

Modulhandbuch

Module Manual

Master of Science
„Physics of the Earth and Atmosphere“

Module

Prognostic Modelling.....	2
Atmospheric Dynamics.....	4
Physics of Porous Media.....	6
Statistical Data Analysis in Geosciences.....	8
Climate Dynamics.....	10
Land Surface Processes.....	12
Tectonophysics.....	14
Electrical Imaging.....	16
Inverse Modelling.....	18
General Hydrodynamics.....	20
Geodynamics.....	22
Theoretical Synoptics.....	24
Radar Polarimetry.....	26
Hydrogeophysics.....	28
Free compulsory elective modules.....	30
Research Skills and Expertise.....	32
Research Methods and Project Planning.....	34
Master Thesis.....	36

Abkürzungen/ Abbreviations

WiSe: Wintersemester/ winter term

SoSe: Sommersemester/ summer term

ECTS LP/ CP: ECTS Leistungspunkte/ credit points

SWS: Semesterwochenstunden/ weekly semester hours

h: Stunden/ hours

MSc: Master of Science

PEA: Physics of the Earth and Atmosphere

Prognostic Modelling				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
pea700	180 h	6	1 Semester	jedes/ each WiSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Prof. Dr. Stefan Kollet			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Prof. Dr. Stefan Kollet			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	MSc. PEA		Pflicht/ Compulsory	
Semester	1 / 2			
Lernziel/ Learning target	<p>Überblick über gängige numerische Verfahren und deren Eigenschaften zur Verwendung in geophysikalisch-meteorologischen Fragestellungen, Verständnis der Leistungsfähigkeit, Grenzen und Interpretation der Ergebnisse, Sicherer Umgang mit den Methoden der numerischen Mathematik.</p> <p>Overview of common numerical methods and their characteristics for use in geophysical-meteorological problems, understanding of the performance, limits and interpretation of the results, confident handling of the methods of numerical mathematics.</p>			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	<p>Programmierfähigkeiten, Einhaltung von Programmierstandards, Umgang mit Soft- und Hardware.</p> <p>Programming skills, compliance with programming standards, handling software and hardware.</p>			
Inhalt/ Contents	<p>Grundlagen meteorologischer und geophysikalischer prognostischer Modellierung. Aktuell übliche numerische Verfahren und Parametrisierungen physikalischer Prozesse in geophysikalischen und meteorologischen Prognosemodellen. Numerische Modellierung von Weltraumplasma.</p> <p>Fundamentals of meteorological and geophysical prognostic modelling. Current numerical methods and parameterisations of physical processes in geophysical and meteorological prognostic models. Numerical modelling of space plasmas.</p>			
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none			

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648107000	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(30)	2	120	4
Sprache/ Language	English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648207000	Projektarbeit/ Project work		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	<p>Literatur/ Literature:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haltiner, J. and R. T. Williams, 1980: Numerical Prediction and Dynamic Meteorology • Fletcher, C. A. J., 1991: Computational Techniques for Fluid Dynamics. Springer-Verlag, 2nd Edition 				

Atmospheric Dynamics				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
pea710	180 h	6	1 Semester	jedes/ each WiSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Jun.-Prof. Dr. Leonie Esters			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	N.N.			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	MSc. PEA (Meteorology)		Pflicht/ Compulsory	
	MSc. PEA (Geophysics)		Wahlpflicht/ Compulsory elective	
			Semester	
			1 / 2	
			1 / 2	
Lernziel/ Learning target	<p>Beschreibung des hydrodynamischen Gleichungssystems in beliebigen Koordinatensystemen, Verständnis barotroper Vorgänge, Verständnis der Wirkungsweise barokliner Antriebe.</p> <p>Description of the hydrodynamic equation system in any coordinate system, understanding of barotropic processes, understanding of the mode of action of baroclinic drives.</p>			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	<p>Mathematisch-physikalische Darstellung der hydrodynamischen Gleichungen, Anwendung auf unterschiedliche atmosphärische Situationen, Verständnis der Wirkungsweise barokliner Antriebsterme.</p> <p>Mathematical-physical representation of the hydrodynamic equations, application to different atmospheric situations, understanding of the mode of action of baroclinic drive terms</p>			
Inhalt/ Contents	<p>Das barotrope Modell, Untersuchungen zur dynamischen Stabilität, ko- und kontravariante Darstellungen der Bewegungsgleichungen in unterschiedlichen Koordinatensystemen, quasigeostrophische Theorie, barokline Instabilität.</p> <p>The barotropic model, studies on dynamic stability, co- and contravariant representations of the equations of motion in different coordinate systems, quasigeostrophic theory, baroclinic instability.</p>			
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none			

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648107100	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(30)	2	120	4
Sprache/ Language	English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648207100	Mündliche Prüfung/ Oral examination		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
keine/ none	keine/ none				
Sonstiges/ Further information	<p>Literatur/ Literature:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zdankowski, W., and A. Bott, 2003: Dynamics of the Atmosphere. A Course in Theoretical Meteorology. Cambridge University Press, Cambridge, New York, 738 pp. • J.Pedlosky, Geophysical Fluid Dynamics 				

