



Sommersemester 24

# Modulhandbuch

für das Studium

## **Astrophysics and Space Science**

**Master of Science**

gültig in Verbindung mit der Prüfungsordnung MPO v. 07.12.2022

# Übersicht nach Modulgruppen

## 1) Specialization I (30 CP)

### a) Compulsory Modules (24 CP)

All modules must be taken

01-PHY-MA-ExGra: Experimental Gravitation (6 CP).....	4
01-PHY-MA-StAst: Stellar Astrophysics (6 CP).....	6
01-PHY-MA-InGRC: Introduction to General Relativity and Cosmology (9 CP).....	8
01-PHY-MA-SAEM: Science, Astronomy and Exploration Missions (3 CP).....	10

### b) Elective Module (6 CP)

Students have to achieve a total of 6 CP out of the elective modules.

01-ET-MA-GNSS: The Global Navigation Satellite System (3 CP).....	12
01-ET-MA-SAMS(a): Sensors and Measurement Systems (6 CP).....	14
01-PHY-MA-RemS: Remote Sensing (3 CP).....	16
01-ET-MA-SpTe: Space Telescopes (3 CP).....	18
01-ET-MA-RingSp-V: Fascination Space (3 CP).....	20

## 2) Specialization II (30 CP)

### a) Compulsory Modules (6 CP)

The module must be taken

01-PHY-MA-InternThs: Internship for Thesis (6 CP).....	22
--	----

### b) Elective Modules (24 CP)

Students have to achieve a total of 24 CP out of the elective modules.

01-PHY-MA-GR: General Relativity (9 CP).....	24
01-PHY-MA-BH: Black Holes (6 CP).....	26
01-PHY-MA-QTSP: Quantum Technologies for Space (3 CP).....	28
01-ET-MA-GG: Geodesy and Gravity (3 CP).....	30
01-PHY-MA-CeIme: Celestial Mechanics (6 CP).....	32
09-M52-03-01: Philosophy of Cosmology, Space and Space Travel (3 CP).....	34
01-ET-MA-ComSp: Communication Technologies for Space (6 CP).....	36

---

**3) Master Thesis (30 CP)**

01-PHY-MA-ThsMSc-SpaceST-DD: Master Thesis (incl. Colloquium) (30 CP)..... 38

---

**Modul 01-PHY-MA-ExGra: Experimental Gravitation**

Experimental Gravitation

**Modulgruppenzuordnung:**

- Specialization I / Compulsory Modules

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Bachelor, Experimental Physik, Allgemeine Relativitätstheorie

**Lerninhalte:**

Orbitpropagation, orbit disturbances, orbit transfers, modelling of satellites and subsystems, weak equivalence principle, detection of gravitational waves, gravitational redshift, satellite geodesy and -gravimetry, project management, missions: MICROSCOPE, LISA, GRACE/GRACE-Follow ON, Galileo, GP-A, LAGEOS

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Distinction between foundations and consequences of General Relativity
- Overview and principles of modern experimental methods (especially in space) and appropriate mission and orbit design
- Overview over important and best experiments carried out so far

**Workloadberechnung:**

68 h Prüfungsvorbereitung  
 56 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden  
 56 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Englisch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Meike List

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

SoSe 24 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

6 / 180 Stunden

**Modulprüfungen**

**Modulprüfung:** Modulprüfung

**Prüfungstyp:** Modulprüfung

**Prüfungsform:**

Mündliche Prüfung, Einzelprüfung

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Englisch

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Experimental Gravitation	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 4	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtsprache(n):</b> Englisch	
<b>Literatur:</b> C. Will: Theory and Experiments in Gravitational Physics, Cambridge University Press, Cambridge 2018. E. Fischbach and C.L. Talmadge: Search for Non-Newtonian Gravity, Springer, 1999. Y. Chen and A. Cook: Gravitational Experiments in the Laboratory, Cambridge University Press, Cambridge 1993. M. List and C. Lämmerzahl: Das Äquivalenzprinzip – Grundlagen, Tests und neueste Messungen, Springer-Essentials, Springer-Nature 2021.	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Modulprüfung

**Modul 01-PHY-MA-StAst: Stellar Astrophysics**  
 Stellar Astrophysics

<b>Modulgruppenzuordnung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Specialization I / Compulsory Modules</li> </ul>	<b>Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:</b> Bachelorstudium Mathematik/Physik o.ä.
--	--

**Lerninhalte:**  
 Basics of celestial mechanics, heliophysics (origin of the sun, inner structure, development of the sun and other stars, solar wind), molecular clouds, formation of stars of larger mass, stellar clusters, galaxy classification

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**  
 The students get to know the basics of classical (non-relativistic) stellar astrophysics and basic calculation methods.

