

Modulhandbuch

Fachrichtung Meteorologie

der Fakultät für
Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften
der Universität Hamburg

Stand: Februar 2021



Beschreibung der Module im Studiengang BSc Meteorologie

Der BSc-Studiengang Meteorologie beinhaltet in Hamburg grob 1/3 Lehrveranstaltungen aus der Mathematik und Physik sowie 2/3 Lehrveranstaltungen aus der Meteorologie. Im bundesdeutschen Vergleich weist der Hamburger Studiengang damit einen besonders hohen Meteorologieanteil auf. Dieses für eine intensive Fachausbildung günstige Zahlenverhältnis reflektiert nicht nur die personelle Stärke des Meteorologie-Standorts Hamburg, es trägt auch zur bundesweiten Magnetwirkung Hamburgs auf von diesem Fach wirklich begeisterte Studienbewerber bei. Ca. 80 % der Meteorologie-Studierenden kommen nicht aus dem Großraum Hamburg. Die große Nachfrage nach meteorologischen Studienplätzen führte zwar einerseits dazu, dass das Fach in Hamburg zulassungsbeschränkt werden musste. Andererseits ist dadurch ein Ausleseprozess in Gang gekommen, der immer wieder dazu führt, dass sich besonders motivierte und leistungsfähige Studierende in Hamburg bewerben. Während die Zahl der durch die Studienstiftung geförderten Studierenden im Bundesdurchschnitt im Promillebereich liegt, beträgt die Quote im Studiengang Meteorologie der Universität Hamburg mehrere Prozent.

Der generelle Aufbau des Studiengangs wird in Bild 1 veranschaulicht. In dieser Zeichnung haben alle zu einem Modul gehörenden Lehrveranstaltungen gleiche Farben und Füllmuster. Lehrimporte aus der Mathematik sind durch grüne, Lehrimporte aus der Physik durch rotbraune und Lehrveranstaltungen aus der Meteorologie durch blaue Farbgebung gekennzeichnet. Ferner angegeben ist der Umfang der Lehrveranstaltungen in Semester-Wochenstunden und zusätzlich in Leistungspunkten, um einen Eindruck von der zeitlichen Belastung des Regelstudierenden zu vermitteln.

Wie deutlich wird, überwiegen im 1. Studienjahr die Lehrimporte aus der Physik und Mathematik, in den beiden Folgejahren dann jedoch die meteorologischen Lehrveranstaltungen. Die Lehrimporte sind identisch zu denen in den BSc-Studiengängen Physik und Geophysik/Ozeanographie, ein Wechsel zwischen diesen Fächern und der Meteorologie ist damit im ersten Studienjahr problemlos möglich.

Das Propädeutikum „**Einführung in die Meteorologie**“ dient in erster Linie dazu, die jungen Studierenden in meteorologische Denkweisen einzuführen und für das weitere Studium zu motivieren.

Das Modul besteht aus den Teilen „Einführung in die Meteorologie 1“ und „Einführung in die Meteorologie 2“, die in aufeinander folgenden Semestern angeboten werden.

Im ersten Teil der Einführung in die Meteorologie wird die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre der Erde vorgestellt und gezeigt, wie der physikalische Zustand und der vertikale Aufbau der Atmosphäre beschrieben werden können, wobei die Atmosphäre als Gemisch idealer Gase betrachtet wird. Sodann werden die Grundlagen der Thermodynamik, insbesondere der Erste Hauptsatz der Thermodynamik, erläutert sowie die Thermodynamik der Phasenübergänge des Wassers im Hinblick auf die für die Meteorologie relevanten Probleme diskutiert. Als dritter Abschnitt folgt die Betrachtung der Strahlung, bei der die Grundbegriffe definiert und die grundlegenden Strahlungsgesetze schwarzer und grauer Körper erläutert werden. Darauf aufbauend werden einfache Klima- oder Energiebilanzmodelle vorgestellt und schließlich die Wärmebilanz der Atmosphäre beschrieben.

Im zweiten Teil der Einführung wird die Kinematik und Dynamik der Atmosphäre behandelt. Zunächst werden die mathematischen Grundlagen für die Beschreibung von Strömungsfeldern bereitgestellt. Aufbauend auf den Newtonschen Axiomen werden die für die Bewegung der Atmosphäre relevanten Kräfte vorgestellt sowie die Impulsbilanz atmosphärischer Strömungen, die so genannten Bewegungsgleichungen hergeleitet. Der Einfluss der Erdrotation auf die Bewegung der Atmosphäre wird ausführlich diskutiert. Verschiedene einfache, für die Meteorologie wichtige Näherungen der Bewegungsgleichung, wie geostrophischer Wind, thermischer Wind, Gradientwind werden abgeleitet. Aus der Zusammenschau von Thermo-

Bachelorstudiengang Meteorologie: Übersicht

WS 1 LP 30	Einf. Meteorologie 1 V2+Ü2, LP 6	Physik 1 (ExpPhys+TheorPhys) V7+Ü3, LP 12			Phys. Praktikum 1 P3, LP 4	Mathematik 1 V4 + Ü2, LP 8	
SS 1 LP 30	Einf. Meteorologie 2 V2+Ü2, LP 6	Physik2 (ExpPhys+TheorPhys) V7+Ü3, LP 12			Phys. Praktikum2 P3, LP 4	Mathematik 2 V4+Ü2, LP 8	
WS 2 LP 32	Hydrodynamik V2+Ü2, LP6	DatVer 1 V2+Ü2, LP 6	Synopt. Meteor.1 V2+Ü1, LP 4	Met. Instr. und Messmethoden V3+P3, LP 8		Mathematik 3 V4+Ü2, LP 8	
SS 2 LP 30	Turbulenz und Grenzschicht V2+Ü2, LP6	Wiss. Präsent. 1 Ü2, LP 3	DatVer 2 V2+Ü2, LP 6	Synopt. Meteor. 2 Ü3, LP 4	Thermodynamik V2+Ü2, LP 6	Berufspraktikum LP 5	
WS 3 LP 28	Tech. Met. V2, LP 2	Atm. Chemie V2, LP 3	Wiss. Präsent. 2 Ü2, LP 3	Klimaphysik V2+Ü1, LP 4	Met. Statistik V2+Ü2, LP5	Aerosol- und Wolkenphys. V2+Ü2, LP 6	Wahlfach 1 LP5
SS 3 LP 30	Einf. Theoretische Meteorologie V4+Ü2, LP 8		Optik, Strahlung, Fernerkundung V2+Ü2, LP5		Wahlfach 2 LP 5	Bachelorarbeit LP 12	

Bild 1: Zeitlicher Ablauf des Studiengangs BSc. Meteorologie mit Modulen und Leistungspunkten.

dynamik und Dynamik werden die Grundzüge der Allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre, insbesondere die Grundlagen des globalen Drehimpuls- und Energiehaushaltes, entwickelt. Ziel des Moduls ist es, die im Grundstudium erworbenen Mathematik- und Physikkenntnisse auf einem für die Meteorologie zentralen Gebiet, der Strömungsphysik, systematisch anzuwenden und zu vertiefen.

Im Modul „**Strömungsphysik**“, bestehend aus den Kursen Hydrodynamik sowie Turbulenz und Grenzschicht, werden in Semester 3 die grundlegenden Erhaltungsgleichungen für Masse, Impuls, Energie und Stoffbeimengungen in rotierenden und nicht rotierenden Systemen hergeleitet. Durch Vereinfachung der kompletten Gleichungen wird einerseits Anschluss an das bereits aus der Einführung in die Meteorologie bekannte Wissen hergestellt. Andererseits wird vor allem in den Übungen anhand meteorologischer, ozeanographischer oder technischer Fragestellungen dargestellt, wie sich mit Hilfe dieser Gleichungen konkrete Probleme der Praxis lösen lassen. Sodann werden die Studierenden mit der Technik der Dimensionsanalyse vertraut gemacht, die hydrodynamischen Kennzahlen werden eingeführt und ihre Bedeutung wird an einer Vielzahl von Beispielen demonstriert.

Die in der Hydrodynamik hergeleiteten Gleichungen werden im 4. Semester in der Turbulenz-Vorlesung in ihre nach Reynolds gemittelten Formen überführt. Das turbulente Schließungsproblem wird verdeutlicht und Ansätze zur Lösung des Schließungsproblems auf den unterschiedlichen Komplexitätsstufen werden vorgestellt. Hierzu werden Transportgleichungen für die Reynolds-Spannungen, die turbulente kinetische Energie und weitere Größen hergeleitet. Es werden turbulente Zeitreihen analysiert und turbulenztheoretische Betrachtungen (Makro- und Mikromaße, Spektren, Vorticity, Kaskadenprozess etc.) angestellt. Im Grenzschichtteil werden die erworbenen Kenntnisse in den verschiedenen Etagen der atmosphärischen Grenzschicht zur Anwendung gebracht. Schließlich wird, ausgehend von der Richardson-Flux-Zahl, der Einfluss der atmosphärischen Stabilität auf die zeitlich gemittelten und turbulenten Feldgrößen betrachtet und, darauf aufbauend, die Monin-Obukhov-Theorie abgehandelt.

Das Modul „**Datenverarbeitung**“ soll die Studenten an die Benutzung UNIX-basierter Großrechner heranführen. Im ersten Teil (3. Semester) werden die Grundlagen für UNIX, UNIX-Shells und Editoren behandelt und textformatierte Datensätze bearbeitet. Eine Einweisung in GMT ermöglicht das Plotten von einfachen Zeitserien und Diagrammen. Es werden Programme zum Arbeiten in Netzwerken vorgestellt. Daneben beginnt eine Schulung der Programmiersprache FORTRAN95. Die Schwerpunkte liegen im ersten Teil auf dem Einlesen, dem Verändern und der Ausgabe von formatierten Textdateien (z.B. Messreihen, die auf Exkursionen erstellt wurden). Der Unterrichtsstoff wird mit vielen Beispielen und Aufgaben vertieft.

Im zweiten Teil (4. Semester) sollen die Studenten den Umgang mit Shell-Skripten lernen (tcsh), binäre Datensätze unterschiedlicher Formate analysieren, manipulieren (cdo, nco) und visualisieren (GMT). In FORTRAN werden die Kenntnisse aus dem ersten Semester vertieft. Ferner werden Felder, Unterprogramme, Funktionen und der Umgang mit Bibliotheken eingeführt. Hierbei wird auch mit Datensätzen gearbeitet, die als Ergebnisse der Simulationen mit Klimamodellen gewonnen werden. In einer Abschlussarbeit sollen die Studenten ihr erreichtes Wissen an einem komplexen Beispiel testen.

Aufbauend auf im Meteorologie-Pflichtmodul „Einführung in die Meteorologie“ erworbenen Grundlagen werden im Modul „**Synoptische Meteorologie**“ Kenntnisse zur Dynamik und Wechselwirkung wetterwirksamer Prozesse vermittelt. Qualifikationsziel ist die Befähigung zur Zusammenschau der meteorologischen Phänomene in ihrer räumlichen Verteilung und zeitlichen Veränderung mit dem Ziel der Wetteranalyse und Wettervorhersage. Das Modul besteht aus Vorlesung, Übungen und dem separaten Übungsteil „Wetterbesprechung“.

Themenschwerpunkte der Vorlesung sind die theoretischen Grundlagen der für die Synoptische Meteorologie relevanten troposphärischen Prozesse, synoptische Beobachtungssysteme, dreidimensional verknüpfende Wetterdiagnose, Luftmassen (Ursprung und Transformation), Fronten (Frontogenese, Erscheinungsformen,

Verlagerungsantriebe), Zyklonen und Antizyklonen (Zyklogenese, Lebenslauf, Verlagerungsantriebe, quasigeostrophische Diagnostik), Strahlströme und Wellen der Westwindzone, Allgemeine Zirkulation, Aerologie, numerische Modelle verschiedener Wetterdienste.

Im Übungsteil werden die in der Synoptik-Vorlesung erworbenen theoretischen Kenntnisse durch praktische Anwendung vertieft, u. a. durch Überprüfen von Modellvorstellungen an realen atmosphärischen Entwicklungen. Die vermittelten Kenntnisse bilden eine Grundlage für die Wetterbesprechung. Ziel ist die Befähigung zur Interpretation von meteorologischen Analyseprodukten und numerischen Vorhersageprodukten, zur Diagnose troposphärischer Strukturen und Wettersysteme sowie zur Interpretation wetterwirksamer Prozesse. Themenschwerpunkte der Übungen sind der internationale Synopschlüssel, die Konstruktion einer Bodenstationskarte für eine ausgewählte Wetterlage, Diagrammpapiere, Analyse aerologischer Messdaten, Analyse von Satellitenprodukten, Konstruktion von troposphärischen Feldern der gemessenen meteorologischen Parameter auf unterschiedlichen Druckflächen für eine ausgewählte Wetterlage und Übungsbeispiele zur synoptischen Analyse und Wetterprognose

Im separaten Übungsteil „Wetterbesprechung“ werden die in der Synoptik-Vorlesung vermittelten theoretischen Kenntnisse in Beziehung gesetzt zur aktuellen synoptischen Entwicklung. Inhalt der Wetterbesprechung ist die Präsentation einer Zusammenschau der meteorologischen Phänomene in ihrer räumlichen Verteilung und zeitlichen Veränderung mit dem Ziel der Wetteranalyse und Wettervorhersage. Qualifikationsziel ist die Befähigung zur Präsentation einer Wetteranalyse und -prognose vor Publikum. In der Wetteranalyse wird, basierend auf Modellanalysekarten und Satellitenbildern, die synoptische Entwicklung der jeweils aktuellen Vorwoche analysiert. Für die aktuelle synoptische Entwicklung verantwortliche zyklonenetische/zyklolytische Prozesse, frontogenetische/frontolytische Prozesse, sowie der steuernde Einfluss der Prozesse in der oberen Troposphäre auf die bodennahe Entwicklung werden erläutert. Die Auswirkung der großräumigen synoptischen Entwicklung auf die lokale Wetterentwicklung wird anhand der am 300m-Wettermast in Hamburg- Billwerder aufgenommenen Messdaten analysiert. Im Wetterprognosesteil werden die numerischen Modellprognosen (Kurzfrist und Mittelfrist) verschiedener Wetterdienste hinsichtlich des zu erwartenden lokalen Wetterverlaufes interpretiert und verglichen. Eine Verifikation der vorhergehenden Prognose wird durchgeführt.

Aufbauend auf dem in Experimentalphysik erworbenem Wissen werden im Modul **„Meteorologische Instrumente und Messmethoden“** vertiefte praktische Kenntnisse über in der Meteorologie verwendete Messinstrumente und -methoden vermittelt. Dazu gehören die physikalischen Prinzipien, die Eigenschaften und Genauigkeiten der Geräte sowie die Interpretation meteorologischer Messreihen.

Das Modul besteht aus den Veranstaltungen „Meteorologische Instrumente und Messmethoden“ und „Interpretation meteorologischer Messdaten“ sowie dem abschließenden „Meteorologischen Instrumentenpraktikum“.

In der Vorlesung „Meteorologische Instrumente und Messmethoden“ werden die in der Meteorologie verwendeten Messinstrumente und die zugrundeliegenden Prinzipien präsentiert. Dabei wird die Erfassung aller meteorologischen Basisgrößen, wie z.B. Druck, Temperatur, Feuchte, Wind, Strahlung oder Niederschlag, abgedeckt. Es wird behandelt, inwiefern einzelne Messinstrumente oder -verfahren die Variabilität meteorologischer Felder in Raum und Zeit auflösen können. Klassische Messinstrumente werden vorgestellt, soweit sie dem Verständnis von Messprinzipien dienen. Darüber hinaus liegt der Schwerpunkt auf modernen Verfahren mit elektronischer Messwerterfassung, wie sie aktuell in meteorologischer Forschung und in der beruflichen Praxis eingesetzt werden.

In der Vorlesung mit Übung „Interpretation meteorologischer Messdaten“ werden an praktischen Beispielen Methoden zur Auswertung von Messdaten vermittelt. Schwerpunkte liegen auf der Qualitätskontrolle von Messwerten, ihrer graphischen Darstellung und ihrer Zusam-

menfassung in Kenngrößen, wie z.B. Mittelwerte, Autokorrelationen oder Häufigkeitsverteilungen. Hierzu werden Grundlagen der Zeitreihenstatistik erläutert und in praktischen Übungen angewendet.

Im abschließenden „Meteorologische Instrumentpraktikum“, das als Blockveranstaltung am Ende des Semesters durchgeführt wird, werden in Kleingruppen die in den vorherigen Kursen erworbenen Fähigkeiten praktisch umgesetzt. Die Teilnehmer bereiten sich durch Einarbeitung in die Praktikumsunterlagen auf die einzelnen Versuche vor. Das Praktikum deckt unter anderem Temperatur-, Feuchte-, Druck- und Windmessungen sowie die Profilierung der Atmosphäre mit Ballonaufstiegen ab. Dabei werden Grundfertigkeiten, wie das Verfassen von Versuchsdokumentationen, Fehlerrechnungen oder die Kalibrierung von Messgeräten, eingeübt.

Das Modul „**Wissenschaftliche Präsentation**“ ist eine ABK- Veranstaltung. Es besteht aus zwei Teilen. Im ersten Teil erlernen die Studierenden Vortragstechniken. Der zweite Teil ist angelehnt an ein traditionelles Meteorologisches Seminar. Hier wird ein Spezialgebiet aus der Meteorologie abgehandelt. Die Vorträge werden ausschließlich von den Studierenden gehalten, dazu erstellen sie Kurzfassungen (3-6 Seiten), die allen Teilnehmern ausgehändigt werden. Die Lehrenden beteiligen sich nur an der Diskussion der Vorträge. Die Themenauswahl und die Betreuung während der Vorbereitung erfolgt umlaufend durch die Wissenschaftler aus den 3 Abteilungen des Instituts. Ziel des Moduls ist es, die Studierenden zu einer sicheren und motivierenden Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse aus der Meteorologie vor Publikum zu befähigen. Ferner erstellen sie verständliche Kurzfassungen in schriftlicher Form zu einem wissenschaftlichen Thema.

Das Modul „**Thermodynamik, Aerosol- und Wolkenphysik**“, besteht aus den gleichnamigen Kursen, die in aufeinander folgenden Semestern angeboten werden.

Die Vorlesung „Thermodynamik“ beginnt mit einer Einführung in die kinetische Gastheorie sowie der Betrachtung der thermischen Eigenschaften der Materie. Dann werden nach Einführung wesentlicher Grundbegriffe die Hauptsätze der Thermodynamik inklusive der Gibbsschen Fundamentalgleichung besprochen. Es wird gezeigt, dass sich aus der Kenntnis eines thermodynamischen Potentials alle übrigen Zustandsvariablen eines Gleichgewichtssystems berechnen lassen. Ferner werden die Bedingungen für Vorliegen und Stabilität von Gleichgewichtszuständen formuliert. Schließlich wird die hydro-dynamische Beschreibung der Atmosphäre, d. h. die Beschreibung eines räumlich und zeitlich veränderlichen Systems auf der Grundlage des lokalen Gleichgewichts, eingeführt. Das Ziel der atmosphärischen Thermodynamik besteht darin, die skalaren thermodynamischen Zustandsfelder zu beschreiben und vorherzusagen. Dazu werden die lokalen Bilanzgleichungen für die beteiligten Massen, die Hauptsätze der Thermodynamik und die Prinzipien zur Behandlung der irreversiblen Prozesse verwendet.

In der Vorlesung „Aerosol- und Wolkenphysik“ werden die in der „Thermodynamik“ eingeführten Methoden und Verfahrensweisen auf polydisperse Mehrphasensysteme angewandt und weiter vertieft. Ausgehend von den Hauptsätzen der Thermodynamik, der Massen- und Impulserhaltung wird das Verhalten von Aerosolteilchen und Wolkentröpfchen als Funktion der relativen Feuchte beschrieben (Köhler-Kelvin-Gleichung). Dann werden die Gleichungen zur Beschreibung des Diffusionswachstums von Wolkenpartikeln abgeleitet sowie die Theorie zur Kinetik von Hydrometeoren abgehandelt. Darüber hinaus wird das Wachsen von Kristallen an Gefrierkeimen sowie die Bildung von Niederschlag behandelt. Außerdem wird einführend über Parametrisierungskonzepte für Misch- und Eiswolken berichtet, die zur Anwendung in Wolken- oder Klimamodellen entwickelt wurden.

Ziel des Moduls ist es, die im Grundstudium erworbenen Mathematik- und Physikkenntnisse auf einem für die Meteorologie zentralen Gebiet, der Thermodynamik der Atmosphäre und der Mikrophysik von Wolken sowie der Aerosolphysik, systematisch anzuwenden und zu vertiefen.

Im Modul „**Berufspraktikum**“ sollen die Studierenden einen konkreten Einblick in die Berufswelt gewinnen und die Möglichkeit erhalten, ihre Vorstellungen von der späteren Berufstätigkeit mit der Wirklichkeit des Berufslebens in Forschungsinstitutionen, bei Behörden

oder in der Industrie in Übereinstimmung zu bringen. Das Modul dient der Vermittlung allgemeiner berufsqualifizierender Kompetenzen und trägt dazu bei, die Vorstellungen von der späteren eigenen Berufstätigkeit zu präzisieren. Das Institut unterstützt die Studierenden bei der Suche nach geeigneten Praktikantenplätzen im In- und Ausland.

Das Modul „**Technische Meteorologie**“ vermittelt Grundkenntnisse auf dem Gebiet der angewandten technischen und Umwelt-Meteorologie. Qualifikationsziel ist die Befähigung zu fachübergreifender, interdisziplinärer Arbeit im praktischen Immissionschutz sowie im Gutachter- und Consulting- Bereich.

Die Lehrveranstaltung gibt einen Überblick über die rechtlichen Rahmenbedingungen des technischen Umweltschutzes in Deutschland bzw. der EU. Aufbauend auf bzw. in Ergänzung zu den Lehrveranstaltungen des Moduls 'Strömungsphysik' werden die für die bei Immissionsprognosen verwendeten strömungsphysikalischen und meteorologischen Modellvorstellungen, -ansätze und Parametrisierungen vermittelt. Es werden die in der Praxis häufig zur ersten Immissionsabschätzung verwendeten Modellverfahren (Abgasfahnausbreitung, Gauss- Modell für kontinuierliche Emissionsquellen, statistische Ausbreitungsmodelle für kontinuierliche Punktquellen, instationäre Ausbreitungsmodelle und Gradienten-Transport-Modelle) vorgestellt und deren Möglichkeiten und Grenzen der praktischen Anwendung diskutiert.

Das Modul „**Atmosphärenchemie**“ beinhaltet eine Einführung in die Grundlagen der Allgemeinen Chemie und eine Stoffkunde chemischer Spurenstoffe der Atmosphäre. 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.

Das Modul „**Klimaphysik und Statistik**“ vermittelt grundlegende Kenntnisse der Klimaphysik sowie der Statistik in der Meteorologie. Die Begriffe Klimaantrieb, Rückkopplung, Wechselwirkung und Synergie von Klimafaktoren werden erläutert. Der physikalische Zustand der verschiedenen Komponenten des Klimasystems wie Atmosphäre, Biosphäre, Hydrosphäre und Kryosphäre werden für das gegenwärtige Klima beschrieben. Ferner werden die Wechselwirkungsprozesse im Klimasystem, die so genannten Impuls-, Wasser-, Kohlenstoff- und Energiekreisläufe vorgestellt. In den Übungen werden die erworbenen Kenntnisse zur Lösung einfacher Aufgaben eingesetzt.

Der Teil „Meteorologische Statistik“ behandelt die Darstellung der wichtigsten statistischen Methoden und deren Anwendung auf die Analyse meteorologischer Daten. Zentrale Themen sind zunächst Wahrscheinlichkeitsverteilungen sowie die Schätzung von Parametern und Hypothesentests. Dann folgt die Analyse von Zeitreihen durch Trenduntersuchungen und mittels spektraler Methoden. Schließlich wird die Analyse multivariater Variablen anhand von meteorologischen Feldern und deren Zeitreihen besprochen.

Ziel des Moduls ist es, die im Grundstudium erworbenen Mathematik- und Physik- und Meteorologiekenntnisse auf einem für die Meteorologie zentralen Gebiet, der Klimaphysik und Statistik, systematisch anzuwenden und zu vertiefen.

Im Modul „**Einführung in die theoretische Meteorologie**“ werden die Grundlagen der dynamischen Meteorologie vermittelt. Die Vorlesung beginnt mit den fundamentalen Bewegungsgleichungen auf der rotierenden Erde und der Thermodynamik der geschichteten Atmosphäre. Durch die Skalenanalyse werden diese Gleichungen für die synoptische Skala approximiert und das vertikale Druck-Koordinatensystem eingeführt. Die Vorticity-Gleichung und ihre Approximationen bilden einen weiteren Schwerpunkt der Vorlesung. Die quasigeostrophische Approximation wird zusammen mit der Approximation der potentiellen Vorticity als wichtigste Grundlage der großräumigen dynamischen Meteorologie eingeführt und zur Beschreibung von Rossby-Wellen verwendet. Die Ausbreitung von Wellen wird durch Linearisierung und Wellenansätze mit der Dispersionsrelation als zentralem Zusammenhang behandelt. Anhand des Flachwassermodells wird die barotrope Atmosphäre und

Schwerewellen beschrieben. Die Eigenschaften der baroklinen Instabilität werden im Rahmen des baroklinen quasigeostrophischen Zweischichtenmodells abgeleitet. Die Vorlesung hebt ab auf das Verständnis wichtiger Konzepte der geophysikalischen Fluidodynamik, insbesondere auf die Rolle von Approximationen bei der Modellierung sowie Mechanismen wie die Wellenausbreitung und Instabilitäten.

Ziel des Moduls „**Optik, Strahlung, Fernerkundung**“ ist es, einfache Grundlagen der Optik und des Strahlungstransports in der Atmosphäre, die Bedeutung für ihren Energiehaushalt sowie das Verständnis damit verbundener optischer Phänomene zu vermitteln. Hierauf aufbauend wird eine kurze Einführung in die wichtigsten Fernerkundungsmethoden für die Atmosphäre gegeben. Der Studierende soll nach Abschluss des Moduls eine Basiskenntnis der wesentlichen, den Strahlungstransport steuernden Prozesse besitzen sowie typische optische Phänomene verstehen. Er soll schließlich in der Lage sein, die Anwendungsbereiche und Grenzen der behandelten Fernerkundungsmethoden einzuschätzen. Ausgangspunkt 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. Die Lerninhalte werden durch begleitende Übungen vertieft.