Physics of Porous Media					
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency	
pea720	180 h	6	1 Semester	jedes/ each WiSe	
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Prof. Dr. Andreas Kemna				
Lehrinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik				
Dozenten/ Lecturers	Prof. Dr. Andreas Kemna				
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode		Semester
	MSc. PEA (Geophysics)		Pflicht/ Compulsory		1 / 2
	MSc. PEA (Meteorology)		Wahlpflicht/ Compulsory elective		1 / 2
	MSc. Geologie		Wahlpflicht/ Compulsory elective		1 / 2 / 3
	MSc. Geochemie/ Petrologie		Wahlpflicht/ Compulsory elective		1 / 2 / 3
Lernziel/ Learning target	<p>Kenntnis der theoretischen Grundlagen der physikalischen Struktur- und Prozessbeschreibung für poröse Medien, Überblick über die Nutzung physikalischer Gesteinseigenschaften zur Charakterisierung hydrogeologischer Strukturen und Prozesse.</p> <p>Knowledge of the theoretical principles of physical structure and process description for porous media, overview of the use of physical rock properties to characterize hydrogeological structures and processes.</p>				
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	<p>Verständnis der makroskopischen hydraulischen und elektrischen Eigenschaften von Gesteinen und ihres Zusammenhangs mit Textur, Mineralogie und Porenfluideigenschaften.</p> <p>Understanding of the macroscopic hydraulic and electrical properties of rocks and their relationship with texture, mineralogy and pore fluid properties.</p>				
Inhalt/ Contents	<p>Physikalische Größen zur Beschreibung der Textur poröser Medien (Porosität, innere Oberfläche, Poren-/Korngrößenverteilung), hydrodynamische Porenraummodelle und Zusammenhang mit Darcy-Gesetz, Kapillarität in porösen Medien, Wasserretentionskurve und ungesättigte hydraulische Leitfähigkeit, elektrische Doppelschicht an geladenen Mineraloberflächen, Gouy-Chapman-Theorie, elektrische Leitungs- und Polarisationsmechanismen in Gesteinen, elektrische Relaxationsmodelle (Debye, Cole-Cole) im Zeit- und Frequenzbereich, gekoppelte Transportprozesse, Strömungspotential und elektrokinetischer Kopplungskoeffizient, Anwendungen zur hydrogeologischen Charakterisierung.</p>				

	Physical quantities to describe the texture of porous media (porosity, inner surface, pore/grain size distribution), hydrodynamic pore space models and connection with Darcy's law, capillarity in porous media, water retention curve and unsaturated hydraulic conductivity, electrical double layer on charged mineral surfaces, Gouy-Chapman theory, electrical conduction and polarization mechanisms in rocks, electrical relaxation models (Debye, Cole-Cole) in the time and Frequency domain, coupled transport processes, streaming potential and electrokinetic coupling coefficient, applications to hydrogeological characterization.
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648107200	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(30)	2	120	4
Sprache/ Language	English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648207200	Klausur/ Written examination		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: <ul style="list-style-type: none"> Guéguen, Y., und Palciauskas, V., Introduction to the Physics of Rocks, Princeton Univ. Press, 1994. Roth, K., Soil Physics, Lecture Notes, Universität Heidelberg, 2012. Schön, J.H., Physical Properties of Rocks – A Workbook, Handbook of Petroleum Exploration and Production, 8, Elsevier, 2011. 				

Statistical Data Analysis in Geosciences				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
pea731	180 h	6	1 Semester	jedes/ each WiSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	PD Dr. Petra Friederichs			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	PD Dr. Petra Friederichs			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	MSc. PEA		Wahlpflicht/ Compulsory elective	
			Semester	
			1 / 2	
Lernziel/ Learning target	Einführung der multivariaten Statistics, der Geostatistik und Zeitreihenanalyse zur statistischen Datenanalyse in den Geowissenschaften. Introduction of multivariate statistics, geostatistics and time series analysis for statistical data analysis in the geosciences.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Fähigkeit zur Anwendung statistischer Methoden zur Erlangung belastbarer Erkenntnisse aus der Analyse von Beobachtungen und Modellsimulation in den Geowissenschaften. Ability to apply statistical methods to obtain reliable findings from the analysis of observations and model simulation in the geosciences.			
Inhalt/ Contents	Multivariate Normalverteilung, prinzipale Komponentenanalyse, Informationskomprimierung, Hypothesentests, stochastische Prozesse in Raum und Zeit, inverse Modellierung, Spektralanalyse, Geostatistik und Zeitreihenanalyse. Multivariate normal distribution, principal component analysis, information compression, hypothesis testing, stochastic processes in space and time, inverse modeling, spectral analysis, geostatistics and time series analysis.			
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	mug450 (oder analog) aus dem Bachelorstudiengang „Meteorologie und Geophysik“ empfohlen/ mug450 (or equivalent) from the Bachelor's degree program "Meteorology and Geophysics" recommended			

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648107310	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(30)	2	120	4
Sprache/ Language	English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648207310	Mündliche Prüfung/ Oral examination		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information					