**Workloadberechnung:**  
 56 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden  
 68 h Prüfungsvorbereitung  
 56 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**  
 nein

<b>Unterrichtsprache(n):</b> Englisch	<b>Modulverantwortliche(r):</b> Dr. Marco Scharringhausen
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Dauer:</b> 1 Semester
<b>Modul gültig seit / Modul gültig bis:</b> SoSe 24 / -	<b>ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:</b> 6 / 180 Stunden

**Modulprüfungen**

<b>Modulprüfung:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungstyp:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Mündliche Prüfung, Einzelprüfung	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Englisch / Deutsch	

**Lehrveranstaltungen des Moduls**

<b>Lehrveranstaltung:</b> Stellar Astrophysics	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein

<b>SWS:</b> 4	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Englisch	
<b>Literatur:</b> An Introduction to Modern Astrophysics Cambridge University Press, 2nd Edition ISBN-10/13 : 1108422160 / 978-1108422161  Principles Of Heliophysics: a textbook on the universal processes behind planetary habitability, <a href="https://arxiv.org/abs/1910.14022">https://arxiv.org/abs/1910.14022</a> .	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Modulprüfung

**Modul 01-PHY-MA-InGRC: Introduction to General Relativity and Cosmology**  
 Introduction to General Relativity and Cosmology

**Modulgruppenzuordnung:**

- Specialization I / Compulsory Modules

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Bachelor, Theoretische Physik

**Lerninhalte:**

- Manifolds, coordinate systems
- metric, Lie derivative
- covariant derivative, parallel transport
- geodesic equation
- covariant wave equation, Maxwell equations
- Einstein's field equation
- Schwarzschild solution
- weak field approximation
- Description of the evolution of the Universe, the observational status of cosmology, and the future of the Universe. In more detail:
  - historical introduction
  - cosmology in the framework of Einstein's General Relativity, Robertson-Walker models
  - Friedmann-Lemaitre equations and their solutions
  - observations (COBE, WMAP, Planck, SN Ia), restriction of the cosmological parameters
  - the early Universe, inflation
  - the late Universe, dark energy
  - cosmology beyond Robertson-Walker models: perturbation theory, Bianchi models

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Students should get a first introduction into the mathematics underlying General Relativity, and learn the equations of motion for point particles and light rays, the electromagnetic field, and the Einstein equations.

Understanding the evolution of the Universe in the framework of General Relativity. Overview of the observations and their implications for the cosmological model

**Workloadberechnung:**

102 h Prüfungsvorbereitung  
 84 h Vor- und Nachbereitung  
 84 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Englisch

**Modulverantwortliche(r):**

PD Dr. Volker Perlick

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

SoSe 24 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

9 / 270 Stunden



## Modulprüfungen

<b>Modulprüfung:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungstyp:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Mündliche Prüfung, Einzelprüfung	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Englisch / Deutsch	

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Introduction to General Relativity and Cosmology	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 6	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Englisch	
<b>Literatur:</b> Ch. W. Misner, K. S. Thorne, and J.A. Wheeler: Gravitation, Freeman and Co., San Francisco 1973 R. Wald: General Relativity, University of Chicago Press, Chicago and London 1984. H. Stephani: Relativity – an Introduction to Special and General Relativity, Cambridge University Press, Cambridge 2004. V. Mukhanov: "Physical foundations of cosmology" Cambridge UP (2005) G. Ellis, R. Maartens, M. MacCallum: "Relativistic Cosmology" Cambridge UP (2012)	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Modulprüfung

**Modul 01-PHY-MA-SAEM: Science, Astronomy and Exploration Missions**  
 Science, Astronomy and Exploration Missions

**Modulgruppenzuordnung:**

- Specialization I / Compulsory Modules

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Bachelorstudium

**Lerninhalte:**

Refresh of orbital dynamics: Coordinate systems, Kepler problem, Lagrange points, perturbation theory for satellite orbits, decomposition of arbitrary gravity fields. Geodesy missions (Champ, GOCE, GRACE, GRACE FO, LAGEOS), mission description. Quantum technologies for space, quantum communication, quantum sensors.

Baseline principles and history of the exploration of the solar system (Voyager, Pioneer, Lunar exploration, Galileo); design and results of modern exploration missions (Dawn, Juno, Chandrayaan, Chang-e).

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

A number of theoretical prerequisites are provided in order to understand basics of satellite missions. A number of missions will be presented, with the mission scenario and the scientific outcome. The students learn about design and development principles of exploration missions of all kind.

