbeit</p> <p>Prüfungssprache: Englisch</p> <p>Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.</p>
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Differential Equations for Earth System Physics: 3 LP Übung Exercises for Differential Equations for Earth System Physics: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Pflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Statistics for Earth System Physics</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-Stat</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden kennen und verstehen die Grundlagen für statistische Auswertungen in Geophysik, Ozeanographie und Meteorologie. Sie haben ein erstes Verständnis für statistische Methoden und können diese an einfachen Beispielen anwenden. Sie haben ein statistisches und dynamisches Verständnis zur Zeitreihenanalyse entwickelt.
<b>Inhalte</b>	<p>Folgende Themen werden unter anderem behandelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Statistik und Stochastik</li> <li>2. Unsicherheit, Wahrscheinlichkeit</li> <li>3. Schätzer, Konfidenzintervalle</li> <li>4. Korrelation, Autokorrelation</li> <li>5. Lineare Regression</li> <li>6. Statistische Tests</li> <li>7. Zeitreihen</li> <li>8. Autoregressionsprozesse</li> </ol> <p>Der Vorlesungsstoff wird anhand von Beispielen aus der Geophysik, Ozeanographie und Meteorologie präsentiert.</p>
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	<p>Vorlesung Statistics for Earth System Physics: 3 SWS</p> <p>Übung Exercises for Statistics for Earth System Physics: 2 SWS</p> <p>Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.</p>
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Verbindlich: Keine.</p> <p>Empfohlen: Erfolgreicher Abschluss der Module Mathematics 1, Mathematics 2 und Physics of the Earth System 1</p>
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	<p>Modulprüfung: Übungsabschluss, Klausur oder Hausarbeit</p> <p>Prüfungssprache: Englisch</p> <p>Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.</p>
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	<p>Vorlesung Statistics for Earth System Physics: 3 LP</p> <p>Übung Exercises for Statistics for Earth System Physics: 3 LP</p>
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Pflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Physics of the Earth System 1</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-PES1</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierenden ein Verständnis für den Aufbau und der Dynamik des Erdsystems aus physikalischer Sicht. Sie sind mit dem Aufbau der festen Erde, des Ozeans und der Atmosphäre und den wichtigsten Prozessen, die deren jeweilige Dynamik ausmachen, vertraut. Sie kennen die grundlegenden Variablen, Kräfte und Messgrößen. Außerdem haben sie grundlegende Programmierkenntnisse mit Python unter dem Betriebssystem Linux erworben. Sie können wissenschaftliche Daten einlesen, bearbeiten sowie Ergebnisse ausgeben und visualisieren.
<b>Inhalte</b>	<p>Einführung in die Physik des Erdsystems:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung in geophysikalische Grundlagen: Struktur und Dynamik der festen Erde, Plattentektonik, Vulkanismus, Umweltgeophysik</li> <li>2. Einführung in meteorologische Grundlagen: Struktur und Dynamik der Atmosphäre – Aufbau, Konzepte, Bewegungsgleichungen</li> <li>3. Einführung in ozeanographische Grundlagen: Struktur und Dynamik der Ozeane - Wassermassen, Zirkulation, Volumen- und Wärmetransport</li> </ol> <p>Einführung in die Programmierung mit Python:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Computerinfrastruktur: Betriebssystem Linux, Verzeichnisse, Dateien, Befehle</li> <li>2. Programmierungskonzepte mit Python: Variablen, Datentypen, Operationen, Arrays, Verzweigungen und Schleifen, Kontrollstrukturen, formatierte Eingabe und Ausgabe, Datenvisualisierung</li> </ol> <p>Die Programmieraufgaben verwenden Variablen und Beispiele aus der Vorlesung Physics of the Earth System.</p>
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	<p>Vorlesung Physics of the Earth System 1: 4 SWS          Übung Introduction to Python Programming: 2 SWS</p> <p>Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.</p>
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Verbindlich: Keine.          Empfohlen: Keine.</p>
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	<p>Modulprüfung: Hausarbeit oder Take-Home Exam</p> <p>Prüfungssprache: Englisch</p> <p>Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.</p>
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilen (Angabe in Leistungspunkten)</b>	<p>Vorlesung Physics of the Earth System 1: 6 LP          Übung Introduction to Python Programming: 4 LP</p>
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	10 LP

<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Pflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Physics of the Earth System 2</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-PES2</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierenden ein Verständnis für die Zusammenhänge zwischen geophysikalischen, ozeanographischen und meteorologischen Prozessen im Erdsystem, inklusive möglicher Georisiken, und ihren Wechselwirkungen mit dem Klimasystem.</p> <p>Außerdem haben die Studierenden einen Überblick über die gängigen Formen des wissenschaftlichen Arbeitens gewonnen. Sie können eine wissenschaftliche Fragestellung herleiten, bearbeiten und die Ergebnisse darstellen.</p>
<b>Inhalte</b>	<p>Einführung in die physikalischen Wechselwirkungen im Erdsystem an den Beispielen Georisiken und Klima:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Geogefahren, Geosystem-Monitoring, klimarelevante Anwendungen</li> <li>2. Kreisläufe des Erdsystems und deren Kopplungen: Energie, Atmosphäre, Wasser, Kohlenstoff</li> <li>3. Klima, Sensitivität, Rückkopplungen</li> <li>4. Modellierung</li> </ol> <p>Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wissenschaftlicher Erkenntnisprozess</li> <li>2. Wissenschaftliches Schreiben und andere Formen der Darstellung</li> <li>3. Projekt- und Zeitmanagement</li> <li>4. Begutachtungsprozess</li> </ol> <p>Die Bearbeitung einer wissenschaftlichen Frage wird an einem Beispiel aus dem Bereich der Georisiken oder des Klimasystems demonstriert.</p>
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	<p>Vorlesung Physics of the Earth System 2: 4 SWS Vorlesung + Übung Basics of Academic Research: 2 SWS</p> <p>Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.</p>
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Verbindlich: Keine.</p> <p>Empfohlen: Erfolgreicher Abschluss des Moduls Physics of the Earth System 1</p>
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	<p>Modulprüfung: Hausarbeit oder Take-Home Exam</p> <p>Prüfungssprache: Englisch</p> <p>Studienleistung: Als Studienleistung kann ein Referat gefordert werden, dies wird zu Beginn der Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.</p> <p>Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.</p>
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	<p>Vorlesung Physics of the Earth System 2: 6 LP Vorlesung + Übung Basics of Academic Research: 4 LP</p>
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	10 LP