Climate Dynamics				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
pea732	180 h	6	1 Semester	jedes/ each WiSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Prof. Dr. Leonie Esters			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Prof. Dr. Leonie Esters			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	MSc. PEA		Wahlpflicht/ Compulsory elective	
			Semester	
			1 / 2	
Lernziel/ Learning target	<p>Physikalisches Verständnis wichtiger Klimaprozesse. Physical understanding of important climate processes.</p>			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	<p>Überblick über klassische und moderne Verfahren in der Klimamodellierung, Teamfähigkeit, Präsentationsfähigkeit. Overview of classical and modern methods in climate modeling, ability to work in a team, presentation skills.</p>			
Inhalt/ Contents	<p>Physikalisch-chemische Prinzipien der Klimamodellierung, Erhaltungsgleichungen und Kreisläufe, Hierarchie der Klimamodelle, numerische Methoden in der Klimamodellierung, prognostische und diagnostische Energie- und Wasserbilanzbetrachtungen. Physical and chemical principles of climate modeling, conservation equations and cycles, hierarchy of climate models, numerical methods in climate modeling, prognostic and diagnostic energy and water balance considerations.</p>			
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none			

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648107320	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(30)	2	120	4
Sprache/ Language	English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648207320	Mündliche Prüfung/ Oral examination		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	<p>Literatur/ Literature:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trenberth, K. (Ed.): Climate System Modeling, Cambridge University Press, 2. Aufl. (1995) • Monin, A.S.: An Introduction to the Theory of Climate. D. Reidel Publishing Company • Morrison, D.F., Multivariate Statistical Methods, McGraw Hill Series in Probability and Statistics • Anderson, T.W., An Introduction to Multivariate Statistical Analysis, 2nd Edition, J. Wiley & Sons • Ausgearbeitetes Skript 				

Land Surface Processes				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
pea733	180 h	6	1 Semester	jedes zweite/ every second WiSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Prof. Dr. Stefan Kollet			
Lehrereinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Prof. Dr. Stefan Kollet			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	MSc. PEA		Wahlpflicht/ Compulsory elective	
Semester	1 / 2			
Lernziel/ Learning target	<p>Vertiefte Kenntnisse über Wechselwirkungen von Kontinentalflächen mit der Atmosphäre über den Austausch von Impuls, Energie und Stoffen einschließlich der inhärenten Skalenproblematik.</p> <p>In-depth knowledge of the interaction of continental surfaces with the atmosphere via the exchange of momentum, energy and substances, including the inherent problems of scale.</p>			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	<p>Die Studenten sind in der Lage sogenannte SVAT (Soil-Vegetation-Atmosphäre-Transfer)-Modelle in ihren physikalischen Grundlagen zu verstehen, sie zu bedienen und ihre Ausgaben zu interpretieren.</p> <p>Students are able to understand the physical principles of SVAT (Soil-Vegetation-Atmosphäre-Transfer) models, to operate them and to interpret their outputs.</p>			
Inhalt/ Contents	<p>Theorie und Modellierung von Austauschprozessen zwischen Boden, Landoberfläche und Atmosphäre mit Bezug auf den terrestrischen Wasser und Energiekreislauf.</p> <p>Theory and modeling of exchange processes between soil, land surface and atmosphere with reference to the terrestrial water and energy cycle.</p>			
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none			

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648107330	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(30)	2	120	4
Sprache/ Language	English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648207330	Hausarbeit/ Term paper		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
keine/ none	keine/ none				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: <ul style="list-style-type: none"> Spezialliteratur aus einschlägigen wissenschaftlichen Zeitschriften 				

Tectonophysics					
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency	
pea734	180 h	6	1 Semester	jedes/ each WiSe	
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Dr. Anna Zoporowski				
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik				
Dozenten/ Lecturers	Dr. Anna Zoporowski				
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode		Semester
	MSc. PEA		Wahlpflicht/ Compulsory elective		1 / 2
	MSc. Geologie		Wahlpflicht/ Compulsory elective		1 / 2 / 3
	MSc. Geochemie/ Petrologie		Wahlpflicht/ Compulsory elective		1 / 2 / 3
Lernziel/ Learning target	<p>Verständnis der Physik der festen Erde, der mechanischen und dynamischen Eigenschaften der Lithosphäre und der entsprechenden Theorien, Prozesse und Modelle.</p> <p>Understanding of the physics of the solid earth, the mechanical and dynamic properties of the lithosphere and the corresponding theories, processes and models.</p>				
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	<p>Verständnis lithosphärischer Eigenschaften und Prozesse, physikalische Beschreibung der Phänomene und ihrer Zusammenhänge.</p> <p>Understanding of lithospheric properties and processes, physical description of the phenomena and their interrelationships.</p>				
Inhalt/ Contents	<p>Mechanische Struktur und Kinematik und Verformung der ozeanischen und kontinentalen Lithosphäre, Rheologie, Elastizität, Plastische Verformung, Bruchmechanik, Reibung, Mechanik und Thermodynamik von Störungszonen, Seismotektonik, Subduktionszonen, Struktur, thermischer Zustand der Kruste und des oberen Mantels, Wechselwirkungen zwischen Lithosphäre und Asthenosphäre, Erdbebenphysik, Seismologie, vulkanische Prozesse.</p> <p>Mechanical structure and kinematics and deformation of the oceanic and continental lithosphere, rheology, elasticity, plastic deformation, fracture mechanics, friction, mechanics and thermodynamics of fault zones, seismotectonics, subduction zones, structure, thermal state of the crust and upper mantle, interactions between lithosphere and asthenosphere, earthquake physics, seismology, volcanic processes.</p>				
Teilnahmevoraussetz	keine/ none				

ung/ Prerequisites	
--------------------	--

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648107340	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(30)	1	60	2
	Seminar/ Seminar	(30)	1	60	2
Sprache/ Language	English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648207340	Projektarbeit/ Project work		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
keine/ none	keine/ none				
Sonstiges/ Further information	<p>Literatur/ Literature:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fowler, C.M.R., The Solid Earth, Second Edition , Cambridge Univ. Press, 2005 • Turcotte, D.L., Schubert, G., Geodynamics, Third Edition Cambridge Univ. Press, 2014. • Shearer, P.M., Introduction to Seismology, Second Edition, Cambridge University Press, 2009 				