**Workloadberechnung:**

28 h Vor- und Nachbereitung  
 34 h Prüfungsvorbereitung  
 28 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Englisch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. rer. nat. Claus Lämmerzahl

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

SoSe 24 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

3 / 90 Stunden

**Modulprüfungen**

**Modulprüfung:** Modulprüfung

**Prüfungstyp:** Modulprüfung

**Prüfungsform:**

Klausur

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Englisch

**Lehrveranstaltungen des Moduls**

<b>Lehrveranstaltung:</b> Science, Astronomy and Exploration Missions	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtsprache(n):</b> Englisch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b>

**Modul 01-ET-MA-GNSS: The Global Navigation Satellite System**

The Global Navigation Satellite System

**Modulgruppenzuordnung:**

- Specialization I / Elective Module

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Newtonian mechanics

**Lerninhalte:**

Understanding of the working principles of global navigation satellite systems (GNSS).

This consists on (i) the physical requirements regarding the main working principles. Here the Earth's gravity field, satellite orbits, clocks, electromagnetic signal propagation in the Earth's atmosphere, and the targeted accuracy are discussed.

In the second step (ii) the theoretical analysis of the whole problem has to be carried through. This includes basic effects on moving clocks (special relativistic time dilation) and clocks in gravitational fields (gravitational redshift) and the calculation of the position from the clock signals. Moreover, theoretical concepts within geodesy regarding reference surfaces and coordinate systems such as WGS84 will be introduced.

In the third part (iii) the technological realization is studied.

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Physical and theoretical principles of positioning, navigation, GNSS satellites, payloads, clocks; Technology requirements of GNSS operation; Scientific use of GNSS

**Workloadberechnung:**

28 h Vor- und Nachbereitung

28 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

34 h Prüfungsvorbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Englisch

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Dennis Philipp

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

SoSe 24 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

3 / 90 Stunden

**Modulprüfungen**

**Modulprüfung:** Modulprüfung

**Prüfungstyp:** Modulprüfung

**Prüfungsform:**

Klausur

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Englisch / Deutsch

**Lehrveranstaltungen des Moduls****Lehrveranstaltung:** The Global Navigation Satellite System**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

2

**Dozent\*in:****Unterrichtssprache(n):**

Englisch

**Literatur:**

Werner Mansfeld: Satellitenortung und Navigation. Grundlagen, Wirkungsweisen und Anwendung globaler Satellitennavigationssysteme. Vieweg, Wiesbaden 2010.

Manfred Bauer: Vermessung und Ortung mit Satelliten. Globale Navigationssysteme (GNSS) und andere satellitengestützte Navigationssysteme. Wichmann, Berlin 2011

B. Hoffmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, and J. Collins: GPS - Theory and Practice, (Springer, Wien and New York, 2001)

N. Ashby "Relativity in the Global Positioning System", Living Reviews in Relativity

P. Teunissen, O. Montenbruck "Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems", Springer

B. Hoffmann-Wellenhof, H. Lichtenegger, E. Wasle "GNSS – Global Navigation Satellite Systems", Springer

ESA "GNSS data processing", [https://gssc.esa.int/navipedia/GNSS\\_Book/ESA\\_GNSS-Book\\_TM-23\\_Vol\\_I.pdf](https://gssc.esa.int/navipedia/GNSS_Book/ESA_GNSS-Book_TM-23_Vol_I.pdf)

**Lehrform(en):**

Vorlesung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Modulprüfung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen****The Global Navigation Satellite System** (Vorlesung)

**Modul 01-ET-MA-SAMS(a): Sensors and Measurement Systems**  
Sensors and Measurement Systems

**Modulgruppenzuordnung:**

- Specialization I / Elective Module

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:**

- Basics of Sensors
- Thermal Sensors
- Sensor Technology
- Force and Pressure Sensors
- Inertial Sensors
- Magnetic Sensors
- Flow Sensors

**References:**

Walter Lang: Sensors and Measurement systems, ISBN-10: 877022028X

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

After this course, students should be able to:

- name and explain important sensors,
- apply characterization parameters for sensors,
- choose sensors for a given application and apply them,u
- understand micromachining technologies for sensors.