<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Pflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Physics of the Earth System – Practical Training</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-PESPract</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden, geleitet von Fragen und Hypothesen, Experimente aus dem Themenbereich Erdsystemphysik planen, diese durchführen und die dabei gewonnenen Daten analysieren und interpretieren. Sie sind mit Grundkonzepten des experimentellen Arbeitens, wie Messunsicherheit, Fehlerfortpflanzung und Reproduzierbarkeit, vertraut. Sie können ihre experimentelle Arbeit einschließlich der Auswertung in einem wissenschaftlichen Versuchsprotokoll dokumentieren.
<b>Inhalte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planung und Durchführung von Laborexperimenten im Team</li> <li>2. Automatische und manuelle Aufnahme von Messdaten</li> <li>3. Erstellen von Analyseskripten in Python</li> <li>4. Verwendung von dedizierter Messsoftware</li> <li>5. Auswertung der Messungen und Beantwortung der Experimentierfrage(n)</li> <li>6. Erstellen eines Praktikumsberichts</li> </ol>
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung Accompanying Lecture for Physics of the Earth System Practical Training: 1 SWS Praktikum Physics of the Earth System Practical Training: 3 SWS
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Keine. Empfohlen: Erfolgreicher Abschluss der Module Physics of the Earth System 1, Physics of the Earth System 2
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Praktikumsabschluss (bestanden/nicht bestanden)  Prüfungssprache: Englisch  Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme am Praktikum gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Accompanying Lecture for Physics of the Earth System Practical Training: 1,5 LP Praktikum Physics of the Earth System Practical Training: 4,5 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Pflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Foundations of Fluid Dynamics</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-FluidDyn</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden mit den Grundlagen zur Bearbeitung strömungsmechanischer Probleme vertraut und sind in der Lage, für einfache strömungsmechanische Probleme die relevanten Gleichungen zusammenzustellen und die beteiligten Kräfte und Parameter einzuordnen und zu beschreiben.
<b>Inhalte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zustandsgrößen und Eigenschaften der Fluide</li> <li>2. Fluidstatik</li> <li>3. Methoden der Strömungsbeschreibung</li> <li>4. 4. Erhaltungsgleichungen für Fluide</li> <li>5. Approximationen der Bewegungsgleichung</li> <li>6. Dimensionsanalyse</li> <li>7. Ähnlichkeit von Strömungen</li> </ol>
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	<p>Vorlesung Foundations of Fluid Dynamics: 3 SWS          Übung Exercises for Foundations of Fluid Dynamics: 1 SWS</p> <p>Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.</p>
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Verbindlich: Teilnahme an den Modulen Mathematics 1, Mathematics 2, Physics 1 (Mechanics and Thermodynamics) and Physics 2 (Electrodynamics and Optics)</p> <p>Empfohlen: Erfolgreicher Abschluss der Module Mathematics 1, Mathematics 2, Physics 1 (Mechanics and Thermodynamics) and Physics 2 (Electrodynamics and Optics)</p>
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	<p>Modulteilprüfungen:          Vorlesung Foundations of Fluid Dynamics: Klausur          Übung Exercises for Foundations of Fluid Dynamics: Übungsabschluss</p> <p>Prüfungssprache: Englisch</p> <p>Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.</p>
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	<p>Vorlesung Foundations of Fluid Dynamics: 4,5 LP          Übung Exercises for Foundations of Fluid Dynamics: 1,5 LP</p>
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester

## II.2. Modulbeschreibungen der Wahlpflichtmodule

<b>Modultyp</b> <b>Titel</b> <b>Kürzel</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b> <b>Applied Geophysics</b> <b>ESW-B-AppGP</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen und verstehen die Studierenden die physikalischen Grundlagen der angewandten Geophysik hinsichtlich der zu messenden Eigenschaften der Erde als auch der jeweiligen Messtechnik. Sie sind in der Lage, einfache Messungen mit den vorgestellten Methoden zu planen und durchzuführen sowie die gemessenen Daten auszuwerten und zu interpretieren.
<b>Inhalte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seismische Verfahren: Refraktionsseismik, Reflexionsseismik, Sedimentecholot, Multibeam</li> <li>2. Nichtseismische Verfahren: Potentialmethoden, Gravimetrie, Gleichstromgeoelektrik, elektromagnetische Induktionsverfahren, Magnetik, Bodenradar, Bohrlochgeophysik</li> </ol>
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung Seismic Methods: 2 SWS Übungen Exercises for Seismic Methods: 1 SWS Vorlesung Non-Seismic Methods: 2 SWS Übungen Exercises for Non-Seismic Methods: 1 SWS  Für die Übungen wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Teilnahme an den Modulen Mathematics 1, Mathematics 2, Physics 1 (Mechanics and Thermodynamics), Physics 2 (Electrodynamics and Optics) und Physics of the Earth System 1. Empfohlen: erfolgreicher Abschluss der Module Mathematics 1, Mathematics 2, Physics 1 (Mechanics and Thermodynamics), Physics 2 (Electrodynamics and Optics) und Physics of the Earth System 1.
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Klausur  Prüfungssprache: In der Regel Englisch  Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc. und Bearbeitung der Übungsaufgaben
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Seismic Methods: 3 LP Übungen Exercises for Seismic Methods: 1,5 LP Vorlesung Non-Seismic Methods: 3 LP Übungen Exercises for Non-Seismic Methods: 1,5 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	9 LP
<b>Dauer</b>	2 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jedes Semester  Vorlesung Seismic Methods: Wintersemester Übungen Exercises for Seismic Methods: Wintersemester Vorlesung Non-Seismic Methods: Sommersemester Übungen Exercises for Non-Seismic Methods: Sommersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Geophysics Practical Training</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-GPPract</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden geophysikalische Messgeräte eigenständig bedienen und können geophysikalische Messverfahren eigenständig anwenden. Sie können eigene Messdaten sammeln und auswerten. Sie sind in der Lage, Feldexperimente für gegebene Fragestellungen selbst zu planen, die Messungen durchzuführen und in geeigneter Weise zu protokollieren. Sie können eigene Messdaten interpretieren und sind imstande, geophysikalische Messungen für Ingenieurbüros in der Praxis zu planen, durchzuführen und zu beurteilen.
<b>Inhalte</b>	Geodäsie (Vermessung), Gravimetrie, Magnetik, Gleichstrom-Geoelektrik, Georadar, Modellseismik, Feldseismik.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Seminar Accompanying Seminar for Geophysics Practical Training: 1 SWS Praktikum Geophysics Practical Training: 3 SWS
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Teilnahme am Modul Applied Geophysics Empfohlen: Erfolgreicher Abschluss des Moduls Applied Geophysics
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Praktikumsabschluss (bestanden/nicht bestanden)  Prüfungssprache: in der Regel Englisch  Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme am Praktikum gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Seminar Accompanying Seminar for Geophysics Practical Training: 1,5 LP Praktikum Geophysics Practical Training: 4,5 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Machine Learning in Physical Earth System Sciences</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-ML</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierenden einen Überblick über die Methoden des maschinellen Lernens, einschließlich der Theorie und spezifischer Anwendungen in den physikalischen Erdsystemwissenschaften erworben. Sie können verschiedene Techniken des maschinellen Lernens auf geowissenschaftliche Probleme mit selbst geschriebenen Programmen anwenden und kennen verschiedene Open-Source-Frameworks für maschinelles Lernen. Sie sind in der Lage, die Leistung ihrer implementierten Algorithmen qualitativ und quantitativ zu bewerten.
<b>Inhalte</b>	Objekte und ihre Eigenschaften, unüberwachte Lernstrategien, überwachte Lernstrategien, Metriken zur Bewertung der Leistungsfähigkeit der verschiedenen Algorithmen.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung Machine Learning in Physical Earth System Sciences: 2 SWS Übung Exercises for Machine Learning in Physical Earth System Sciences: 2 SWS  Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Erfolgreicher Abschluss des Moduls Physics of the Earth System 1; Teilnahme am Modul Statistics for Earth System Physics. Empfohlen: Erfolgreicher Abschluss des Moduls Statistics for Earth System Physics.
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Hausarbeit  Prüfungssprache: in der Regel Englisch  Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc. und Bearbeitung der Übungsaufgaben.
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Machine Learning in Physical Earth System Sciences: 3 LP Übung Exercises for Machine Learning in Physical Earth System Sciences: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Geodynamics and Vulcanology</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-GV</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über Grundkenntnisse der großskaligen dynamischen Prozesse im System der festen Erde. Sie haben ein Verständnis der Erde als Wärmekraftmaschine entwickelt und Kenntnis der generellen Struktur der festen Erde sowie der Grundprinzipien vulkanischer Aktivität gewonnen.
<b>Inhalte</b>	Im Rahmen dieses Moduls werden die Studierenden an dynamische Prozesse in der festen Erde herangeführt. Zuerst werden relevante Prozesse im System der festen Erde qualitativ dargestellt. Darauf basierend wird bzw. werden der Wärmetransport im System Erde behandelt, großskalige tektonische Prozesse mit mathematischen Modellen hinterlegt, sowie eine Verbindung zur Geothermie hergestellt. Abschließend wird aus den dynamischen Prozessen in der Erde vulkanische Aktivität beleuchtet und es werden einfache physikalische Modelle für vulkanische Aktivität hergeleitet.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung Geodynamics and Vulcanology: 3 SWS Übung Exercises for Geodynamics and Vulcanology: 1 SWS  Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Teilnahme an den Modulen Mathematics 1, Mathematics 2, Physics 1 (Mechanics and Thermodynamics), Physics 2 (Electrodynamics and Optics) und Physics of the Earth System 1. Empfohlen: Erfolgreicher Abschluss der Module Mathematics 1, Mathematics 2, Physics 1 (Mechanics and Thermodynamics), Physics 2 (Electrodynamics and Optics) und Physics of the Earth System 1
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Klausur  Prüfungssprache: in der Regel Englisch  Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc. und Bearbeitung der Übungsaufgaben
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Geodynamics and Vulcanology: 4,5 LP Übung Exercises for Geodynamics and Vulcanology: 1,5 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Data Processing and Geophysical Model Building</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-DPGM</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, erste Auswertungen von Daten und basierend auf der Datenauswertung einfache geophysikalische Modelle zu entwickeln, die die wesentlichen physikalischen Prozesse zur Erklärung der Daten identifizieren.
<b>Inhalte</b>	Datenbearbeitung und geophysikalische Modellbildung anhand dreier verschiedener Datenbeispiele aus der Geophysik, wovon jeweils eins aus dem Bereich Potentialverfahren, eins aus dem Bereich Seismologie/Seismik, sowie eins aus dem Bereich Geodynamik stammt.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung Data Processing and Geophysical Model Building: 1 SWS Übung Exercises for Data Processing and Geophysical Model Building: 3 SWS  Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Teilnahme an den Modulen Mathematics 1, Mathematics 2, Numerics for Earth System Physics, Physics 1 (Mechanics and Thermodynamics), Physics 2 (Electrodynamics and Optics) und Physics of the Earth System 1  Empfohlen: erfolgreicher Abschluss der Module Mathematics 1, Mathematics 2, Numerics for Earth System Physics, Physics 1 (Mechanics and Thermodynamics), Physics 2 (Electrodynamics and Optics), Physics of the Earth System 1, Applied Geophysics, Geodynamics and Volcanology.
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Übungsabschluss oder Hausarbeit  Prüfungssprache: in der Regel Englisch  Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige Teilnahme an den Übungen gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc. und Bearbeitung der Übungsaufgaben.
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Data Processing and Geophysical Model Building: 1,5 LP Übung Exercises for Data Processing and Geophysical Model Building: 4,5 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester



<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Geophysical Geohazard Research</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-Geohaz</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen und verstehen die Studierenden die Grundlagen der geophysikalischen Georisikoforschung in Theorie und Praxis. Sie verfügen über grundlegendes Wissen, um ausgewählte geophysikalische Daten zu bearbeiten und hinsichtlich der relevanten Erdprozesse zu interpretieren.
<b>Inhalte</b>	Geologischer Hintergrund von Georisiken durch Vulkanismus, Hangrutschungen, Tsunamis oder Erdbeben. Bearbeitung ausgewählter geophysikalischer Daten mit dem Schwerpunkt Seismik, Seismologie oder Bodenradar.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung Geophysical Geohazard Research: 2 SWS Übung Exercises for Geophysical Geohazard Research: 2 SWS  Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Teilnahme am Modul Applied Geophysics Empfohlen: Erfolgreicher Abschluss des Moduls Applied Geophysics
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Klausur  Prüfungssprache: in der Regel Englisch  Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige Teilnahme an den Übungen gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc. und Bearbeitung der Übungsaufgaben.
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Geophysical Geohazard Research: 3 LP Übung Exercises for Geophysical Geohazard Research: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Seismology and Earthquakes</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-SEQ</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierenden die Grundlagen der Laufzeit-Seismologie erlernt, kennen Analyse- und Auswertemethoden zur Struktur- und Herduntersuchung und können diese anwenden. Der Umgang mit seismologischen Laufzeitdaten ist ihnen ebenso vertraut wie die Erstellung von Geschwindigkeitsmodellen aus Laufzeitdaten. Sie können die seismische 3D-Tomographie einordnen. Sie sind mit Arraymethoden vertraut und können sie zur Lokalisierung von Erdbeben und anderen seismischen Quellen einsetzen.
<b>Inhalte</b>	Ausbreitung elastischer Wellen, seismische Strahlen durch die Erde, Strahlparameter, globale Laufzeitkurven und Phasen, Bestimmung von Strukturen im Untergrund und Tomographie, Quellen und Lokalisierung von Erdbeben.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung Seismology and Earthquakes: 3 SWS Übung Exercises for Seismology and Earthquakes: 1 SWS  Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Teilnahme an den Modulen Mathematics 1, Mathematics 2, Physics 1 (Mechanics and Thermodynamics), Physics 2 (Electrodynamics and Optics) und Physics of the Earth System 1 Empfohlen: Erfolgreicher Abschluss der Module Mathematics 1, Mathematics 2, Physics 1 (Mechanics and Thermodynamics), Physics 2 (Electrodynamics and Optics) und Physics of the Earth System 1
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Klausur  Prüfungssprache: in der Regel Englisch  Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an den Übungen gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc. und Bearbeitung der Übungsaufgaben
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Seismology and Earthquakes: 4,5 LP Übung Exercises for Seismology and Earthquakes: 1,5 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Fundamentals of Physical Oceanography</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-PhysOcean</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über ein Verständnis des grundlegenden Aufbaus der Ozeane, einschließlich ihrer Schichtung und Zirkulation, und der zugrunde liegenden dynamischen Prozesse. Zudem sind sie mit ozeanischen Untersuchungsmethoden, Messgrößen, den Prinzipien der Messgeräte sowie grundlegenden Auswertungstechniken vertraut und haben einen aktuellen Überblick über das Fach.
<b>Inhalte</b>	Folgende Inhalte stehen beispielhaft für die zu erwerbenden Grundlagen: Wassermassenanalyse, Einfluss der Erdrotation auf dynamische Prozesse (u. a. Ekman-Dynamik, Geostrophie), windgetriebene und thermohaline Ozeanzirkulation, Wirkung der Atmosphäre auf den Ozean, ozeanische Fronten, Wärme- und Strahlungsbilanz der Erde
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung Fundamentals of Physical Oceanography: 2 SWS Übung Exercises for Fundamentals of Physical Oceanography: 2 SWS  Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Teilnahme an den Modulen <i>Physics 1 (Mechanics and Thermodynamics)</i> , <i>Physics 2 (Electrodynamics and Optics)</i> , <i>Physics of the Earth System 1</i> und <i>Physics of the Earth System 2</i> Empfohlen: Keine
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Klausur  Prüfungssprache: Englisch  Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc. und Bearbeitung der Übungsaufgaben.
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Fundamentals of Physical Oceanography: 3 LP Übung Exercises for Fundamentals of Physical Oceanography: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Coastal and Shelf Sea Oceanography</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-CoastShelf</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen die Studierenden den grundlegenden Aufbau der Schelf- und Randmeere in Schichtung und Zirkulation und verstehen die wesentliche Dynamik, die diesem Aufbau zugrunde liegt.
<b>Inhalte</b>	Vergleichende Betrachtung der küstennahen Schelfregionen und Randmeere. Hydrographie arider und humider Randmeere; Wechselwirkungen mit Land und Atmosphäre; Gezeiten; Mischung in Grenzschichten; wind- und thermohalin getriebene Zirkulation; Austauschprozesse von Oberflächen und Bodenwasser durch Passagen; Hydraulische Kontrolle; Frontenbildung; Auftriebsgebiete; Wassermassenanalyse; Typisierung von Ästuarien, Sediment- und Schwebstofftransport, Wellendynamik an Küsten, Erosion, Sedimentation.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung Coastal and Shelf Sea Oceanography: 2 SWS
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Teilnahme an den Modulen Physics of the Earth System 1 und Physics of the Earth System 2 Empfohlen: Parallele Teilnahme Modul Fundamentals of Physical Oceanography
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Referat oder Klausur Prüfungssprache: Englisch
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Coastal and Shelf Sea Oceanography: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	3 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Ocean and Ice in the Climate System</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-OceanIce</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Studierende haben die Kenntnis der klimarelevanten ozeanischen Prozesse und Phänomene (Ozean-Atmosphäre-Wechselwirkungen in hohen Breiten, die Rolle der Kaltwassersphäre). Sie haben einen Überblick über die Variabilität des Ozeans auf zwischenjährlichen und dekadischen Zeitskalen kennen gelernt.
<b>Inhalte</b>	Strahlungsbilanz der Erde; Hydrologischer Zyklus, Wärme- und Stoffkreisläufe; Klimarelevante Prozesse; Rolle der Ozeanzirkulation im Klima; Ozean als Wärmespeicher, Meeresspiegelanstieg; Rolle des Meereises; Schwankungen der Ozeanzirkulation und des Erdklimas mit Zeitskalen von einigen Jahren bis mehreren tausend Jahren; El Nino, Nordatlantische Oszillation; Dansgaard-Oeschger Zyklen; einfache Klimamodelle.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung Role of the Ocean and Ice in the Climate System: 2 SWS Übung Exercises for Ocean and Ice in the Climate System: 2 SWS  Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Teilnahme an den Modulen Physics of the Earth System 1 und Physics of the Earth System 2 Empfohlen: Keine.
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Hausarbeit  Prüfungssprache: Englisch  Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Role of the Ocean and Ice in the Climate System: 3 LP Übung Exercises for Ocean and Ice in the Climate System: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Oceanographic Field Work</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-OceanField</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls können die Studierenden ozeanographische Messgeräte verwenden und die Methoden eigenständig anwenden. Sie haben eigene Messdaten gesammelt und ausgewertet. Die Studierenden sind in der Lage, zu gegebenen Forschungsfragen Feldexperimente zu planen, die Messungen durchzuführen und diese in geeigneter Weise zu dokumentieren (Online-Logbuch). Die Studierenden können Standardmessdaten einer Seereise verarbeiten und analysieren. Sie sind in der Lage, die Ergebnisse in einem Bericht darzustellen und in einem Vortrag zu kommunizieren.
<b>Inhalte</b>	Bei einer Praktikumsfahrt auf See sammeln die Studierenden Proben und Daten, um die physikalische Ozeanographie ggf. mit weiteren Hilfsmessungen (aus der Chemie, Biologie oder Meteorologie) zu beschreiben. In der Arbeit in Teams übernehmen sie verschiedene Rollen, benutzen verschiedenes ozeanographisches Equipment und sammeln Erfahrungen in der Planung und Durchführung von mariner Feldarbeit. Im Vorbereitungsseminar wird die Ausfahrt geplant, der Umgang mit den Geräten erlernt, sowie die Software zur Messdatenverarbeitung und -analyse eingeführt. Die Studierenden werden mit Spezialsoftware von ozeanographischen Messgeräten arbeiten und die während der Praktikumsfahrt gesammelten Messdaten prozessieren. In einem kurzen wissenschaftlichen Bericht werden sie ihre Datenanalyse beschreiben und mit ausgewählten Publikationen des Fachgebiets vergleichen.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Seminar Preparation Seminar for Oceanographic Field Work: 1 SWS Praktikum Oceanographic Field Work: 3 SWS Seminar Analysis of Oceanographic Field Work Data: 4 SWS
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Teilnahme an den Modulen Physics of the Earth System 1 und Physics of the Earth System 2. Empfohlen: Erfolgreicher Abschluss des Moduls Fundamentals of Physical Oceanography.
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulteilprüfungen (bestanden/nicht bestanden): Praktikum Oceanographic Field Work – Praktikumsabschluss Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme am Praktikum gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.  Seminar Analysis of Oceanographic Field Work Data – Hausarbeit Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme am Seminar gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc. und Präsentation im Rahmen des Seminars  Prüfungssprache: Englisch
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Seminar Preparation Seminar for Oceanographic Field Work: 1,5 LP Praktikum Oceanographic Field Work: 4,5 LP Seminar Analysis of Oceanographic Field Work Data: 6 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	12 LP
<b>Dauer</b>	2 Semester