Electrical Imaging				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
pea735	180 h	6	1 Semester	jedes/ each WiSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Prof. Dr. Andreas Kemna			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Prof. Dr. Andreas Kemna			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	MSc. PEA		Wahlpflicht/Compulsory elective	
Semester	1 / 2			
Lernziel/ Learning target	Kenntnis theoretischer Grundlagen bildgebender Geoelektrik-Verfahren. Knowledge of the theoretical principles of geoelectric imaging methods.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Verständnis der Sensitivitäts- und Auflösungseigenschaften geoelektrischer bildgebender Verfahren. Understanding the sensitivity and resolution characteristics of geoelectric imaging techniques.			
Inhalt/ Contents	<p>Geoelektrisches Vorwärtsproblem in 2D, 2.5D und 3D, Wellenzahltransformation, Grundlagen der Finite-Elemente-Modellierung, Singularity Removal, Begriff der Sensitivität, Sensitivitätsberechnung, Reziprozitätsprinzip, Theorem von Geselowitz, nichtlineares Inversionsproblem, Regularisierung, Glättungsmatrix, Elektrische Widerstandstomographie (ERT), Elektrische Impedanztomographie (EIT), Cauchy-Riemann-Bedingungen, Daten- und Modellfehler, Bewertung von elektrischen Tomogrammen, spektrale Elektrische Impedanztomographie (sEIT), Berücksichtigung von Anisotropie, Inversion der Stromquellen von Eigenpotentialfeldern, Anwendungsbeispiele.</p> <p>Geoelectric forward problem in 2D, 2.5D and 3D, wavenumber transformation, basics of finite element modelling, singularity removal, concept of sensitivity, sensitivity calculation, reciprocity principle, Geselowitz' theorem, nonlinear inversion problem, regularization, smoothing matrix, electrical resistance tomography (ERT), Electrical impedance tomography (EIT), Cauchy-Riemann conditions, data and model errors, evaluation of electrical tomograms, spectral electrical impedance tomography (sEIT), consideration of anisotropy, inversion of current sources of self-potential fields, application examples.</p>			

Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none
--	-------------

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648107350	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(30)	2	120	4
Sprache/ Language	English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648207350	Mündliche Prüfung/ Oral examination		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	<p>Literatur/ Literature:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aster, R.C., Borchers, B., und Thurber, C.H., Parameter Estimation and Inverse Problems, Elsevier, 2005. Holder, D.S., Electrical Impedance Tomography – Methods, History and Applications, CRC Press, 2004. Rubin, Y., und Hubbard, S.S. (Hrsg.), Hydrogeophysics, Springer, 2005. 				

Inverse Modelling				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
pea800	180 h	6	1 Semester	jedes/ each SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Dr. Maximilian Weigand			
Lehrinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Dr. Maximilian Weigand			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	MSc. PEA		Pflicht/ Compulsory	
Semester	1 / 2			
Lernziel/ Learning target	<p>Verständnis von Inversionsverfahren bei der Ermittlung von Modellparameterwerten aus Messdaten und deren Anwendung in Geophysik und Meteorologie zur Erkundung des Untergrundes bzw. der Atmosphäre.</p> <p>Understanding of inversion methods in the determination of model parameter values from measurement data and their application in geophysics and meteorology for the exploration of the subsurface and the atmosphere.</p>			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	<p>Mathematische Grundlagen der inversen Modellierung linearer und nichtlinearer Probleme in deterministischer und stochastischer Formulierung.</p> <p>Mathematical foundations of inverse modeling of linear and nonlinear problems in deterministic and stochastic formulation.</p>			
Inhalt/ Contents	<p>Grundlagen inverser Probleme in Geophysik und Meteorologie, deterministische Ansätze zur Lösung linearer Inversionsprobleme, Methode der kleinsten Fehlerquadrate, unterbestimmte Inversionsprobleme, Dämpfung und Regularisierung von Inversionsproblemen, generalisierte Inverse, Singulärwertzerlegung, nichtlineare Inversionsprobleme, Gauß-Newton-Verfahren, Marquardt-Levenberg-Verfahren, stochastische Ansätze zur Lösung von Inversionsproblemen, Regression und Bayes-Theorem, Datenassimilation, Kalman-Filter, adjungierte und Tangenten-lineare Modelle, Anwendungen (geoelektrische Bildgebung, Fernerkundung atmosphärischer Temperatur und Feuchte).</p>			

	Fundamentals of inverse problems in geophysics and meteorology, deterministic approaches for solving linear inversion problems, method of least squares, underdetermined inversion problems, attenuation and regularization of inversion problems, generalized inverse, singular value decomposition, non-linear inversion problems, Gauss-Newton method, Marquardt-Levenberg method, stochastic approaches for solving inversion problems, regression and Bayes' theorem, data assimilation, Kalman filter, adjoint and tangent linear models, applications (geoelectric imaging, remote sensing of atmospheric temperature and humidity).
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648108000	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(30)	2	120	4
Sprache/ Language	English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648208000	Klausur/ Written examination		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: <ul style="list-style-type: none"> Aster, R.C., Borchers, B., und Thurber, C.H., Parameter estimation and inverse problems, Elsevier, 2005. Rodgers, C.D., Inverse methods for atmospheric sounding: Theory and practice. World Scientific, 2000. Kalnay, E., Atmospheric modeling, data assimilation and predictability, Cambridge Univ. Press, 2003. 				