**Workloadberechnung:**

56 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

56 h Vor- und Nachbereitung

68 h Prüfungsvorbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Englisch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr.-Ing. Björn Lüssem

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

SoSe 24 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

6 / 180 Stunden

**Modulprüfungen**

**Modulprüfung:** Modulprüfung

**Prüfungstyp:**

**Prüfungsform:**

Klausur

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

- / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Englisch

**Beschreibung:**

Anzahl der Prüfungsleistungen: 1

**Lehrveranstaltungen des Moduls****Lehrveranstaltung:** Sensors and Measurement Systems**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

4

**Dozent\*in:**

Prof. Dr.-Ing. Björn Lüssem

**Unterrichtssprache(n):**

Englisch

**Literatur:**

Walter Lang: Sensors and Measurement systems, ISBN-10: 877022028X

**Lehrform(en):**

Vorlesung

Übung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Modulprüfung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen****Sensors and Measurement Systems** (Vorlesung)

## Modul 01-PHY-MA-RemS: Remote Sensing

### Remote Sensing

**Modulgruppenzuordnung:**

- Specialization I / Elective Module

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

No formal requirements.

**Lerninhalte:**

The course introduces the theoretical background of remote sensing methods (interaction of electromagnetic radiation with matter (spectroscopy), radiative transfer, principles of satellite remote sensing). Mostly passive (thermal emission, backscattered light) but also active (radar used in sea ice) remote sensing techniques and their data analysis (retrievals) are explained. This is illustrated by a large number of examples available and in use in the different research groups in the Institute of Environmental Physics (IUP).

A list of references will be provided in the course.

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Basics of radiative transfer, spectroscopy, retrieval techniques. Overview of remote sensing from satellite, ground and airborne platforms in MW, IR and UV-VIS spectral range. Techniques in atmospheric remote sensing, sea ice remote sensing, ocean color remote sensing

**Workloadberechnung:**

28 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

30 h Prüfungsvorbereitung

32 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Englisch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Astrid Bracher

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

WiSe 20/21 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

3 / 90 Stunden

## Modulprüfungen

**Modulprüfung:** Kombinationsprüfung

**Prüfungstyp:** Kombinationsprüfung

**Prüfungsform:**

Klausur

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / 1 / -

**Prüfungssprache(n):**

Englisch



**Beschreibung:**

Examination performance: written exam (or as announced by the respective lecturer)

Course performance: portfolio (series of exercise sheets or as announced by the respective lecturer)

**Lehrveranstaltungen des Moduls**

<b>Lehrveranstaltung:</b> lecture + example classes Remote Sensing	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtsprache(n):</b> Englisch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung Übung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Kombinationsprüfung
<b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Remote Sensing</b> (Vorlesung)	

**Modul 01-ET-MA-SpTe: Space Telescopes**

Space Telescopes

**Modulgruppenzuordnung:**

- Specialization I / Elective Module

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Basic optics

**Lerninhalte:**

Introduction of completed and planned space telescope missions, payloads and instruments

Possible space telescopes to be discussed are (i) Hubble Space Telescope, (ii) James Webb Space Telescope, (iii) Telescopes searching for Exo-planets such as Kepler or PLATO (iv) X-Ray telescopes such as Chandra, XMMNewton and Athena (v) Gamma-Ray Telescopes such as Fermi and INTEGRAL (vi) CMB observatories such as Planck (vii) LISA for the observation of gravitational waves

The aim is to discuss for each Space Telescope

- the science objectives of the mission,
- the mission scenario and operational aspects,
- the design of the telescope and requirements driving the design,
- the instruments and the underlying technologies.

References:

- Max Born, Emil Wolf: Principles of Optics

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Understand the basic aspects of science cases for several space telescopes
- Learn about mission scenarios for completed, ongoing and planned space telescopes operating in various regions of the electromagnetic spectrum
- Learn about operation principles and technological aspects of space telescope payloads

**Workloadberechnung:**

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Englisch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. rer. nat. Claus Lämmerzahl

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

SoSe 20 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

3 / 90 Stunden

**Modulprüfungen**

**Modulprüfung:** Modulprüfung

**Prüfungstyp:** Modulprüfung

**Prüfungsform:**

Bekanntgabe zu Beginn des Semesters

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Englisch

## Lehrveranstaltungen des Moduls

**Lehrveranstaltung:** Space Telescopes

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein

**SWS:**

2

**Dozent\*in:**

N. N.

**Unterrichtssprache(n):**

Englisch

**Lehrform(en):**

Vorlesung

**Zugeordnete Modulprüfung:**

Modulprüfung

**Modul 01-ET-MA-RingSp-V: Fascination Space**  
Fascination Space

**Modulgruppenzuordnung:**

- Specialization I / Elective Module

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:**

Overview over a number of actual topics in space sciences and fundamental physics