Ziel des Moduls „**Wahlfach**“ ist es, die im Bachelorstudium im Fach Meteorologie erworbenen Kenntnisse durch Erwerb zusätzlicher Kenntnisse zu verbreitern. Es gibt keinerlei Einschränkungen bei der Wahl des Fachs, die Studierenden sollen ihren Neigungen und Interessen folgen. Festgelegt ist nur der zeitliche Aufwand für das Wahlfach (10 LP). Die Leistungspunktzahl kann auch durch Kombination verschiedener Lehrveranstaltungen erreicht werden.

Das Modul „**Bachelorarbeit**“ schließt den Bachelorstudiengang Meteorologie ab. Die Studierenden arbeiten sich in ein Forschungsthema von begrenztem Umfang ein, das nachfolgend von ihnen unter Anleitung durch einen Betreuer bearbeitet wird. Die Ergebnisse werden schriftlich und mit Hilfe von Bildern und Diagrammen 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.

Tabellarische Beschreibung der Einzelmodule:

Modul (Modulkürzel):	EM
Modultitel:	Einführung in die Meteorologie
Modultyp:	<i>Pflichtmodul</i>
Angestrebte Lernergebnisse	<i>Die Studierenden sind mit den grundlegenden Denkweisen und Methoden der Meteorologie vertraut, kennen die Grundlagen der Thermodynamik der Atmosphäre, der Strahlung und der Dynamik der Atmosphäre. Sie haben die Erhaltungsprinzipien der Strömungsphysik verstanden und gelernt, aus ihnen Bilanzgleichungen für einfache Strömungen in der Atmosphäre herzuleiten. Sie sind in der Lage, die Gleichungen zu vereinfachen und auf praktische meteorologische Fragestellungen, wie Fragen nach dem allgemeinen Aufbau der Atmosphäre, der Umwandlung von Wärme in Bewegungsarbeit, einfache Abschätzung der Windstärke aus Bodendruckdaten, anzuwenden und Phänomene wie z.B. die Land-Seewindzirkulation physikalisch zu erklären.</i>
Inhalt:	<p><i>Das Modul besteht aus den Teilen „Einführung in die Meteorologie 1“ und „Einführung in die Meteorologie 2“, die in aufeinander folgenden Semestern angeboten werden.</i></p> <p><i>Im ersten Teil der Einführung in die Meteorologie wird die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre der Erde vorgestellt und gezeigt, wie der physikalische Zustand und der vertikale Aufbau der Atmosphäre beschrieben werden können, wobei die Atmosphäre als Gemisch idealer Gase betrachtet wird. Sodann werden die Grundlagen der Thermodynamik, insbesondere der Erste Hauptsatz der Thermodynamik, erläutert sowie die Thermodynamik der Phasenübergänge des Wassers im Hinblick auf die für die Meteorologie relevanten Probleme diskutiert. Als dritter Abschnitt folgt die Betrachtung der Strahlung, bei der die Grundbegriffe definiert und die grundlegenden Strahlungsgesetze schwarzer und grauer Körper erläutert werden. Darauf aufbauend werden einfache Klima- oder Energiebilanzmodelle vorgestellt und schließlich die Wärmebilanz der Atmosphäre beschrieben.</i></p> <p><i>Im zweiten Teil der Einführung wird die Kinematik und Dynamik der Atmosphäre behandelt. Zunächst werden die mathematischen Grundlagen für die Beschreibung von Strömungsfeldern bereitgestellt. Aufbauend auf den Newtonschen Axiomen werden die für die Bewegung der Atmosphäre relevanten Kräfte vorgestellt sowie die Impulsbilanz atmosphärischer Strömungen, die so genannten Bewegungsgleichungen hergeleitet. Der Einfluss der Erdrotation auf die Bewegung der Atmosphäre wird ausführlich diskutiert. Verschiedene einfache, für die Meteorologie wichtige Näherungen der Bewegungsgleichung, wie geostrophischer Wind, thermischer Wind, Gradientwind werden abgeleitet. Aus der Zusammenschau von Thermodynamik und Dynamik werden die Grundzüge der Allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre, insbesondere die Grundlagen des globalen Drehimpuls- und Energiehaushaltes, entwickelt.</i></p>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung mit Übungen. Umfang jeweils 2 SWS für die Vorlesungen in „Einführung in die Meteorologie 1 und 2“ und jeweils 2 SWS für die zugehörigen Übungen. Gruppengröße max. 50 Studierende in den Vorlesungen und max. 25 Studierende in den Übungen. Bearbeitung von Übungsaufgaben als Hausaufgabe.</i>
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<ul style="list-style-type: none"> <i>- verbindliche: keine</i> <i>- empfohlene: keine</i>
Unterrichtssprache:	<i>Deutsch. Lehrmaterial: Skript in deutscher Sprache, zusätzliche Literatur meist in englischer Sprache.</i>
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Das Modul ist Bestandteil des Studiengangs BSc Meteorologie. Es vermittelt die meteorologischen Grundlagen für das weitere Fachstudium und die spätere be-</i>

	<i>ruffliche Praxis. Die behandelten Beispiele stammen aus allen Bereichen der Meteorologie. Das Modul eignet sich daher auch als Ergänzungs- oder Wahlfach für andere mathematisch-physikalisch ausgerichtete Studiengänge.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		<i>Präsenz-/</i>	<i>Selbststudium</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>
	<i>Einf. in die Meteorol. 1</i> <i>6 LP</i>	<i>60 Std.</i>	<i>90 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
	<i>Einf. in die Meteorol. 2</i> <i>6 LP</i>	<i>60 Std.</i>	<i>90 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
	<i>Gesamtaufwand</i> <i>12 LP</i>	<i>120 Std.</i>	<i>180 Std.</i>	<i>60 Std.</i>
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	<i>Es finden zwei Modulteilprüfungen jeweils in Form einer Klausur statt. Die Prüfungssprache ist in der Regel deutsch. Bei einer Modus-Abweichung wird dies zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</i>			
Studiensemester	<i>Empfohlen: 1. Fachsemester für die Einführung in die Meteorologie 1 und 2. Fachsemester für die Einführung in die Meteorologie 2</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>Jährlicher Rhythmus, Einführung in die Meteorologie 1 im Wintersemester, Einführung in die Meteorologie 2 im Sommersemester</i>			
Dauer	<i>2 Semester</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Felix Ament</i>			
Ggf. Lehrende	<i>Prof. Felix Ament</i>			
Ggf. Medienformen:				
Literatur:	<i>Die Literaturliste befindet sich im Skript zur Vorlesung</i>			

Modul (Modulkürzel):	SP
Modultitel:	Strömungsphysik
Modultyp:	<i>Pflichtmodul</i>
Angestrebte Lernergebnisse	<i>Die Studierenden sind mit den grundlegenden Denkweisen und Methoden der Hydrodynamik vertraut, kennen die Bedeutung der hydrodynamischen Kennzahlen, haben die Erhaltungsprinzipien der Strömungsphysik verstanden und gelernt, aus ihnen Bilanzgleichungen für turbulente Strömungen herzuleiten. Sie sind in der Lage, die Gleichungen zu vereinfachen und auf praktische meteorologische Fragestellungen anzuwenden. Sie haben turbulente Schließungsansätze auf verschiedenen Stufen der Komplexität kennengelernt und sind über ihre Vor- und Nachteile informiert. Sie kennen die verschiedenen Bereiche der atmosphärischen Grenzschicht mit und ohne Dichteschichtung und ihre zeitliche Variabilität im meteorologischen Tagesgang. Sie sind in der Lage, Grenzschichtrechnungen durchzuführen, die Ergebnisse mit Daten zu vergleichen und zu bewerten.</i>
Inhalt:	<p><i>Das Modul besteht aus den Teilen „Hydrodynamik“ und „Turbulenz und Grenzschicht“, die in aufeinander folgenden Semestern angeboten werden.</i></p> <p><i>Die Vorlesung „Hydrodynamik“ beginnt mit einer Betrachtung der Eigenschaften der Fluide und der Definition des Kontinuums. Sodann werden für das Kontinuum die Erhaltungssätze der Hydrodynamik von Grund auf abgeleitet und in Form partieller Differentialgleichungen dargestellt. Die Rolle der Terme der Gleichungen wird veranschaulicht. Es wird gezeigt, dass Vereinfachungen dieser Gleichungen auf die bereits aus der „Einführung in die Meteorologie“ bekannten Gesetzmäßigkeiten für ruhende und strömende Fluide führen. Sodann wird die Dimensionsanalyse als methodisches Werkzeug der Strömungsphysik eingeführt. Die hydrodynamischen Ähnlichkeitskennzahlen werden hergeleitet und ihre Bedeutung für die Typisierung von Strömungen wird erläutert. In den Übungen zur Hydrodynamik werden die erworbenen Kenntnisse zur Lösung einschlägiger Aufgaben eingesetzt.</i></p> <p><i>In der Vorlesung „Turbulenz und Grenzschicht“ werden die in der „Hydrodynamik“ eingeführten Methoden und Verfahrensweisen auf turbulente Grenzschichtströmungen angewandt und weiter vertieft. Die Störungen des atmosphärischen Grundstroms werden klassifiziert und die turbulente Skala wird definiert. Die Differentialgleichungen werden in Reynolds-gemittelte Formen überführt, Bilanzgleichungen für spezielle Kenngrößen turbulenter Strömungen werden abgeleitet, das turbulente Schließungsproblem wird ausführlich erläutert. Die Monin-Obukhov-Theorie wird eingeführt und die Charakteristika der atmosphärischen Grenzschichten werden beschrieben. In der dazugehörigen Übung werden die erworbenen Kenntnisse auf praktische Probleme angewandt.</i></p> <p><i>Ziel des Moduls ist es, die Mathematik- und Physikkenntnisse auf einem für die Meteorologie zentralen Gebiet, der Strömungsphysik, systematisch anzuwenden und zu vertiefen.</i></p>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung mit Übungen. Umfang jeweils 2 SWS für die Vorlesungen in „Hydrodynamik“ und „Turbulenz und Grenzschicht“ und jeweils 2 SWS für die zugehörigen Übungen.</i>
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<ul style="list-style-type: none"> <i>- verbindliche: keine</i> <i>- empfohlene: in den Anfangssemestern erworbene mathematisch-physikalische Grundkenntnisse. Fachkenntnisse auf dem Gebiet der Strömungsphysik werden nicht vorausgesetzt.</i>
Unterrichtssprache:	<i>Deutsch. Lehrmaterial: Skript in deutscher Sprache, zusätzliche Literatur meist in englischer Sprache.</i>

Verwendbarkeit des Moduls	<i>Das Modul ist Bestandteil des Studiengangs BSc Meteorologie. Es vermittelt die strömungsphysikalischen Grundlagen für das weitere Fachstudium und die spätere berufliche Praxis. Die behandelten Beispiele stammen aus allen Bereichen der Strömungsphysik. Das Modul eignet sich daher auch als Ergänzungs- oder Wahlfach für andere mathematisch-physikalisch ausgerichtete Studiengänge.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		<i>Präsenz-/</i>	<i>Selbststudium</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>
	<i>Teilmodul Hydrodynamik 6 LP</i>	<i>60 Std.</i>	<i>90 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
	<i>Teilmodul Turb./ Grenzsch. 6 LP</i>	<i>60 Std.</i>	<i>90 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
	<i>Gesamtaufwand 12 LP</i>	<i>120 Std.</i>	<i>180 Std.</i>	<i>60 Std.</i>
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	<i>Das Modul wird mit einer mündlichen Prüfung in deutscher oder englischer Sprache abgeschlossen. Die konkrete Prüfungssprache wird vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Zusätzlich werden am Ende der beiden Modulteile Klausuren angeboten. Sie dienen der Selbstkontrolle, die Teilnahme ist freiwillig. Die Noten werden nicht bei der Berechnung der Modulnote berücksichtigt.</i>			
Studiensemester	<i>Empfohlen: 3 und 4. Fachsemester</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>Jährlicher Rhythmus, Hydrodynamik im Wintersemester, Turbulenz und Grenzschicht im Sommersemester</i>			
Dauer	<i>2 Semester</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Bernd Leitl</i>			
Ggf. Lehrende	<i>Prof. Bernd Leitl, Dr. Frank Harms</i>			
Ggf. Medienformen:				
Literatur:	<i>Die Literaturliste befindet sich im Skript zur Vorlesung</i>			

Modul (Modulkürzel):	DV			
Modultitel:	Datenverarbeitung			
Modultyp:	Pflichtmodul im ABK-Bereich			
Angestrebte Lernergebnisse	Das Praktikum Datenverarbeitung soll die Studierenden an die Benutzung UNIX-basierter Großrechner heranführen. Sie können fertige Programme (FORTRAN) zur Lösung meteorologischer Probleme benutzen oder eigene Programme schreiben bzw. bestehende Programme verändern oder erweitern. Sie können umfangreiche Datensätze bearbeiten und visualisieren, sowie komplexe Arbeitsabläufe automatisieren.			
Inhalt:	<p>Im ersten Teil (3. Semester) werden die Grundlagen für UNIX, UNIX-Shells und Editoren behandelt und textformatierte Datensätze bearbeitet. Es werden die UNIX-Befehle für das Erstellen, Verändern und Verwalten von Daten und Programmen auf UNIX/LINUX-Rechnern behandelt. Eine Einweisung in GMT ermöglicht das Visualisieren einfacher Zeitserien und Diagramme. Es werden Programme und Befehle zum Arbeiten in Computernetzwerken vorgestellt. Daneben beginnt eine Schulung der Programmiersprache FORTRAN95. Die Schwerpunkte liegen im ersten Teil auf dem Einlesen, Verändern und der Ausgabe von formatierten Textdateien (z.B. Messreihen, die auf Exkursionen erstellt wurden). Der Unterrichtsstoff wird mit vielen Beispielen und Aufgaben vertieft.</p> <p>Im zweiten Teil (4. Semester) sollen die Studierenden den Umgang mit Shellskripten lernen (tcsh), binäre Datensätze unterschiedlicher Formate (GRIB, NetCDF, EXTRA) analysieren, manipulieren (cdo, nco) und visualisieren (GMT). In FORTRAN werden die Kenntnisse aus dem ersten Semester vertieft sowie Felder, Unterprogramme, Funktionen und der Umgang mit Bibliotheken eingeführt. Hierbei wird auch mit Datensätzen gearbeitet die als Ergebnisse der Simulationen mit Klimamodellen gewonnen werden.</p> <p>In einer Abschlussarbeit sollen die Studenten ihr erreichtes Wissen an einem komplexen Beispiel testen.</p>			
Lehrform/SWS:	Datenverarbeitung 1: Vorlesung 2 SWS + Übung 3 SWS Datenverarbeitung 2: Vorlesung 2 SWS + Übung 3 SWS Bearbeitung von Übungsaufgaben als Hausaufgabe.			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: Keine Empfohlen: Es wird empfohlen auf einem vorhandenen eigenen PC Linux zu installieren.			
Unterrichtssprache:	Deutsch, Lehrmaterial teilweise englisch.			
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist Bestandteil des Studiengangs BSc Meteorologie. Es vermittelt Grundlagen für das weitere Fachstudium und die spätere berufliche Praxis.			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		Präsenz-/	Selbststudium	Prüfungsvorbereitung
	Datenverarbeitung I 6 LP	60 Std.	90 Std.	30 Std.
	Datenverarbeitung II 6 LP	60 Std.	90 Std.	30 Std.
	Gesamtaufwand 12 LP	120 Std.	180 Std.	60 Std.
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	Es finden zwei Modulteilprüfungen jeweils in Form einer Klausur statt. Die Prüfungssprache ist in der Regel deutsch. Bei einer Modus-Abweichung wird dies zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.			
Studiensemester	Empfohlen: 3 und 4. Fachsemester.			
Häufigkeit des Angebots	Jährlicher Rhythmus, Datenverarbeitung I im Wintersemester, Datenverarbeitung II im Sommersemester			
Dauer	2 Semester			
Modulverantwortliche(r):	Dr. David Grawe			
Ggf. Lehrende	Silke Schubert, Dr. David Grawe			

Ggf. Medienformen:	
Literatur:	<i>Begleitende Literatur wird zeitnah im Semester empfohlen.</i>

Modul (Modulkürzel):	SYN
Modultitel:	Synoptische Meteorologie
Modultyp:	<i>Pflichtmodul</i>
Angestrebte Lernergebnisse	<i>Die Studierenden sind mit den grundlegenden Inhalten der Synoptischen Meteorologie vertraut, die in der Zusammenschau der meteorologischen Phänomene in ihrer räumlichen Verteilung und zeitlichen Veränderung mit dem Ziel der Wetteranalyse und Wettervorhersage bestehen. Sie haben die für die Erstellung der Wetteranalyse eingesetzten Beobachtungssysteme kennengelernt und Einblick gewonnen in die Methoden, die von der Analyse des aktuellen Zustandes der Atmosphäre zur Wetterprognose mit Hilfe numerischer Prognosemodellen führen. Sie haben die Funktionsweise der numerischen Prognosemodelle kennen gelernt und sind in der Lage, die vielfältigen Darstellungsformen des prognostizierten dreidimensionalen Zustandes der Atmosphäre zu interpretieren. Sie besitzen grundlegende Kenntnisse zur Dynamik und Wechselwirkung wetterwirksamer Prozesse.</i>
Inhalt:	<p><i>Das Modul besteht aus Vorlesung, Übungen und dem separaten Übungsteil „Wetterbesprechung“.</i></p> <p><i>Vorlesung: Themenschwerpunkte sind: theoretische Grundlagen der für die Synoptische Meteorologie relevanten troposphärischen Prozesse, synoptische Beobachtungssysteme, dreidimensional verknüpfende Wetterdiagnose, Modelle der synoptischen Wettersysteme: Luftmassen (Ursprung und Transformation), Fronten (Frontogenese, Erscheinungsformen, Verlagerungsantriebe), Zyklonen und Antizyklonen (Zyklogenese, Lebenslauf, Verlagerungsantriebe, quasigeostrophische Diagnostik), Strahlströme und Wellen der Westwindzone, Allgemeine Zirkulation; Aerologie, numerische Modelle verschiedener Wetterdienste.</i></p> <p><i>Übungen: Im Übungsteil werden in der Synoptik-Vorlesung erworbene theoretische Kenntnisse durch praktische Anwendung vertieft u.a. durch Überprüfen von Modellvorstellungen an realen atmosphärischen Entwicklungen. Die vermittelten Kenntnisse bilden eine Grundlage für die Wetterbesprechung.</i></p> <p><i>Themenschwerpunkte der Übungen sind: Internationaler Synopschlüssel, Konstruktion einer Bodenstationskarte für eine ausgewählte Wetterlage, Diagrammpapiere, Analyse aerologischer Messdaten, Analyse von Satellitenprodukten, Konstruktion von troposphärischen Feldern der gemessenen meteorologischen Parameter auf unterschiedlichen Druckflächen für eine ausgewählte Wetterlage, Internetsnutzung bzgl. synoptischer Produkte, Übungsbeispiele zur synoptischen Analyse und Wetterprognose (Vermittlung der für die Wetterbesprechung erforderlichen Methodik.</i></p> <p><i>Wetterbesprechung 1+2: In diesem separaten Übungsteil werden in der Synoptik-Vorlesung vermittelte theoretische Kenntnisse in Beziehung gesetzt zur aktuellen synoptischen Entwicklung.</i></p> <p><i>Inhalt der Wetterbesprechung ist die Präsentation einer Zusammenschau der meteorologischen Phänomene in ihrer räumlichen Verteilung und zeitlichen Veränderung mit dem Ziel der Wetteranalyse und Wettervorhersage. Qualifikationsziel ist die Befähigung zur Präsentation einer Wetteranalyse und –prognose vor Publikum.</i></p> <p><i>Wetteranalyse: Basierend auf Modellanalysekarten und Satellitenbildern wird die synoptische Entwicklung der jeweils aktuellen Vorwoche analysiert. Für die aktuelle synoptische Entwicklung verantwortliche zyklogenetische/zyklytische Prozesse, frontogenetische/frontolytische Prozesse, sowie der steuernde Einfluss der Prozesse in der oberen Troposphäre auf die bodennahe Entwicklung werden erläutert. Die Auswirkung der großräumigen synoptischen Entwicklung auf die lokale Wetterentwicklung wird anhand der am Wettermast Billwerder aufgenommenen Messdaten analysiert.</i></p>

	<i>Wetterprognose: Die numerischen Modellprognosen (Kurzfrist und Mittelfrist) verschiedener Wetterdienste werden hinsichtlich des zu erwartenden lokalen Wetterverlaufes interpretiert und verglichen. Eine Verifikation der vorhergehenden Prognose wird durchgeführt.</i>				
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung Synoptische Meteorologie 2 SWS und zugehörige Übung 2 SWS Wetterbesprechung (Übung) je 1 SWS</i>				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<ul style="list-style-type: none"> - verbindliche: keine - empfohlene: Erfolgreicher Abschluss des Moduls EM 				
Unterrichtssprache:	<i>Deutsch. Lehrmaterial: Skript in deutscher Sprache, zusätzliche Literatur meist in englischer Sprache.</i>				
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Das Modul ist Bestandteil des Studiengangs BSc Meteorologie. Es vermittelt berufsqualifizierende Kenntnisse (z.B. für Mitarbeit bei Wetterdiensten). Im Meteorologie-Pflichtmodul Einführung in die Meteorologie erworbene eher theoretische Kenntnisse werden vertieft und mit realen Wettersystemen in Beziehung gesetzt. Im Rahmen der Pflichtmodule werden bereits erworbene Kenntnisse bzgl. Wissenschaftlicher Präsentation durch praktische Anwendung vertieft. Das Modul eignet sich als Ergänzungs- oder Wahlfach für andere geowissenschaftlich- physikalisch ausgerichtete Studiengänge.</i>				
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		<i>Präsenz-/</i>	<i>Selbststudium</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>	
	<i>Vorlesung und Übung</i>	<i>4 LP</i>	<i>60 Std.</i>	<i>45 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
	<i>Wetterbesprechung</i>	<i>4 LP</i>	<i>30 Std.</i>	<i>45 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
	<i>Gesamtaufwand</i>	<i>8 LP</i>	<i>90 Std.</i>	<i>90 Std.</i>	<i>60 Std.</i>
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil)-Prüfung(en)	<i>2 Modulteilprüfungen: Referat in Wetterbesprechung und Klausur. Prüfungssprache Deutsch oder Englisch.</i>				
Studiensemester	<i>Referenzsemester : 3 und 4. Fachsemester.</i>				
Häufigkeit des Angebots	<i>Jährlicher Rhythmus, Vorlesung und Wetterbesprechung 1 im Wintersemester, Übung und Wetterbesprechung 2 im Sommersemester</i>				
Dauer	<i>2 Semester</i>				
Modulverantwortliche(r):	<i>Dr. Gerd Müller</i>				
Ggf. Lehrende	<i>Dr. Gerd Müller</i>				
Ggf. Medienformen:					
Literatur:	<i>Die Literaturliste befindet sich im Skript zur Vorlesung</i>				

Modul (Modulkürzel):	MIM
Modultitel:	Meteorologische Instrumente und Messmethoden
Modultyp:	<i>Pflichtmodul</i>
Angestrebte Lernergebnisse	<i>Die Studierenden sind mit den grundlegenden Prinzipien und Geräten zur Messung der meteorologischen Grundgrößen vertraut. Sie können die Messgeräte eigenständig bedienen, Messungen durchführen und die gewonnenen Daten auswerten. Sie sind in der Lage die Messgeräte zu kalibrieren und zu charakterisieren, beispielsweise durch ihr Zeitverhalten oder durch ihre Querempfindlichkeiten. Mit diesen Informationen gelingt ihnen eine Abschätzung von Messfehlern. Sie können erhobene Datenreihen interpretieren und durch Kenngrößen, wie z.B. Mittelwerte, Autokorrelationen oder Häufigkeitsverteilungen, beschreiben.</i>
Inhalt:	<p><i>Das Modul besteht aus den Veranstaltungen „Meteorologische Instrumente und Messmethoden“ und „Interpretation meteorologischer Messdaten“ sowie dem abschließenden „Meteorologischen Instrumentenpraktikum“.</i></p> <p><i>In der Vorlesung „Meteorologische Instrumente und Messmethoden“ werden die in der Meteorologie verwendeten Messinstrumente und die zugrundeliegenden Prinzipien präsentiert. Dabei wird die Erfassung aller meteorologischen Basisgrößen, wie z.B. Druck, Temperatur, Feuchte, Wind, Strahlung oder Niederschlag, abgedeckt. Es wird behandelt, inwiefern einzelne Messinstrumente oder -verfahren die Variabilität meteorologischer Felder in Raum und Zeit auflösen können. Klassische Messinstrumente werden vorgestellt, soweit sie dem Verständnis von Messprinzipien dienen. Darüber hinaus liegt der Schwerpunkt auf modernen Verfahren mit elektronischer Messwerterfassung, wie sie aktuell in meteorologischer Forschung und in der beruflichen Praxis eingesetzt werden.</i></p> <p><i>In der Vorlesung und Übung „Interpretation meteorologischer Messdaten“ werden an praktischen Beispielen Methoden zur Auswertung von Messdaten vermittelt. Schwerpunkte liegen auf der Qualitätskontrolle von Messwerten, ihrer graphischen Darstellung und ihrer Zusammenfassung in Kenngrößen, wie z.B. Mittelwerte, Autokorrelationen oder Häufigkeitsverteilungen. Hierzu werden Grundlagen der Zeitreihenstatistik erläutert und in praktischen Übungen angewendet.</i></p> <p><i>Im abschließenden „Meteorologische Instrumentenpraktikum“, das als Blockveranstaltung am Ende des Semesters durchgeführt wird, werden in Kleingruppen die in den vorherigen Kursen erworbenen Fähigkeiten praktisch umgesetzt. Die Teilnehmer bereiten sich durch Einarbeitung in die Praktikumsunterlagen auf die einzelnen Versuche vor. Das Praktikum deckt unter anderem Temperatur-, Feuchte-, Druck- und Windmessungen sowie die Profilierung der Atmosphäre mit Ballonaufstiegen ab. Dabei werden Grundfertigkeiten, wie das Verfassen von Versuchsdokumentationen, Fehlerrechnungen oder die Kalibrierung von Messgeräten, eingeübt.</i></p>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung 2 SWS, Vorlesung/Übung 1SWS und Praktikum als Kompaktveranstaltung über 2,5 Wochen. In den Vorlesungen beträgt die Gruppengröße max. 50 Personen und max. 30 Personen in den Übungen. Das Praktikum wird in Kleingruppen von max. 4 Personen pro Versuchsaufbau durchgeführt.</i>
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<ul style="list-style-type: none"> - verbindliche: keine - empfohlene: Modul EM.
Unterrichtssprache:	<i>Deutsch. Skript in deutscher Sprache.</i>
Verwendbarkeit des Moduls	<p><i>Innerhalb des Bachelorstudiengangs Meteorologie: Das Modul vermittelt Kenntnisse über die wichtigsten meteorologischen Instrumente, deren Anwendung und die zugehörige Datenauswertung als Grundlagen für das weitere Fachstudium und die spätere berufliche Praxis.</i></p> <p><i>In anderen Studiengängen: Das Modul eignet sich daher auch als Ergänzungs- oder Wahlfach für andere mathematisch-physikalisch ausgerichtete Studiengänge.</i></p>

Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		Präsenz-/	Selbststudium	Prüfungsvorbereitung
	<i>Teilmodul Instr. & Messmethoden 2 LP</i>	<i>30 Std.</i>	<i>30 Std.</i>	<i>0 Std.</i>
	<i>Teilmodul Interpr. Messdaten 1 LP</i>	<i>15 Std.</i>	<i>15 Std.</i>	<i>0 Std.</i>
	<i>Teilmodul Instrumentenpraktikum 5 LP</i>	<i>90 Std.</i>	<i>30 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
	<i>Gesamtaufwand 8 LP</i>	<i>105 Std.</i>	<i>55 Std.</i>	<i>50 Std.</i>
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	<i>Schriftlicher Praktikumsbericht in deutscher oder englischer Sprache.</i>			
Studiensemester	<i>Empfohlen: 3. Fachsemester</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>Jährlicher Rhythmus</i>			
Dauer	<i>1 Semester</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Felix Ament</i>			
Ggf. Lehrende	<i>Prof. Felix Ament, Dr. Marco Clemens, Ingo Lange</i>			
Ggf. Medienformen:				
Literatur:	<i>Die Literaturliste befindet sich im Skript zur Vorlesung</i>			

Modul (Modulkürzel):	WP				
Modultitel:	Wissenschaftliche Präsentation				
Modultyp:	Pflichtmodul im ABK-Bereich				
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden sind in der Lage, sich wissenschaftliche Ergebnisse aus der meteorologischen Literatur oder aus anderen Quellen anzueignen und sowohl schriftlich als auch mündlich verständlich darzustellen.				
Inhalt:	Zunächst werden die Recherche- und Darstellungstechniken erarbeitet. Die Studierenden arbeiten sich in ein spezielles Thema der Meteorologie ein, erstellen eine rechnergestützte Präsentation und halten möglichst frei einen Vortrag, dessen Inhalt sie anschließend in einer Diskussion vor Publikum verteidigen. Zusätzlich erstellen sie eine schriftliche Fassung des Vortragsinhalts.				
Lehrform/SWS:	Wissenschaftlichen Präsentation I: 2 SWS Wissenschaftlichen Präsentation II: 2 SWS				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: Keine Empfohlen: Kenntnisse aus den meteorologischen Lehrveranstaltungen.				
Unterrichtssprache:	Deutsch, Lehrmaterial teilweise Englisch.				
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist Bestandteil des Studiengangs BSc Meteorologie. Es vermittelt allgemeine berufsqualifizierende Kompetenzen.				
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		Präsenz-/	Selbststudium	Prüfungsvorbereitung	
	Wiss. Präsentation I	3 LP	30 Std.		60 Std.
	Wiss. Präsentation	3 LP	30 Std.		60 Std.
	Gesamtaufwand	6 LP	60 Std.	120 Std.	
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	Prüfungsart: Zwei Modulteilprüfungen: ein Referat auf der Basis einer rechnergestützten Präsentation, dessen Inhalte in einer Diskussion vor Publikum verteidigt wird, sowie eine Hausarbeit. Nach Absprache mit den Lehrenden können die Vorträge in deutscher oder englischer Sprache gehalten werden.				
Studiensemester	Empfohlen: 4 und 5. Fachsemester.				
Häufigkeit des Angebots	Jährlicher Rhythmus, Wissenschaftlichen Präsentation I im Wintersemester, Wissenschaftlichen Präsentation II im Sommersemester				
Dauer	2 Semester				
Modulverantwortliche(r):	Prof. Stefan Bühler				
Ggf. Lehrende	Prof. Stefan Bühler, Lehrkörper des Meteorologischen Instituts				
Ggf. Medienformen:					
Literatur:	Literatur zur Vorbereitung wird zu Beginn der Lehrveranstaltung empfohlen.				