General Hydrodynamics				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
pea810	180 h	6	1 Semester	jedes/ each SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Jun.-Prof. Dr. Leonie Esters			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	N.N.			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	MSc. PEA (Meteorology)		Pflicht/ Compulsory	
	MSc. PEA (Geophysics)		Wahlpflicht/ Compulsory elective	
				Semester
				1 / 2
				1 / 2
Lernziel/ Learning target	<p>Überblick über die Dynamik der Atmosphäre auf unterschiedlichen Skalen, Bedeutung von Erhaltungsgrößen, Systemverständnis für die Dynamik der Atmosphäre.</p> <p>Overview of the dynamics of the atmosphere on different scales, importance of conservation variables, system understanding of the dynamics of the atmosphere.</p>			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	<p>Mathematisch-physikalische Darstellung der hydrodynamischen Gleichungen, Umgang mit numerischen Verfahren der Fluidodynamik, korrekte Interpretation von Simulationsergebnissen, Teamfähigkeit.</p> <p>Mathematical-physical representation of hydrodynamic equations, handling numerical methods of fluid dynamics, correct interpretation of simulation results, ability to work in a team.</p>			
Inhalt/ Contents	<p>Hierarchie der Bewegungsgleichungen der atmosphärischen Dynamik, Erhaltungsgrößen, Skalen und Störungstheorie, Hierarchie der linearen Wellenprozesse in der Atmosphäre, barokline und barotrope Instabilitäten von Rossbywellen. Lineare Rossbywellendynamik, Umgang mit einem einfachen globalen, atmosphärischen Zirkulationsmodell (PUMA), Galerkinverfahren für lineare hydrodyn. Gleichungssysteme auf der Kugel.</p> <p>Hierarchy of the equations of motion of atmospheric dynamics, conservation variables, scales and perturbation theory, hierarchy of linear wave processes in the atmosphere, baroclinic and barotropic instabilities of Rossby waves. Linear Rossby wave dynamics, handling of a simple global atmospheric circulation model (PUMA), Galerkin method for linear hydrodynamic equation systems on the sphere.</p>			
Teilnahmevoraussetz	keine/ none			

ung/ Prerequisites	
--------------------	--

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648108100	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(30)	2	120	4
Sprache/ Language	English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648208100	Klausur/ Written examination		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
keine/ none	keine/ none				
Sonstiges/ Further information	<p>Literatur/ Literature:</p> <ul style="list-style-type: none"> • J. Pedlosky, Geophysical Fluid Dynamics • Zdunkowski, Bott (2004): Thermodynamics of the Atmosphere: A Course in Theoretical Meteorology • G.J. Haltiner & R.T. Williams, Numerical Prediction and Dynamic Meteorology • Ausgearbeitetes Skript 				

Geodynamics				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
pea820	180 h	6	1 Semester	jedes/ each SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Dr. Anna Zoporowski			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Dr. Anna Zoporowski			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	MSc. PEA (Geophysics)		Pflicht/ Compulsory	
	MSc. PEA (Meteorology)		Wahlpflicht/ Compulsory elective	
	MSc. Geologie		Wahlpflicht/ Compulsory elective	
	MSc. Geochemie/ Petrologie		Wahlpflicht/ Compulsory elective	
Lernziel/ Learning target	<p>Verständnis der physikalischen Grundlagen, die den dynamischen Prozessen der Erde zugrunde liegen, sowie entsprechender Modelle.</p> <p>Understanding of the physical principles underlying the dynamic processes of the earth and the corresponding models.</p>			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	<p>Selbstständiges Bearbeiten geodynamischer Probleme, wissenschaftliche Analysefähigkeit.</p> <p>Independent handling of geodynamic problems, scientific analysis skills.</p>			
Inhalt/ Contents	<p>Wärmetransport, Wärmeflüsse, Geothermen, Mantelkonvektion, Mantle Plumes, Phasenübergänge, Struktur, Zusammensetzung und thermischer Zustand der Lithosphäre und des Mantels und deren Entwicklung in verschiedenen Zeitskalen, Fluidmechanik, Magnetohydrodynamik, Elastizität, Biegung, Subduktion.</p> <p>Heat transport, heat flows, geotherms, mantle convection, mantle plumes, phase transitions, structure, composition and thermal state of the lithosphere and the mantle and their evolution in different time scales, fluid mechanics, magnetohydrodynamics, elasticity, bending, subduction.</p>			
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none			

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648108200	Vorlesung/ Lecture	(30)	1	30	1
	Übung/ Exercise	(30)	2	120	4
	Seminar/ Seminar	(30)	1	30	1
Sprache/ Language	English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648208201	Klausur/ Written examination		benotet/ graded		4
648208202	Seminarvortrag/ Seminar talk		benotet/ graded		2
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
keine/ none	keine/ none				
Sonstiges/ Further information	<p>Literatur/ Literature:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Turcotte, D.L., Schubert, G., Geodynamics, Cambridge Univ. Press, 3. Auflage, 2014. • Davies, G.F., Dynamic Earth, Plates, Plumes and Mantle Convection. Cambridge, Univ. Press, 2005. • Schubert, G., Turcotte, D.L., Olson, P., Mantle Convection in the Earth and Planets, Cambridge Univ. Press, 2004. • Batchelor, G.K., Moffatt, H.K., Worster, M.G. (eds.), Perspectives in Fluid Dynamics, Cambridge Univ. Press, 2003. 				