<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich mit Beginn im Sommersemester Seminar Preparation Seminar for Oceanographic Field Work: Sommersemester Praktikum Oceanographic Field Work: Sommersemester Seminar Analysis of Oceanographic Field Work Data: Wintersemester
--------------------------------	--

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Fundamentals of Dynamical Oceanography</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-DynOcean</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls haben die Studierenden vertiefte Kenntnisse der Fluidodynamik für ungeschichtete und geschichtete Fluide im rotierenden System erlangt. Sie haben sich vertieft mit den Methoden der theoretischen Ozeanographie (Skalierung, Linearisierung, Approximationen) auseinandergesetzt.
<b>Inhalte</b>	Phänomenologie dynamischer Prozesse im Ozean und deren mathematische Beschreibung. Unter anderem werden folgende Themen(-komplexe) behandelt: Großskalige Zirkulation und Vermischung, dynamische Instabilitäten (barotrop und baroklin), Wellen, Wirbel, Wirbelablösung, interne Wellen, Jets, topographische Effekte, Randströme, Intrusionen, bodengeführte Dichteströmungen, Konvektion.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung Fundamentals of Dynamical Oceanography: 2 SWS Übung Exercises for Fundamentals of Dynamical Oceanography: 2 SWS  Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Teilnahme an den Modulen Mathematics 1, Mathematics 2, Numerics for Earth System Physics, Differential Equations for Earth System Physics und Fundamentals of Fluid Dynamics Empfohlen: Keine.
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Klausur  Prüfungssprache: Englisch  Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Fundamentals of Dynamical Oceanography: 3 LP Übung Exercises for Fundamentals of Dynamical Oceanography: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester



<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Ocean Modeling</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-OceanMod</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls beherrschen die Studierenden diverse Methoden und Verfahren der Modellierung in der Meereskunde und deren Anwendung für ausgewählte Fallstudien. Studierende sind in der Lage eigene ‚Modell-Codes‘ zu erstellen, sowie vorhandene Module anzuwenden bzw. zu modifizieren.
<b>Inhalte</b>	Unter anderem werden folgende Themen (-komplexe) vorgestellt: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verschiedene Typen prognostischer und diagnostischer partieller Differentialgleichungen und die Behandlung von Anfangs- und Randwertproblemen</li> <li>2. Finite Differenzenverfahren (explizit und implizit) und ihre Stabilitätsanalyse</li> <li>3. Direkte und iterative Lösung linearer Gleichungssysteme</li> <li>4. Mehrgitterverfahren</li> <li>5. Lösung nichtlinearer Gleichungssysteme</li> <li>6. Strukturierte und unstrukturierte Gitter, Gitterdispersion, sowie Diskretisierungen und numerische Diffusion</li> <li>7. Kritische Analyse von Modellergebnissen in Kenntnis potenzieller Fehlerquellen</li> <li>8. Parallelisierung von Programmen. Soweit möglich werden Modell-Codes mit analytischen Lösungen verglichen.</li> </ol>
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung Ocean Modeling: 2 SWS Übung Exercises for Ocean Modeling: 2 SWS  Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Erfolgreicher Abschluss der Module Mathematics 1, Mathematics 2, Numerics for Earth System Physics, Differential Equations for Earth System Physics und Physics of the Earth System 1 Empfohlen: Erfolgreicher Abschluss des Moduls Fundamentals of Dynamical Oceanography sowie Kenntnisse einer höheren Programmiersprache, z. B. Python, Fortran oder C und Matlab
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Hausarbeit  Prüfungssprache: Englisch  Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Ocean Modeling: 3 LP Übung Exercises for Ocean Modeling: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>The Cryosphere</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-Cryo</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, kryosphärische Prozesse im Erdsystem physikalisch zu verstehen, in Form einfacher numerischer Modelle zu simulieren, die Rolle von Wechselwirkungen einzuordnen, entsprechende Fachpublikationen zu verstehen, und grundlegende Laborexperimente zum Frieren und Schmelzen durchzuführen.
<b>Inhalte</b>	Frieren und Schmelzen; Kryosphäre im Erdsystem; Schnee; Gletscher; Eisschilde; Meereis; Permafrost; Eiswolken; Kryosphäre im Klimawandel
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung The Cryosphere: 2 SWS Übung Exercises for The Cryosphere: 2 SWS  Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Keine. Empfohlen: Teilnahme an den Modulen Mathematics 1, Mathematics 2, Physics 1 ( <i>Mechanics and Thermodynamics</i> ), Physics 2 ( <i>Electrodynamics and Optics</i> ), Physics of the Earth System 1.
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Hausarbeit  Prüfungssprache: Englisch  Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung The Cryosphere: 3 LP Übung Exercises for The Cryosphere: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Atmospheric Thermodynamics</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-AtmoTherm</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierenden einen Überblick über die klassische sowie die atmosphärische Thermodynamik. Sie beherrschen die Konzepte des thermischen Gleichgewichts, der inneren Energie, der Wärme und der Entropie, die zur Beschreibung der beobachteten natürlichen Prozesse erforderlich sind. Die Studierenden sind in der Lage, Zustandsgleichungen für Luft, Wasser und deren Gemische herzuleiten und anzuwenden, um relevante atmosphärische Variablen, atmosphärische Prozesse und die statische Stabilität der Atmosphäre zu beschreiben. Sie verstehen Nichtgleichgewichtsthermodynamik und Transportphänomene und kennen Gleichgewichtsgleichungen zur Beschreibung der atmosphärischen Dynamik.
<b>Inhalte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nullter Hauptsatz: der Begriff der Temperatur</li> <li>2. Erstes Gesetz: die Erhaltung der Energie</li> <li>3. Zweites Gesetz: die Zunahme der Entropie</li> <li>4. Variable Zusammensetzung und Phasengleichgewicht</li> <li>5. Wasser in der Atmosphäre</li> <li>6. Atmosphärische Prozesse</li> <li>7. Statische Stabilität der Atmosphäre</li> <li>8. Nicht-Gleichgewichts-Thermodynamik</li> <li>9. Gleichgewichtsgleichungen</li> <li>10. Transportphänomene</li> </ol>
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	<p>Vorlesung Atmospheric Thermodynamics: 2 SWS          Übung Exercises for Atmospheric Thermodynamics: 2 SWS</p> <p>Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.</p>
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Verbindlich: Keine.          Empfohlen: Keine.</p>
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. B.Sc. Earth System Physics</li> <li>2. B.Sc. Meteorologie</li> </ol>
<b>Modulabschluss</b>	<p>Modulprüfung: Mündliche Prüfung</p> <p>Prüfungssprache: Englisch</p> <p>Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.</p>
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	<p>Vorlesung Atmospheric Thermodynamics: 3 LP          Übung Exercises for Atmospheric Thermodynamics: 3 LP</p>
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Wintersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Atmosphären-Messungen</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-AtmoMess</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Studierende haben einen Überblick über operationell für Atmosphärenmessungen eingesetzte Instrumente und Messmethoden. Sie kennen deren physikalischen Funktionsprinzipien. Daraus können sie sowohl die Einsatzmöglichkeiten bewerten als auch Messungen einschließlich ihrer Unsicherheiten und Repräsentativität wissenschaftlich interpretieren.
<b>Inhalte</b>	Der Kurs behandelt führt zuerst in klassische und moderne Messverfahren für meteorologische Grundgrößen wie Temperatur, Feuchte und Wind ein. Darauf aufbauend wird die Profilierung der Atmosphäre mit in-situ Messungen und Fernerkundung vorgestellt. Einen Schwerpunkt bildet dabei die bodengebundene aktive Fernerkundung mit Radar, Lidar und Sodar. Als Abschluss wird die flugzeug- und satellitengestützte Fernerkundung insbesondere von Wolken behandelt.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung Atmosphären-Messungen: 2 SWS
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Keine. Empfohlen: Keine.
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: 1. B.Sc. Earth System Physics 2. B.Sc. Meteorologie
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Übungsabschluss (bestanden/nicht bestanden) Prüfungssprache: Deutsch
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Atmosphären-Messungen: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	3 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Wintersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Synoptik</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-Syn</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Der Kurs vermittelt die grundlegenden Inhalte der Synoptischen Meteorologie, die in der Zusammenschau der meteorologischen Phänomene in ihrer räumlichen Verteilung und zeitlichen Veränderung mit dem Ziel der Wetteranalyse und Wettervorhersage bestehen. Die Studierenden gewinnen Einblick in die Methoden, die von der Analyse des aktuellen Zustandes der Atmosphäre zur Wetterprognose führen. Kenntnisse zur Dynamik und Wechselwirkung wetterwirksamer Prozesse werden vermittelt. Der Kurs soll die Studierenden in die Lage versetzen, die vielfältigen Darstellungsformen des prognostizierten dreidimensionalen Zustandes der Atmosphäre zu interpretieren. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Frage, welche wetterbestimmenden und wetterändernden Prozesse in unterschiedlichen synoptischen Konstellationen zur Wirkung kommen. Wie die in der Theorie erarbeiteten Konzepte in der realen Atmosphäre zur Wirkung kommen, wird im Übungsteil „Wetterbesprechung“ vermittelt.
<b>Inhalte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analyseprodukte: Bodenwetterkarten, Höhenwetterkarten</li> <li>2. Hebung als Antrieb für Wetteränderungen</li> <li>3. Allgemeine Zirkulation</li> <li>4. Jetstreams/Rosbywellen</li> <li>5. Fronten/Frontogenese</li> <li>6. Mittelbreitendruckgebilde: Hoch, Idealzyklone, Shapiro-Keyser-Zyklone, Polar-Low</li> <li>7. Zyklognese aus der Sicht der quasigeostrophischen Theorie: Omegagleichung und die beteiligten Prozesse</li> <li>8. Zyklognese durch Erhaltung der isentropen potentiellen Vorticity (Leezyklognese, Dry Intrusion), Scherungsvorticity, Vergenzen an Jetsteaks</li> <li>9. Vorticitygleichung</li> <li>10. Grenzschichtprozesse</li> <li>11. TEMPs und ihre allgemeine Rolle in der Kurzfristprognose</li> <li>12. Prognose von Konvektion und Gewittern durch TEMP-Analyse</li> </ol>
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	<p>Vorlesung Synoptik: 2 SWS          Übung Übungen zur Synoptik I: 1 SWS          Übung Übungen zur Synoptik II: 1 SWS          Seminar Seminar zur Synoptik: 1 SWS</p> <p>Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.</p>
<b>Unterrichtssprache</b>	Deutsch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Verbindlich: Keine.</p> <p>Empfohlen: Teilnahme an den Modulen Einführung in die Meteorologie I und Einführung in die Meteorologie II oder Physics of the Earth System 1 und Physics of the Earth System 2.</p>
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. B.Sc. Meteorologie</li> <li>2. B.Sc. Earth System Physics</li> </ol>