Modul (Modulkürzel):	TAW
Modultitel:	Thermodynamik, Aerosol- und Wolkenphysik
Modultyp:	Pflichtmodul
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Die Studierenden sind mit den grundlegenden Denkweisen und Methoden der Thermodynamik vertraut, kennen die Bedeutung der thermodynamischen Zustands- und Prozessgrößen, haben die Erhaltungs-, Extremal- und Evolutionsprinzipien der Thermodynamik verstanden und gelernt, aus ihnen diagnostische und prognostische Bilanzgleichungen für atmosphärische Mehrkomponenten- und Mehrphasensysteme herzuleiten. Sie sind in der Lage, die Gleichungen zu vereinfachen und auf praktische meteorologische Fragestellungen anzuwenden. Sie haben Methoden zur Beschreibung des Gleichgewichts von Aerosol- und Wolken-tröpfchen als Funktion der chemischen Zusammensetzung und der Umgebungsfeuchte kennengelernt. Sie kennen Ansätze zur Beschreibung des Größen- und Massenwachstums von Hydrometeoren in Wolken auf verschiedenen Stufen der Komplexität. Sie sind in der Lage, die gelernten Konzepte umzusetzen, um parametrische Ansätze zur Beschreibung von Aerosol- und Wolkeneffekten in regionalen und globalen Zirkulationsmodellen zu entwickeln. Die Studierenden haben einen Überblick über die Quellen und Senken sowie die chemischen und mikro-physikalischen Umwandlungen verschiedener atmosphärischer Aerosoltypen.</p>
Inhalt:	<p>Das Modul besteht aus den Teilen „Thermodynamik“ und „Aerosol- und Wolkenphysik“, die in aufeinander folgenden Semestern angeboten werden.</p> <p>Die Vorlesung „Thermodynamik“ beginnt mit einer Einführung in die kinetische Gastheorie sowie der Betrachtung der thermischen Eigenschaften der Materie. Dann werden nach Einführung wesentlicher Grundbegriffe die Hauptsätze der Thermodynamik inklusive der Gibbs'schen Fundamentalgleichung besprochen. Es wird gezeigt, dass sich aus der Kenntnis eines thermodynamischen Potentials alle übrigen Zustandsvariablen eines Gleichgewichtssystems berechnen lassen. Ferner werden die Bedingungen für Vorliegen und Stabilität von Gleichgewichtszuständen formuliert. Schließlich wird die hydrodynamische Beschreibung der Atmosphäre, d. h. die Beschreibung eines räumlich und zeitlich veränderlichen Systems auf der Grundlage des lokalen Gleichgewichts, eingeführt. Das Ziel der atmosphärischen Thermodynamik besteht darin, die skalaren thermodynamischen Zustandsfelder zu beschreiben und vorherzusagen. Dazu werden die lokalen Bilanzgleichungen für die beteiligten Massen, die Hauptsätze der Thermodynamik und die Prinzipien zur Behandlung der irreversiblen Prozesse verwendet.</p> <p>In der Vorlesung „Aerosol- und Wolkenphysik“ werden die in der „Thermodynamik“ eingeführten Methoden und Verfahrensweisen auf polydisperse Mehrphasensysteme angewandt und weiter vertieft. Ausgehend von den Hauptsätzen der Thermodynamik, der Massen- und Impulserhaltung wird das Verhalten von Aerosolteilchen und Wolken-tröpfchen als Funktion der relativen Feuchte beschrieben (Köhler-Kelvin-Gleichung). Dann werden die Gleichungen zur Beschreibung des Diffusionswachstums von Wolkenpartikeln abgeleitet sowie die Theorie zur Kinetik von Hydrometeoren abgehandelt. Darüber hinaus wird das Wachsen von Kristallen an Gefrierkeimen sowie die Bildung von Niederschlag behandelt. Außerdem wird einführend über Parametrisierungskonzepte für Misch- und Eiswolken berichtet, die zur Anwendung in Wolken- oder Klimamodellen entwickelt wurden.</p> <p>Ziel des Moduls ist es, die im Grundstudium erworbenen Mathematik- und Physikkenntnisse auf einem für die Meteorologie zentralen Gebiet, der Thermodynamik der Atmosphäre und der Mikrophysik von Wolken sowie der Aerosolphysik, systematisch anzuwenden und zu vertiefen.</p>
Lehrform/SWS:	Vorlesung mit Übungen. Umfang jeweils 2 SWS für die Vorlesungen in „Thermodynamik“ und „Aerosol- und Wolkenphysik“ und jeweils 2 SWS für die zugehörigen Übungen.
Voraussetzungen für die Teilnahme:	- verbindliche: keine

	<i>- empfohlene: in den Anfangssemestern erworbene mathematisch-physikalische Grundkenntnisse. Fachkenntnisse auf dem Gebiet der Thermodynamik bzw. der Mikrophysik werden nicht vorausgesetzt.</i>			
Unterrichtssprache:	<i>Deutsch. Skript bzw. Unterrichtsmaterial in deutscher Sprache, zusätzliche Literatur meist in englischer Sprache.</i>			
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Das Modul ist Bestandteil des Studiengangs BSc Meteorologie. Es vermittelt die thermodynamischen und mikrophysikalischen Grundlagen für das weitere Fachstudium und die spätere berufliche Praxis. Die behandelten Beispiele stammen aus allen Bereichen der atmosphärischen Thermodynamik und der Wolkenphysik. Das Modul eignet sich daher auch als Ergänzungs- oder Wahlfach für andere mathematisch-physikalisch ausgerichtete Studiengänge.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		<i>Präsenz-/</i>	<i>Selbststudium</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>
	<i>Teilmodul Thermodynamik 6 LP</i>	<i>60 Std.</i>	<i>90 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
	<i>Teilmodul Aerosol- und Wolkenphysik 6 LP</i>	<i>60 Std.</i>	<i>90 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
	<i>Gesamtaufwand 12 LP</i>	<i>120 Std.</i>	<i>180 Std.</i>	<i>60 Std.</i>
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	<i>Das Modul wird mit einer mündlichen Prüfung in deutscher oder englischer Sprache abgeschlossen. Die konkrete Prüfungssprache wird vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Zusätzlich werden am Ende der beiden Modulteile Klausuren angeboten. Sie dienen der Selbstkontrolle, die Teilnahme ist freiwillig. Die Noten werden nicht bei der Berechnung der Modulnote berücksichtigt.</i>			
Studiensemester	<i>Empfohlen: 4 und 5. Fachsemester.</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>Jährlicher Rhythmus, Thermodynamik im Sommersemester, Aerosol- und Wolkenphysik im Wintersemester</i>			
Dauer	<i>2 Semester</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Stefan Bühler</i>			
Ggf. Lehrende	<i>Prof. Stefan Bühler</i>			
Ggf. Medienformen:				
Literatur:	<i>Die Literaturliste befindet sich im Skript zur Vorlesung</i>			

Modul (Modulkürzel):	BP			
Modultitel:	Berufspraktikum			
Modultyp:	<i>Pflichtmodul im ABK-Bereich</i>			
Angestrebte Lernergebnisse	<i>Die Studierenden haben einen konkreten Einblick in die Berufswelt gewonnen und die Möglichkeit genutzt, ihre Vorstellungen von der späteren Berufstätigkeit mit der Wirklichkeit des Berufslebens in Forschungsinstitutionen, bei Behörden oder in Firmen in Übereinstimmung zu bringen.</i>			
Inhalt:	<i>Unterschiedlich, je nach Praktikantenstelle</i>			
Lehrform/SWS:	<i>Praktikum von 4 Wochen Dauer außerhalb des Meteorologischen Instituts</i>			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<i>Verbindlich: Keine Empfohlen: Grundlagenvorlesungen der Semester 1 bis 4.</i>			
Unterrichtssprache:	<i>Das Praktikum kann im In- oder Ausland abgeleistet werden.</i>			
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Das Modul ist Bestandteil des Studiengangs BSc Meteorologie. Es vermittelt Grundlagen für das weitere Fachstudium und die spätere berufliche Praxis.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		<i>Präsenz-/</i>	<i>Selbststudium</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>
		<i>120 Std.</i>	<i>15 Std.</i>	<i>15 Std.</i>
	<i>Gesamtaufwand 5 LP</i>	<i>120 Std.</i>	<i>15 Std.</i>	<i>15 Std.</i>
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	<i>Vorlage einer Bescheinigung des Praktikumsgebers über den erfolgreichen Abschluss des vierwöchigen Berufspraktikums. Modulprüfung: Praktikumsbericht (Deutsch oder Englisch) im Umfang von ca. 5 bis 10 Seiten, der bei der Studienfachberaterin bzw. beim Studienfachberater abzugeben ist.</i>			
Studiensemester	<i>Empfohlen: 4. Fachsemester Es wird empfohlen, das Praktikum in der vorlesungsfreien Zeit nach dem 4. Fachsemester zu absolvieren.</i>			
Häufigkeit des Angebots				
Dauer	<i>4 Wochen</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Felix Ament</i>			
Ggf. Lehrende				
Ggf. Medienformen:				
Literatur:				

Ein Angebot des Deutschen Wetterdienstes für ein strukturiertes Berufspraktikum finden Sie am Ende des Modulhandbuchs.

Modul (Modulkürzel):	TECH			
Modultitel:	Technische Meteorologie			
Modultyp:	Pflichtmodul			
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse und Fähigkeiten auf dem Gebiet der Technischen Meteorologie und Umweltmeteorologie. Sie sind in der Lage, im praktischen Immissionsschutz und im Umwelt- Consulting verwendete, einfache Modell- und Prognosewerkzeuge anwendungsbezogen auszuwählen und einzusetzen. Die Studierenden sind fähig zu selbstständiger fachübergreifender, interdisziplinärer Arbeit im praktischen Immissionsschutz.			
Inhalt:	Die Lehrveranstaltung gibt zunächst einen Überblick über die rechtlichen Rahmenbedingungen des technischen Umweltschutzes in Deutschland bzw. der EU. Aufbauend auf bzw. in Ergänzung zu den Lehrveranstaltungen des Moduls 'Strömungsphysik' werden die für die bei Immissionsprognosen verwendeten strömungsphysikalischen und meteorologischen Modellvorstellungen, -ansätze und Parametrisierungen vermittelt. Es werden die in der Praxis häufig zur ersten Immissionsabschätzung verwendeten Modellverfahren (Abgasfahnen-ausbreitung, Gauss-Modell für kontinuierliche Emissionsquellen, statistische Ausbreitungsmodelle für kontinuierliche Punktquellen, instationäre Ausbreitungsmodelle und Gradienten-Transport-Modelle) vorgestellt und deren Möglichkeiten und Grenzen der praktischen Anwendung diskutiert.			
Lehrform/SWS:	2 SWS Vorlesung / Übung			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	- verbindliche: keine - empfohlene: in den Anfangssemestern erworbene mathematisch-physikalische Grundkenntnisse, Grundkenntnisse Computernutzung unter MS Windows			
Unterrichtssprache:	Deutsch, Lehrmaterial und ergänzende Literatur teilweise in englischer Sprache			
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist Bestandteil des Studienganges BSc Meteorologie. Es vermittelt Fachkenntnisse der Technischen Meteorologie. Das Modul eignet sich als Ergänzungs- oder Wahlfach für andere mathematisch-physikalisch orientierte Studiengänge.			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		Präsenz-/	Selbststudium	Prüfungsvorbereitung
	Gesamtaufwand	2 LP	30 Std.	30 Std.
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	Art der Prüfung/Modulprüfung: Klausur Sprache der Modulprüfung: Deutsch oder Englisch			
Studiensemester	5. Fachsemester			
Häufigkeit des Angebots	jährlich			
Dauer	1 Semester			
Modulverantwortliche(r):	Prof. Bernd Leitl			
Ggf. Lehrende	Prof. Bernd Leitl, Dr. Frank Harms			
Ggf. Medienformen:	Übung: EDV-gestützte Lehre im IT-Schulungsraum			
Literatur:	Literaturliste im Skript zur Vorlesung			

Modul (Modulkürzel):	AC			
Modultitel:	Atmosphärenchemie			
Modultyp:	<i>Pflichtmodul</i>			
Angestrebte Lernergebnisse	<i>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.</i>			
Inhalt:	<i>Die Einführung in die Chemie der Atmosphäre beinhaltet eine Einführung in die Grundlagen der Allgemeinen Chemie und eine Stoffkunde chemischer Spurenstoffe der Atmosphäre. Dabei wird insbesondere die atmosphärische Lebensdauer, toxikologische Umwelrelevanz 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.</i>			
Lehrform/SWS:	<i>2 SWS Vorlesung / Übung</i>			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<ul style="list-style-type: none"> - verbindliche: keine - empfohlene: in den Anfangssemestern erworbene mathematisch-physikalische Grundkenntnisse 			
Unterrichtssprache:	<i>Deutsch, Lehrmaterial und ergänzende Literatur teilweise in englischer Sprache</i>			
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Das Modul ist Bestandteil des Studienganges BSc Meteorologie. Es vermittelt Fachkenntnisse der Technischen Meteorologie. Das Modul eignet sich als Ergänzungs- oder Wahlfach für andere mathematisch-physikalisch orientierte Studiengänge.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		<i>Präsenz-/</i>	<i>Selbststudium</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>
	<i>Gesamtaufwand</i>	<i>3 LP</i>	<i>60 Std.</i>	<i>60 Std.</i>
				<i>30 Std.</i>
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	<i>Art der Prüfung/Modulprüfung: Klausur Sprache der Modulprüfung: Deutsch oder Englisch</i>			
Studiensemester	<i>5. Fachsemester</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>jährlich</i>			
Dauer	<i>1 Semester</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Stefan Bühler</i>			
Ggf. Lehrende	<i>Dr. Volker Matthias</i>			
Ggf. Medienformen:				
Literatur:	<i>Literaturliste im Skript zur Vorlesung</i>			

Modul (Modulkürzel):	KS		
Modultitel:	Klimaphysik und Statistik		
Modultyp:	Pflichtmodul		
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Die Studierenden sind mit den grundlegenden Denkweisen und Methoden der Klimaphysik und Meteorologischen Statistik vertraut. Sie kennen die Bedeutung der verschiedenen Klimasystemkomponenten im Klimasystem, haben die Kreisläufe im Klimasystem (Impuls-, Wasser-, Kohlenstoff-, Energiekreislauf) verstanden. Sie sind in der Lage Vorgänge im Klimasystem (Trends, Fluktuationen) qualitativ zu erfassen. Sie sind mit den grundlegenden Methoden der Klimasystemanalyse (Wechselwirkungsanalyse, Faktorensparation) vertraut und wissen, mit welchen Modelltypen die Dynamik des Klimasystems beschrieben werden kann.</p> <p>Die Studierenden können grundlegende statistische Verfahren selbständig anwenden und moderne Ansätze beurteilen, um sie sich bei Bedarf anzueignen. Die Studierenden sind in der Lage, wissenschaftliche statistische Software anzuwenden.</p>		
Inhalt:	<p>Das Modul besteht aus den Teilen „Klimaphysik“ und „Statistik“.</p> <p>Die Vorlesung „Klimaphysik“ beginnt mit der Definition der Begriffe Klima und Klimasystem. Die Begriffe Klimaantrieb, Rückkopplung, Wechselwirkung und Synergie von Klimafaktoren werden erläutert. Der physikalische Zustand der verschiedenen Komponenten des Klimasystems wie Atmosphäre, Biosphäre, Hydrosphäre und Kryosphäre werden für das gegenwärtige Klima beschrieben. Ferner werden die Wechselwirkungsprozesse im Klimasystem, die so genannten Impuls-, Wasser-, Kohlenstoff- und Energiekreisläufe vorgestellt. In den Übungen werden die erworbenen Kenntnisse zur Lösung einfacher Aufgaben eingesetzt.</p> <p>Die Einführung in die Meteorologische Statistik behandelt die Darstellung der wichtigsten statistischen Methoden und deren Anwendung auf die Analyse meteorologischer Daten. Zentrale Themen sind zunächst Wahrscheinlichkeitsverteilungen sowie die Schätzung von Parametern und Hypothesentests. Dann folgt die Analyse von Zeitreihen durch Trenduntersuchungen und mittels spektraler Methoden. Schließlich wird die Analyse multivariater Variablen anhand von meteorologischen Feldern und deren Zeitreihen besprochen.</p> <p>Ziel des Moduls ist es, die im Grundstudium erworbenen Mathematik- und Physik- und Meteorologiekenntnisse auf einem für die Meteorologie zentralen Gebiet, der Klimaphysik und Statistik, systematisch anzuwenden und zu vertiefen.</p>		
Lehrform/SWS:	Vorlesung mit Übungen. Umfang jeweils 2 SWS für die Vorlesungen in „Klimaphysik“ und „Meteorologische Statistik“ und 2 SWS für Übungen zur „Klimaphysik“ und 1 SWS für die Übungen zur „Meteorologische Statistik“.		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<ul style="list-style-type: none"> - verbindliche: keine - empfohlene: in den Anfangssemestern erworbene mathematisch-physikalische Grundkenntnisse und Kenntnisse aus der Einführung in die Meteorologie. Fachkenntnisse auf dem Gebiet der Klimaphysik und Statistik werden nicht vorausgesetzt. 		
Unterrichtssprache:	Deutsch. Lehrmaterial: Skript in deutscher oder englischer Sprache, zusätzliche Literatur meist in englischer Sprache.		
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist Bestandteil des Studiengangs BSc. Meteorologie. Es vermittelt die klimaphysikalischen und statistischen Grundlagen für das weitere Fachstudium und die spätere berufliche Praxis. Die behandelten Beispiele stammen aus allen Bereichen der Klimaphysik und Meteorologischen Statistik. Das Modul eignet sich daher auch als Ergänzungs- oder Wahlfach für andere mathematisch-physikalisch ausgerichtete Studiengänge.		
		Präsenz-/	Selbststudium
			Prüfungsvorbereitung

Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	<i>Teilmodul Klimaphysik</i>	<i>4 LP</i>	<i>45 Std.</i>	<i>55 Std.</i>	<i>20 Std.</i>
	<i>Teilmodul Statistik</i>	<i>5 LP</i>	<i>60 Std.</i>	<i>65 Std.</i>	<i>25 Std.</i>
	<i>Gesamtaufwand</i>	<i>9 LP</i>	<i>105 Std.</i>	<i>120 Std.</i>	<i>45 Std.</i>
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil)-Prüfung(en)	<i>Das Modul wird mit einer mündlichen oder schriftlichen Prüfung in deutscher oder englischer Sprache abgeschlossen. Die Art der Prüfung und die Prüfungssprache werden zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.</i>				
Studiensemester	<i>Empfohlen: 5. Fachsemester</i>				
Häufigkeit des Angebots	<i>Jährlicher Rhythmus, Klimaphysik und Meteorologische Statistik im Wintersemester</i>				
Dauer	<i>1 Semester</i>				
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Stefan Bühler</i>				
Ggf. Lehrende	<i>Prof. Stefan Bühler, Dr. Richard Blender, Prof. Jin-Song von Storch</i>				
Ggf. Medienformen:					
Literatur:	<i>Die Literaturliste befindet sich im Skript zur Vorlesung</i>				

Modul (Modulkürzel):	WF			
Modultitel:	Wahlfach			
Modultyp:	<i>Wahlmodul</i>			
Angestrebte Lernergebnisse	<i>Im Modul „Wahlfach“ verbreitern die Studierenden ihre im Bachelorstudium erworbenen Kompetenzen und Kenntnisse.</i>			
Inhalt:	<i>Unterschiedlich, je nach Wahl des Studierenden. Es gibt keinerlei Einschränkungen bei der Wahl der Fächer, die Studierenden sollen ihren Neigungen und Interessen folgen. Es dürfen also alle an der Universität angebotenen Lehrveranstaltungen gewählt werden. Festgelegt ist nur der zeitliche Aufwand für das Wahlfach. Die Leistungspunktzahl kann auch durch Kombination verschiedener Kurse erreicht werden.</i>			
Lehrform/SWS:	<i>Nach Maßgabe der gewählten Fächer</i>			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<i>Nach Maßgabe der gewählten Fächer</i>			
Unterrichtssprache:	<i>Nach Maßgabe der gewählten Fächer</i>			
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Das Modul ist Bestandteil des Studiengangs BSc Meteorologie. Es vermittelt Kenntnisse für das weitere Fachstudium und die spätere berufliche Praxis.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	<i>Nach Maßgabe der gewählten Fächer</i>	<i>Präsenz-/</i>	<i>Selbststudium</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>
	<i>Gesamtaufwand 10 LP</i>			
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil)-Prüfung(en)	<i>Nach Maßgabe der gewählten Fächer</i>			
Studiensemester	<i>Es wird empfohlen, das Wahlfach im 5. und 6. Fachsemester zu absolvieren.</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>Nach Maßgabe der gewählten Fächer</i>			
Dauer	<i>2 Semester</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Felix Ament</i>			
Ggf. Lehrende				
Ggf. Medienformen:				
Literatur:				

Meteorologische Angebote für das Wahlfach finden Sie am Ende des Modulhandbuchs.