- Global biochemical cycles of elements, important biophysical processes in atmosphere and ocean, carbon-, methane-, nitrogen and water cycle, greenhouse gases
- Quantum technologies in space
- Test of the Equivalence principle
- The Pioneer Anomaly
- Satellite based geodesy
- Clocks in space – fundamental physics and practical applications
- Exoplanets
- Asteroids

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Overview over a number of actual topics in space sciences

**Workloadberechnung:**

30 h Prüfungsvorbereitung

28 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

32 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Englisch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Annette Ladstätter-Weißmayer

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

SoSe 24 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

3 / 90 Stunden

**Modulprüfungen**

**Modulprüfung:** Kombinationsprüfung

**Prüfungstyp:** Modulprüfung

**Prüfungsform:**

Mündliche Prüfung, Einzelprüfung

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

- / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Englisch

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Fascination Space	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtsprache(n):</b> Deutsch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b>
<p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen</b></p> <p><b>Fascination Space</b></p> <p>Die Ringvorlesung "Fascination Space - On the scientific and practical use of astronautics" informiert über spannende wissenschaftliche Fragestellungen im Bereich der Raumfahrt, für das tägliche Leben wichtige und unverzichtbare praktische Anwendungen der Raumfahrt, an die Grenzen gehende technologische Herausforderungen sowie über vergangene, geplante und laufende Raumfahrtmissionen. Lehrende der Universität Bremen und kooperierender Institute sowie Vertreter regionaler Industrieunternehmen bringen den Studierenden und allen interessierten MitarbeiterInnen der Universität Bremen Raumfahrt in Forschung und Anwendung in allgemeinverständlicher Form in Vorlesungen und ausführlichen Diskussionen nahe. ***** This seminar series intends to convey exciting aerospace research questions on a more general level and to allow discussions between experts and audience. Professionals from academia and industry will look into applications from space research, some... (weiter siehe Stud.IP)</p>	

**Modul 01-PHY-MA-InternThs: Internship for Thesis**  
 Internship for Thesis

**Modulgruppenzuordnung:**

- Specialization II / Compulsory Modules

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

54 CPs including all compulsory modules from the 1st and 2nd semester are required for the start of the internship.

**Lerninhalte:**

Together with the student, a sub-topic of the respective discipline is selected, which represents a contribution to current research work. After getting familiar with the literature, the students present a scientific question derived from the topic with a work plan, which is then intensively discussed and agreed upon. The main part is the processing. The work includes as many typical subject-related working techniques as possible. The focus is set according to the students' abilities and depending on the topic. The results are presented in a research report.

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

The students should be able to define a scientific question based on an outlined topic, to define a scientific question, derive hypotheses from it and develop a work plan to confirm or refute these hypotheses or disprove these hypotheses with suitable experiments. Furthermore, they should learn to write a research report in a structured, comprehensible and linguistically appropriate manner.

**Workloadberechnung:**

120 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden  
 30 h Prüfungsvorbereitung  
 30 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Englisch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Annette Ladstätter-Weißmayer

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

SoSe 24 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

6 / 180 Stunden

**Modulprüfungen**

**Modulprüfung:** Modulprüfung

**Prüfungstyp:** Modulprüfung

**Prüfungsform:**

Projektbericht

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Englisch

**Lehrveranstaltungen des Moduls**

<b>Lehrveranstaltung:</b> Internship for Thesis	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 4	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtsprache(n):</b> Englisch	
<b>Lehrform(en):</b> Praktikum	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Modulprüfung

## Modul 01-PHY-MA-GR: General Relativity

### General Relativity

#### Modulgruppenzuordnung:

- Specialization II / Elective Modules

#### Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:

Knowledge of Special Relativity

#### Lerninhalte:

Incompatibility of Newtonian Gravity and Special Relativity, Equivalence Principle, differential geometry and spacetime structure, geodesic equation, Einstein field equation, Newtonian limit, Schwarzschild metric, relativistic effects on particles and light, interior Schwarzschild solution, black holes, gravitational waves

#### Lernergebnisse / Kompetenzen:

Physical understanding of general relativistic theory from its basic concepts to modern applications, competent application of mathematical techniques and equations

#### Workloadberechnung:

56 h Vor- und Nachbereitung

84 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

130 h Prüfungsvorbereitung

#### Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?

nein

#### Unterrichtssprache(n):

Englisch

#### Modulverantwortliche(r):

Dr. Eva Höne

#### Häufigkeit:

Wintersemester, jährlich

#### Dauer:

1 Semester

#### Modul gültig seit / Modul gültig bis:

SoSe 24 / -

#### ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:

9 / 270 Stunden

## Modulprüfungen

**Modulprüfung:** Modulprüfung

**Prüfungstyp:** Modulprüfung

#### Prüfungsform:

Siehe Freitext

#### Die Prüfung ist unbenotet?

nein

#### Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:

1 / - / -

#### Prüfungssprache(n):

Englisch / Deutsch

#### Beschreibung:

written or oral examination

## Lehrveranstaltungen des Moduls

**Lehrveranstaltung:** General Relativity



<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 6	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Englisch	
<b>Literatur:</b> Sean Carroll "Spacetime and Geometry: Introduction to General Relativity" B. Schutz: "A first course in General Relativity" C. Misner, K. Thorne, J. Wheeler: "Gravitation" S. Chandrasekhar "The mathematical theory of black holes"	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Modulprüfung

**Modul 01-PHY-MA-BH: Black Holes**

## Black Holes

**Modulgruppenzuordnung:**

- Specialization II / Elective Modules

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Basic knowledge of the general theory of relativity

**Lerninhalte:**

Introduction of black hole solutions of the Einstein field equation (Schwarzschild, Kerr, etc), spherically symmetric Black Holes, uniqueness theorems, introduction of various coordinate systems (e.g. Eddington-Finkelstein, Kruskal-Szekeres), definition of event horizons, definition of spherical and axial symmetries in space-times, Killing vectors, analytical extension of Black Hole space-times, effects on light rays and particle motion in Black Hole space-times, observation scenarios of Black Holes (e.g. via light effects, stellar orbits, shadows, gravitational waves, accretion disks)

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

Students understand the physical and mathematical properties of Black Holes. They are able to calculate important effects relevant for observations, in particular related to light rays and particle trajectories

**Workloadberechnung:**

56 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

68 h Prüfungsvorbereitung

56 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Englisch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. rer. nat. Claus Lämmerzahl

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

SoSe 24 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

6 / 180 Stunden

**Modulprüfungen****Modulprüfung:** Modulprüfung**Prüfungstyp:** Modulprüfung**Prüfungsform:**

Mündliche Prüfung, Einzelprüfung

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Englisch / Deutsch

**Lehrveranstaltungen des Moduls****Lehrveranstaltung:** Black Holes

<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 4	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Englisch	
<b>Literatur:</b> Ch. W. Misner, K. S. Thorne, and J.A. Wheeler: „Gravitation“ S. Chandrasekhar "The mathematical theory of black holes" I. Novikov and V. Frolov: „Physics of Black Holes - Basic Concepts and New Developments“ O'Neill: "The Geometry of Kerr Black Holes"	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung Übung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Modulprüfung

**Modul 01-PHY-MA-QTSP: Quantum Technologies for Space**  
 Quantum Technologies for Space

**Modulgruppenzuordnung:**

- Specialization II / Elective Modules

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Bachelor, Quantum Mechanics, Atomic Physics

**Lerninhalte:**

Overview of quantum technologies with application in space.

This requires a short repetition of

- the postulates of quantum mechanics
- in particular of the measurement process with its statistical interpretation
- atomic physics, atomic energy level structures, atom light interaction

The technologies include

- laser cooling
- laser sources and technology
- neutral atom traps
- evaporative coolingatom interferometry
- ion traps and atomic clocks
- quantum key distribution

Each of these will be described in some detail. Finally the space condition and operation will be discussed

- exploiting large gravitational potential differences and microgravity
- technical boundaries of quantum experiments on space-based platforms: operations, automization, data management

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

basic understanding of operating principles of quantum sensors, atomic clocks and other quantum technologies, understanding the quantum advantage of these instruments, understanding the specific benefit of space-based operation, as well as of boundary conditions in space-based operation

**Workloadberechnung:**

28 h Vor- und Nachbereitung

34 h Prüfungsvorbereitung

28 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Englisch

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. rer. nat. Sven Herrmann

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

SoSe 24 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

3 / 90 Stunden

## Modulprüfungen

<b>Modulprüfung:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungstyp:</b> Modulprüfung	
<b>Prüfungsform:</b> Klausur	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> 1 / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Englisch	

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Quantum Technologies for Space	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Deutsch	
<b>Weitere Bemerkungen:</b> Lernziele de	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Modulprüfung

**Modul 01-ET-MA-GG: Geodesy and Gravity**

Geodesy and Gravity

**Modulgruppenzuordnung:**

- Specialization II / Elective Modules

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

keine

**Lerninhalte:**

**Classical geodesy**

- Repetition of Newtonian gravitational theory
- Multipole moments of the Earth and the gravitational field of the Earth
- Definition of the geoid on the rotating Earth
- Equation of motion for satellites
- Calculation of satellite orbits
- Description of orbits for satellite formation flight and extraction of the gravitational field

**Relativistic geodesy**

- Elements of relativistic gravity theory
- Post-Newtonian solution for the gravitational field of the Earth
- Definition of the geoid
- Clocks in the gravitational field: clock geodesy
- Relativistic satellite orbits, basic effects

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

The students gain knowledge of notions of nonrelativistic gravity theory, knowledge of basic notions of geodesy, an understanding of methods to measure the gravitational fields, knowledge of basic principles of relativistic gravity and an understanding of clock geodesy.