<b>Modulabschluss</b>	Modulteilprüfungen: Vorlesung Synoptik, Übung Übungen zur Synoptik I und Übung Übungen zur Synoptik II: Klausur (benotet) Seminar Seminar zur Synoptik: Referat (bestanden/nicht bestanden)  Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungs- punkten)</b>	Vorlesung Synoptik: 2 LP Übung Übungen zur Synoptik I: 1 LP Übung Übungen zur Synoptik II: 1 LP Seminar Seminar zur Synoptik: 2 LP
<b>Gesamt-Arbeits- aufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	2 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich mit Beginn im Wintersemester Vorlesung Synoptik: Wintersemester Übung Übungen zur Synoptik I: Wintersemester Übung Übungen zur Synoptik II: Sommersemester Seminar Seminar zur Synoptik: Sommersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Dynamics of Weather and Climate</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-DynWeather</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss dieses Einführungsmoduls in der Atmosphärendynamik haben die Studierenden systematisch, in zunehmender Komplexität, Kenntnisse der Gleichungen und Konzepte und deren Verwendung zum Verständnis synoptischer Wetter- und Klimaprozesse auf Zeitskalen von ein paar Tage bis zu Jahrzehnten erlangt. Die Studierenden kennen die Vereinfachungen primitiver Gleichungen, die großräumige Zirkulationsschwankungen mit Schwerpunkt auf den Extratropen beschreiben und entwickeln Fähigkeiten, die Theorie zur Interpretation von Beobachtungen und Modellsimulationen anzuwenden.
<b>Inhalte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Primitive Gleichungen der atmosphärischen Bewegungen auf großer Skala im Drucksystem</li> <li>2. Vorticity-Gleichung und ihre Vereinfachung für synoptische Skalen</li> <li>3. Barotrope Rossby-Wellen und potentielle Rossby-Wirbelstärke</li> <li>4. Quasi-geostrophische Approximationen</li> <li>5. Barokline Instabilität und Energieumwandlungen</li> <li>6. Gleichungen für die zonal gemittelte Zirkulation, Konzept der Impulsflüsse</li> <li>7. Großräumige Zirkulationszellen: Perspektive der Stromfunktion</li> </ol>
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	<p>Vorlesung Dynamics of Weather and Climate: 2 SWS          Übung Exercises for Dynamics of Weather and Climate: 2 SWS</p> <p>Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.</p>
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Verbindlich: Keine.          Empfohlen: Keine.</p>
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. B.Sc. Earth System Physics</li> <li>2. B.Sc. Meteorologie</li> </ol>
<b>Modulabschluss</b>	<p>Modulprüfung: Klausur</p> <p>Prüfungssprache: Englisch</p> <p>Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.</p>
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	<p>Vorlesung Dynamics of Weather and Climate: 3 LP          Übung Exercises for Dynamics of Weather and Climate: 3 LP</p>
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Sommersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Weather Forecasting and Modeling</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-Forecast</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach Abschluss des Moduls haben Studierende Grundkenntnisse in numerischer Wettervorhersage erlangt. Das Modul konzentriert sich auf die grundlegenden physikalischen Konzepte und Komponenten der Wettervorhersage in operationellen Wetterdiensten wie dem DWD und der ECMWF, sowie auf die Nutzung von Vorhersageprodukten. Das Modul vermittelt ein grundlegendes Verständnis dafür, wie prognostische Gleichungen, die in anderen Kursen gelernt wurden, zu Wetterkarten werden.
<b>Inhalte</b>	Bestandteile des Prozesses der numerischen Wettervorhersage (NWP) als ein Anfangswertproblem. Konzept und historische Entwicklung der „First Guess“. Statistische Grundlagen der Datenassimilation: Schätzung der kleinsten Quadrate und Funktionsanpassung. Das Konzept der Kovarianzen und Korrelationen und Anwendung auf Oberflächenbeobachtungen und Sondenzeitreihen. Statistische Interpolation. Beispiele mit einigen Beobachtungen und mit Lorenz-modellen. Kontinuierliche Datenassimilation im Satellitenzeitalter: Überblick über die moderne NWP. Analyse und Reanalysedatensätze und deren Downscaling. Vorhersage ohne physikalische Gleichungen: maschinelles Lernen. Die Nutzung von Wettervorhersagen im Energiesektor.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung Weather Forecasting and Modelling: 2 SWS
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Keine. Empfohlen: Keine.
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: 1. B.Sc. Meteorologie 2. B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Übungsabschluss Prüfungssprache: Englisch
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Weather Forecasting and Modeling: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	3 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Sommersemester