Modul (Modulkürzel):	ETM				
Modultitel:	Einführung in die Theoretische Meteorologie				
Modultyp:	Pflichtmodul				
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Die Studierenden haben die fundamentalen Gleichungen der atmosphärischen Dynamik wie Impulsgleichung, Kontinuitätsgleichung, Erster Hauptsatz verstanden und können sie anwenden. Die wichtigsten Approximationen wie Hydrostasie und Geostrophie können eingeordnet und anhand von Kennzahlen beschrieben werden. Die Vorticity-Gleichung und die beteiligten Mechanismen sind ebenso bekannt wie die wichtigsten Eigenschaften des vertikalen Druck-Koordinatensystems und das Geopotential. Die Geostrophie und die damit verbundenen Modellvorstellungen wie Schichtdicke und thermischer Wind sind begriffen worden. Die quasigeostrophische Approximation mit Omegagleichung und Tendenzgleichung sind verstanden worden und die wichtigsten Wellentypen wie Rossby- und Schwerewellen können beschrieben und ihre Ausbreitung anhand der Dispersionsrelation abgeleitet werden. Die Ursachen für die barokline Instabilität und deren wesentliche Eigenschaften und Abhängigkeiten sind bekannt. Einfache Ableitungen und konkrete Beispielrechnungen sind durchgeführt worden. Insgesamt haben die Studierenden ein solides Verständnis von der großräumigen atmosphärischen Dynamik entwickelt und können die zentrale Rolle von Modellvorstellungen und Approximationen beurteilen.</p>				
Inhalt:	<p>Dieses Modul beinhaltet eine Einführung in die Grundlagen der dynamischen Meteorologie. Die Vorlesung beginnt mit den fundamentalen Bewegungsgleichungen auf der rotierenden Erde und der Thermodynamik der geschichteten Atmosphäre. Durch die Skalenanalyse werden diese Gleichungen für die synoptische Skala approximiert und das vertikale Druck-Koordinatensystem eingeführt. Die Vorticity-Gleichung und ihre Approximationen bilden einen weiteren Schwerpunkt der Vorlesung. Die quasigeostrophische Approximation wird zusammen mit der Approximation der potentiellen Vorticity als wichtigste Grundlage der großräumigen dynamischen Meteorologie eingeführt und zur Beschreibung von Rossby-Wellen verwendet. Die Ausbreitung von Wellen wird durch Linearisierung und Wellenansätze mit der Dispersionsrelation als zentralem Zusammenhang behandelt. Anhand des Flachwassermodells wird die barotrope Atmosphäre und Schwerewellen beschrieben. Die Eigenschaften der baroklinen Instabilität werden im Rahmen des baroklinen quasigeostrophischen Zweischichtenmodells abgeleitet. Die Vorlesung hebt ab auf das Verständnis wichtiger Konzepte der geophysikalischen Fluidodynamik, insbesondere auf die Rolle von Approximationen bei der Modellierung sowie Mechanismen wie die Wellenausbreitung und Instabilitäten.</p>				
Lehrform/SWS:	V, 4 SWS: Einführung in die Theoretische Meteorologie Ü, 2 SWS: Einführung in die Theoretische Meteorologie				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: Keine Empfohlen: Module EM, SP, KS, MATH, PHY .				
Unterrichtssprache:	Deutsch mit vornehmlich englischem Lehrmaterial				
Verwendbarkeit des Moduls	Innerhalb des Bachelorstudiengangs Meteorologie: Das Modul legt Grundlagen, die für die Bachelorarbeit und eine spätere Tätigkeit im Bereich der Klimatologie, Dynamik und Synoptik unverzichtbar sind. In anderen Studiengängen: Für physikalisch-mathematische Studiengänge ist es als Ergänzungsfach- oder Wahlmodul geeignet.				
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		Präsenz-/	Selbststudium	Prüfungsvorbereitung	
	Einf. Theor. Meteorol.	8 LP	90 Std.	90 Std.	60 Std.
	Gesamtaufwand	8 LP	90 Std.	90 Std.	60 Std.
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	Mündliche Prüfung in deutscher oder englischer Sprache. Die Prüfungssprache wird vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				

Studiensemester	<i>Empfohlen: 6. Fachsemester</i>
Häufigkeit des Angebots	<i>Jährlich im Sommersemester</i>
Dauer	<i>1 Semester</i>
Modulverantwortlicher	<i>Prof. Nedjeljka Žagar</i>
Ggf. Lehrende	<i>Prof. Nedjeljka Žagar, Dr. Frank Lunkeit</i>
Ggf. Medienformen:	
Literatur:	<i>Die Literaturliste befindet sich im Skript zur Vorlesung</i>

Modul (Modulkürzel):	OSF			
Modultitel:	Optik, Strahlung, Fernerkundung			
Modultyp:	Pflichtmodul			
Angestrebte Lernergebnisse	Die Studierenden besitzen eine Basiskennntnis 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.			
Inhalt:	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 sowohl vom Satelliten als auch bodengebunden werden eingeführt, wobei deutlich gemacht wird, dass den unterschiedlichen Fernerkundungsverfahren jeweils verschiedene Spezialfälle der Strahlungstransportgleichung zu Grunde liegen. Die Lerninhalte werden durch begleitende Übungen vertieft.			
Lehrform/SWS:	Vorlesung mit Übungen. Umfang jeweils 2 SWS für die Vorlesung und für die zugehörigen Übungen.			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	- verbindliche: keine - empfohlene: in den Anfangssemestern erworbene mathematisch-physikalische Grundkenntnisse.			
Unterrichtssprache:	Deutsch. Lehrmaterial: Skript in deutscher Sprache, zusätzliche Literatur meist in englischer Sprache.			
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist Bestandteil des Studiengangs BSc Meteorologie. Es vermittelt die Grundlagen des Strahlungstransfers, der Optik und der daraus resultierenden Fernerkundungsanwendungen, für das weitere Fachstudium und die spätere berufliche Praxis. Die behandelten Beispiele stammen aus verschiedenen Bereichen der Meteorologie. Das Modul eignet sich daher auch als Ergänzungs- oder Wahlfach für andere mathematisch-physikalisch ausgerichteten Studiengänge.			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		Präsenz-/	Selbststudium	Prüfungsvorbereitung
	Optik, Strahlung, Fernerkundung 5 LP	60 Std.	60 Std.	30 Std.
	Gesamtaufwand 5 LP	60 Std.	60 Std.	30 Std.
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	Das Modul wird mit einer schriftlichen Klausur in deutscher oder englischer Sprache abgeschlossen. Die Prüfungssprache wird vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.			
Studiensemester	Empfohlen: 6. Fachsemester.			
Häufigkeit des Angebots	Jährlich im Sommersemester			
Dauer	1 Semester			
Modulverantwortliche(r):	Prof. Stefan Bühler			

Ggf. Lehrende	<i>Prof. Stefan Bühler</i>
Ggf. Medienformen:	
Literatur:	<i>Die Literaturliste befindet sich im Skript zur Vorlesung</i>

Modul (Modulkürzel):	BA			
Modultitel:	Bachelorarbeit			
Modultyp:	<i>Pflichtmodul</i>			
Angestrebte Lernergebnisse	<i>Die Studierenden sind in der Lage, sich unter Anleitung in ein Forschungsthema von begrenztem Umfang einzuarbeiten und es nachfolgend möglichst selbständig zu vertiefen. Die Ergebnisse werden schriftlich und mit Hilfe von Bildern und Diagrammen anschaulich dokumentiert. Dabei üben die Studierenden die Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens ein und entwickeln neben der Fachkompetenz Methodenkompetenz bei der Literaturrecherche, der Erarbeitung eines Themas und der Dokumentation wissenschaftlicher Sachverhalte.</i>			
Inhalt:	<i>Unterschiedlich, je nach Wahl der Studierenden.</i>			
Lehrform/SWS:	<i>Abschlussarbeit</i>			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<i>Zur Bachelorarbeit kann sich anmelden, wer mindestens 90 LP erworben hat.</i>			
Unterrichtssprache:				
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Das Modul schließt den Bachelorstudiengang Meteorologie ab.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	<i>360 Stunden innerhalb von 5 Monaten</i>	<i>Präsenz-/</i>	<i>Selbststudium</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>
	<i>Gesamtaufwand 12 LP</i>		<i>360</i>	
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	<i>Die Bachelorarbeit wird in deutscher oder englischer Sprache abgefasst. Über die Wahl der Sprache ist vor Beginn der Arbeit Einvernehmen mit der Betreuerin bzw. dem Betreuer zu erzielen.</i>			
Dauer	<i>360 Stunden innerhalb von 5 Monaten</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Studiengangsmanager</i>			
Ggf. Lehrende	<i>je nach Thema unterschiedlich</i>			
Ggf. Medienformen:				
Literatur:	<i>je nach Thema unterschiedlich</i>			

Module aus der Physik

Modul-Kennung	PHY-E1																						
Modul-Titel	Physik I																						
Modul-Typ	<i>Pflichtmodul</i>																						
Qualifikationsziele	<input type="checkbox"/> <i>Die Studierenden kennen die grundlegenden Phänomene der Mechanik und Wärmelehre.</i> <input type="checkbox"/> <i>Sie können mechanische und thermische Vorgänge einordnen und erklären.</i> <input type="checkbox"/> <i>Sie haben einen Einblick in die Grundlagen theoretischer Begriffsbildung erworben und können die dazugehörigen mathematischen Methoden anwenden.</i> <input type="checkbox"/> <i>Verständnis haben erstes Verständnis für den Zusammenhang zwischen experimenteller Beobachtung und theoretischer Beschreibung im Rahmen der Newton'schen Mechanik gewonnen und sind in der Lage mechanischer Phänomene mathematisch (z.B. in Form geeigneter Differentialgleichungen) zu formulieren.</i>																						
Inhalte	<p><i>Das Modul wird als integrierter Kurs der Experimental- und Theoretischer Physik angeboten. Physikalische Inhalte und zugehörige mathematische Methoden sind im Folgenden dargestellt:</i></p> <table border="1"> <tr> <td><i>I.</i></td> <td><i>Kinematik eines Massenpunktes – Vektoralgebra</i></td> </tr> <tr> <td><i>II.</i></td> <td><i>Dynamik eines Massenpunktes – Parametrisierung von Kurven, Differenzieren vektorwertiger Funktionen und einfache Differentialgleichungen</i></td> </tr> <tr> <td><i>III.</i></td> <td><i>Arbeit und Energie, konservative Kräfte – Wegintegral, totales Differential, Gradient, Taylor-Entwicklung</i></td> </tr> <tr> <td><i>IV.</i></td> <td><i>Dynamik von Massenpunktsystemen, Energie- und Impulserhaltung – Klassifizierung und Lösungs-methoden gewöhnlicher Differentialgleichungen</i></td> </tr> <tr> <td><i>V.</i></td> <td><i>Gravitation und Kepler'sche Gesetze</i></td> </tr> <tr> <td><i>VI.</i></td> <td><i>Spezielle Relativität</i></td> </tr> <tr> <td><i>VII.</i></td> <td><i>Dynamik starrer Körper – Volumenintegral</i></td> </tr> <tr> <td><i>VIII.</i></td> <td><i>Drehimpuls und Drehmoment</i></td> </tr> <tr> <td><i>IX.</i></td> <td><i>Mechanische Schwingungen – komplexe Zahlen, Schwingungsgleichung, Fourier-Reihe</i></td> </tr> <tr> <td><i>X.</i></td> <td><i>Mechanische Wellen – Wellengleichung</i></td> </tr> <tr> <td><i>XI.</i></td> <td><i>Wärmelehre</i></td> </tr> </table>	<i>I.</i>	<i>Kinematik eines Massenpunktes – Vektoralgebra</i>	<i>II.</i>	<i>Dynamik eines Massenpunktes – Parametrisierung von Kurven, Differenzieren vektorwertiger Funktionen und einfache Differentialgleichungen</i>	<i>III.</i>	<i>Arbeit und Energie, konservative Kräfte – Wegintegral, totales Differential, Gradient, Taylor-Entwicklung</i>	<i>IV.</i>	<i>Dynamik von Massenpunktsystemen, Energie- und Impulserhaltung – Klassifizierung und Lösungs-methoden gewöhnlicher Differentialgleichungen</i>	<i>V.</i>	<i>Gravitation und Kepler'sche Gesetze</i>	<i>VI.</i>	<i>Spezielle Relativität</i>	<i>VII.</i>	<i>Dynamik starrer Körper – Volumenintegral</i>	<i>VIII.</i>	<i>Drehimpuls und Drehmoment</i>	<i>IX.</i>	<i>Mechanische Schwingungen – komplexe Zahlen, Schwingungsgleichung, Fourier-Reihe</i>	<i>X.</i>	<i>Mechanische Wellen – Wellengleichung</i>	<i>XI.</i>	<i>Wärmelehre</i>
<i>I.</i>	<i>Kinematik eines Massenpunktes – Vektoralgebra</i>																						
<i>II.</i>	<i>Dynamik eines Massenpunktes – Parametrisierung von Kurven, Differenzieren vektorwertiger Funktionen und einfache Differentialgleichungen</i>																						
<i>III.</i>	<i>Arbeit und Energie, konservative Kräfte – Wegintegral, totales Differential, Gradient, Taylor-Entwicklung</i>																						
<i>IV.</i>	<i>Dynamik von Massenpunktsystemen, Energie- und Impulserhaltung – Klassifizierung und Lösungs-methoden gewöhnlicher Differentialgleichungen</i>																						
<i>V.</i>	<i>Gravitation und Kepler'sche Gesetze</i>																						
<i>VI.</i>	<i>Spezielle Relativität</i>																						
<i>VII.</i>	<i>Dynamik starrer Körper – Volumenintegral</i>																						
<i>VIII.</i>	<i>Drehimpuls und Drehmoment</i>																						
<i>IX.</i>	<i>Mechanische Schwingungen – komplexe Zahlen, Schwingungsgleichung, Fourier-Reihe</i>																						
<i>X.</i>	<i>Mechanische Wellen – Wellengleichung</i>																						
<i>XI.</i>	<i>Wärmelehre</i>																						
Unterrichtssprache	<i>Deutsch oder Englisch, in der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten.</i>																						
Lehrformen	<i>Vorlesungen im Umfang von 7 SWS (Physik I: 4 SWS, Einführung in die Theoretische Physik I: 3 SWS) Übungen im Umfang von 3 SWS</i>																						
Voraussetzungen für die Teilnahme	<i>Verbindliche Voraussetzungen: Keine Empfohlene Voraussetzungen: Keine</i>																						
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Pflichtmodul in den Bachelor-Studiengängen Physik, Geophysik/Ozeanographie und Meteorologie. Pflichtmodul im BA-MA-Studiengang LA an Gymnasien. Innerhalb des Bachelor-Studienganges: Das Modul vermittelt essentielle physikalische Grundkenntnisse. In anderen Studiengängen: Es eignet sich als physikalisches Wahl- oder Ergänzungsfach.</i>																						
Art, Voraussetzung und Sprache der (Teil)Prüfung(en)	<i>Modulabschlussprüfung: Klausur</i>																						

	<p><i>Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</i></p> <p><i>Für die Prüfungsart „Klausur“ gilt folgende ergänzende Regelung:</i></p> <p><i>Art und Umfang von nicht-obligatorischen Studienleistungen (in der Regel Bearbeitung von Übungsaufgaben als Hausaufgaben) werden zu Beginn der Veranstaltung festgelegt und bekannt gegeben. Zu diesem Zeitpunkt wird ebenfalls festgelegt und bekannt gegeben, in welcher Weise erfolgreich erbrachte Studienleistungen zum Erwerb eines Bonus führen. Der Bonus darf 40 % der Mindestanforderung für das Bestehen der Prüfungsklausur nicht überschreiten. Er kann zu einer Verbesserung der Notenziffer der Modulabschlussprüfung um maximal 0.3 führen.</i></p>
Arbeitsaufwand (für Teilleistungen und Gesamtaufwand)	Gesamt: 12 Leistungspunkte
Häufigkeit des Angebots	Semesterlich
Dauer	1 Semester
Studiensemester	Empfohlenes Semester: 1. FS Empfohlen: 1. FS

Modul-Kennung	PHY-E2	
Modul-Titel	Physik II	
Modul-Typ	<i>Pflichtmodul</i>	
Qualifikationsziele	<input type="checkbox"/>	<i>Die Studierenden kennen die grundlegender Phänomene der Elektrizität, des Magnetismus und der Optik.</i>
	<input type="checkbox"/>	<i>Sie können elektromagnetische Vorgänge einordnen und erklären.</i>
	<input type="checkbox"/>	<i>Sie haben Einblick in die theoretische Begriffsbildung klassischer Felder erlangt.</i>
	<input type="checkbox"/>	<i>Sie können die Rechenmethoden der Vektoranalysis auf einfache physikalische Problemstellungen anwenden.</i>
	<input type="checkbox"/>	<i>Sie verstehen den Zusammenhang zwischen experimenteller Beobachtung und theoretischer Beschreibung im Rahmen der Maxwell-Theorie und sind in der Lage elektromagnetische Phänomene mathematisch zu formulieren.</i>
Inhalte	<i>Das Modul wird als integrierter Kurs der Experimental- und Theoretischer Physik angeboten. Physikalische Inhalte und zugehörige mathematische Methoden sind im Folgenden dargestellt:</i>	
	<i>I.</i>	<i>Elektrostatik – Vektoranalysis: mehrdimensionale Integrale, Integralsatz von Gauß, Kugel- und Zylinderkoordinaten, Poisson-Gleichung</i>
	<i>II.</i>	<i>Magnetismus – Integralsatz von Stokes</i>
	<i>III.</i>	<i>Elektrostatische Felder in Materie</i>
	<i>IV</i>	<i>Statische Magnetfelder in Materie</i>
	<i>V.</i>	<i>Elektrische Leitung – Kontinuitätsgleichung</i>
	<i>VI.</i>	<i>Zeitabhängige elektromagnetische Felder – Erhaltungssätze der Elektrodynamik</i>
	<i>VII.</i>	<i>Wechselströme</i>
	<i>VIII.</i>	<i>Elektromagnetische Wellen – Fourier-Integrale</i>
	<i>IX.</i>	<i>Geometrische Optik</i>
	<i>X.</i>	<i>Interferenz und Beugung</i>
	<i>XI.</i>	<i>Elektrodynamik und Relativität</i>
Unterrichtssprache	<i>Deutsch oder Englisch, in der Regel wird mindestens eine Übungsgruppe in englischer Sprache angeboten.</i>	
Lehrformen	<i>Vorlesungen im Umfang von 7 SWS (Physik II: 4 SWS, Einführung in die Theoretische Physik II: 3 SWS) Übungen im Umfang von 3 SWS</i>	
Voraussetzungen für die Teilnahme	<i>Verbindliche Voraussetzungen: Keine Empfohlene Voraussetzungen: Erfolgreiche Modulprüfung im Modul PHYSIK I</i>	
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Pflichtmodul in den Bachelor-Studiengängen Physik, Geophysik/Ozeanographie und Meteorologie. Pflichtmodul im BA-MA-Studiengang LA an Gymnasien. Innerhalb des Bachelor-Studienganges: Das Modul vermittelt essentielle physikalische Grundkenntnisse. In anderen Studiengängen: Es eignet sich als physikalisches Wahl- oder Ergänzungsfach.</i>	
Art, Voraussetzung und Sprache der (Teil)Prüfung(en)	<i>Modulabschlussprüfung: Klausur Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</i>	

	<p><i>Für die Prüfungsart „Klausur“ gilt folgende ergänzende Regelung: Art und Umfang von nicht-obligatorischen Studienleistungen (in der Regel Bearbeitung von Übungsaufgaben als Hausaufgaben) werden zu Beginn der Veranstaltung festgelegt und bekannt gegeben. Zu diesem Zeitpunkt wird ebenfalls festgelegt und bekannt gegeben, in welcher Weise erfolgreich erbrachte Studienleistungen zum Erwerb eines Bonus führen. Der Bonus darf 40 % der Mindestanforderung für das Bestehen der Prüfungsklausur nicht überschreiten. Er kann zu einer Verbesserung der Notenziffer der Modulabschlussprüfung um maximal 0.3 führen.</i></p>
Arbeitsaufwand (für Teilleistungen und Gesamtaufwand)	<i>Gesamt: 12 Leistungspunkte</i>
Häufigkeit des Angebots	<i>Semesterlich</i>
Dauer	<i>1 Semester</i>
Studiensemester	<i>Empfohlenes Semester: 2. FS Empfohlen: 2. FS</i>

Modul-Kennung	PHY-AP	
Modul-Titel	Physikalisches Praktikum für Studierende der Naturwissenschaften	
Modul-Typ	Pflichtmodul	
Qualifikationsziele	I.	Die Studierenden lernen experimentellen Methoden und Instrumente der Physik kennen.
	II.	Sie wenden die in den Modulen Physik I und Physik II erlernten Gesetze praktisch an und überprüfen sie in einfachen Versuchsaufbauten, die teilweise selbst zu erstellen sind.
	III.	Sie erlernen den kritischen Umgang mit Messergebnissen; sie können experimentelle Fehler abschätzen deren Ursache erkennen (ABK).
	IV.	Sie können Messprotokolle anfertigen und wissen um deren Wichtigkeit für verantwortungsvolles wissenschaftliches Arbeiten.
	V.	Sie sind in der Lage Versuchsdurchführung, Messergebnisse und deren Interpretation mündlich und schriftlich darzustellen (ABK).
	VI.	Sie haben erste Erfahrung mit der Durchführung von Projekten im Team gesammelt (ABK).
Inhalte	<u>Physikalisches Praktikum I:</u> 12 grundlegende Versuche aus den Bereichen: Mechanik und Wärmelehre, Elektrizität und Magnetismus, Wellen. <u>Physikalisches Praktikum II:</u> 12 grundlegende Versuche aus den Bereichen: Atomphysik, Elektronik, Optik, Schwingungen.	
Unterrichtssprache	Deutsch oder Englisch, in der Regel Deutsch.	
Lehrformen	Praktikum I: 5 SWS Praktikum II: 5 SWS	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindliche Voraussetzungen: Keine Empfohlene Voraussetzungen: Erfolgreiche Teilnahme am Modul PHYSIK I	
Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in den Bachelor-Studiengängen Physik, Geophysik/Ozeanographie und Meteorologie. Pflichtmodul in den Bachelor-Master-Studiengängen LA an Gymnasien, LA Berufliche Schulen, LA Primarstufe und Sekundarstufe 1 und LA an Sonderschulen. Innerhalb des Bachelor-Studienganges: Das Modul vermittelt essentielle physikalische Grundkenntnisse. In anderen Studiengängen: Es eignet sich als physikalisches Wahl- oder Ergänzungsfach.	
Art, Voraussetzung und Sprache der (Teil)Prüfung(en)	Modulprüfung: Erfolgreiche Praktikumsabschlüsse Erfolgreiche Durchführung von 2 mal 12 Versuchen und Anfertigung der dazugehörigen Versuchsprotokolle. Der Nachweis erfolgt in der Regel über Testate.	
Arbeitsaufwand (für Teilleistungen und Gesamtaufwand)	Gesamt: 16 Leistungspunkte, (ABK-Anteil: 8 Leistungspunkte) Im Bachelor-Studiengang Meteorologie: 8 LP, davon 4 LP im ABK-Bereich. Im Bachelor-Studiengang Geophysik/Ozeanographie: 16 LP, davon 8 LP im ABK-Bereich. Das Praktikum kann in zwei Teilen von jeweils 6 Versuchen durchgeführt werden.	
Häufigkeit des Angebots	Zweimal pro Semester: als Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit oder vorlesungsbegleitend.	
Dauer	2 Semester. In geophysikalischen Studiengängen kann sich das gesamte Praktikums-Modul über 3 Semester erstrecken.	
Studiensemester	Zulassung: WS	Empfohlenes Semester:

		1. FS für Physikalische Praktikum I, 2. FS für Physikalische Praktikum II Empfohlen: 2. FS
	Zulassung: SS	Empfohlenes Semester: 1. FS für Physikalische Praktikum I, 1. FS für Physikalische Praktikum II Empfohlen: 1. FS

Module aus der Mathematik

Modul-Kennung	MATH 1												
Modul-Titel	Mathematik I für Studierende der Bachelor-Studiengänge Geophysik/Ozeanographie, Meteorologie und Physik												
Modul-Typ	<i>Pflichtmodul</i>												
Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden lernen die Struktur mathematischer Gesetze und Beweisführungen kennen. • Sie sind mit dem Begriff der Konvergenz und des Grenzwertes vertraut und können Grenzwerte von Folgen und Funktionen ermitteln. • Sie erfassen den Zusammenhang zwischen der Lösungsstruktur von Systemen linearer Gleichungssysteme und der Vektorraumstruktur. • Sie sind sensibilisiert für die Problematik eines stark vereinfachenden Umgangs mit mathematischen Begriffen. • Sie können Funktionen einer Veränderlichen sicher differenzieren und integrieren. 												
Inhalte	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 5%; vertical-align: top;">I.</td> <td>Die Zahlbereiche N, Q, R und C</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">II.</td> <td>Vektoren und Vektorräume</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">III.</td> <td>Konvergente Folgen und Reihen</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">IV.</td> <td>Lineare Gleichungssysteme</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">V.</td> <td>Stetigkeit und Differenzierbarkeit (von Funktionen in einer Veränderlichen)</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">VI.</td> <td>Integration solcher Funktionen</td> </tr> </table>	I.	Die Zahlbereiche N , Q , R und C	II.	Vektoren und Vektorräume	III.	Konvergente Folgen und Reihen	IV.	Lineare Gleichungssysteme	V.	Stetigkeit und Differenzierbarkeit (von Funktionen in einer Veränderlichen)	VI.	Integration solcher Funktionen
I.	Die Zahlbereiche N , Q , R und C												
II.	Vektoren und Vektorräume												
III.	Konvergente Folgen und Reihen												
IV.	Lineare Gleichungssysteme												
V.	Stetigkeit und Differenzierbarkeit (von Funktionen in einer Veränderlichen)												
VI.	Integration solcher Funktionen												
Unterrichtssprache	<i>In der Regel Deutsch. Abweichungen von der Regel werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gemacht.</i>												
Lehrformen	<i>Vorlesung im Umfang von 4 SWS, Übungen im Umfang von 2 SWS. Bearbeitung von Übungsaufgaben als Hausaufgaben.</i>												
Voraussetzungen für die Teilnahme	<i>Verbindliche Voraussetzungen: Keine Empfohlene Voraussetzungen: Keine</i>												
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Pflichtmodul in den Bachelor-Studiengängen Physik, Geophysik/Ozeanographie und Meteorologie. Innerhalb des Bachelor-Studienganges: Das Modul vermittelt eine breite mathematische Grundausbildung. In anderen Studiengängen: Es eignet sich als mathematisches Wahl- oder Ergänzungsfach.</i>												
Art, Voraussetzung und Sprache der (Teil)Prüfung(en)	<p><i>Modulabschlussprüfung: Klausur</i> <i>Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung: mindestens 50% der möglichen Punktzahl in der Semesterabschlussklausur.</i> <i>Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</i></p> <p><i>Für die Prüfungsart „Klausur“ gilt folgende ergänzende Regelung: Art und Umfang von nicht-obligatorischen Studienleistungen (in der Regel Bearbeitung von Übungsaufgaben als Hausaufgaben) werden zu Beginn der Veranstaltung festgelegt und bekannt gegeben. Zu diesem Zeitpunkt wird ebenfalls festgelegt und bekannt gegeben, in welcher Weise erfolgreich erbrachte Studienleistungen zum Erwerb eines Bonus führen. Der Bonus darf 40 % der Mindestanforderung für das Bestehen der Prüfungsklausur nicht überschreiten. Er kann zu einer Verbesserung der Notenziffer der Modulabschlussprüfung um maximal 0.3 führen.</i></p>												
Arbeitsaufwand (für Teilleistungen und Gesamtaufwand)	<i>Gesamt: 8 Leistungspunkte</i>												

Häufigkeit des Angebots	<i>Jährlich, im Wintersemester</i>	
Dauer	<i>1 Semester</i>	
Studiensemester	<i>Zulassung WS:</i>	<i>Empfohlen: 1. FS</i>
	<i>Zulassung SS:</i>	<i>Empfohlen: 2. FS</i>