Theoretical Synoptics				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
pea831	180 h	6	1 Semester	jedes/ each SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Jun.-Prof. Dr. Leonie Esters			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	N.N.			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	MSc. PEA		Wahlpflicht/Compulsory elective	
Semester	1 / 2			
Lernziel/ Learning target	<p>Beschreibung atmosphärischer Stabilitätszustände, Verständnis der Wirkungsweise barokliner Antriebe, Verständnis zyklonischer Prozesse und Antriebe, barokline Quercirkulation an Fronten und Frontalzonen.</p> <p>Description of atmospheric stability states, understanding of the mode of action of baroclinic forces, understanding of cyclogenetic processes and forces, baroclinic cross-circulation at fronts and frontal zones.</p>			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	<p>Mathematisch-physikalische Darstellung der hydrodynamischen Gleichungen, Anwendung auf unterschiedliche atmosphärische Situationen, Verständnis der Wirkungsweise barokliner Antriebsterme auf unterschiedlichen Skalen.</p> <p>Mathematical-physical representation of the hydrodynamic equations, application to different atmospheric situations, understanding of the mode of action of baroclinic propulsion terms on different scales.</p>			
Inhalt/ Contents	<p>Stabilitätsuntersuchungen in der Atmosphäre, Partikelinstabilität, Welleninstabilität, das quasigeostrophische Modell, das semigeostrophische Modell, Q-Vektoranalyse, isentrope potentielle Vorticity (PV), barokline Instabilität aus der PV-Perspektive, Zwei-Schichtenmodell, Zyklonogenese aus der PV-Perspektive, Fronten und Frontalzonen aus der PV-Perspektive, Sawyer-Eliassen Zirkulation.</p> <p>Stability studies in the atmosphere, particle instability, wave instability, the quasigeostrophic model, the semigeostrophic model, Q-vector analysis, isentropic potential vorticity (PV), baroclinic instability from the PV perspective, two-layer model, cyclogenesis from the PV perspective, fronts and frontal zones from the PV perspective, Sawyer-Eliassen circulation.</p>			

Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	mug410 (oder analog) aus dem Bachelorstudiengang „Meteorologie und Geophysik“ empfohlen/ mug410 (or equivalent) from the Bachelor's degree program "Meteorology and Geophysics" recommended
--	--

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648108310	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(30)	2	120	4
Sprache/ Language	English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648208310	Klausur/ Written examination		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: <ul style="list-style-type: none"> Bott, A., 2016: Synoptische Meteorologie: Methoden der Wetteranalyse und -prognose. Zweite Auflage. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 534 pp. DOI: 10.1007/978-3-662-48195-0. 				

Radar Polarimetry				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
pea832	180 h	6	1 Semester	jedes/ each SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	PD Dr. Silke Trömel			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	PD Dr. Silke Trömel			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	MSc. PEA		Wahlpflicht/ Compulsory elective	
			Semester	
			1 / 2	
Lernziel/ Learning target	<p>Verständnis der Funktionsweise polarimetrischer Wetterradare und Informationsgehalt polarimetrischer Radarvariablen.</p> <p>Understanding the functioning of polarimetric weather radars and the information content of polarimetric radar variables.</p>			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	<p>Überblick über den Mehrgewinn polarimetrischer gegenüber konventioneller Wetterradare und deren Anwendung in der Meteorologie.</p> <p>Overview of the added value of polarimetric compared to conventional weather radars and their application in meteorology.</p>			
Inhalt/ Contents	<p>Prozessierungstechniken und Analysen polarimetrischer Radarmessungen inklusive Kalibration, Dämpfungskorrektur, mikrophysikalische Retrieval, Niederschlagsprozess-Signaturen und die Verwendung von Radarmessungen für die Evaluation numerischer Modelle.</p> <p>Processing techniques and analysis of polarimetric radar measurements including calibration, attenuation correction, microphysical retrieval, precipitation process signatures and the use of radar measurements for the evaluation of numerical models.</p>			
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	keine/ none			

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648108320	Vorlesung/ Lecture	(30)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(30)	2	120	4
Sprache/ Language	English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648208320	Hausarbeit/ Term paper		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs-/Hausaufgaben/ Successful performance of the exercises/homework				
Sonstiges/ Further information					