**Workloadberechnung:**

20 h Prüfungsvorbereitung  
 28 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden  
 42 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Englisch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. rer. nat. Claus Lämmerzahl

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

SoSe 24 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

3 / 90 Stunden

**Modulprüfungen**

**Modulprüfung:** Modulprüfung

**Prüfungstyp:**

<b>Prüfungsform:</b> Bekanntgabe zu Beginn des Semesters	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Englisch	
<b>Beschreibung:</b> Gemäß MPO-Space-ST-02-24, Anzahl Prüfungsleistung: 1	

### Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Geodesy and Gravity	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2	<b>Dozent*in:</b> Prof. Dr. rer. nat. Claus Lämmerzahl
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Englisch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Modulprüfung

**Modul 01-PHY-MA-CelMe: Celestial Mechanics**

Celestial Mechanics

**Modulgruppenzuordnung:**

- Specialization II / Elective Modules

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Bachelorstudium Mathematik/Physik o.ä

**Lerninhalte:**

Basics of celestial mechanics, Keplerian laws, Kepler equation, orbital elements, one-body problem, two-body problem, three-body problem (special cases, libration points), multi-body problems, conservation laws, spaceflight mechanics, estimation of orbital elements

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

The students get to know the basics of classical (non-relativistic) celestial mechanics and some basic calculation methods.

**Workloadberechnung:**

68 h Prüfungsvorbereitung  
 56 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden  
 56 h Vor- und Nachbereitung

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Englisch

**Modulverantwortliche(r):**

Dr. Marco Scharringhausen

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

SoSe 24 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

6 / 180 Stunden

**Modulprüfungen**

**Modulprüfung:** Modulprüfung

**Prüfungstyp:** Modulprüfung

**Prüfungsform:**

Mündliche Prüfung, Einzelprüfung

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

1 / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Englisch / Deutsch

**Lehrveranstaltungen des Moduls**

**Lehrveranstaltung:** Celestial Mechanics

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Gibt es parallele Veranstaltungen?**

nein



<b>SWS:</b> 4	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtsprache(n):</b> Englisch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Modulprüfung

## Modul 09-M52-03-01: Philosophy of Cosmology, Space and Space Travel

### Philosophy of Cosmology, Space and Space Travel

**Modulgruppenzuordnung:**

- Specialization II / Elective Modules

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

None

**Lerninhalte:**

This course covers philosophical questions about cosmology and about the exploration of terra incognita related to space. First, we cover the meaning of exploration for mankind in general (exploration of new territories as well as of laws of the physical world and laws in general). Second, we specialize to questions related to space: What is the idea behind a finite or infinite world? What does the exploration of space mean for the "position" of mankind within the Universe, for the world view of human beings? What would it mean for mankind if the search for extraterrestrial life will be successful? In what sense can cosmology missions "uncover" the dynamics of the universe from the Big Bang to the far future? What concept of time is involved here and what counts as evidence and why?

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Knowledge of basic notions from the philosophy of the natural sciences (natural law, space, time, infinity, ...)
- Basic insights into the aims of scientific inquiry and the generation of scientific knowledge (by means of examples from the history of cosmology)
- Ideas involved in human self-understanding related to "other worlds" or extraterrestrial life
- Basic knowledge of cosmology.

**Workloadberechnung:****Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Englisch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. rer. nat. Claus Lämmerzahl

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

- / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

3 / 90 Stunden

## Modulprüfungen

**Modulprüfung:** Kombinationsprüfung**Prüfungstyp:****Prüfungsform:****Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

- / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Englisch

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Philosophy of Cosmology, Space and Space Travel	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 2	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtsprache(n):</b> Englisch	
<b>Literatur:</b> Will be announced at the beginning of the course.	
<b>Lehrform(en):</b> Seminar	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Kombinationsprüfung

**Modul 01-ET-MA-ComSp: Communication Technologies for Space**  
 Communication Technologies for Space

**Modulgruppenzuordnung:**

- Specialization II / Elective Modules

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

Basics in linear algebra, calculus, differential equations, fourier transformation and physics (basics in electromagnetic waves) are recommended.