Modul-Kennung	MATH 2	
Modul-Titel	Mathematik II für Studierende der Bachelor-Studiengänge Geophysik/Ozeanographie, Meteorologie und Physik	
Modul-Typ	Pflichtmodul	
Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind im Umgang mit Folgen von Funktionen vertraut. • Sie können den Begriff der Konvergenz auf Funktionenfolgen anwenden und kennen die Darstellung der wichtigen Funktionen durch ihre Taylor-Reihe und Fourier-Reihe. • Die Studierenden kennen die Struktur und Gesetzmäßigkeiten von Hilbert-Räumen. Sie sind sicher im Umgang mit endlich-dimensionalen Hilbert-Räumen. • Sie können gewöhnliche Differentialgleichungen klassifizieren und wissen um Bedingungen ihrer (eindeutigen) Lösbarkeit. • Sie können einfache Lösungsmethoden für gewöhnliche Differentialgleichungen anwenden. • Sie sind vertraut mit den Eigenschaften von Funktionen mehrerer Veränderlicher und sind sicher im Umgang mit Differentialoperationen. 	
Inhalte	I.	Funktionenfolgen
	II.	Hilbert-Räume
	III.	Fourier-Reihen
	IV.	Gewöhnliche Differentialgleichungen
	V.	Differentialrechnung im \mathbb{R}^n
Unterrichtssprache	In der Regel Deutsch. Abweichungen von der Regel werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gemacht.	
Lehrformen	Vorlesung im Umfang von 4 SWS, Übungen im Umfang von 2 SWS. Bearbeitung von Übungsaufgaben als Hausaufgaben.	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindliche Voraussetzungen: Keine Empfohlene Voraussetzungen: Erfolgreiche Modulprüfung im Modul MATH 1.	
Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in den Bachelor-Studiengängen Physik, Geophysik/Ozeanographie und Meteorologie. Innerhalb des Bachelor-Studienganges: Das Modul vermittelt eine breite mathematische Grundausbildung. In anderen Studiengängen: Es eignet sich als mathematisches Wahl- oder Ergänzungsfach.	
Art, Voraussetzung und Sprache der (Teil)Prüfung(en)	<p>Modulabschlussprüfung: Klausur Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung: mindestens 50% der möglichen Punktzahl in der Semesterabschlussklausur. Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p> <p>Für die Prüfungsart „Klausur“ gilt folgende ergänzende Regelung: Art und Umfang von nicht-obligatorischen Studienleistungen (in der Regel Bearbeitung von Übungsaufgaben als Hausaufgaben) werden zu Beginn der Veranstaltung festgelegt und bekannt gegeben. Zu diesem Zeitpunkt wird ebenfalls festgelegt und bekannt gegeben, in welcher Weise erfolgreich erbrachte Studienleistungen zum Erwerb eines Bonus führen. Der Bonus darf 40 % der Mindestanforderung für das Bestehen der Prüfungsklausur nicht überschreiten. Er kann zu einer Verbesserung der Notenziffer der Modulabschlussprüfung um maximal 0.3 führen.</p>	
Arbeitsaufwand (für Teilleistungen und Gesamtaufwand)	Gesamt: 8 Leistungspunkte	
Häufigkeit des Angebots	Jährlich, im Sommersemester	
Dauer	1 Semester	
Studiensemester	Zulassung WS:	Empfohlen: 2. FS

	<i>Zulassung SS:</i>	<i>Empfohlen: 3. FS</i>
--	----------------------	-------------------------

Modul-Kennung	MATH 3	
Modul-Titel	Mathematik III für Studierende der Bachelor-Studiengänge Geophysik/Ozeanographie, Meteorologie und Physik	
Modul-Typ	Pflichtmodul	
Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Gesetzmäßigkeiten der Integration im R^n. Sie kennen den Unterschied zwischen den Riemann'schen und dem Lebegue'schen Integrationsbegriff. • Sie kennen die klassischen Integralsätze und können sie auf die Funktion im R^3 sicher anwenden. • Sie sind vertraut mit den Gesetzmäßigkeiten von Distributionen einschließlich der Delta-Distribution und ihrer Ableitungen. • Sie können die Fourier-Transformation sicher anwenden. • Die Studierenden können einfache Typen partieller Differentialgleichungen erkennen und angemessene Lösungsverfahren anwenden. 	
Inhalte	I.	Integration im R^n
	II.	Die klassischen Integralsätze
	III.	Distributionen und Fourier-Transformation
	IV.	Partielle Differentialgleichungen
Unterrichtssprache	In der Regel Deutsch. Abweichungen von der Regel werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gemacht.	
Lehrformen	Vorlesung im Umfang von 4 SWS, Übungen im Umfang von 2 SWS. Bearbeitung von Übungsaufgaben als Hausaufgaben.	
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindliche Voraussetzungen: Keine Empfohlene Voraussetzungen: Erfolgreiche Modulprüfung in den Modulen MATH 1 und MATH 2.	
Verwendbarkeit des Moduls	Pflichtmodul in den Bachelor-Studiengängen Geophysik/Ozeanographie, Meteorologie und Physik. Innerhalb der Bachelor-Studiengänge: Das Modul vermittelt eine breite mathematische Grundausbildung. In anderen Studiengängen: Es eignet sich als mathematisches Wahl- oder Ergänzungsfach.	
Art, Voraussetzung und Sprache der (Teil)Prüfung(en)	<p>Modulabschlussprüfung: Klausur Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung: mindestens 50% der möglichen Punktzahl in der Semesterabschlussklausur. Sprache: in der Regel Deutsch, Abweichungen werden vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Für die Prüfungsart „Klausur“ gilt folgende ergänzende Regelung:</p> <p>Art und Umfang von nicht-obligatorischen Studienleistungen (in der Regel Bearbeitung von Übungsaufgaben als Hausaufgaben) werden zu Beginn der Veranstaltung festgelegt und bekannt gegeben. Zu diesem Zeitpunkt wird ebenfalls festgelegt und bekannt gegeben, in welcher Weise erfolgreich erbrachte Studienleistungen zum Erwerb eines Bonus führen. Der Bonus darf 40 % der Mindestanforderung für das Bestehen der Prüfungsklausur nicht überschreiten. Er kann zu einer Verbesserung der Notenziffer der Modulabschlussprüfung um maximal 0.3 führen.</p>	
Arbeitsaufwand (für Teileistungen und Gesamtaufwand)	Gesamt: 8 Leistungspunkte	
Häufigkeit des Angebots	Jährlich, im Wintersemester	
Dauer	1 Semester	
Studiensemester	Zulassung: WS	Empfohlen: 3. FS
	Zulassung: SS	Empfohlen: 4. FS

Beschreibung der Module im Studiengang MSc Meteorologie

Der MSc-Studiengang Meteorologie gliedert sich in zwei einjährige Abschnitte, die fachliche Vertiefungsphase und die Forschungsphase. In der fachlichen Vertiefungsphase wird meteorologisches Spezialwissen vermittelt, das auf den in der BSc-Phase gelegten Grundlagen aufbaut. Die Forschungsphase dient der Vertiefung des selbstständigen wissenschaftlichen Arbeitens.

Der generelle Aufbau des Studiengangs wird in Bild 1 veranschaulicht. In dieser Zeichnung haben alle zu einem Modul gehörenden Lehrveranstaltungen gleiche Farben und Füllmuster. Ferner angegeben ist der Umfang der Lehrveranstaltungen in Semesterwochenstunden und zusätzlich in Leistungspunkten, um einen Eindruck von der zeitlichen Belastung des Regelstudierenden zu vermitteln.

Das Modul „**Theoretische Meteorologie**“ fasst die Inhalte aus der im BSc-Studiengang angesiedelten einführenden Theorievorlesung nochmals kurz zusammen und vertieft dann den Stoff. Es vermittelt Kenntnisse zur atmosphärischen Zirkulation, zur Vorhersagbarkeit sowie zur Entwicklung und Anwendung komplexer nichtlinearer und stochastischer Modelle. Diese Kenntnisse versetzen den Teilnehmer in die Lage, beobachtete oder simulierte atmosphärische Phänomene verstehen und beurteilen zu können.

Die Übungen fördern die Kommunikationsfähigkeit und die Methoden-Kompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen. Mathematisch-physikalische Konzepte werden in ihrer Bedeutung für die Meteorologie vertieft.

Der Wahlpflichtbereich „**Meteorologische Vertiefung**“ bietet Studierenden die Möglichkeit, sich individuell in einzelnen Teilgebieten der Meteorologie Spezialkenntnisse anzueignen. Die einzelnen Kurse bauen auf den Grundkenntnissen, die in den Pflichtveranstaltungen des BSc und MSc Meteorologie vermittelt wurden, auf und vertiefen sie, um die Basis für eigene wissenschaftliche Arbeiten, z.B. in Rahmen der Masterarbeit, zu schaffen. Jeder Kurs besteht in der Regel aus 2 SWS und umfasst 3 LP. Insgesamt müssen 14 LP belegt werden. Das Kursangebot wird jedes Semester im Vorlesungsverzeichnis angegeben und richtet sich in erster Linie an den aktuellen Forschungsthemen der Dozenten aus.

...

Masterstudiengang Meteorologie: Übersicht

WS 1 LP 31	Theoretische Meteorologie V2+Ü2, LP 8	Met. Vertiefung 1 LP 6	Met. Modell. 1 V2+Ü2, LP 5	Wahlfach LP 4	Ergänzungsfach LP 8	
SS 1 LP 29	Lehrexkursion S2+Ex4 12, LP 7	Met. Vertiefung 2 LP 6	Met. Modell. 2 V2+Ü2, LP 5	Seminar S2, LP 2	Wahlfach LP 5	Ergänzungsfach LP 4
WS 2 LP 30	Fachliche Spezialisierung LP 15			Methodenkenntnis und Projektplanung LP 15		
SS 2 LP 30	Masterarbeit mit Abschlusskolloquium LP 30					

Die zu einem Modul gehörenden Lehrveranstaltungen sind durch gleiche Farben und Füllmuster gekennzeichnet. Alle meteorologischen Lehrveranstaltungen sind in blauer Farbe dargestellt. Wahlfächer (türkis) sind entweder Lehrveranstaltungen aus dem Gebiet der Meteorologie oder Lehrimporte. Das Ergänzungsfach (grün) umfasst einen Lehrveranstaltungsblock aus einem (in der Regel) naturwissenschaftlichen Fachgebiet außerhalb der Meteorologie. Die Lehrveranstaltungen sind von Regelstudierenden in den angegebenen Semestern zu absolvieren (Referenzsemester).

Bild 1: Zeitlicher Ablauf des Studiengangs MSc Meteorologie mit Modulen und Leistungspunkten.

Ziel des Moduls „**Meteorologische Modellierung**“ ist es, die Grundlagen der meteorologischen Modellierung kennenzulernen und anzuwenden. Das Modul besteht aus vier Blöcken:

- A. Skalenübergreifende Ansätze in der Modellierung
- B. Physikalische Ähnlichkeit und physikalische Modellierung
- C. Grundlagen der numerischen Modellierung: Diskretisierung und Numerik
- D. Modellbildung: Parametrisierungen, Rand- und Anfangswerte

In Teilmodul A werden die grundlegenden Konzepte und Begriffe der Modellierung eingeführt. Die Grundgleichungen und die in atmosphärischen Modellen unterschiedlicher Skala genutzten Näherungen mit ihren Gültigkeitsbereichen werden abgeleitet. Als einfache Modelle werden Konzeptmodelle eingeführt und analytische Lösungen für meteorologische Anwendungen erläutert. Beispiele verschiedener analytischer Lösungen und konzeptioneller Modelle werden gegeben und Anwendungsgrenzen dieser Modelle erläutert.

Teilmodul B beschäftigt sich mit den Möglichkeiten und Grenzen der physikalischen Modellierung bodennaher atmosphärischer Strömungs- und Transportprozesse. Die theoretischen Grundlagen der physikalischen Modellierung werden entwickelt und die für physikalische Modellversuche zu verwendenden Randbedingungen definiert. Praktische Verfahren und Methoden der versuchstechnischen Umsetzung der Modellgesetze in Wind- und Wasserkanälen werden vorgestellt und Grundkenntnisse zur Verwendung modellspezifischer Messtechnik werden vermittelt. Konkrete praktische Beispiele der Anwendung physikalischer Modelle sowie Fragen der Validierung und Bewertung von Messdaten werden diskutiert.

Teilmodul C vermittelt die Grundlagen der numerischen Modellierung, und Kenntnisse zur Diskretisierung von Gleichungen, die typisch für meteorologische Anwendungen sind. Behandelt werden die Evolutionsgleichung, die eindimensionale lineare und nichtlineare Advektion, die eindimensionale Diffusion sowie die eindimensionale lineare und nichtlineare Transportgleichung. Unterschiedliche Methoden zur numerischen Behandlung dieser Gleichungen werden erlernt und ihre Eigenschaften hinsichtlich Konsistenz, Konvergenz und Stabilität erläutert. Die Ausweitung auf zweidimensionale Probleme führt zur Definition unterschiedlicher Gitter und zur Darstellung durch Kugelflächenfunktionen.

Im Teilmodul D werden die in atmosphärischen Modellen unterschiedlicher Skala genutzten Parametrisierungen subskaliger atmosphärischer Prozesse

Da die im Modul behandelten Probleme typisch für viele Bereiche der Strömungsphysik sind, eignet sich das Modul auch als Neben- oder Wahlfach für andere mathematisch-physikalisch ausgerichtete Studiengänge.

Ziel des Moduls „**Wahlfach**“ ist es, die im Masterstudium im Fach Meteorologie erworbenen Kenntnisse durch Erwerb zusätzlicher Kenntnisse zu verbreitern. Es gibt keinerlei Einschränkungen bei der Wahl des Fachs, die Studierenden sollen ihren Neigungen und Interessen folgen. Festgelegt ist nur der zeitliche Aufwand für das Wahlfach (9 LP). Die Leistungspunktzahl kann durch Kombination verschiedenartiger Lehrveranstaltungen erreicht werden.

Auch mit dem Modul „**Ergänzungsfach**“ soll der Kenntnisstand der Studierenden verbreitert werden. Anders als beim Wahlfach soll es sich nun jedoch um ein mathematisch-naturwissenschaftliches Fach (z.B. Ozeanographie, Physik, Geophysik, Mathematik, Informatik) handeln. Stellt der Studierende jedoch einen hinreichend

begründeten Antrag an den Studienfachberater, kann auch ein Nebenfach aus einem nicht-naturwissenschaftlichen Fach genehmigt werden (z.B. BWL als Vorbereitung für eine anschließende Tätigkeit in einer Versicherung oder in der Klimafolgenforschung). Strikt festgelegt ist nur der zeitliche Aufwand für das Nebenfachstudium (12 LP). Wie dieser Rahmen inhaltlich zu füllen ist, legt der Studierende zu Beginn des Nebenfachstudiums gemeinsam mit dem vom Studierenden gewählten Nebenfachprüfer fest.

Das Modul „**Lehrexkursion**“ besteht aus zwei Teilen, einem Seminarteil und einem Feldexperiment. Das gesamte Modul steht jedes Jahr unter einem bestimmten meteorologischen Thema, wie beispielsweise „Atmosphärische Grenzschicht“, „Land-Seewind-Zirkulation“ oder „Räumliche Inhomogenitäten“.

Im Rahmen des Seminars zur Lehrexkursion wird die Theorie zum jeweiligen Thema der Lehrexkursion vermittelt. Dabei konzentrieren sich Kleingruppen auf einzelne Fragestellungen und entwickeln Mess- und Auswertekonzepte, die sie im nachfolgenden Feldexperiment umsetzen.

Im Feldexperiment „Lehrexkursion“ führen die Studierenden unter Anleitung selbständig Messungen mit modernen Instrumenten durch. Sie lernen die Eigenschaften der Geräte unter verschiedenen meteorologischen Bedingungen kennen. Bei der Auswertung der Messdaten liegen die Schwerpunkte auf der synergetischen Zusammenführung der Informationen von verschiedenen Messsystemen und auf der Einordnung der Messungen in den synoptischen Zusammenhang. Die Messdaten werden entsprechend den im Seminar ausgearbeiteten Fragestellungen aufbereitet und kritisch bewertet.

Alternativ zur Lehrexkursion können die Studierenden auch ein mindestens 4-wöchiges Praktikum absolvieren, das jedoch eine eindeutige meteorologische Ausrichtung haben und in einer anerkannten meteorologischen Einrichtung (z.B. beim Deutschen Wetterdienst) durchgeführt werden muss.

Im **Seminar „Konferenztraining“** sollen die Studierenden die Kompetenzen zur Vorstellung eigener wissenschaftlicher Ergebnisse auf internationalen Konferenzen erwerben. Zum Thema ihrer Bachelorarbeit reichen die Studierenden Kurzfassungen (Abstracts) ein und präsentieren ihre Arbeit als Poster und/oder Kurzvortrag in einem an konferenzähnlichen Rahmen.

Die Forschungsphase des Masterstudiengangs beginnt mit dem Modul „**Fachliche Spezialisierung**“. Es dient dem vertieften Studium eines meteorologischen Forschungsgebietes, aus dem später das Thema der Masterarbeit gewählt werden soll. Dabei sollen sich die Studierenden in vorgegebener Frist in eine anspruchsvolle Problemstellung und die dazu existierende Literatur einarbeiten. Parallel dazu nehmen sie an einem Arbeitsgruppenpraktikum teil und lernen hier die speziellen Methoden kennen, die die Wissenschaftler der Arbeitsgruppe anwenden und die sie für die Bearbeitung ihres Themas benötigen werden. Ferner nehmen sie am Gemeinsamen Seminar des Meteorologischen Instituts sowie am für sie zutreffenden Arbeitsgruppenseminar teil. Das Gemeinsame Seminar ist die Plattform des Instituts für die Master- und Doktorandenvorträge. Unter Arbeitsgruppenseminar sind die etwa wöchentlich in den Abteilungen stattfindenden Gespräche zu verstehen, in denen die Wissenschaftler, Doktoranden und Masterstudierenden sich gegenseitig über Fortschritte in den laufenden Forschungsarbeiten informieren, Probleme diskutieren und ihre Arbeiten aufeinander abstimmen.

Im nachfolgenden Modul „**Methodenkenntnis und Projektplanung**“ arbeiten sich die Studierenden gezielt in die für die Bearbeitung der Masterarbeit erforderliche Methodik ein, lernen also z.B. ein bestimmtes numerisches Modell oder spezielle Messtechniken und Datenverarbeitungsketten mit den dahinterliegenden theoretischen Fundierungen im Detail kennen. Sie entwickeln das Konzept sowie den Zeit- und Arbeitsplan für ihre eigene Forschungsarbeit und stimmen sie mit dem jeweiligen Betreuer ab. Sie stellen ihre Ideen und Pläne im Arbeitsgruppenseminar vor, setzen sie der Kritik der Arbeitsgruppe aus, bekommen Anregungen und lernen, sich in einem Team von Wissenschaftlern zu behaupten. Sie können an Workshops oder ‚Summer Schools‘ teilnehmen, werden mit auf Tagungen genommen oder erhalten die Möglichkeit, Forschergruppen zu besuchen, die ähnlich geartete Themenstellungen bearbeiten. Ferner nehmen sie am Gemeinsamen Seminar teil, das als eine Art Forum für die Graduiertenausbildung des Meteorologischen Instituts betrachtet werden kann und der formalen Sicherung der fachlichen Kontakte zwischen den Arbeitsgruppen dient. Hinzu kommen die regelmäßigen Besprechungen innerhalb der jeweiligen Arbeitsgruppe.

Mit der 6-monatigen „**Masterarbeit**“ zeigt der Studierende zum Abschluss des Studiengangs, dass er dazu befähigt ist, eine wissenschaftliche Fragestellung aus dem Gebiet der Meteorologie selbstständig unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden zu bearbeiten und gemäß wissenschaftlicher Standards zu dokumentieren. Bei der Bearbeitung des Themas wird auf die in den Modulen ‚Fachliche Spezialisierung‘ und ‚Methodenkenntnis und Projektplanung‘ gelegten Grundlagen zurückgegriffen.

Ausgehend vom Stand der Forschung werden Lösungswege für die wissenschaftliche Fragestellung zunächst aufgezeigt und dann umgesetzt. Die erzielten Ergebnisse sind in angemessener Weise darzustellen und kritisch zu bewerten. Das Modul endet mit einem Vortrag und anschließender Verteidigung der Ergebnisse im Gemeinsamen Seminar.

Die Abteilungen des Meteorologischen Instituts halten Listen mit Themenvorschlägen für Masterarbeiten vor, aus denen die Studierenden auswählen können. Darüber hinaus können die Studierenden eigene Themen vorschlagen, sofern sie für diese Betreuer im Lehrkörper finden. Werden Masterarbeiten extern durchgeführt, muss die Betreuung durch ein Mitglied des Lehrkörpers des Meteorologischen gewährleistet sein.

Die Qualifikationsziele der Masterarbeit sind:

- Selbstständiges Bearbeiten eines wissenschaftlichen Themas unter Betreuung durch ein Mitglied des Lehrkörpers
- Anwendung meteorologischen Methodenwissens auf einen anspruchsvollen meteorologischen Sachverhalt
- Vertiefung der Problemlösungskompetenz und des Transfers von Methodenwissen
- Wissenschaftliche Bewertung und Einordnung der eigenen Arbeit vor dem Hintergrund der aktuellen Forschungsarbeiten zum jeweils gewählten Thema.
- Darstellung, wissenschaftliche Bewertung und Diskussion der Lösungsansätze zum Thema der Masterarbeit in schriftlicher Form und als Referat mit Diskussion.

Nach dem Erwerb der 120 LP wird mit der Verleihung des Grades ‚Master of Science‘ für das Fach Meteorologie anhand einer Urkunde bestätigt, dass die Studierenden meteorologische Spezialkenntnisse erworben haben und zur selbstständigen Anwendung wissenschaftlicher Methoden auf dem Gebiet der Meteorologie befähigt sind. Aus dem Zeugnis und dem mit dem Zeugnis ausgehändigten ‚Diploma Supplement‘ gehen die abgeprüften Module und die Zensuren hervor. Ferner wird der Titel der Masterarbeit

aufgeführt und damit ein Hinweis auf die im Masterstudium erfolgte Spezialisierung gegeben.

Tabellarische Beschreibung der Einzelmodule:

Modul (Modulkürzel):	TM				
Modultitel:	Theoretische Meteorologie				
Modultyp:	Meteorologie-Pflichtmodul				
Angestrebte Lernergebnisse	Dieses Modul befasst sich mit weiterführenden Themen der theoretischen Meteorologie. Es vermittelt eingehende Kenntnisse über die allgemeine Zirkulation, Vorhersagbarkeit, Entwicklung und Analyse dynamischer und stochastischer Modelle. Die erlangten Kenntnisse ermöglichen ein besseres Verständnis atmosphärischer Phänomene und, gegebenenfalls, deren Simulation und Bewertung mit Modellen.				
Inhalt:	<p>Das Modul behandelt folgende Inhalte:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Konvektive-skalige Strömungen: Gleichungen (Boussinesq-Approximation), Standardanalyse, Linearisierung, Rayleigh-Bénard Instabilität; nichtlineares low-order Modell, Lorenz-Attraktor; Analyse des dynamischen Systems, Stabilität, optimales Wachstum, Bifurkationen, Wege in das Chaos; Vorhersagbarkeit und Vorhersagbarkeitsexperimente. 2. Statistik and stochastische Dynamik: Autoregressiver Prozess (rotes Rauschen als Surrogatmosphäre), Gedächtnis, Persistenzvorhersagen und Vorhersagefehler; Ensemblevorhersagen (Vorhersagbarkeit als Variable); numerische Wettervorhersage (NWP). 3. Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre-1: Zirkulationsstatistik; Massen-, Wasser-, Energie-, Strahlungs-, und Impulsbilanzen in Beobachtungen und Modellen; zugrundeliegende Prozesse für verschiedene Zeit- und Raumskalen. 4. Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre-2: Mechanismen und Konzeptmodelle. 				
Lehrform/SWS:	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übungen				
Voraussetzungen für die Teilnahme:	- verbindliche: keine - empfohlene: keine				
Unterrichtssprache:	Englisch oder Deutsch. Die Unterrichtssprache wird vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Mit vornehmlich englischem Lehrmaterial.				
Verwendbarkeit des Moduls	<p>Innerhalb des Studienganges: Das Modul legt Grundlagen, die für eine spätere Tätigkeit im Bereich der Klimatologie, Dynamik und Synoptik unverzichtbar sind.</p> <p>In anderen Studiengängen: Für physikalisch-mathematische Studiengänge ist es als Ergänzungsfach oder Wahlmodul geeignet.</p>				
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		Präsenz-/	Selbststudium	Prüfungsvorbereitung	
	Vorlesungen	4 LP	60 Std.	30 Std.	30 Std.
	Übungen	4 LP	30 Std.	45 Std.	45 Std.
	Gesamtaufwand	8 LP	60 Std.	75 Std.	75 Std.
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	Der Kurs wird mit einer mündlichen Prüfung in englischer oder deutscher Sprache abgeschlossen. Die konkrete Prüfungssprache wird vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.				
Studiensemester	Empfohlen: 1. Fachsemester				
Häufigkeit des Angebots	Jährlich, jeweils im Wintersemester.				
Dauer	1 Semester				

Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Nedjeljka Žagar</i>
Ggf. Lehrende	<i>Prof. Nedjeljka Žagar, Dr. Frank Lunkeit</i>
Ggf. Medienformen:	-
Literatur:	<i>Die Literaturliste befindet sich im Vorlesungsskript</i>

Modul (Modulkürzel):	MV			
Modultitel:	Meteorologische Vertiefung			
Modultyp:	Wahlpflichtmodul			
Angestrebte Lernergebnisse	Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden vertiefte Fachkenntnisse in Spezialbereichen der Meteorologie, die sie nach ihren Neigungen wählen können. Diese Spezialkenntnisse erleichtern es ihnen, das Themengebiet ihrer Masterarbeit auszuwählen und in diesem Bereich forschungsorientiert zu arbeiten. Gleichzeitig werden themenspezifische Schlüsselkompetenzen vermittelt, so dass Studierenden in den jeweiligen Bereichen der Meteorologie nach dem Studium bessere Bewerbungschancen haben.			
Inhalt:	Nach Maßgabe der gewählten Lehrveranstaltungen. Jede Lehrveranstaltung baut auf Grundkenntnissen, die im Pflichtbereich des BSc Meteorologie bzw. MSc Meteorologie vermittelt wurden, auf und vertieft sie in einem Spezialgebiet der Meteorologie.			
Lehrform/SWS:	Im Vorlesungsverzeichnis werden jedes Semester alle Lehrveranstaltungen für diesen Wahlpflichtbereich ausgewiesen. Die einzelnen Lehrveranstaltungen umfassen in der Regel 2 SWS, die beliebig in Vorlesungs-, Übungs-, Praktikums- und Seminaranteile aufgliedert werden können, und erbringen in der Regel jeweils 3 LP.			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	- verbindliche: keine - empfohlene: Grundkenntnisse aus den jeweiligen Themenbereich, wie sie im BSc Meteorologie und MSc Meteorologie vermittelt werden.			
Unterrichtssprache:	Englisch oder Deutsch nach Maßgabe der jeweiligen Lehrveranstaltung. Die Sprache wird zu Beginn einer jeden Lehrveranstaltung festgelegt.			
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist Bestandteil des Studiengangs MSc Meteorologie. Es vermittelt vertiefende spezifische Fachkenntnisse in Teilbereichen der Meteorologie, die für die Anfertigung einer Masterarbeit im Bereich Meteorologie und schließlich für eine spätere berufliche Praxis verwendbar sind. Die Lehrveranstaltungen eignen sich bei entsprechenden Vorkenntnissen auch als Ergänzungs- oder Wahlfach für andere mathematisch-physikalisch ausgerichtete Studiengänge.			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Nach Maßgabe der gewählten Lehrveranstaltungen	Präsenz-/	Selbststudium	Prüfungsvorbereitung
	Gesamtaufwand	14 LP		
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	Das Modul wird mit benoteten Modulteilprüfungen in jeder einzelnen Lehrveranstaltung abgeschlossen. Die Prüfungsform wird jeweils zu Beginn jeder Lehrveranstaltung bekanntgegeben. Die Modulzensur ist das LP-gewichtete Mittel aus den Einzelnoten.			
Studiensemester	Empfohlen: 1 und 2. Fachsemester.			
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester werden mindestens drei Kurse zur Auswahl angeboten.			
Dauer	2 Semester			
Modulverantwortliche(r):	Prof. Felix Ament			
Ggf. Lehrende				
Ggf. Medienformen:				
Literatur:				