Hydrogeophysics				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
pea833	180 h	6	1 Semester	jedes/ each SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Prof. Dr. Andreas Kemna			
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Kemna			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	MSc. PEA		Wahlpflicht/ Compulsory elective	
	MSc. Geologie		Wahlpflicht/ Compulsory elective	
	MSc. Geochemie/ Petrologie		Wahlpflicht/ Compulsory elective	
				Semester
				1 / 2
				1 / 2 / 3
				1 / 2 / 3
Lernziel/ Learning target	<p>Kenntnisse in der Anwendung geophysikalischer Messverfahren zur Charakterisierung hydrogeologischer Strukturen und Prozesse, Kenntnis der Funktionsweise ausgewählter geophysikalischer Messgeräte, Kenntnisse in der Auswertung und Interpretation geophysikalischer Daten.</p> <p>Knowledge of the application of geophysical measurement methods to characterize hydrogeological structures and processes, knowledge of the functioning of selected geophysical measuring instruments, knowledge of the evaluation and interpretation of geophysical data.</p>			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	<p>Verständnis der Auswahl von Messmethoden und -strategien für hydrogeophysikalische Untersuchungen, Erfahrung in geophysikalischer Geländearbeit, Teamfähigkeit, Präsentationsfähigkeit.</p> <p>Understanding of the selection of measurement methods and strategies for hydrogeophysical investigations, experience in geophysical field work, ability to work in a team, presentation skills.</p>			
Inhalt/ Contents	<p>Fließ- und Transportprozesse im oberflächennahen Untergrund, ausgewählte hydrogeologische Fragestellungen, tomographische hydrogeophysikalische Messverfahren, Funktionsweise ausgewählter geophysikalischer Messgeräte, Aspekte des Messdesigns, Durchführung geophysikalischer Messungen im Gelände, Datenqualitätskontrolle, Datenbearbeitung und -auswertung, Diskussion und Interpretation der Ergebnisse.</p>			

	Flow and transport processes in the near-surface subsurface, selected hydrogeological issues, tomographic hydrogeophysical measurement methods, functionality of selected geophysical measurement devices, aspects of measurement design, carrying out geophysical measurements in the field, data quality control, data processing and evaluation, discussion and interpretation of the results.
Teilnahmevoraussetzung/ Prerequisites	pea720 empfohlen/ pea720 recommended

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648108330	Vorlesung/ Lecture	(15)	2	60	2
	Übung/ Exercise	(15)	1	60	2
	Geländeübung/ Field exercise	(15)	1	60	2
Sprache/ Language	English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648208330	Projektarbeit/ Project work		benotet/ graded		6
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
keine/ none	keine/ none				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: <ul style="list-style-type: none"> • Everett, M.E., Near-Surface Applied Geophysics, Cambridge Univ. Press, 2013. • Kirsch, R. (Hrsg.), Groundwater Geophysics - A Tool for Hydrogeology, 2nd Edition, Springer, 2009. • Rubin, Y., und Hubbard, S.S. (Hrsg.), Hydrogeophysics, Springer, 2005. • Vereecken, H., Binley, A., Cassiani, G., Revil, A., und Titov, K. (Hrsg.), Applied Hydrogeophysics, Springer, 2006. 				

Free compulsory elective modules				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
pea740/ pea840	0-3600 h	0-12	2 Semester	WiSe/ SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Prof. Dr. Andreas Kemna			
Lehreinheit/ Organisation	Andere Lehreinheiten/ Other disciplines			
Dozenten/ Lecturers	Dozenten anderer Lehreinheiten/ Lecturers of other disciplines			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	MSc. PEA		Freie Wahlpflicht/ Free compulsory elective	
Semester	1 / 2			
Lernziel/ Learning target	siehe Modulbeschreibung der anderen Studiengänge/ see module description of the other degree programs			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	siehe Modulbeschreibung der anderen Studiengänge/ see module description of the other degree programs			
Inhalt/ Contents	siehe Modulbeschreibung der anderen Studiengänge/ see module description of the other degree programs			
Teilnahmevoraussetz ung/ Prerequisites	siehe Modulbeschreibung der anderen Studiengänge/ see module description of the other degree programs			

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648107400 648108400	siehe Modulbeschreibung der anderen Studiengänge/ see module description of the other degree programs			360	12
Sprache/ Language	Deutsch, Englisch/ German, English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648207400 648208400	siehe Modulbeschreibung der anderen Studiengänge/ see module description of the other degree programs		benotet/ graded		12
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung				
	siehe Modulbeschreibung der anderen Studiengänge/ see module description of the other degree programs				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: <ul style="list-style-type: none"> siehe Modulbeschreibung der anderen Studiengänge/ see module description of the other degree programs 				

Research Skills and Expertise					
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency	
pea950	450 h	15	1 Semester	WiSe/ SoSe	
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Prof. Dr. Andreas Kemna				
Lehrinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik				
Dozenten/ Lecturers	Dozenten aus Meteorologie und Geophysik/ Lecturers of Meteorology and Geophysics				
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode		Semester
	MSc. PEA		Compulsory		3
Lernziel/ Learning target	Erwerb von Spezialkompetenzen für die meteorologisch-geophysikalische Forschung. Acquisition of special skills for meteorological-geophysical research.				
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Forschungsorientierte Spezialkompetenzen für die Abfassung der Masterarbeit in Meteorologie oder Geophysik. Research-oriented special competences for writing the Master's thesis in meteorology or geophysics.				
Inhalt/ Contents	Aneignung von Spezialkompetenzen für meteorologisch-geophysikalische Forschungen und Fragestellungen wie spezielle Programmierung, Datenbankverfahren, Handhabung von Messapparaturen, Formate zur Datenspeicherung und Dearchivierung, Eigenschaften von Satelliten und Satellitensensoren, Techniken zur Inversen Modellierung und Datenassimilation. Acquisition of special skills for meteorological-geophysical research and questions such as special programming, database procedures, handling of measuring equipment, formats for data storage and data archiving, properties of satellites and satellite sensors, techniques for inverse modeling and data assimilation.				
Teilnahmevoraussetz ung/ Prerequisites	keine/ none				

