

Beschreibung des Studiengangs

# Solar System Physics (MPO 2023) Master

Datum: 09-06-2023

## Inhaltsverzeichnis

### **Fachliche Vertiefungsphase**

Planetary Bodies	3
Solar System	5
Hands-on Solar System Physics	7
<b>Wahlpflichtbereich Special Courses</b>	9
Computational Fluid Dynamics	9
Space Plasma Physics	10
Planetary Magnetospheres	11
Planetary Magnetism and Dynamo Theory	12
Stellar Astrophysics	13
Extrasolar Planetary Systems	14
Data and Signal Analysis	15
Geophysical Modeling	16
Comets and TNO	18
Asteroids	19
Space Technologies	20
Space Missions and Project Management	21

### **Forschungsphase**

Scientific Key Qualifications	22
Literature Research	24
Research Internship	26
Master Thesis	28

## Fachliche Vertiefungsphase

Modulbezeichnung: <b>Planetary Bodies</b>				Modulnummer: <b>PHY-IGeP-30</b>	
Institution: <b>Institut für Geophysik und Extraterrestrische Physik</b>				Modulabkürzung: <b>FV-PB</b>	
Workload:	450 h	Präsenzzeit:	140 h	Semester:	1 oder 2
Leistungspunkte:	15	Selbststudium:	310 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Pflicht			SWS:	10
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Interiors and Surfaces of Planetary Bodies (VL/Ü) Atmospheres and Environments of Planetary Bodies (VL/Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: Prof. Dr. Andreas Hördt Prof. Dr. Ferdinand Plaschke Prof. Dr. Jürgen Blum Prof. Dr. Jessica Agarwal N.N. (Theoretische Physik)					
Qualifikationsziele: Die Studierenden - verstehen die empirischen und theoretischen Grundlagen der modernen Planetenwissenschaften und können diese formulieren. - wenden diese Grundlagen auf planetologische Probleme an. - sind in der Lage, für eine gegebene Problemstellung selbstständig eine geeignete Methodenkombination auszuwählen. - analysieren hierfür die Probleme und führen sie auf empirische und theoretische Grundlagen zurück.					
Inhalte: Planetenentstehung (Synopsis), innerer Aufbau planetarer und kleiner Körper, Differentiation und Aufheizung, hydrostatisches Gleichgewicht, adiabatischer Temperaturgradient, Zustandsgleichungen, Gravitationspotential, Rotationsdynamik, Seismologie, PREM, Abkühlungsprozesse, Planetare Krusten, (Kryo-)Vulkanismus, planetare Magnetfelder, Kernkonvektion und Dynamo, geophysikalische Erkundung von Planeten.  Primordiale Atmosphäre und deren Verlust, Atmosphärenschichtung, Oberflächen und Winde, Klima und Treibhauseffekt, Weltraumplasmen, Magnetohydrodynamik, Ionosphäre, Sonnenwind und interplanetares Magnetfeld (Synopsis), Magnetosphären und Stromsysteme, Rekonnexion und magnetische Konvektion, Kometenaktivität					
Lernformen: Vorlesungen, Übungen					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (a) Studienleistung: Hausaufgaben (b) Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (45min) oder Klausur (120min)					
Turnus (Beginn): Jährlich im Wintersemester					
Modulverantwortlicher: Blum					
Sprache: Englisch					
Medienformen: Tafel-, Smartboard- bzw. Tabletortrag, Beamer					
Literatur: J.J. Lissauer, I. De Pater, Fundamental Planetary Science. Physics, Chemistry and Habitability. Cambridge University Press, 2019. B.W. Carroll, D.A. Ostlie. An Introduction to Modern Astrophysics (2nd edition). Cambridge University Press, 2017. J.S. Lewis. Physics and Chemistry of the Solar System (2nd edition), Academic Press, 2004. T. Encrenaz et al. The Solar System. 3rd Edition, Springer, 2004. Baumjohann, W., R. Treumann, Basic Space Plasma Physics, World Scientific, 1997. Birdsall, C.K., A.B Langdon, Plasma Physics via Computer Simulation, Taylor and Francis, 2004 Larson, W.J., J.R. Wertz, Space Mission Analysis and Design, Space Technology Library, 1999. Lowrie, W., 2007. Fundamentals of Geophysics. Cambridge.					