Modul (Modulkürzel):	MOD
Modultitel:	Meteorologische Modellierung
Modultyp:	<i>Pflichtmodul</i>
Angestrebte Lernergebnisse	<p><i>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden mit den grundlegenden Denkweisen und Methoden der meteorologischen Modellierung vertraut. Sie kennen unterschiedliche Modellierungsansätze (physikalische Modelle, Konzeptmodelle, analytische Lösungen, numerische Modelle), die diesen zugrundeliegenden Gleichungen und notwendigen Vereinfachungen, die skalenspezifischen Ansätze in der atmosphärischen Modellierung ebenso wie skalensübergreifende Methoden. Sie kennen die Bedeutung der subskaligen Prozesse und sind mit den Methoden der Parametrisierung subskaliger Prozesse vertraut. Sie kennen typischerweise genutzte numerische Methoden, sind in der Lage, Einflüsse numerischer Methoden auf Modellösungen einzuschätzen und ein einfaches numerisches Modell selbst zu schreiben sowie ein komplexes numerisches Modell zu nutzen und die Ergebnisse in Abhängigkeit von den gewählten Parametrisierungen, Anfangs- und Randwerten zu interpretieren. Sie sind in der Lage, zielgrößenorientierte einfache Modellrechnungen durchzuführen und die Modellergebnisse darzustellen und zu interpretieren.</i></p>
Inhalt:	<p><i>Das Modul besteht aus vier Blöcken:</i></p> <p><i>A. Skalenübergreifende Ansätze in der Modellierung</i></p> <p><i>B. Physikalische Ähnlichkeit und physikalische Modellierung</i></p> <p><i>C. Grundlagen der numerischen Modellierung: Diskretisierung und Numerik</i></p> <p><i>D. Modellbildung: Parametrisierungen, Rand- und Anfangswerte</i></p> <p><i>In Teilmodul A werden die grundlegenden Konzepte und Begriffe der Modellierung eingeführt. Die Grundgleichungen und die in atmosphärischen Modellen unterschiedlicher Skala genutzten Näherungen mit ihren Gültigkeitsbereichen werden abgeleitet. Als einfache Modelle werden Konzeptmodelle eingeführt und analytische Lösungen für meteorologische Anwendungen erläutert. Beispiele verschiedener analytischer Lösungen und konzeptioneller Modelle werden gegeben und Anwendungsgrenzen dieser Modelle erläutert.</i></p> <p><i>Teilmodul B beschäftigt sich mit den Möglichkeiten und Grenzen der physikalischen Modellierung bodennaher atmosphärischer Strömungs- und Transportprozesse. Die theoretischen Grundlagen der physikalischen Modellierung werden entwickelt und die für physikalische Modellversuche zu verwendenden Randbedingungen definiert. Praktische Verfahren und Methoden der versuchstechnischen Umsetzung der Modellgesetze in Wind- und Wasserkanälen werden vorgestellt und Grundkenntnisse zur Verwendung modellspezifischer Messtechnik werden vermittelt. Konkrete praktische Beispiele der Anwendung physikalischer Modelle sowie Fragen der Validierung und Bewertung von Messdaten werden diskutiert.</i></p> <p><i>Teilmodul C vermittelt die Grundlagen der numerischen Modellierung, und Kenntnisse zur Diskretisierung von Gleichungen, die typisch für meteorologische Anwendungen sind. Behandelt werden die Evolutionsgleichung, die eindimensionale lineare und nichtlineare Advektion, die eindimensionale Diffusion sowie die eindimensionale lineare und nichtlineare Transportgleichung. Unterschiedliche Methoden zur numerischen Behandlung dieser Gleichungen werden erlernt und ihre Eigenschaften hinsichtlich Konsistenz, Konvergenz und Stabilität erläutert. Die Ausweitung auf zweidimensionale Probleme führt zur Definition unterschiedlicher Gitter und zur Darstellung durch Kugelflächenfunktionen.</i></p>

	<i>Im Teilmodul D werden die in atmosphärischen Modellen unterschiedlicher Skala genutzten Parametrisierungen subskaliger atmosphärischer Prozesse (z.B. Turbulenz, Wolken, Vegetation) vorgestellt, Methoden der Initialisierung und typische Randbedingungen werden erläutert. Methoden der Qualitätskontrolle von Modellergebnissen werden dargestellt und es wird eine Übersicht über typische Modelle gegeben. In den Übungen werden Modelluntersuchungen zum Einfluss unterschiedlicher Anfangswerte, Parametrisierungen und Randwerte durchgeführt und es wird erarbeitet, wie die Modellergebnisse bewertet werden können.</i>			
Lehrform/SWS:	<i>Das Modul besteht aus vier unterschiedlich großen Blöcken, die nacheinander innerhalb von jeweils 4 SWS (2V+2Ü) pro Semester unterrichtet werden: A. Skalenübergreifende Ansätze in der Modellierung B. Physikalische Ähnlichkeit und physikalische Modellierung C. Grundlagen der numerischen Modellierung: Diskretisierung und Numerik D. Modellbildung: Parametrisierungen, Rand- und Anfangswerte</i>			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<i>- verbindliche: keine - empfohlene: Grundkenntnisse in der Computernutzung unter Linux oder Unix und unter Windows</i>			
Unterrichtssprache:	<i>Deutsch. Lehrmaterial und Skript in englischer Sprache, zusätzliche Literatur meist in englischer Sprache.</i>			
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Das Modul ist Bestandteil des Studienganges MSc Meteorologie. Es vermittelt Fachkenntnisse der meteorologischen Modellierung. Die behandelten Beispiele stammen alle aus der atmosphärischen Modellierung. Das Modul eignet sich auch als Ergänzungs- oder Wahlfach für andere mathematisch-physikalisch ausgerichtete Studiengänge, wobei auch Teilbereiche gewählt werden können.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		<i>Präsenz-/</i>	<i>Selbststudium</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>
	<i>Vorl. Met. Modellierung I 2 LP</i>	<i>30 Std.</i>	<i>10 Std.</i>	<i>20 Std.</i>
	<i>Üb. Met. Modellierung I 3 LP</i>	<i>30 Std.</i>	<i>30 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
	<i>Vorl. Met. Modellierung II 2 LP</i>	<i>30 Std.</i>	<i>10 Std.</i>	<i>20 Std.</i>
	<i>Üb. Met. Modellierung II 3 LP</i>	<i>30 Std.</i>	<i>30 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
	<i>Gesamtaufwand 10 LP</i>	<i>120 Std.</i>	<i>80 Std.</i>	<i>100 Std.</i>
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	<i>Das Modul wird mit einer mündlichen Prüfung in deutscher oder englischer Sprache abgeschlossen. Die konkrete Prüfungssprache wird vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</i>			
Studiensemester	<i>Empfohlen: 1. und 2. Fachsemester</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>Jährlicher Rhythmus, Module A, B und die Hälfte von C im Wintersemester, zweite Hälfte von C und Modulteil D im Sommersemester.</i>			
Dauer	<i>2 Semester</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Heinke Schlünzen</i>			
Ggf. Lehrende	<i>Prof. Heinke Schlünzen (Module A, D), Prof. Bernd Leitl (Modulteil B), Dr. Frank Lunkeit (Modulteil C)</i>			
Ggf. Medienformen:	<i>Für die Übungen werden auch IT-Schulungsräume genutzt.</i>			
Literatur:	<i>Die Literaturliste befindet sich im Skript zur Vorlesung</i>			

Modul (Modulkürzel):	WF			
Modultitel:	Wahlfach			
Modultyp:	<i>Wahlmodul</i>			
Angestrebte Lernergebnisse	<i>Im Modul „Wahlfach“ verbreitern die Studierenden ihre im Masterstudium erworbenen Kompetenzen und Kenntnisse.</i>			
Inhalt:	<i>Unterschiedlich, je nach Wahl des Studierenden. Es gibt keinerlei Einschränkungen bei der Wahl der Fächer, die Studierenden sollen ihren Neigungen und Interessen folgen. Es dürfen also alle an der Universität angebotenen Lehrveranstaltungen gewählt werden. Festgelegt ist nur der zeitliche Aufwand für das Wahlfach. Die Leistungspunktzahl kann auch durch Kombination verschiedener Kurse erreicht werden.</i>			
Lehrform/SWS:	<i>Nach Maßgabe der gewählten Fächer</i>			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<i>Nach Maßgabe der gewählten Fächer</i>			
Unterrichtssprache:	<i>Nach Maßgabe der gewählten Fächer</i>			
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Das Modul ist Bestandteil des Studiengangs MSc Meteorologie. Es vermittelt Kenntnisse für das weitere Fachstudium und die spätere berufliche Praxis.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	<i>Nach Maßgabe der gewählten Fächer</i>	<i>Präsenz-/</i>	<i>Selbststudium</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>
	<i>Gesamtaufwand 9 LP</i>			
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	<i>Nach Maßgabe der gewählten Fächer</i>			
Studiensemester	<i>Es wird empfohlen, das Wahlfach im 1. und 2. Fachsemester zu absolvieren.</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>Nach Maßgabe der gewählten Fächer</i>			
Dauer	<i>2 Semester</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Felix Ament</i>			
Ggf. Lehrende				
Ggf. Medienformen:				
Literatur:				

Modul (Modulkürzel):	EF			
Modultitel:	Ergänzungsfach			
Modultyp:	Wahlpflichtmodul			
Angestrebte Lernergebnisse	Ziel des Moduls „Ergänzungsfach“ ist es, die im Masterstudium erworbene meteorologische Wissensbasis durch den Erwerb zusätzlicher Kenntnisse in einem die Meteorologie ergänzenden Fach zu verbreitern.			
Inhalt:	Unterschiedlich, je nach Wahl des Studierenden. Anders als beim Wahlfach soll es sich um ein mathematisch-naturwissenschaftliches Fach (z.B. Ozeanographie, Physik, Geophysik, Mathematik, Informatik) handeln. Stellt die bzw. der Studierende jedoch einen hinreichend begründeten Antrag an die Studienfachberaterin bzw. den Studienfachberater, kann auch ein Ergänzungsfach aus einem nicht-naturwissenschaftlichen Fach genehmigt werden.			
Lehrform/SWS:	Nach Maßgabe des gewählten Faches. Strikt festgelegt ist nur der zeitliche Aufwand für das Ergänzungsfachstudium (12 LP)..			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Nach Maßgabe des gewählten Faches			
Unterrichtssprache:	Nach Maßgabe des gewählten Faches			
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul ist Bestandteil des Studiengangs MSc Meteorologie. Es vermittelt Kenntnisse für die spätere berufliche Praxis.			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Nach Maßgabe der gewählten Fächer	Präsenz-/	Selbststudium	Prüfungsvorbereitung
	Gesamtaufwand 12 LP			
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	Nach Maßgabe der gewählten Fächer			
Studiensemester	Es wird empfohlen, das Ergänzungsfach im 1. und 2. Fachsemester zu absolvieren.			
Häufigkeit des Angebots	Nach Maßgabe des gewählten Faches.			
Dauer	2 Semester			
Modulverantwortliche(r):	Prof. Felix Ament			
Ggf. Lehrende				
Ggf. Medienformen:				
Literatur:				

Modul (Modulkürzel):	LEX			
Modultitel:	Lehrexkursion			
Modultyp:	<i>Pflichtmodul</i>			
Angestrebte Lernergebnisse	<p><i>Die Studierenden erlernen exemplarisch, wie im Rahmen einer Feldmesskampagne meteorologische Hypothesen und Fragestellungen bearbeiten werden. Nach Abschluss des Moduls haben sie Kenntnisse und Kompetenzen in den Bereichen Versuchsplanung, praktische Durchführung von Feldexperimenten und Auswertung von großen Datensätzen. Sie sind in der Lage, multivariate Messdatensätze auszuwerten, um meteorologische Theorien zu überprüfen. Sie können die Aussagekraft von Feldmessungen richtig einschätzen.</i></p>			
Inhalt:	<p><i>Das gesamte Modul steht jedes Jahr unter einem bestimmten meteorologischen Thema, wie beispielsweise „Atmosphärische Grenzschicht“, „Land-Seewind-Zirkulation“ oder „Räumliche Inhomogenitäten“. Es besteht aus den zwei aufeinanderfolgenden Teilen „Seminar zur Lehrexkursion“ und dem Feldexperiment „Lehrexkursion“.</i></p> <p><i>Im Rahmen des Seminars zur Lehrexkursion wird die Theorie zum jeweiligen Thema der Lehrexkursion vermittelt. Dabei konzentrieren sich Kleingruppen auf einzelne Fragestellungen und entwickeln Mess- und Auswertekonzepte, die sie im nachfolgenden Feldexperiment umsetzen.</i></p> <p><i>Im Feldexperiment „Lehrexkursion“ führen die Studierenden unter Anleitung selbstständig Messungen mit modernen Instrumenten durch. Sie lernen die Eigenschaften der Geräte unter verschiedenen meteorologischen Bedingungen kennen. Bei der Auswertung der Messdaten liegen die Schwerpunkte auf der synergetischen Zusammenführung der Informationen von verschiedenen Messsystemen und auf der Einordnung der Messungen in den synoptischen Zusammenhang. Die Messdaten werden entsprechend den im Seminar ausgearbeiteten Fragestellungen aufbereitet und kritisch bewertet.</i></p> <p><i>Alternativ kann auch ein 4-wöchiges Praktikum in einer meteorologischen Einrichtung (z.B. beim Deutschen Wetterdienst) absolviert werden.</i></p>			
Lehrform/SWS:	<i>Seminar 2 SWS, zusätzlich zweiwöchige Lehrexkursion in der vorlesungsfreien Zeit.</i>			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<ul style="list-style-type: none"> - verbindliche: keine - empfohlene: keine. 			
Unterrichtssprache:	<i>Deutsch oder Englisch mit vornehmlich englischem Lehrmaterial. Die Unterrichtssprache wird vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</i>			
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Innerhalb des Studienganges MSc Meteorologie: Das Modul vermittelt praktische Fertigkeiten bei der Durchführung meteorologischer Messungen im Gelände und in der Analyse der Messdaten. In anderen Studiengängen: Für physikalisch-mathematische Studiengänge ist es als Ergänzungsfach oder Wahlmodul geeignet.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		<i>Präsenz-/</i>	<i>Selbststudium</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>
	<i>Seminar zur LEX 2 LP</i>	<i>30 Std.</i>	<i>15 Std.</i>	<i>15 Std.</i>
	<i>Lehrexkursion 5 LP</i>	<i>120 Std.</i>	<i>15 Std.</i>	<i>15 Std.</i>
	<i>Gesamtaufwand 7 LP</i>	<i>150 Std.</i>	<i>30 Std.</i>	<i>30 Std.</i>

Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil)-Prüfung(en)	<i>Modulprüfung durch schriftlichen Bericht zum Seminar und zur Exkursion in deutscher oder englischer Sprache.</i>
Studiensemester	<i>Empfohlen: 2. Fachsemester</i>
Häufigkeit des Angebots	<i>Jährlicher Rhythmus</i>
Dauer	<i>1 Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Felix Ament</i>
Ggf. Lehrende	<i>Prof. Felix Ament, Dr. Marco Clemens, Ingo Lange</i>
Ggf. Medienformen:	
Literatur:	<i>Die Literaturliste wird im Rahmen des Seminars bekanntgegeben.</i>

Modul (Modulkürzel):	MS			
Modultitel:	Seminar „Konferenztraining“			
Modultyp:	<i>Pflichtmodul</i>			
Angestrebte Lernergebnisse	<i>Nach Abschluss des Moduls können sie wissenschaftliche Sachverhalte sicher und motivierend vor Publikum präsentieren und in kurz gefasster Form schriftlich darstellen.</i>			
Inhalt:	<i>Im Meteorologischen Seminar werden arbeiten die Studierende die Ergebnisse ihrer Bachelorarbeit zu einem „Abstract“ sowie ein einem Konferenzvortrag bzw. Poster aus. Die Betreuung erfolgt umlaufend aus den drei Abteilungen des Instituts. Es dient der Vorbereitung der Studierenden auf die Teilnahme an Symposien, Workshops und Fachgesprächen.</i>			
Lehrform/SWS:	<i>Seminar 2 SWS</i>			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	- verbindliche: keine - empfohlene: keine.			
Unterrichtssprache:	<i>Deutsch oder Englisch. Die Unterrichtssprache wird vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</i>			
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Das Modul ist Bestandteil des Studiengangs MSc Meteorologie:</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		<i>Präsenz-/</i>	<i>Selbst-studium</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>
	<i>Meteorologisches Seminar</i>	<i>20 Std.</i>	<i>40 Std</i>	
	<i>Gesamtaufwand 2 LP</i>	<i>20 Std.</i>	<i>40Std.</i>	
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	<i>Modulprüfung durch einen Seminarvortrag und die Abgabe einer schriftlichen Zusammenfassung des Vortragsinhalts in deutscher oder englischer Sprache. Die Prüfungssprache wird vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</i>			
Studiensemester	<i>Empfohlen: 2. Fachsemester</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>Jährlicher Rhythmus</i>			
Dauer	<i>1 Semester</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Felix Ament</i>			
Ggf. Lehrende	<i>Mitglieder des Lehrkörpers der Meteorologie</i>			
Ggf. Medienformen:				
Literatur:				

Modul (Modulkürzel):	FS			
Modultitel:	Fachliche Spezialisierung			
Modultyp:	<i>Pflichtmodul</i>			
Angestrebte Lernergebnisse	<i>Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden durch intensives Literaturstudium und Diskussionen in ihrer Arbeitsgruppe vertiefte Kenntnisse auf dem meteorologischen Spezialgebiet erworben, auf dem später die Masterarbeit angefertigt werden soll.</i>			
Inhalt:	<i>Das Modul Fachliche Spezialisierung dient dem vertieften Studium eines meteorologischen Forschungsgebiets, aus dem später das Thema der Masterarbeit gewählt werden soll. Dabei sollen sich die Studierenden in vorgegebener Frist in eine anspruchsvolle Problemstellung und die dazu existierende Literatur einarbeiten. Parallel dazu nehmen sie an einem Arbeitsgruppenpraktikum teil und lernen hier die speziellen Methoden kennen, die die Wissenschaftler der Arbeitsgruppe anwenden und die sie für die Bearbeitung ihres Themas benötigen. Ferner nehmen sie am Gemeinsamen Seminar des Meteorologischen Instituts sowie am für sie zutreffenden Arbeitsgruppenseminar teil.</i>			
Lehrform/SWS:	<i>3 SWS Seminare und 9 SWS Praktikum. Das Gemeinsame Seminar ist die Plattform des Instituts für die Master- und Doktorandenvorträge. Unter Arbeitsgruppenseminar sind die wöchentlich in den Abteilungen stattfindenden Gespräche zu verstehen, in denen die Wissenschaftler, Doktoranden und Masterstudierenden sich gegenseitig über Fortschritte in den laufenden Forschungsarbeiten informieren, Probleme diskutieren und ihre Arbeiten aufeinander abstimmen.</i>			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<i>- verbindliche: keine - empfohlene: keine.</i>			
Unterrichtssprache:	<i>Deutsch oder Englisch mit vornehmlich englischem Lehrmaterial. Die Unterrichtssprache wird vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</i>			
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Das Modul ist Bestandteil des Studiengangs MSc Meteorologie: Das Modul vermittelt Kenntnisse auf einem Spezialgebiet der Meteorologie und bereitet die Studierenden gezielt auf ihre eigene wissenschaftliche Forschungsarbeit, die Masterarbeit, vor.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		<i>Präsenz-/</i>	<i>Selbststudium</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>
	<i>Gemeinsames Seminar</i>	<i>30 Std.</i>	<i>15 Std.</i>	<i>0 Std..</i>
	<i>Arbeitsgruppengespräche</i>	<i>15 Std.</i>	<i>10 Std.</i>	<i>20 Std.</i>
	<i>Arbeitsgruppenpraktikum</i>	<i>135 Std.</i>	<i>200 Std.</i>	<i>25 Std.</i>
	<i>Gesamtaufwand 15 LP</i>	<i>180 Std.</i>	<i>225 Std.</i>	<i>45 Std.</i>
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	<i>Modulprüfung durch Abgabe eines schriftlichen Berichts über die durchgeführten Arbeiten und die dabei erzielten Erkenntnisse in deutscher oder englischer Sprache. Die Prüfungssprache wird vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</i>			
Studiensemester	<i>Empfohlen:3. Fachsemester</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>Jedes Semester</i>			
Dauer	<i>3 Monate</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>der jeweilige Arbeitsgruppenleiter</i>			
Ggf. Lehrende	<i>Mitglieder der jeweiligen Arbeitsgruppe</i>			

Ggf. Medienformen:	
Literatur:	

Modul (Modulkürzel):	MP			
Modultitel:	Methodenkenntnis und Projektplanung			
Modultyp:	Pflichtmodul			
Angestrebte Lernergebnisse	Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden durch intensive Mitarbeit an den laufenden Forschungsarbeiten der Arbeitsgruppe die für die Durchführung ihrer Masterarbeit benötigten ‚Werkzeuge‘ anzuwenden gelernt. Ferner haben sie ein durchgeplantes und mit der Betreuerin bzw. dem Betreuer abgestimmtes Konzept für die Masterarbeit entwickelt.			
Inhalt:	Im Modul Methodenkenntnis und Projektplanung arbeiten sich die Studierenden gezielt in die für die nachfolgende Bearbeitung der Masterarbeit erforderliche Methodik ein, lernen also z.B. ein bestimmtes numerisches Modell oder spezielle Messtechniken und Datenverarbeitungsketten im Detail kennen. Sie entwickeln das Konzept sowie den Zeit- und Arbeitsplan für ihre eigene Forschungsarbeit. Sie stellen ihre Ideen und Pläne im Arbeitsgruppenseminar vor, setzen sie der Kritik der Arbeitsgruppe aus, bekommen Anregungen und lernen, sich in einem Team von Wissenschaftlern zu behaupten. Sie können an Workshops oder Summer Schools teilnehmen, werden mit auf Tagungen genommen. Falls erforderlich erhalten sie die Möglichkeit, Forschergruppen zu besuchen, die ähnlich geartete Themenstellungen bearbeiten.			
Lehrform/SWS:	3 SWS Seminare und 9 SWS Praktikum.			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	- verbindliche: keine - empfohlene: keine.			
Unterrichtssprache:	Deutsch oder Englisch mit vornehmlich englischem Lehrmaterial. Die Unterrichtssprache wird vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.			
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul vermittelt Kenntnisse auf einem Spezialgebiet der Meteorologie und bereitet die Studierenden gezielt auf ihre erste eigene wissenschaftliche Forschungsarbeit, die Masterarbeit, vor.			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		Präsenz-/	Selbst-studium	Prüfungsvorbereitung
	Gemeinsames Seminar	30 Std.	15 Std.	0 Std.
	Arbeitsgruppengespräche	15 Std.	20 Std.	10 Std.
	Arbeitsgruppenpraktikum	135 Std.	200 Std.	25 Std.
	Gesamtaufwand 15 LP	180 Std.	235 Std.	35 Std.
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	Modulprüfung durch Abgabe eines schriftlichen Berichts über die durchgeführten Arbeiten und die dabei erzielten Erkenntnisse in deutscher oder englischer Sprache. Die Prüfungssprache wird vor Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.			
Studiensemester	Empfohlen: 3. Fachsemester			
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester			
Dauer	3 Monate			
Modulverantwortliche(r):	der jeweilige Arbeitsgruppenleiter			
Ggf. Lehrende	Mitglieder der jeweiligen Arbeitsgruppe			
Ggf. Medienformen:				
Literatur:				

Modul (Modulkürzel):	MA	
Modultitel:	Masterarbeit	
Modultyp:	<i>Pflichtmodul</i>	
Angestrebte Lernergebnisse	<i>Die Masterarbeit zeigt die Fähigkeit des Studierenden, eine wissenschaftliche Fragestellung aus dem Gebiet der Meteorologie selbstständig unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden bearbeiten und gemäß wissenschaftlicher Standards dokumentieren zu können.</i>	
Inhalt:	<p><i>Die Masterarbeit zeigt die Fähigkeit der bzw. des Studierenden, eine wissenschaftliche Fragestellung aus dem Gebiet der Meteorologie selbstständig unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden bearbeiten und gemäß wissenschaftlicher Standards dokumentieren zu können.</i></p> <p><i>Die Qualifikationsziele der Masterarbeit sind im Einzelnen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Selbständiges Bearbeiten eines wissenschaftlichen Themas,</i> • <i>Anwendung meteorologischen Methodenwissens auf einen anspruchsvollen meteorologischen Sachverhalt,</i> • <i>Vertiefung der Problemlösungskompetenz und des Transfers von Methodenwissen und</i> • <i>Darstellung, wissenschaftliche Bewertung und Diskussion der Lösungsansätze zum Thema der Masterarbeit in schriftlicher Form und als Referat mit Diskussion.</i> 	
Lehrform/SWS:		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<i>Zur Masterarbeit wird zugelassen, wer mindestens 60 LP erworben hat.</i>	
Unterrichtssprache:	<i>Die Masterarbeit wird in deutscher oder englischer Sprache abgefasst.</i>	
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Das Modul schließt den Studiengang MSc Meteorologie ab.</i>	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	<i>Masterarbeit</i> 27 LP	<i>Selbststudium</i> 810 Std.
	<i>Vortrag und Diskussion</i> 3 LP	90 Std.
	<i>Gesamtaufwand</i> 30 LP	900 Std.
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil)-Prüfung(en)	<i>Die Masterarbeit wird in deutscher oder englischer Sprache abgefasst. Die Note der Masterarbeit geht zu 75 % und die Note von Vortrag und Diskussion zu 25 % in die Bewertung des Moduls ein.</i>	
Studiensemester	<i>Empfohlen: 4. Fachsemester</i>	
Häufigkeit des Angebots	<i>Jedes Semester</i>	
Dauer	<i>6 Monate</i>	
Modulverantwortliche(r):	<i>der jeweilige Arbeitsgruppenleiter</i>	
Ggf. Lehrende	<i>Mitglieder der jeweiligen Arbeitsgruppe</i>	
Ggf. Medienformen:		
Literatur:		

Beschreibung der meteorologischen Kurse für den Wahlpflichtbereich „Meteorologische Vertiefung“

Die nachfolgenden meteorologischen Kurse eignen sich für den Wahlpflichtbereich „Meteorologische Vertiefung“ des MSc-Studiengangs Meteorologie. (Anmerkung: Einige Modulbeschreibungen liegen noch nicht vollständig vor oder werden überarbeitet.)