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648109500	Eigenstudium/ Self-study	(5)		450	15
Sprache/ Language	English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648209500	Präsentation/ Presentation		benotet/ graded		15
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
keine/ none	keine/ none				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: <ul style="list-style-type: none"> • Einzelvergabe zu den speziellen Kompetenzen Individual allocation for the special competencies 				

Research Methods and Project Planning					
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency	
pea960	450 h	15	1 Semester	WiSe/ SoSe	
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Prof. Dr. Andreas Kemna				
Lehreinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik				
Dozenten/ Lecturers	Dozenten aus Meteorologie und Geophysik/ Lecturers of Meteorology and Geophysics				
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode		Semester
	MSc. PEA		Compulsory		3
Lernziel/ Learning target	Wissenschaftliche Recherche bezüglich Literatur und Methoden, Projektplanung und Formulierung der Planung. Scientific research regarding literature and methods, project planning and formulation of the plan.				
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Methodenkompetenzen und Projektplanung für die Abfassung der Masterarbeit in Meteorologie oder Geophysik. Methodological skills and project planning for writing the Master's thesis in meteorology or geophysics.				
Inhalt/ Contents	<p>Projektplanung: Ermittlung des Stands der Forschung, Beschreibung der Ziele der Arbeit, Erstellung eines Arbeitsplans.</p> <p>Methoden: Verfahren zur Projektplanung, Strukturiertes Arbeiten; Zusammenstellung relevanter Rechner-Programme und/oder Daten für spezielle wissenschaftliche Arbeiten.</p> <p>Project planning: Determining the state of the research, describing the objectives of the work, creating a work plan.</p> <p>Methods: Project planning procedures, structured work; compilation of relevant computer programs and/or data for specific scientific work.</p>				
Teilnahmevoraussetz ung/ Prerequisites	keine/ none				

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
648109600	Eigenstudium/ Self-study	(5)		450	15
Sprache/ Language	English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
648209600	Präsentation/ Presentation		benotet/ graded		15
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
ja/ yes	Erstellen eines Projektplans/ Preparation of a project plan				
Sonstiges/ Further information	Literatur/ Literature: <ul style="list-style-type: none"> • Einzelvergabe für die speziellen Methoden und Projekte Individual allocation for special methods and projects 				

Master Thesis				
Modul-/ Module code	Workload	ECTS LP/ CP	Dauer/ Duration	Turnus/ Frequency
pea970	900 h	30	1 Semester	WiSe/ SoSe
Modulbeauftragter/ Person in Charge	Prof. Dr. Andreas Kemna			
Lehrinheit/ Organisation	Meteorologie und Geophysik			
Dozenten/ Lecturers	Dozenten aus Meteorologie und Geophysik/ Lecturers of Meteorology and Geophysics			
Verwendbarkeit des Moduls/ Usability	Studiengang/ Program		Modus/ Mode	
	MSc. PEA		Compulsory	
			Semester	
			4	
Lernziel/ Learning target	Durchführung und Abschluss eines wissenschaftlichen Projektes, Präsentation der Ergebnisse. Implementation and completion of a scientific project, presentation of the results.			
Schlüsselkompetenz/ Key expertise	Erstellung einer Forschungsarbeit zu einem speziellen meteorologischen oder geophysikalischen Thema. Preparation of a research paper on a specific meteorological or geophysical topic.			
Inhalt/ Contents	Die Studierenden sollen ein meteorologisches oder geophysikalisches Forschungsprojekt durchführen und dokumentieren. Die Studierenden sind in der Lage, ein Forschungsprojekt unter Anleitung durchzuführen und sowohl schriftlich wie mündlich zu dokumentieren. Das Modul beinhaltet eine Präsentation der eigenen Ergebnisse im Rahmen der Arbeitsgruppe. Students should carry out and document a meteorological or geophysical research project. Students are able to carry out a research project under supervision and document it both orally and in writing. The module includes a presentation of their own results within the working group.			
Teilnahmevoraussetz ung/ Prerequisites	Mindestens 60 LP; Abschluss pea950 und pea960/ Minimum 60 CP; Completion of pea950 and pea960			

Veranstaltungen/ Courses	Lehrform, Thema/ Type, Topic	(Gruppengröße) (group size)	SWS	Workload [h]	ECTS
	Eigenstudium/Self-study	(5)		900	30
Sprache/ Language	English				
Prüfungsnummer/ Examination number	Prüfung(en)/ Examination(s)				
8000	Masterarbeit		benotet/ graded		30
	Abschlusskolloquium		unbenotet/ ungraded		0
Studienleistungen/ Coursework	Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung/ Examination prerequisites				
keine/ none	keine/ none				
Sonstiges/ Further information	<p>Literatur/ Literature:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einzelvergabe zu den speziellen Kompetenzen Individual allocation for the special competencies 				