Rubin, Y., Hubbard, S., 2006. Hydrogeophysics, Springer. Kearey, Ph., and Brooks, M., 2002, An introduction to geophysical exploration, Blackwell.
Erklärender Kommentar: ---
Kategorien (Modulgruppen): <b>Fachliche Vertiefungsphase</b>
Voraussetzungen für dieses Modul: ---
Studiengänge: Solar System Physics (BPO 2023) (Master)
Kommentar zur Zuordnung: ---

Modulbezeichnung: <b>Solar System</b>				Modulnummer: <b>PHY-IGeP-31</b>	
Institution: Institut für Geophysik und Extraterrestrische Physik				Modulabkürzung: <b>FV-SS</b>	
Workload:	450 h	Präsenzzeit:	140 h	Semester:	2 oder 1
Leistungspunkte:	15	Selbststudium:	310 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Pflicht			SWS:	10
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: The Sun and Heliosphere (VL/Ü) Formation and Evolution of the Solar System (VL/Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: Prof. Dr. Ferdinand Plaschke Prof. Dr. Jürgen Blum Prof. Dr. Jessica Agarwal N.N. (Theoretische Physik)					
Qualifikationsziele: Die Studierenden - verstehen die empirischen und theoretischen Grundlagen der modernen Sonnen- und Heliosphärenphysik sowie der Entstehung und Entwicklung des Sonnensystems und können diese formulieren. - wenden diese Grundlagen auf astro-, heliophysikalische und planetologische Probleme an. - sind in der Lage, für eine gegebene Problemstellung selbstständig eine geeignete Methodenkombination auszuwählen. - analysieren hierfür die Probleme und führen sie auf empirische und theoretische Grundlagen zurück.					
Inhalte: Sternaufbaugleichungen, stellare Kernfusion und Energietransport, Neutrinos, Photosphäre, Mitte-Rand-Verdunklung, optische Tiefe, Sonnenflecken, Solarer Dynamo, Coronale Aufheizung, Ursprung von Sonnenwind und interplanetarem Magnetfeld, koronale Massenauswürfe und Ausbrüche, Sternentwicklung, Hale-Zyklus, Heliopause, Wechselwirkung von Sonnenwind und –strahlung mit Staubteilchen.  Entstehung der Sonne und der planetaren und kleinen Körper, Bedeutung von Relativgeschwindigkeiten für die Planetenentstehung, Frostgrenze, Pebble- und Gas-Akkretion, Migration, Entstehung von Monden, Kollisionen planetarer Körper, Poynting-Robertson-Drag, Strahlungsdruck, YORP-Effekt, Yarkowsky-Effekt, Resonanzen, Gezeiten.					
Lernformen: Vorlesungen, Übungen					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (a) Studienleistung: Hausaufgaben (b) Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (45min) oder Klausur (120min)					
Turnus (Beginn): Jährlich im Sommersemester					
Modulverantwortlicher: Plaschke					
Sprache: Englisch					
Medienformen: Tafel-, Smartboard- bzw. Tabletortrag, Beamer					
Literatur: J.J. Lissauer, I. De Pater, Fundamental Planetary Science. Physics, Chemistry and Habitability. Cambridge University Press, 2019. B.W. Carroll, D.A. Ostlie. An Introduction to Modern Astrophysics (2nd edition). Cambridge University Press, 2017. Baumjohann, W., R. Treumann, Basic Space Plasma Physics, World Scientific, 1997. Birdsall, C.K., A.B Langdon, Plasma Physics via Computer Simulation, Taylor and Francis, 2004 Zusätzlich werden in der Lehrveranstaltung aktuelle Übersichtsartikel zur Entstehung des Sonnensystems empfohlen.					
Erklärender Kommentar: ---					
Kategorien (Modulgruppen): Fachliche Vertiefungsphase					