<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Air Chemistry</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-AirChem</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über detaillierte Kenntnisse auf dem Gebiet der Atmosphärenchemie. Sie kennen die in der Atmosphäre vorkommenden Spurenstoffe und Stoffkreisläufe und haben die Ozonchemie verstanden.
<b>Inhalte</b>	Die Einführung in die Chemie der Atmosphäre beinhaltet eine Einführung in die Grundlagen der Allgemeinen Chemie und eine Stoffkunde chemischer Spurenstoffe der Atmosphäre. Dabei werden insbesondere die atmosphärische Lebensdauer, toxikologische Umweltrelevanz und die Strahlungswirksamkeit der Spurenstoffe diskutiert. An eine Einführung in die allgemeine Kinetik chemischer Reaktionen schließt sich die Erklärung der Ozonbildung in der Stratosphäre und der Troposphäre an. Dies umfasst die Diskussion der jährlich wiederkehrenden Ozonabnahme in der Stratosphäre zu Beginn des antarktischen Frühjahrs („Ozonloch“) und die Entstehung von Sommersmog bei Anwesenheit von Stickoxiden, Kohlenmonoxid und flüchtigen organischen Verbindungen.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung + Übung Air Chemistry: 2 SWS
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Keine. Empfohlen: Keine.
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: 1. B.Sc. Meteorologie 2. B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Klausur  Prüfungssprache: Englisch
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung + Übung Air Chemistry: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	3 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Wintersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Cloud Physics</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-CloudPhys</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden haben einen Überblick über die Quellen und Senken verschiedener atmosphärischer Aerosoltypen. Sie verstehen die grundlegenden Mechanismen der Bildung von Wolken und Nebel und können darauf aufbauend beobachtete Wolken erkennen, verstehen und klassifizieren. Die Studierenden haben Methoden zur Beschreibung des Gleichgewichts von Aerosol- und Wolkentröpfchen als Funktion der Umgebungsfeuchte kennengelernt. Sie kennen Ansätze zur Beschreibung des Größen- und Massenwachstums von Hydrometeoren in Wolken auf verschiedenen Stufen der Komplexität, und Mechanismen der Niederschlagsbildung. Sie sind in der Lage, die gelernten Konzepte umzusetzen, um parametrische Ansätze zur Beschreibung von Wolken und Niederschlag in regionalen und globalen Zirkulationsmodellen zu entwickeln.
<b>Inhalte</b>	Die Veranstaltung führt in die Physik der Aerosolpartikel und Wolken ein, wobei es vor allem um die Mikrophysik geht, d. h. darum, wie sich aus Wasserdampf Tröpfchen und Eiskristalle bilden, wie diese dann anwachsen, um schließlich als Niederschlag zur Erde zu fallen. Dabei orientiert sich der Aufbau der Vorlesung am Lebenszyklus der Partikel: Von Aerosolen zur Nukleationsproblematik, dann weiter zum Wachstum aus der Dampfphase und schließlich zu Mechanismen der Niederschlagsbildung. Dem Thema Eisteilchen und Wolken in Zirkulationsmodellen sind jeweils eigene Kapitel gewidmet.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung Cloud Physics: 2 SWS Übung Exercises for Cloud Physics: 2 SWS  Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Keine. Empfohlen: Keine.
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: 1. B.Sc. Earth System Physics 2. B.Sc. Meteorologie
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Mündliche Prüfung  Prüfungssprache: Englisch  Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Cloud Physics: 3 LP Übung Exercises for Cloud Physics: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Wintersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Environmental Meteorology</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-EnvMet</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Studierende haben essentielle Grundkenntnisse in Kernbereichen der Umweltmeteorologie, die sie befähigen, eine gutachterliche Tätigkeit in den Bereichen Schadstoffausbreitung, erneuerbare Energien oder Stadtplanung aufzunehmen.
<b>Inhalte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausbreitungsrechnung</li> <li>2. Stadtklimatologie</li> <li>3. Energiemeteorologie</li> </ol>
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	<p>Vorlesung Environmental Meteorology: 2 SWS          Übung Exercises for Environmental Meteorology: 2 SWS</p> <p>Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.</p>
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Verbindlich: Keine.          Empfohlen: Keine.</p>
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. B.Sc. Earth System Physics</li> <li>2. B.Sc. Meteorologie</li> </ol>
<b>Modulabschluss</b>	<p>Modulprüfung: Projektabschluss</p> <p>Prüfungssprache: Englisch</p> <p>Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.</p>
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	<p>Vorlesung Environmental Meteorology: 3 LP          Übung Exercises for Environmental Meteorology: 3 LP</p>
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Wintersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Climate Physics</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-CliPhys</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden sind mit den grundlegenden Denkweisen und Methoden der Klimaphysik vertraut. Sie kennen die Bedeutung der verschiedenen Klimasystemkomponenten im Klimasystem und haben die Stoffkreisläufe im Klimasystem (Wasser-, Kohlenstoffkreislauf) verstanden. Sie sind in der Lage Vorgänge im Klimasystem (Trends, Fluktuationen) qualitativ zu erfassen. Sie sind mit den grundlegenden Methoden der Klimasystemanalyse vertraut und wissen, mit welchen Modelltypen die Dynamik des Klimasystems beschrieben werden kann.
<b>Inhalte</b>	Die Vorlesung beginnt mit der Definition der Begriffe Klima und Klimasystem. Dann werden weitere wichtige Begriffe wie Klimaantrieb und Klimarückkopplung geklärt. Danach wird das Strahlungsbudget der Erde untersucht, welches letztendlich das Klima bestimmt. Kapitel 3 beschäftigt sich mit dem zentralen Thema der Klimasensitivität, wie stark erwärmt sich der Planet für einen vorgegebenen Strahlungsantrieb? Das führt auf das wichtige Thema der Klimarückkopplungen, die in den folgenden Kapiteln behandelt werden: Wasserdampf, Temperaturgradient und Eis-Albedo in Kapitel 4, dann Wolken und Biosphäre in Kapitel 5. Kapitel 6 befasst sich mit dem Thema Stoffkreisläufe, wobei vor allem die Kreisläufe von Wasser und Kohlenstoff im Fokus stehen. Aus dem Kohlenstoffkreislauf ergibt sich eine natürliche Perspektive auf die gesamte Erdsystemgeschichte, das Thema des siebten und letzten Vorlesungskapitels. In den Übungen werden die erworbenen Kenntnisse zur Lösung einfacher Aufgaben eingesetzt.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung Climate Physics: 2 SWS Übung Exercises for Climate Physics: 2 SWS  Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Keine. Empfohlen: Keine.
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: 1. B.Sc. Earth System Physics 2. B.Sc. Meteorologie
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Mündliche Prüfung  Prüfungssprache: Englisch  Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Climate Physics: 3 LP Übung Exercises for Climate Physics: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Sommersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Radiation and Remote Sensing</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-RRS</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden besitzen eine Basiskenntnis der wesentlichen, den Strahlungstransport steuernden Prozesse, deren Bedeutung für den Energiehaushalt, sowie typischer optischer Phänomene, die im Rahmen von geometrischer bzw. Wellenoptik erklärbar sind. Sie sind mit den Grundlagen der Strahlungstransferrechnung vertraut und haben Erfahrung in der Strahlungstransfermodellierung. Sie besitzen grundlegende Kenntnis gängiger Fernerkundungsverfahren und deren Anwendungsbereiche und können Potenzial und Grenzen der behandelten Fernerkundungsmethoden einschätzen. Außerdem kennen sie die wichtigsten meteorologischen Satelliten und ihre Instrumente.
<b>Inhalte</b>	Ausgangspunkt der Lehrveranstaltung ist die Behandlung der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in der klaren, getrübbten und bewölkten Atmosphäre (Brechung, Reflexion, Beugung, Polarisation; Strahlungstransportgleichung, Streuung, Absorption, Emission), wobei das Frequenzspektrum vom Optischen bis in den Hochfrequenzbereich betrachtet wird. Grundlegende Zusammenhänge zwischen dem Strahlungstransport und dem Energiehaushalt der Atmosphäre (z. B. Energieflüsse, mittleres Temperaturprofil, Treibhauseffekt) sowie Folgerungen für optische Phänomene (z. B. Himmelsblau, Szintillation, Regenbogen, Halo, Corona, Aureole) werden besprochen. Die gebräuchlichsten aktiven und passiven Fernerkundungsverfahren werden eingeführt, wobei deutlich gemacht wird, dass den unterschiedlichen Fernerkundungsverfahren jeweils verschiedene Spezialfälle der Strahlungstransportgleichung zu Grunde liegen. Parallel zum sonstigen Inhalt wird in jeder Vorlesung ein Meteorologischer Satellit im Kurzporträt vorgestellt. Die Lerninhalte werden durch begleitende Übungen vertieft.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung Radiation and Remote Sensing: 2 SWS Übung Exercises for Radiation and Remote Sensing: 2 SWS  Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Keine. Empfohlen: Keine.
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: 1. B.Sc. Earth System Physics 2. B.Sc. Meteorologie
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Klausur  Prüfungssprache: Englisch  Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilen (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Radiation and Remote Sensing: 3 LP Übung Exercises for Radiation and Remote Sensing: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester

Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester
-------------------------	----------------------------

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Climate Variability and Diagnostics</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-CVD</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls verfügen die Studierenden über vertiefte Kenntnisse, die es ihnen ermöglichen, Aussagen über vergangene und zukünftige Klimavariabilität hinsichtlich ihrer Stichhaltigkeit zu überprüfen. Sie haben ein ausgeprägtes Verständnis der Komponenten des Klimasystems sowie der Klimavariablen und -indizes erlangt. Zudem sind sie mit Methoden zur Berechnung, Beobachtung und Simulation dieser Größen vertraut. Die Studierenden können Erkenntnisse in den Kontext natürlicher und anthropogener Klimavariabilität einordnen.
<b>Inhalte</b>	Konzeptionelle Betrachtung des Klimasystems und dessen Interaktion mit der Gesellschaft, Klimavariabilität, Klimaindizes, Werkzeuge der Klimadiagnostik, wie z. B. Fingerabdruckverfahren oder multivariate Regressionen  Anhand von Fallbeispielen werden Studierende die gewonnenen Erkenntnisse und deren Unsicherheiten reflektieren, insbesondere im Hinblick auf bisherige und zukünftige Klimaentwicklungen.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung Climate Variability and Diagnostics: 2 SWS Seminar Seminar on Climate Variability and Diagnostics: 2 SWS
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Keine. Empfohlen: Erfolgreicher Abschluss des Moduls Ocean and Ice in the Climate System.
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Referat, mündliche Prüfung oder Klausur  Prüfungssprache: Englisch
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Climate Variability and Diagnostics: 3 LP Seminar Seminar on Climate Variability and Diagnostics: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Sommersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Data Analysis and Software Development</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-Data</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden erlernen die Bearbeitung wissenschaftlicher Daten mit üblichen Hilfsmitteln und Verfahren. Nach Abschluss der Veranstaltung können die Studierenden wissenschaftliche Daten in unterschiedlichen Formaten verarbeiten. Sie können gängige Software-Hilfsmittel anwenden und Aufgaben in einer Linux-Umgebung automatisieren. Außerdem haben sie Grundkenntnisse in Methoden der Software-Entwicklung in den Erdsystemwissenschaften erlangt. Die Veranstaltung vereinfacht den Studierenden damit auch den Einstieg in wissenschaftliche Arbeitsgruppen, beispielsweise in Rahmen der Abschlussarbeit.
<b>Inhalte</b>	Der Kurs stellt in den Erdsystemwissenschaften verwendete Hilfsmittel und Arbeitsweisen vor und bildet damit auch eine Grundlage für Einführung in die Programmiersprache Fortran. 1. Arbeit an der Kommandozeile und Shell-Programmierung zur Automatisierung von Aufgaben. Dafür Umgang mit Linux-Tools, sowie reguläre Ausdrücke. Nutzung eines Editors. 2. Datenverarbeitung auf Basis unterschiedlicher Datenformate. Umgang mit dem Datenformat netCDF. Bearbeitung von Daten mit den Tools nco und cdo. 3. Grundlagen der Software-Entwicklung in den Erdsystemwissenschaften. Versionskontrolle mittels git, Tools zur Software-Entwicklung. 4. Textverarbeitung: Einführung in Latex zum Bearbeiten umfangreicher Dokumente, sowie Pflege einer Literaturliteraturdatenbank.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Vorlesung Data Analysis and Software Development: 2 SWS Übung Exercises for Data Analysis and Software Development: 2 SWS Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Teilnahme am Modul Physics of the Earth System 1 Empfohlen: Erfolgreicher Abschluss des Moduls Physics of the Earth System 1
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Übungsabschluss oder Hausarbeit (bestanden/nicht bestanden) Prüfungssprache: Englisch Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Vorlesung Data Analysis and Software Development: 3 LP Übung Exercises for Data Analysis and Software Development: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester



<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Programming in Fortran</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-Fortran</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Veranstaltung befähigt die Studierenden, eigene leistungsfähige Programme zu schreiben. Sie erwerben grundlegende Kenntnisse über Fortran-Konzepte, -Struktur und -Syntax. Damit können Daten vollständig bearbeitet werden: Erzeugen, Modifizieren, Einlesen, Ausgabe. Grundlegende mathematische Probleme können formuliert und gelöst werden. Genauso kann aber auch Fortran-Programmcode, der sehr umfangreich vorhanden ist (numerische Modelle, globale Klimamodelle, Auswerteprogramme) gelesen und erweitert werden. Das erworbene Wissen findet Anwendung bei der Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen beispielsweise in der Bachelorarbeit. Auch das Erlernen gleichartiger Programmiersprachen wird erleichtert.
<b>Inhalte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Programmaufbau, kompilieren</li> <li>2. Datentypen, Verzweigungen, Schleifen, Felder</li> <li>3. Eingabe/Ausgabe, Formate</li> <li>4. Unterprogramme, Module, intrinsische Funktionen</li> <li>5. Namelists, Strukturen</li> </ol>
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	<p>Vorlesung Programming in Fortran: 2 SWS          Übung Exercises for Programming in Fortran: 2 SWS</p> <p>Für die Übung wird eine Anwesenheitspflicht im Sinne der Regelung zu § 5 Absatz 1 und 2 PO B.Sc. festgelegt.</p>
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Verbindlich: Keine.</p> <p>Empfohlen: Erfolgreicher Abschluss des Moduls Physics of the Earth System 1, Teilnahme am Modul Data Analysis and Software Development.</p>
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	<p>Modulteilprüfungen:          Vorlesung Programming in Fortran: Klausur          Übung Exercises for Programming in Fortran: Übungsabschluss</p> <p>Prüfungssprache: Englisch</p> <p>Voraussetzung für die Prüfung: regelmäßige aktive Teilnahme an der Übung gemäß § 9 Absatz 2 PO MIN B.Sc.</p>
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	<p>Vorlesung Programming in Fortran: 3 LP          Übung Exercises for Programming in Fortran: 3 LP</p>
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	6 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	Jährlich im Wintersemester

<b>Modultyp</b>	<b>Wahlpflichtmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Thesis Seminar</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-ThesisSem</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden in der Reflexion ihres eigenen Arbeitsprozesses ein mit der Betreuerin bzw. dem Betreuer abgestimmtes Konzept für die Bachelorarbeit entwickelt. Ferner können sie solch ein Konzept und weitere wissenschaftliche Inhalte sicher und motivierend vor einem Publikum präsentieren und in kurz gefasster Form schriftlich darstellen. Durch intensives Literaturstudium und Diskussionen in ihrer Arbeitsgruppe haben sie vertiefte Kenntnisse in dem ozeanographischen, meteorologischen und/oder geophysikalischen Spezialgebiet erworben, in dem die Bachelorarbeit angefertigt wird.
<b>Inhalte</b>	Input zu vertieftem wissenschaftlichem Arbeiten und dem dazugehörigen Arbeitsprozess. Reflexion des Arbeitsprozesses in Einzel- und Gruppenaufgaben.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Seminar Thesis Seminar: 2 SWS
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Keine. Empfohlen: Keine.
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Referat (bestanden/nicht bestanden)  Prüfungssprache: Englisch
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Seminar Thesis Seminar: 3 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	3 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester

## II.3. Modulbeschreibung des Abschlussmoduls

<b>Modultyp</b>	<b>Abschlussmodul</b>
<b>Titel</b>	<b>Bachelor's Thesis</b>
<b>Kürzel</b>	<b>ESW-B-ESP-Thesis</b>
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden sind in der Lage, eine wissenschaftliche Fragestellung aus dem Gebiet der Ozeanographie, Meteorologie und/oder Geophysik selbstständig unter Anleitung und Anwendung wissenschaftlicher Methoden zu bearbeiten und gemäß wissenschaftlichem Standard zu dokumentieren. Sie können mittels Literaturrecherche den aktuellen Stand der Wissenschaft aufarbeiten und davon ausgehend Lösungswege für ihre Fragestellung erarbeiten und diese unter Anleitung umsetzen. Sie sind in der Lage, die erzielten Ergebnisse in angemessener Weise darzustellen und kritisch zu bewerten.
<b>Inhalte</b>	Die Studierenden arbeiten sich unter Anleitung in ein Forschungsthema von begrenztem Umfang ein, das nachfolgend von ihnen bearbeitet wird. Die Ergebnisse werden schriftlich und mit Hilfe von Abbildungen und Tabellen anschaulich dokumentiert. Dabei lernen die Studierenden die Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens kennen und entwickeln neben der Fachkompetenz Methodenkompetenz bei der Literaturrecherche, der Erarbeitung und der Dokumentation wissenschaftlicher Sachverhalte.
<b>Lehrformen (Angabe in Semesterwochenstunden)</b>	Individuelles Lernen
<b>Unterrichtssprache</b>	Englisch
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Zum Abschlussmodul Bachelor's Thesis kann zugelassen werden, wer mindestens 120 Leistungspunkte erworben hat und die Module <i>Mathematics 1</i> , <i>Mathematics 2</i> , <i>Numerics for Earth System Physics</i> , <i>Differential Equations for Earth System Physics</i> , <i>Statistics for Earth System Physics</i> sowie <i>Physics 1 (Mechanics and Thermodynamics)</i> und <i>Physics 2 (Electrodynamics and Optics)</i> erfolgreich abgeschlossen hat. Empfohlen: Keine.
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist Bestandteil der Studiengänge/Profile: B.Sc. Earth System Physics
<b>Modulabschluss</b>	Modulprüfung: Bachelorarbeit (in der Regel 25 bis 30 Seiten)
<b>Arbeitsaufwand in den einzelnen Modulteilern (Angabe in Leistungspunkten)</b>	Bachelorarbeit: 12 LP
<b>Gesamt-Arbeitsaufwand des Moduls</b>	12 LP
<b>Dauer</b>	1 Semester
<b>Häufigkeit des Angebots</b>	jedes Semester

**Zu § 23**  
**Inkrafttreten**

Diese Fachspezifischen Bestimmungen treten am Tage nach der Veröffentlichung als Amtliche Bekanntmachung der Universität Hamburg in Kraft. Sie gelten erstmals für Studierende, die ihr Studium zum Wintersemester 2025/26 aufnehmen. Studierende, die ihr Studium im Studiengang „Geophysik/Ozeanographie (B.Sc.)“ früher aufgenommen haben, können auf Antrag an den Vorsitz des zuständigen Prüfungsausschusses in die neue Prüfungsordnung wechseln.

Hamburg, den 19. Juni 2025

**Universität Hamburg**