**Lerninhalte:**

- Introduction to communications: history of wireless communication and space communication
- Basic concepts and terminology in communications
- Recap of Fourier transformation
- Introduction to system theory (signals, linear time invariant systems, convolution, statistic process, etc.)
- Passband-Baseband transformation and receiver concepts
- Wireless channel basics (linear and non-linear distortions, noise, Nyquist, etc.)
- Analog modulation
- Basics in sampling theory and discrete systems and signals
- Digital modulation
- Introduction to channel coding

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

As outcome, the students should be able to:

- explain basic communications concepts and theoretical foundations;
- apply mathematical tools and concepts relevant in communications;
- explain and apply analog and digital modulation.

**Workloadberechnung:**

56 h Selbstlernstudium  
 68 h Prüfungsvorbereitung  
 56 h SWS / Präsenzzeit / Arbeitsstunden

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtsprache(n):**

Englisch

**Modulverantwortliche(r):**

Dr.-Ing. Carsten Bockelmann

**Häufigkeit:**

Wintersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

SoSe 20 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

6 / 180 Stunden

**Modulprüfungen**

**Modulprüfung:** Modulprüfung

**Prüfungstyp:** Modulprüfung

<b>Prüfungsform:</b> Klausur	<b>Die Prüfung ist unbenotet?</b> nein
<b>Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:</b> - / - / -	
<b>Prüfungssprache(n):</b> Englisch	
<b>Beschreibung:</b> Gemäß MPO-Space-ST-02-24, PL:1	

### Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Communication Technologies for Space	
<b>Häufigkeit:</b> Wintersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b> 4	<b>Dozent*in:</b> Dr.-Ing. Carsten Bockelmann
<b>Unterrichtssprache(n):</b> Englisch	
<b>Lehrform(en):</b> Vorlesung mit Übung	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Modulprüfung

**Modul 01-PHY-MA-ThsMSc-SpaceST-DD: Master Thesis (incl. Colloquium)**  
 Master Thesis (incl. Colloquium)

**Modulgruppenzuordnung:**

- Master Thesis

**Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen:**

78 CPs including all compulsory modules and the internship as well as the amount of elective courses of 18 CPs are required for the registration of the master thesis.

**Lerninhalte:**

The content is related to the respective area of research of the Master's Thesis.

**Lernergebnisse / Kompetenzen:**

- Transfer of a scientific problem/question into an experimental and/or theoretical study
- Successful strategies for the planning and conducting of scientific studies
- Ability for a critical evaluation, assessment and discussion of own scientific results
- Summarize and present scientific results in a Master's Thesis

**Workloadberechnung:**

900 h Selbstlernstudium

**Bestehen Auswahlmöglichkeiten von Lehrveranstaltungen im Modul?**

nein

**Unterrichtssprache(n):**

Englisch

**Modulverantwortliche(r):**

Prof. Dr. Annette Ladstätter-Weißmayer

**Häufigkeit:**

Sommersemester, jährlich

**Dauer:**

1 Semester

**Modul gültig seit / Modul gültig bis:**

SoSe 24 / -

**ECTS-Punkte / Arbeitsaufwand:**

30 / 900 Stunden

**Modulprüfungen**

**Modulprüfung:** Modulprüfung

**Prüfungstyp:** Modulprüfung

**Prüfungsform:**

Masterarbeit

**Die Prüfung ist unbenotet?**

nein

**Anzahl Prüfungsleistungen / Studienleistungen / Prüfungsvorleistungen:**

2 / - / -

**Prüfungssprache(n):**

Englisch

**Beschreibung:**

- Successful assessment of the Master's Thesis (graded)
- Successful colloquium to the Master's Thesis (graded)
- Master's Thesis and colloquium are marked in a common grade; grade master's thesis will be considered with 75% and grade for colloquium with 25%.

## Lehrveranstaltungen des Moduls

<b>Lehrveranstaltung:</b> Master Thesis	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b>	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtsprache(n):</b> Englisch	
<b>Lehrform(en):</b>	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Modulprüfung
<b>Lehrveranstaltung:</b> Colloquium	
<b>Häufigkeit:</b> Sommersemester, jährlich	<b>Gibt es parallele Veranstaltungen?</b> nein
<b>SWS:</b>	<b>Dozent*in:</b>
<b>Unterrichtsprache(n):</b> Englisch	
<b>Lehrform(en):</b>	<b>Zugeordnete Modulprüfung:</b> Modulprüfung