Modul (Modulkürzel):	<i>Angebot im Wahlpflichtbereich „Meteorologische Vertiefung“</i>			
Modultitel:	<i>Urban Climatology</i>			
Modultyp:	<i>Wahlpflichtmodul</i>			
Angestrebte Lernergebnisse	<i>Nach Abschluss des Moduls haben die das Klima in Städten bestimmenden Faktoren kennengelernt und können das Potential von Anpassungsstrategien an den Klimawandel bewerten. Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden eine solide fachliche Grundlage erworben, die ihre Berufsfähigkeit erhöht und es ihnen erleichtert, sich für ein Themengebiet zu entscheiden, auf dem sie ihre Masterarbeit anfertigen wollen.</i>			
Inhalt:	<i>Es wird mikro-meteorologisches Fachwissen am Beispiel praktischer Fragestellungen aus der Stadtklimatologie vermittelt. Es werden die Besonderheiten der städtischen Grenzschicht und des städtischen Mikroklimas ebenso dargestellt wie die Strömungstransporte innerhalb und oberhalb der Rauigkeitsschicht. Die durch urbane Strukturen beeinflussten Impuls-, Energie-, Feuchte- und Stoffflüsse werden verdeutlicht. Die Vorlesung beinhaltet auch die Darstellung und meteorologische Bewertung möglicher Anpassungsstrategien an den Klimawandel.</i>			
Lehrform/SWS:	<i>2 SWS V+Ü</i>			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<i>- verbindliche: keine - empfohlene: keine</i>			
Unterrichtssprache:	<i>Englisch. Skript in englischer Sprache, zusätzliche Literatur meist in englischer Sprache. Die Sprache wird zu Beginn einer jeden Vorlesung festgelegt.</i>			
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Das Modul ist ein Wahlpflichtangebot im Bereich „meteorologische Vertiefung“ des Studiengangs MSc Meteorologie. Das Modul eignet sich auch als Ergänzungs- oder Wahlfach für andere mathematisch-physikalisch ausgerichtete Studiengänge.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		<i>Präsenz-/ 30 Std.</i>	<i>Selbststudium 40 Std.</i>	<i>Prüfungsvorbereitung 20 Std.</i>
	<i>Gesamtaufwand : 3 LP</i>	<i>30 Std.</i>	<i>40 Std.</i>	<i>20 Std.</i>
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	<i>Das Modul wird mit einer schriftlichen Prüfung in deutscher oder englischer Sprache abgeschlossen.</i>			
Studiensemester	<i>Empfohlen: 1. Fachsemester.</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>Jährlicher Rhythmus, im Wintersemester</i>			
Dauer	<i>1 Semester</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Heinke Schlünzen,</i>			
Ggf. Lehrende	<i>Prof. Heinke Schlünzen, Dr. David Grawe</i>			
Ggf. Medienformen:				
Literatur:	<i>Die Literaturliste befindet sich im Skript zur Vorlesung</i>			

Modul (Modulkürzel):	<i>Angebot im Wahlpflichtbereich „Meteorologische Vertiefung</i>			
Modultitel:	<i>Paläoklimatologie</i>			
Modultyp:	<i>Wahlpflichtmodul</i>			
Angestrebte Lernergebnisse				
Inhalt:	<i>Im Block 'Erdsystemforschung' werden die Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Ozean, Kryosphäre, fester Erde und Biosphäre im gegenwärtigen und vergangenen Klima behandelt. Besonderes Augenmerk wird auf die physikalische Interpretation von paläoklimatologischen Befunden gelegt. Die Vorlesung vermittelt ein grundlegendes Verständnis der Komponenten des Erdsystems sowie ihrer Vernetzung miteinander.</i>			
Lehrform/SWS:	<i>2 SWS V+Ü</i>			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<i>- verbindliche: keine - empfohlene: keine</i>			
Unterrichtssprache:	<i>Englisch oder Deutsch. Skript in englischer oder deutscher Sprache, zusätzliche Literatur meist in englischer Sprache. Die Sprache wird zu Beginn einer jeden Vorlesung festgelegt.</i>			
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Das Modul ist eine Wahlpflichtangebot im Bereich „meteorologische Vertiefung“ des Studiengangs MSc Meteorologie. Das Modul eignet sich auch als Ergänzungs- oder Wahlfach für andere mathematisch-physikalisch ausgerichtete Studiengänge.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		<i>Präsenz-/ 30 Std.</i>	<i>Selbststudium 40 Std.</i>	<i>Prüfungsvorbereitung 20 Std.</i>
	<i>Gesamtaufwand : 3 LP</i>	<i>30 Std.</i>	<i>40 Std.</i>	<i>20 Std.</i>
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil)-Prüfung(en)	<i>Das Modul wird mit einer schriftlichen Prüfung in deutscher oder englischer Sprache abgeschlossen.</i>			
Studiensemester	<i>Empfohlen: 1 und 2. Fachsemester.</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>Jährlicher Rhythmus, im Sommersemester</i>			
Dauer	<i>1 Semester</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Martin Claußen</i>			
Ggf. Lehrende	<i>Prof. Martin Claußen</i>			
Ggf. Medienformen:				
Literatur:	<i>Die Literaturliste befindet sich im Skript zur Vorlesung</i>			

Modul (Modulkürzel):	<i>Angebot im Wahlpflichtbereich „Meteorologische Vertiefung</i>			
Modultitel:	<i>Climate Dynamics</i>			
Modultyp:	<i>Wahlpflichtmodul</i>			
Angestrebte Lernergebnisse	<i>Sie sind mit den Wechselwirkungen zwischen den Kompartimenten des Erdsystems vertraut und haben ein konzeptionelles Verständnis von der Klimadynamik gewonnen. Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden eine solide fachliche Grundlage erworben, die ihre Berufsfähigkeit erhöht und es ihnen erleichtert, sich für ein Themengebiet zu entscheiden, auf dem sie ihre Masterarbeit anfertigen wollen.</i>			
Inhalt:	<i>In der Vorlesung 'Klimadynamik' werden Konzepte und Modelle eingeführt, die uns helfen, die fundamentalen Aspekte des Klimas der Erde, wie globale Mitteltemperatur, globale Temperaturdifferenzen, deren Änderungen auf verschiedenen Zeitskalen (Dekaden und länger) zu verstehen. Daten der Klimadynamik sowie das Spektrum der Klimasystemmodelle werden vorgestellt. Der Schwerpunkt dieses Vorlesungsteils wird auf der Konstruktion von einfachen Modellen der Allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre und des Ozeans liegen, um ein konzeptionelles Verständnis von der Klimadynamik zu erlangen.</i>			
Lehrform/SWS:	<i>2 SWS V+Ü</i>			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<i>- verbindliche: keine - empfohlene: keine</i>			
Unterrichtssprache:	<i>Englisch oder Deutsch. Skript in englischer oder deutscher Sprache, zusätzliche Literatur meist in englischer Sprache. Die Sprache wird zu Beginn einer jeden Vorlesung festgelegt.</i>			
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Das Modul ist eine Wahlpflichtangebot im Bereich „meteorologische Vertiefung“ des Studiengangs MSc Meteorologie. Das Modul eignet sich auch als Ergänzungs- oder Wahlfach für andere mathematisch-physikalisch ausgerichtete Studiengänge.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		<i>Präsenz-/ 30 Std.</i>	<i>Selbststudium 40 Std.</i>	<i>Prüfungsvorbereitung 20 Std.</i>
	<i>Gesamtaufwand : 3 LP</i>	<i>30 Std.</i>	<i>40 Std.</i>	<i>20 Std.</i>
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	<i>Das Modul wird mit einer schriftlichen Prüfung in deutscher oder englischer Sprache abgeschlossen.</i>			
Studiensemester	<i>Empfohlen: 1 und 2. Fachsemester.</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>Jährlicher Rhythmus, im Sommersemester</i>			
Dauer	<i>1 Semester</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Jochem Marotzke</i>			
Ggf. Lehrende	<i>Prof. Jochem Marotzke</i>			
Ggf. Medienformen:				
Literatur:	<i>Die Literaturliste befindet sich im Skript zur Vorlesung</i>			

Modul (Modulkürzel):	<i>Angebot im Wahlpflichtbereich „Meteorologische Vertiefung</i>			
Modultitel:	<i>Physikalische Modellierung für Fortgeschrittene</i>			
Modultyp:	<i>Wahlpflichtmodul</i>			
Angestrebte Lernergebnisse	<i>Studierende erwerben die Fähigkeit, eigenständig physikalische Modellversuche auf der Basis von Ähnlichkeitsprinzipien zu konzipieren, zu planen und schrittweise umzusetzen. Nach Abschluss des Moduls sind Studierende in der Lage geeignete Messtechnik auszuwählen, Versuchstechnik ggf. an die Untersuchungsaufgabe anzupassen und wissenschaftliche Laborexperimente unter Einhaltung der Regeln zur Qualitätssicherung durchzuführen und zu dokumentieren.</i>			
Inhalt:	<p><i>Das Modul vertieft die im Pflichtmodul "Meteorologische Modellierung" erworbenen Basisfähigkeiten speziell im Bereich der physikalischen Modellierung. In Fallbeispielen wird die Fähigkeit zur Umsetzung von Experimenten in Grenzschichtwindkanälen vermittelt. Spezialkenntnisse auf dem Gebiet der Versuchs- und Messtechnik werden vermittelt.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>• Methoden der Konzeption und Planung von Windkanalexperimenten</i> <i>• Qualitätssicherung bei Laborexperimenten</i> <i>• Modellierung und Validierung naturähnlicher Windgrenzschichten</i> <i>• Modellierung bodennaher Strömungsfelder</i> <i>• Ausbreitungsmodellierung für neutrale / nicht-neutrale passive Tracer</i> <i>• Versuchsdokumentation, Datenaufbereitung und Datenarchivierung</i> 			
Lehrform/SWS:	<i>2 SWS V+Ü</i>			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<p><i>- verbindliche: keine</i> <i>- empfohlene: Teilnahme am Pflichtmodul "Meteorologische Modellierung"</i></p>			
Unterrichtssprache:	<i>Englisch oder Deutsch. Skript in englischer oder deutscher Sprache, zusätzliche Literatur meist in englischer Sprache. Die Sprache wird zu Beginn einer jeden Vorlesung festgelegt.</i>			
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Das Modul ist eine Wahlpflichtangebot im Bereich „Meteorologische Vertiefung“ des Studiengangs MSc Meteorologie. Das Modul eignet sich auch als Ergänzungs- oder Wahlfach für andere mathematisch-physikalisch ausgerichtete Studiengänge.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		<i>Präsenz-/ 30 Std.</i>	<i>Selbststudium 40 Std.</i>	<i>Prüfungsvorbereitung 20 Std.</i>
	<i>Gesamtaufwand : 3 LP</i>	<i>30 Std.</i>	<i>40 Std.</i>	<i>20 Std.</i>
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	<i>Das Modul wird mit einer schriftlichen Prüfung in deutscher oder englischer Sprache abgeschlossen.</i>			
Studiensemester	<i>Empfohlen: 1 und 2. Fachsemester.</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>Jährlicher Rhythmus, im Sommersemester</i>			
Dauer	<i>1 Semester</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Bernd Leitl</i>			
Ggf. Lehrende	<i>Prof. Bernd Leitl, Dr. Frank Harms</i>			
Ggf. Medienformen:				
Literatur:	<i>Die Literaturliste befindet sich im Skript zur Vorlesung</i>			

Modul (Modulkürzel):	<i>Angebot im Wahlpflichtbereich „Meteorologische Vertiefung</i>			
Modultitel:	<i>Fernerkundung für Fortgeschrittene</i>			
Modultyp:	<i>Wahlpflichtmodul</i>			
Angestrebte Lernergebnisse	<i>In Vorbereitung</i>			
Inhalt:	<i>In Vorbereitung</i>			
Lehrform/SWS:	<i>2 SWS V+Ü</i>			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	- verbindliche: keine - empfohlene: keine			
Unterrichtssprache:	<i>Englisch oder Deutsch. Skript in englischer oder deutscher Sprache, zusätzliche Literatur meist in englischer Sprache. Die Sprache wird zu Beginn einer jeden Vorlesung festgelegt.</i>			
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Das Modul ist eine Wahlpflichtangebot im Bereich „Meteorologische Vertiefung“ des Studiengangs MSc Meteorologie. Das Modul eignet sich auch als Ergänzungs- oder Wahlfach für andere mathematisch-physikalisch ausgerichtete Studiengänge.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		<i>Präsenz-/ 30 Std.</i>	<i>Selbststudium 40 Std.</i>	<i>Prüfungsvorbereitung 20 Std.</i>
	<i>Gesamtaufwand : 3 LP</i>	<i>30 Std.</i>	<i>40 Std.</i>	<i>20 Std.</i>
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	<i>Das Modul wird mit einer schriftlichen Prüfung in deutscher oder englischer Sprache abgeschlossen.</i>			
Studiensemester	<i>Empfohlen: 1 und 2. Fachsemester.</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>Jährlicher Rhythmus, im Wintersemester</i>			
Dauer	<i>1 Semester</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Stefan Bühler</i>			
Ggf. Lehrende	<i>Prof. Stefan Bühler</i>			
Ggf. Medienformen:				
Literatur:	<i>Die Literaturliste befindet sich im Skript zur Vorlesung</i>			

Modul (Modulkürzel):	<i>Angebot im Wahlpflichtbereich „Meteorologische Vertiefung</i>			
Modultitel:	<i>Parameterizing moist processes in atmospheric models (HERZ)</i>			
Modultyp:	<i>Wahlpflichtmodul</i>			
Angestrebte Lernergebnisse	<i>Die Studierenden verstehen die Grundlagen und Konzepte der Parametrisierung von Feuchteprozessen in atmosphärischen Wetter- und Klimamodellen. Mit idealisierten Konfigurationen dieser Modelle können sie Simulationen durchführen und Sensitivitäten bezüglich Konvektion-, Wolken- und Strahlungs- überprüfen. Darüber hinaus lernen sie den Umgang mit Wetter- und Klimamodellen, Fortran-Code zu interpretieren und einfaches Nachbearbeiten der Ergebnisse.</i>			
Inhalt:	<p><i>Dieser Kurs gibt eine Einführung in die Parametrisierung von sub-skaligen Feuchteprozessen in Atmosphärischen Modellen.</i></p> <p><i>Der Kurs besteht aus einem theoretischen Teil, der die Grundlagen und Konzepte vermittelt, und einem praktischen Teil, in dem es um die praktische Arbeit mit Parametrisierungen in atmosphärischen Modellen geht.</i></p> <p><i>Der theoretische Teil setzt sich aus folgenden Kapiteln zusammen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Allgemeine Konzepte von Parametrisierungen,</i> - <i>Grundlagen von Grenzschicht-Parametrisierungen,</i> - <i>Konvektions-Parametrisierungen,</i> - <i>Parametrisierung der Wolkenbedeckung,</i> - <i>Interaktion Wolken-Strahlungs-Parametrisierung</i> - <i>Mikrophysik</i> <p><i>Der praktische Teil enthält</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Durchführen idealisierter Simulationen mit ICON</i> - <i>Modifikation bestehender Parametrisierungen (Konvektion; Wolkenbedeckung; Interaktion Wolken-Strahlungs-Parametrisierung)</i> - <i>Testen der Auswirkungen der Modifikationen auf Vorhersagen</i> 			
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesungen 2 SWS (theoretischer und praktischer Teil); Es gibt vier praktische Übungen, die in der Wochen nach Beendigung des entsprechenden theoretischen Teils folgen. Bearbeitung von Übungsaufgaben an den vier Übungsterminen und je nach Bedarf zu Hause.</i>			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<ul style="list-style-type: none"> - <i>verbindliche: keine</i> - <i>empfohlene: Kenntnisse der Feuchteprozesse in der Atmosphäre und der Programmiersprache Fortran</i> 			
Unterrichtssprache:	<i>Englisch; Lehrmaterial: Skript auf Grundlage von Folien, zusätzliche Literatur in englischer Sprache.</i>			
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Der Kurs wird als Wahlpflichtfach angeboten. Er eignet sich für den MSc-Studiengang Meteorologie, steht aber auch für Masterstudenten aus anderen naturwissenschaftlich und / oder mathematisch ausgerichteten Studiengängen offen.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	<i>Vorlesungen/Übungen</i>	<i>Präsenz-/</i>	<i>Selbststudium</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>
		<i>30 Std.</i>	<i>40 Std.</i>	<i>20 Std.</i>

	<i>Gesamtaufwand</i>	<i>3</i>		
	<i>LP</i>			
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	<i>Eine schriftliche Prüfung wird am letzten Vorlesungstermin durchgeführt. Die schriftliche Prüfung enthält keine Übungen, die am Computer gelöst werden müssen</i>			
Studiensemester/ Referenzsemester	<i>Studiensemester: nach Wahl des Studierenden. Referenzsemester: keins</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>Dieser Kurs wird unregelmäßig (jedes 2. Jahr) im Sommersemester angeboten.</i>			
Dauer	<i>1 Semester</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Dr. Mirjana Sakradzija (MPI-Met) und Dr. Daniel Klocke (DWD)</i>			
Ggf. Lehrende	-			
Ggf. Medienformen:	-			
Literatur:				

Modul (Modulkürzel):	<i>Angebot im Wahlpflichtbereich „Meteorologische Vertiefung</i>
Modultitel:	Numerical Prediction of the Atmosphere and Ocean
Modultyp:	<i>Wahl</i>
Angestrebte Lernergebnisse	<p><i>The course will provide description and practical exercises with simplified models of different complexity of numerical weather prediction (NWP) as an initial value problem, coupled to the ocean.</i></p> <p><i>Knowledge and understanding include atmospheric and ocean observations, data assimilation methods in theory and practice, formulation of numerical forecast models, predictability, ensemble forecasting, interpretation of outputs of forecast models. Student develops understanding of various components of the numerical prediction model and how they contribute to the model outputs</i></p>
Inhalt:	<p><i>Numerical weather and ocean prediction as an initial value problem: general introduction.</i></p> <p><i>Components of the global observing system. Types of observations. Observation errors. Relative importance of various observations</i></p> <p><i>Data assimilation for numerical weather prediction (NWP) and for the ocean: probability calculus, function fitting, early methods of data assimilation, method of successive corrections, background state, statistical interpolation, variational methods, (3D-Var, 4D-Var), background-error covariance modelling, Kalman filter and assimilation methods based on ensembles of forecasts and analyses.</i></p> <p><i>Initialization of numerical models: balance issues and the process of geostrophic adjustment, nonlinear normal-mode initialization, digital filter initialization.</i></p> <p><i>Formulation of NWP models: global and limited-area models, initial and lateral boundary conditions, nesting. Bottom and top boundary conditions. Issues in mesoscale modelling.</i></p> <p><i>Lateral boundary problem and methods for coupling the regional and global models. One-way and two-way nesting.</i></p> <p><i>Atmospheric predictability: fundamentals of theory of chaotic systems, forecast error growth and predictability limits.</i></p> <p><i>Ensemble forecasting: sources of uncertainties, formulation of initial conditions for ensemble forecast, interpretation and application of ensemble products. Monthly, seasonal and long-range forecasts.</i></p>
Lehrform/SWS:	<i>Lectures and exercises based on numerical labs of various complexity. Each lab covers some aspects of lectures and students perform simple numerical experiments under the guidance of a teacher, prepare their answers to questions, and write brief reports.</i>
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<p><i>- verbindliche: basic knowledge of geophysical fluids and numerical methods</i></p> <p><i>- empfohlene: Kenntnisse in der theoretischen Meteorologie</i></p>
Unterrichtssprache:	<i>English, Lehrmaterial: Skript auf Grundlage von Folien, zusätzliche Literatur in englischer und deutscher Sprache.</i>
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Der Kurs wird als Wahlfach angeboten. Er eignet sich für den MSc Meteorologie und Ozeanographie und Integrated Climate System, steht aber auch für Masterstudenten aus anderen naturwissenschaftlich und mathematisch ausgerichteten Studiengängen offen.</i>

Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		Präsenz-/	Selbststudium	Prüfungsvorbereitung
	<i>Vorlesungen</i>	<i>30 Std.</i>	<i>30 Std.</i>	
	<i>Übungen</i>	<i>30 Std.</i>	<i>30 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
	<i>Gesamtaufwand</i> <i>5 LP</i>	<i>60 Std.</i>	<i>60 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil)-Prüfung(en)	<i>Students are expected to submit a written report for each mandatory lab (5-6 labs). Reports are graded and their average grade is the final grade of the course. Students are given an opportunity of oral exams for higher grade if requested.</i>			
Studiensemester/ Referenzsemester	<i>Studiensemester: nach Wahl des Studierenden. Referenzsemester: keins</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>Es ist geplant, diesen Kurs regelmäßig im Sommersemester anzubieten.</i>			
Dauer	<i>1 Semester</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof.Dr. Nedjeljka Žagar</i>			
Ggf. Lehrende	<i>Prof.Dr. Nedjeljka Žagar, Prof. Dr. Detlef Stammer, Dr. Sergiy Vasylykevych</i>			
Ggf. Medienformen:	<i>-</i>			
Literatur:	<i>E. Kalnay: Atmospheric modelling, data assimilation and predictability. Cambridge university press 2003. Selected parts of Lecture notes for ECMWF training courses, by different authors. http://www.ecmwf.int/newsevents/training</i>			

Beschreibung der meteorologischen Kurse für den Wahlbereich

Die nachfolgenden meteorologischen Kurse eignen sich für den Wahlbereich des BSc- und/oder MSc-Studiengangs Meteorologie. Es wird empfohlen, sie erst dann zu hören, wenn in den Fachvorlesungen die für den jeweiligen Kurs erforderlichen Grundlagen vermittelt worden sind. Bitte lassen Sie sich vor Belegung der Kurse von den jeweiligen Lehrenden beraten.

Modul (Modulkürzel):				
Modultitel:	<i>NinJo 2.0 – Synoptik zum Anfassen und Mitmachen</i>			
Modultyp:	<i>Wahl</i>			
Angestrebte Lernergebnisse	<p><i>Den Studierenden ist der Umgang mit dem Visualisierungssystem NinJo des Deutschen Wetterdienstes für meteorologische Daten bekannt. Verschiedene atmosphärische Phänomene können mit Hilfe von NinJo und weiteren externen Quellen erarbeitet, dargestellt und erläutert werden.</i></p> <p><i>Die Studierenden sind darüber hinaus in der Lage mit einem interaktiven Whiteboard zu arbeiten und die Funktionen bei der Darstellung von synoptischen Situationen sinnvoll einzusetzen.</i></p>			
Inhalt:	<p><i>Die Veranstaltung richtet sich insbesondere an Studierende der Meteorologie in der Studieneingangsphase und wird im Rahmen des Lehlabors durchgeführt. In den ersten 1-3 Wochen wird das Wetterdatenvisualisierungstool „NinJo“ vorgestellt und den Studierenden der sichere Umgang beigebracht. Weiterhin wird eine Einführung in die Arbeit mit dem interaktiven SMART Whiteboard gegeben und der sinnvolle Einsatz dieses Mediums vermittelt.</i></p> <p><i>Hieran anschließend werden in Abhängigkeit der aktuellen Wetterlage, einzelne synoptische Phänomene in den unterschiedlichen Regionen der Welt zusammen erarbeitet und näher erläutert. Im ersten Teil eines jeden Seminartermins werden diese Phänomene in Kleingruppen (3-4 Studierende) untersucht und dann im zweiten Teil zusammen mit dem Dozenten erklärt. Zum Schluss wird wöchentlich auf die aktuelle Wetterlage eingegangen und Tipps für das Wettertippspiel „Froschtipp“ gegeben.</i></p> <p><i>Die Zielsetzung besteht vor allem darin, synoptische Erfahrungen zu sammeln sowie typische Wetterlagen und die Größenordnungen von den unterschiedlichen zu betrachtenden Parametern kennenzulernen. Insbesondere wird auf Schlüsselkonzepte wie bspw. dem geostrophischen Wind, oder aktuelle Klimathemen aus den Medien, wie z.B. die Eisbedeckung der Arktis, aufgegriffen und diese mit Hilfe von NinJo direkt greifbar gemacht. Auch werden Inhalte aus den Einführungsveranstaltungen „Meteorologie I & II“ vertieft.</i></p>			
Lehrform/SWS:	<i>Seminar mit 2 SWS.</i>			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<ul style="list-style-type: none"> - verbindliche: Keine - empfohlene: Keine 			
Unterrichtssprache:	<i>Deutsch</i>			
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Der Kurs ist speziell für die Studieneingangsphase gedacht und wird als Wahlfach im B.Sc. Meteorologie angeboten. Er ist allerdings auch für alle anderen Studierenden aus der Meteorologie offen.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		<i>Präsenz-/</i>	<i>Selbststudium</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>
	<i>Vorlesungen</i>	<i>15 Std.</i>		
	<i>Übungen</i>	<i>15 Std.</i>		
	<i>Gesamtaufwand</i>	<i>1 LP</i>	<i>30 Std.</i>	

Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil)-Prüfung(en)	<i>Der Kurs wird durch die regelmäßige Teilnahme (mehr als 70 %) sowie die aktive Mitarbeit während des Kurses bestanden.</i>
Studiensemester/ Referenzsemester	<i>Studiensemester: 2. Semester Referenzsemester: 2. Semester</i>
Häufigkeit des Angebots	<i>Der Kurs wird im Rahmen des Lehrlabors vorerst einmalig im SoSe 2016 angeboten. Die Wiederholung des Angebots hängt von der Nutzung sowie insbesondere von der Evaluation der Veranstaltung ab.</i>
Dauer	<i>1 Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Dr. Akio Hansen</i>
Ggf. Lehrende	<i>Finn Burgemeister, Dr. Akio Hansen</i>
Ggf. Medienformen:	<i>NinJo und interaktives SMART Whiteboard</i>
Literatur:	<i>-</i>

Modul (Modulkürzel):				
Modultitel:	Generic Academic Skills			
Modultyp:	<i>Wahl</i>			
Angestrebte Lernergebnisse	<i>The aim of the course is to provide guidance to students on the elements of being a scientist that are generic – that is, not subject-specific. We will cover the writing of papers, the paper review process, oral presentations, and scientific ethics, among others. The approach is empirical: We will analyse examples of both successful and unsuccessful practice.</i>			
Inhalt:	<p><i>Students are expected to actively participate throughout the course. Active participation is defined as presence during 80% of the sessions and, in addition, leading one discussion or presenting one paper.</i></p> <p><i>Discussion Topics:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Introduction and Overview: How to Write a Scientific Paper</i> - <i>The Martial Arts of Scientific Publication</i> - <i>Techniques of Scientific Writing I – The Basics</i> - <i>Techniques of Scientific Writing II</i> - <i>Techniques of Scientific Writing III – The Abstract</i> - <i>Careers – How Do I Know I'm Cut Out to Be a Scientist?</i> - <i>Scientific Presentations</i> - <i>Graphics and Colour</i> - <i>Poster Making</i> - <i>Proposal Writing</i> - <i>Scientific Ethics I – Accusations of Misconduct</i> - <i>Scientific Ethics II – Science, Politics, and the Public</i> 			
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesungen und gemeinsame Diskussionen / 2 SWS; Gruppengröße max. 20 Studierende. Lesen der Literatur und Vorbereitung von Diskussionen / Vorlesungen als Hausaufgabe.</i>			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<ul style="list-style-type: none"> - <i>verbindliche: none</i> - <i>empfohlene: Willingness to read background material before class, to contribute to the class discussions, and to lead a class discussion.</i> 			
Unterrichtssprache:	<i>Englisch. Lehrmaterialien ebenso in englischer Sprache.</i>			
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Der Kurs wird als Wahlfach angeboten. Er ist für MSc-Studierende aller (natur-)wissenschaftlicher Fachrichtungen geeignet, da übergeordnete /allgemeine akademische Fähigkeiten vermittelt werden sollen.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		<i>Präsenz-/</i>	<i>Selbststudium</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>
	<i>Vorlesung</i>	<i>30 Std.</i>	<i>30 Std.</i>	
	<i>Gesamtaufwand 2 LP</i>	<i>30 Std.</i>	<i>30 Std.</i>	
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil)-Prüfung(en)	<i>Keine Prüfung.</i>			
Studiensemester				

Häufigkeit des Angebots	<i>Es ist geplant, diesen Kurs regelmäßig im Wintersemester anzubieten.</i>
Dauer	<i>1 Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Jochem Marotzke</i>
Ggf. Lehrende	-
Ggf. Medienformen:	-
Literatur:	<i>Much of the material is available on the blackboard web page: http://blackboard.rrz.uni-hamburg.de/webct/entryPageIns.dowebct. Please e-mail Cornelia Kampmann (cornelia.kampmann@zmaw.de) if you do not yet have access.</i>

Modul (Modulkürzel):				
Modultitel:	ICON – A first introduction to the atmospheric part			
Modultyp:	Wahl			
Angestrebte Lernergebnisse				
Inhalt:	<p>ICON contains a general circulation model of the atmosphere and is based on a grid that is derived from the icosahedron. The triangles of the icosahedron are further divided into smaller triangles, the edges of which are projected onto the surface of the sphere containing the icosahedron. This grid is an alternative to the well-known longitude-latitude grids. The interesting aspect is that the new grid does not contain "singular points" as the poles and that the grid points have similar distances of each other everywhere on the globe.</p> <p>This course offers an introduction to the use of the ICON model in its atmosphere variant using the echam physics that was developed at MPI-Hamburg. We will not discuss the underlying physics but we will emphasize the technical aspects, how simulations can be performed with this model and how the code can be modified according to individual needs. The most important data structures inside the model will be discussed and the implementation of a submodel will be demonstrated with the example of an age-of-air model. The following topics will be discussed in some detail:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Simple simulation of the general circulation of the atmosphere (boundary conditions, initial conditions, parameters, namelist variables, scripts) -first evaluations of the results and assessment of the quality of the simulation -general overview of program structure -general overview of important data structures inside the code -implementation of additional submodels, modification of the existing code 			
Lehrform/SWS:	Blockveranstaltung: 1 Woche, 4 Std. Vorlesung und 3 Std. Übungen pro Tag.			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	- empfohlene: Kenntnisse in FORTRAN90 or FORTRAN77, basic UNIX. A general notion of the circulation of the atmosphere and atmospheric modeling is helpful.			
Unterrichtssprache:	Englisch			
Verwendbarkeit des Moduls	Der Kurs wird als Wahlfach angeboten. Er eignet sich besonders für den Studiengang MSc Meteorologie, steht aber auch Studierenden aus anderen mathematisch-physikalisch ausgerichteten Studiengängen offen. Er ist vor allem für Studierende gedacht, die sich im Rahmen ihrer Masterarbeit mit dem Modell ICON beschäftigen werden.			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		Präsenz-/	Selbststudium	
	Vorlesungen	20 Std.		
	Übungen	18 Std	25 Std.	
	Gesamtaufwand 3 LP	38 Std.	25 Std.	
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil)-Prüfung(en)	Der Kurs wird mit der mündlichen Feststellung der erbrachten Programmierleistungen abgeschlossen.			

Studiensemester	<i>Studiensemester: nach Wahl des Studierenden. Empfohlen: keins</i>
Häufigkeit des Angebots	<i>Der Kurs findet regelmäßig Ende Juli im Sommersemester statt.</i>
Dauer	<i>1 Woche</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Dr. Sebastian Rast</i>
Ggf. Lehrende	-
Ggf. Medienformen:	-
Literatur:	<i>Die Literaturliste befindet sich im Vorlesungsskript</i>

Modul (Modulkürzel):	<i>Angebot im Wahlbereich für das Berufspraktikum</i>
Modultitel:	<i>Spezielle Themen der angewandten Meteorologie und Klimatologie mit Praktikum</i>
Modultyp:	<i>Wahl</i>
Angestrebte Lernergebnisse	<p><i>Die Studierenden erhalten Einblick in spezielle angewandte meteorologische Fragestellungen.</i></p> <p><i>Im Teilmodul „Angewandte Klimatologie“ lernen die Studierenden wie klimatologische Informationen unterschiedlicher Raum- und Zeitskalen in die Planung von technischen Vorhaben aber auch in die Stadt- und Regionalplanung einfließen. Darüber hinaus soll ein Verständnis für die Bedeutung der angewandten Klimatologie bei der Gestaltung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel geschaffen werden.</i></p> <p><i>Im Teilmodul „maritime Meteorologie“ lernen sie, dass maritim-meteorologische Beratungen eine fachübergreifende Thematik von Meteorologie, Ozeanographie und auch Schiffbau darstellen.</i></p> <p><i>In der synoptischen Meteorologie werden die analytischen und diagnostischen Verfahren in der praktischen Anwendung diskutiert. Dazu gehört auch die Flugmeteorologie, die ein sehr spezielles aber auch sehr wichtiges Teilgebiet der Meteorologie darstellt. Es gilt, die meteorologischen Risiken des Luftverkehrs wenn nicht auszuschalten, so doch zu minimieren. Dieses Teilmodul soll das Verständnis der Studierenden für die Dreidimensionalität des Wettergeschehens und die Einwirkungen meteorologischer Ereignisse auf Flugzustände vermitteln.</i></p> <p><i>Moderne Fernerkundungssysteme wie Radar und Satellit sind unverzichtbare Bestandteile meteorologischer Datengewinnung. Das Teilmodul gibt Einblick in die praktische Nutzung dieser Fernerkundungsdaten für die Wettervorhersage. Die Studierenden lernen, diese indirekten Daten meteorologisch korrekt zu interpretieren und sie erfahren etwas über die Anwendungsgrenzen und die Fehlerquellen.</i></p>
Inhalt:	<p><i>In dieser Lehrveranstaltung sollen die Studierenden an die Aufgaben- und Fragestellungen einer praktischen wetterdienstlichen Tätigkeit herangeführt werden.</i></p> <p><i>Die Veranstaltung umfasst die Themen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>– Angewandte Klimatologie</i> <i>– maritime Meteorologie</i> <i>– Synoptik und Flugmeteorologie</i> <i>– Fernerkundung mit Wettersatelliten und Radar</i> <p><i>Nach der einwöchigen Einweisung durch Vorlesungen und Übungen folgt ein 3-wöchiger Praxisteil in den Fachabteilungen des DWD.</i></p> <p><i>Im Vorlesungsabschnitt Angewandte Klimatologie werden ausgewählte Gebiete der angewandten Klimatologie vorgestellt. Hierzu gehören die Stadtklimatologie, Bioklimatologie sowie die technische Klimatologie. Dabei wird ebenfalls die Vorgehensweise bei der Erstellung von umweltklimatologischen und stadtklimatologischen Gutachten erläutert.</i></p> <p><i>Ergänzend werden neue Ergebnisse über die Auswirkungen des Klimawandels auf die urbanen Räume und andere Themenbereiche der angewandten Klimatologie diskutiert.</i></p>

	<p><i>Im Teil maritime Meteorologie wird ein Einblick in die Grundlagen der maritimen Meteorologie vermittelt. Dazu gehören die physikalischen Grundlagen der Ozeanographie, sowie Seegang, Gezeiten und Meeresströmungen. Die Zusammenhänge zwischen Seegangsentwicklung und den meteorologischen Luftdruckfeldern werden an Hand von Fallbeispielen dargelegt. Es folgt schließlich ein Überblick über Anwendungen maritim-meteorologischer Vorhersagenvorfahren u. a. für die weltweite Seeschifffahrt.</i></p> <p><i>Der Vorlesungsabschnitt Synoptik und Flugmeteorologie vermittelt eine Einführung in grundsätzliche Prozesse der Dynamik, von der Analyse über Diagnose zur Prognose inklusive Fragen zur Flugmeteorologie. Zum Verständnis der dreidimensionalen Struktur der Atmosphäre werden dazu die Methoden aerologischer Auswertungen besprochen. Mit der Behandlung von Sichtweite, Wolkenstrukturen, Turbulenz und Vereisung werden die Hazards in der Fliegerei diskutiert. Es erfolgt ein Überblick von Sicht- und Instrumentenflug-Vorhersagen (VFR und IFR) mit GAFOR, SIGMET, AEREP und TAF/TAFOR sowie über Thermik.</i></p> <p><i>In dem Abschnitt Fernerkundung wird ein Einblick in den praktischen Einsatz der Fernerkundungsverfahren Wetterradar und Wettersatelliten vermittelt. Neben einigen physikalischen Grundlagen dieser Verfahren werden auch die Anwendungsgrenzen und Fehlerquellen dieser Fernerkundungsmethoden aufgezeigt. Anhand von Fallbeispielen wird die Bedeutung von Wetterradarinformationen und Satellitenbildern in der synoptischen Meteorologie und der praktischen Wettervorhersage diskutiert.</i></p>			
Lehrform/SWS:	<p><i>Vorlesung inklusive praktischer Übungen im Umfang von 2 SWS, organisiert als 1-wöchige Blockveranstaltung in der vorlesungsfreien Zeit (September). Die Teilnehmer haben nachfolgend die Möglichkeit zur Teilnahme an einem 3-wöchigen Praktikum in einer oder mehreren Fachabteilungen des DWD.</i></p>			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<p><i>verbindliche: keine</i> <i>empfohlene: In den Anfangssemestern erworbene mathematisch-physikalische Grundkenntnisse.</i></p>			
Unterrichtssprache:	<p><i>deutsch</i></p>			
Verwendbarkeit des Moduls	<p><i>Die im Vorlesungsblock vermittelten Kenntnisse der</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>– Angewandte Klimatologie</i> <i>– maritime Meteorologie</i> <i>– Flugmeteorologie</i> <i>– Fernerkundung mit Wettersatelliten und Radar</i> <p><i>sind Voraussetzungen für ein studienbegleitendes Praktikum beim DWD.</i></p>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		<i>Präsenz-/</i>	<i>Selbststudium</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>
	<i>Teilmodul angew. Klimatologie</i> <i>Teilmodul maritime Meteorologie</i> <i>Teilmodul Synoptik und Flugmeteorologie</i> <i>Teilmodul Fernerkundung mit Wettersatelliten und Radar</i> <i>3-wöchiges Praktikum</i>	<i>5 Std</i> <i>5 Std</i> <i>5 Std</i> <i>5 Std</i> <i>120 Std</i>	<i>2,5 Std</i> <i>2,5 Std</i> <i>2,5 Std</i> <i>2,5 Std</i>	
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	<p><i>Vorlage einer Bescheinigung des DWD über den erfolgreichen Abschluss des vierwöchigen Berufspraktikums.</i></p>			

	<i>Modulprüfung: Praktikumsbericht (Deutsch oder Englisch) im Umfang von ca. 5 bis 10 Seiten, der bei der Studienfachberaterin bzw. beim Studienfachberater abzugeben ist.</i>
Studiensemester/ Referenzsemester	<i>Empfohlenes Semester : vorlesungsfreie Zeit zwischen dem 4.und 5. Semester</i>
Häufigkeit des Angebots	<i>jährlich</i>
Dauer	<i>4 Wochen, etwa im September/Okttober</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Dr. Birger Tinz</i>
Ggf. Lehrende	<i>Prof. Paul Becker, Jennifer Doerkopf, Julia Schmidt, Dr. Birger Tinz</i>
Ggf. Medienformen:	
Literatur:	<i>wird im Blockkurs angegeben.</i>

Modul (Modulkürzel):				
Modultitel:	<i>The Asian Monsoon System</i>			
Modultyp:	<i>Wahl</i>			
Angestrebte Lernergebnisse	<i>Students participating in the course will develop an understanding of characteristics of the Asian monsoon and the related dynamical systems and mechanisms. Specifically, they will be expected to develop a holistic view of the monsoon system in the context of global climate systems, in particular, regarding its interaction with other large-scale climate models, such as ENSO, Madden-Julian Oscillation (MJO). Students will be able to calculate various monsoon indices and identify the related characteristic circulation patterns from reanalysis data or numerical model outputs.</i>			
Inhalt:	<p><i>The course will first briefly introduce the global monsoon system and discuss various monsoon definitions. Focus will later be laid on the Asian (summer and winter) monsoon systems, especially on the circulation characteristics, their centers of action, and the related thermal-dynamical processes.</i></p> <p><i>Key elements of the Asian Monsoon (AM) systems such as the Tibetan Plateau topographic forcing will be discussed in detail, along with a literature review on the AM and the Tibetan uplift.</i></p> <p><i>Another focus is to introduce students the latest research progress on the AM system, in terms of its interaction with climate models like ENSO and MJO (Madden-Julian Oscillation) and its evolution in a warmer climate.</i></p>			
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesungen 2 SWS</i>			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<ul style="list-style-type: none"> - verbindliche: statistisches Basiswissen über Korrelation, Regression; - empfohlene: in den Anfangssemestern erworbene mathematisch-physikalische und meteorologische Grundkenntnisse. 			
Unterrichtssprache:	<i>Englisch. Lehrmaterial: Skript in englischer Sprache, zusätzliche Literatur in englischer Sprache.</i>			
Verwendbarkeit des Moduls	<i>Der Kurs wird als Wahlfach angeboten. Er eignet sich besonders für den Studiengang BSc und MSc Meteorologie.</i>			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		<i>Präsenz-/</i>	<i>Selbststudium</i>	<i>Prüfungsvorbereitung</i>
	<i>Vorlesungen</i>	<i>20 Std.</i>	<i>15 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
	<i>Übungen</i>	<i>10 Std.</i>	<i>15 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
	<i>Gesamtaufwand</i>	<i>3 LP</i>	<i>30 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil-)Prüfung(en)	<i>Der Kurs wird mit mündlichen Vorträgen und einer Übung am Computer abgeschlossen.</i>			
Studiensemester	<i>Studiensemester: nach Wahl des Studierenden. Empfohlen: keins</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>Es ist geplant, diesen Kurs als 5 Tage-Block anzubieten.</i>			
Dauer	<i>1-2 Wochen Block, oder 5 ganztägige Blöcke</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Dr. Xiuhua Zhu</i>			
Ggf. Lehrende	<i>Dr. Xiuhua Zhu</i>			
Ggf. Medienformen:	<i>-</i>			
Literatur:	<i>Die Literaturliste befindet sich im Vorlesungsskript</i>			

Modul (Modulkürzel):			
Modultitel:	Einführung in die Energiemeteorologie		
Modultyp:	Wahl		
Angestrebte Lernergebnisse	<p>Die Studierenden kennen die verschiedenen Arbeitsgebiete und Problemstellungen der Energiemeteorologie. Weiterhin haben sie einen Überblick über die sich aktuell am Markt befindlichen Technologien der Solar- und Windenergieerzeugung, deren Funktionsweise sowie deren Wirtschaftlichkeit. Die grundlegende Vorgehensweise bei der Erstellung von Windgutachten ist ihnen bekannt. Sie sind in der Lage die Prinzipien des Stromhandels sowie derzeitige Fragestellungen im Zusammenhang mit der Energiewende zu erläutern.</p>		
Inhalt:	<p>Die Vorlesung gibt einen Überblick über den Fachbereich der Energiemeteorologie, aktuellen Forschungsfragen auf diesem Gebiet sowie die Funktionsweise von Wind- und Solarenergieerzeugungsanlagen. Darüber hinaus werden die Grundlagen des Stromhandels und aktuelle Herausforderungen im Bereich des Energiesektors wie bspw. SmartGrid und das EEG vermittelt. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt vor allem auf der ingenieurstechnischen Anwendung vorhandener Technologien, deren Funktionsweise sowie Problemstellungen.</p> <p>Im Einzelnen werden folgende Themen in der Vorlesung behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Überblick und Aufgabengebiete der Energiemeteorologie - Grundlagen der Photovoltaik und Solarthermie - Solarstromvorhersage und Messung - Historie, Funktionsweise und strömungsphysikalische Eigenschaften von Windkraftanlagen - Erstellung von Windgutachten und Micro Site Assessment - Stromhandel an der Börse (Lang- und Kurzfristplanung) - Aktuelle Herausforderungen im Rahmen der Energiewende (EEG, Smart-Grids, Speicher und E-Mobilität) <p>Die Vorlesungsthemen werden mit Hilfe von einzelnen Übungsaufgaben vertieft und angewendet. Zusätzlich werden externe Referenten, die in diesem Bereich tätig sind, Praxisbeispiele aus ihrem Arbeitsalltag vorstellen.</p>		
Lehrform/SWS:	Vorlesung kombiniert mit Übungen im Umfang von 2 SWS. Einzelne Übungsaufgaben werden als Hausaufgabe gestellt und in der Übung besprochen.		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<ul style="list-style-type: none"> - verbindliche: Keine - empfohlene: Grundlegende Kenntnisse aus der Strömungsphysik (Hydrodynamik sowie Turbulenz und Grenzschicht). 		
Unterrichtssprache:	Deutsch, Lehrmaterial: Folien als Skript sowie zusätzliche Literatur.		
Verwendbarkeit des Moduls	Der Kurs wird als Wahlfach angeboten. Er eignet sich insbesondere für den BSc und MSc Studiengang Meteorologie ist aber auch für alle anderen anderen naturwissenschaftlich und / oder mathematisch ausgerichteten Studiengängen offen.		
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Präsenz-/	Selbststudium	Prüfungsvorbereitung

	<i>Vorlesungen</i>	<i>15 Std.</i>	<i>15 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
	<i>Übungen</i>	<i>15 Std.</i>	<i>15 Std.</i>	
	<i>Gesamtaufwand</i> <i>3 LP</i>	<i>30 Std.</i>	<i>30 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil)-Prüfung(en)	<i>Der Kurs wird mit einer Klausur in deutscher Sprache abgeschlossen.</i>			
Studiensemester/ Referenzsemester	<i>Studiensemester: nach Wahl des Studierenden, empfohlen ab 4. Fachsemester. Referenzsemester: keins</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>Es ist geplant, diesen Kurs regelmäßig im Sommersemester anzubieten.</i>			
Dauer	<i>1 Semester</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Dr. Akio Hansen</i>			
Ggf. Lehrende	<i>-</i>			
Ggf. Medienformen:	<i>-</i>			
Literatur:	<i>Hasselbring, W., 2009: WISENT: Wissensnetz Energiemeteorologie. Gito, 416S. Emeis, S., 2012: Wind Energy Meteorology: Atmospheric Physics for Wind Power Generation (Green Energy and Technology). Springer, 198S.</i>			

Modul (Modulkürzel):				
Modultitel:	High-resolution modeling of the atmosphere			
Modultyp:	Wahlmodul			
Angestrebte Lernergebnisse	Students participating in this course will be able to address meteorological questions relating to the meso and micro-scale with the help of appropriate numerical models.			
Inhalt:	<p>The aim of this course is to provide guidance to the participants on the application of high-resolution numerical models to the problems of their master thesis. The course content is therefore tailored for the specific topic of the master theses of the participants.</p> <p>Throughout the preparation of the master thesis this course addresses the case specific set-up of the numerical model, considers limitations of the model application and discusses the analysis and evaluation of model results.</p>			
Lehrform/SWS:	Vorlesungen mit gemeinsamen Diskussionen (2 SWS)			
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Verbindlich: Keine Empfohlen: Parallele Anfertigung einer Masterarbeit mit einem hochauflösenden numerischen Atmosphärenmodell.			
Unterrichtssprache:	Englisch, nach Absprache gegebenenfalls Deutsch.			
Verwendbarkeit des Moduls	Der Kurs wird als Wahlfach angeboten. Er eignet sich besonders für den Studiengang MSc Meteorologie.			
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		Präsenz-/	Selbststudium	Prüfungsvorbereitung
	Vorlesungen	30 Std.	30 Std.	
	Gesamtaufwand	2 LP	30 Std.	30 Std.
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil)-Prüfung(en)	Anwesenheit und aktive Beteiligung an der Diskussion.			
Studiensemester	Studiensemester: nach Wahl des Studierenden. Empfohlen: 3. Fachsemester			
Häufigkeit des Angebots	jährlich			
Dauer	2 Semester			
Modulverantwortliche(r):	Dr. David Grawe			
Ggf. Lehrende	-			
Ggf. Medienformen:	-			
Literatur:	Wird zu Semesterbeginn bekanntgegeben.			

Modul (Modulkürzel):			
Modultitel:	Data Analysis in Atmosphere and Ocean using Python		
Modultyp:	<i>Wahl</i>		
Angestrebte Lernergebnisse	<p><i>The course provides an introduction to data analysis targeted at students, who plan career in meteorology, oceanography, or climate science. The course emphasizes hands-on approach oriented at solving most common data analysis tasks encountered in weather and climate studies. Python will be used throughout as a numerical tool of choice. To make the course self-contained, a brief introduction to Python will be provided.</i></p> <p><i>The students will learn various techniques and tools used to analyze, interpret and visualize atmospheric and oceanic measurements as well as output of numerical models.</i></p>		
Inhalt:	<p><i>Introduction to Python and basic plotting.</i></p> <p><i>Accessing, manipulating and visualising geophysical data in NetCDF format (xarray, cartopy, Iris).</i></p> <p><i>Basic statistical concepts and statistical data analysis: random variables, distributions, PDF, CDF, averages, mean, median and mode; standard deviation and variance, moments, quartiles, skewness and kurtosis. measurement error and central limit theorem.</i></p> <p><i>Parameter estimation and curve fitting. Linear regression. Correlations. Bias and variability.</i></p> <p><i>Plotting statistical data.</i></p> <p><i>Statistical tests: Statistical significance. Student's, Pearson's and Spearman's tests.</i></p> <p><i>Spectral and time-frequency analysis.</i></p> <p><i>Analyzing the spatial and temporal variability of geophysical fields: empirical orthogonal functions (EOFs) and singular value decomposition (SVD).</i></p> <p><i>Weather and climate extremes. Attribution of weather and climate events.</i></p> <p><i>Introduction to machine learning with TensorFlow.</i></p>		
Lehrform/SWS:	<p><i>The course is taught through lectures and guided exercises given in the Labs and homework problems. Each lab covers some aspects of lectures and students perform simple data analysis and processing tasks under the guidance of a teacher, prepare their answers to questions, and write brief reports.</i></p>		
Voraussetzungen für die Teilnahme:	<p><i>- verbindliche: basic knowledge of geophysical fluids</i></p> <p><i>- empfohlene: basic programming skills.</i></p>		
Unterrichtssprache:	<p><i>English, Lehrmaterial: Skript auf Grundlage von Folien, zusätzliche Literatur in englischer und deutscher Sprache.</i></p>		
Verwendbarkeit des Moduls	<p><i>Der Kurs wird als Wahlfach angeboten. Er eignet sich für den MSc Meteorologie und Ozeanographie und Integrated Climate System, steht aber auch für fortgeschrittene BSc Studenten und Studenten aus anderen naturwissenschaftlich und mathematisch ausgerichteten Studiengängen offen.</i></p>		
		<i>Präsenz-/</i>	<i>Selbststudium</i>
			<i>Prüfungsvorbereitung</i>

Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	<i>Vorlesungen</i>	<i>15 Std.</i>	<i>30 Std.</i>	
	<i>Übungen</i>	<i>30 Std.</i>	<i>45 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
	<i>Gesamtaufwand</i> <i>5 LP</i>	<i>45 Std.</i>	<i>75 Std.</i>	<i>30 Std.</i>
Art, Voraussetzungen und Sprache der (Teil)-Prüfung(en)	<i>Students are expected to submit a report for each mandatory homework set (5-6 sets). Reports are graded and their average grade is the final grade of the course. Students wishing to improve their grade can take a final exam in the form of lab programming session.</i>			
Studiensemester/ Referenzsemester	<i>Studiensemester: nach Wahl des Studierenden. Referenzsemester: keins</i>			
Häufigkeit des Angebots	<i>Es ist geplant, diesen Kurs regelmäßig im Sommersemester anzubieten.</i>			
Dauer	<i>1 Semester</i>			
Modulverantwortliche(r):	<i>Dr. Sergiy Vasylykevych</i>			
Ggf. Lehrende	<i>Dr. Sergiy Vasylykevych</i>			
Ggf. Medienformen:	<i>-</i>			
Literatur:	<i>Robert Johansson. Numerical Python : Scientific Computing and Data Science Applications with Numpy, SciPy and Matplotlib, 2nd Edition, Apress, Berkeley, CA, 2019;</i> <i>Hakan Alyuruk , R and Python for oceanographers : a practical guide with applications, Elsevier, Amsterdam, 2019.</i> <i>Various online resources</i>			