Voraussetzungen für dieses Modul: ---
Studiengänge: <b>Solar System Physics (BPO 2023) (Master)</b>
Kommentar zur Zuordnung: ---

Modulbezeichnung: <b>Hands-On Solar System Physics</b>				Modulnummer: <b>PHY-IGeP-32</b>	
Institution: <b>Institut für Geophysik und Extraterrestrische Physik</b>				Modulabkürzung: <b>FV-HO</b>	
Workload:	450 h	Präsenzzeit:	336 h	Semester:	1
Leistungspunkte:	15	Selbststudium:	114 h	Anzahl Semester:	2
Pflichtform:	Pflicht			SWS:	24
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Laboratory Solar System Physics (Praktikum) Astronomy (Praktikum) Data Analysis and Simulations (Praktikum)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: Prof. Dr. Ferdinand Plaschke Prof. Dr. Jürgen Blum Prof. Dr. Jessica Agarwal					
Qualifikationsziele: Die Studierenden - können die Methoden der numerischen Simulation, fortgeschrittener Datenanalyseverfahren und Weltraummesstechnik planen und anwenden. - entwickeln für Problemstellungen ohne gesicherte Grundlage eigene empirische Lösungsmethoden und begründen diese. - sind in der Lage, Daten mit geeigneten Verfahren auszuwerten. - können einfache Laborexperimente planen, aufbauen, durchführen und auswerten. - können aus den Experimentergebnissen Schlussfolgerungen für die relevanten physikalischen Prozesse ableiten. - können astronomische Beobachtungen analysieren und interpretieren. - können ihre Ergebnisse nachvollziehbar in einem Protokoll und einem Vortrag dokumentieren und bewerten.					
Inhalte: - Aufbau und Durchführung eigener Laborexperimente - Experimente zur Lösung weltraumphysikalischer Fragestellungen - Analyse empirischer wissenschaftlicher Daten zur Lösung planetologischer oder astrophysikalischer Fragestellungen - Interpretation weltraumphysikalischer Messreihen mit Methoden der modernen Datenanalyse - Konzeption/Durchführung eigener numerischer Experimente - Analyse astronomischer Beobachtungen					
Lernformen: Praktika					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (a) Studienleistung: Protokoll und Referat zum Laborpraktikum (b) Studienleistung: Protokoll und Referat zum Astronomiepraktikum (c) Studienleistung: Protokoll und Referat zum Datenanalyse- und Numerikpraktikum					
Turnus (Beginn): Wintersemester oder Sommersemester					
Modulverantwortlicher: Blum					
Sprache: Englisch					
Medienformen: Praktische Arbeiten, geeignete Software für Programmierung und Datenanalyse, Vorträge mit Präsentationssoftware, Textverarbeitungsprogramme					
Literatur: Bendat, J.S., A.G. Piersol, Random Data. Analysis and Measurement Procedures, Wiley, 2010. Menke, W., 2012, Geophysical Data Analysis: Discrete Inverse Theory, Elsevier. McMahon, D., 2007, Signals and Systems Demystified, McGraw Hill.					
Erklärender Kommentar: ---					
Kategorien (Modulgruppen): Fachliche Vertiefungsphase					
Voraussetzungen für dieses Modul: ---					

Studiengänge: Solar System Physics (BPO 2023) (Master)
---

Kommentar zur Zuordnung:
--------------------------

---

## Wahlpflichtbereich Special Courses

Modulbezeichnung: <b>Computational Fluid Dynamics</b>				Modulnummer: <b>PHY-IGeP-33</b>	
Institution: <b>Institut für Geophysik und Extraterrestrische Physik</b>				Modulabkürzung: <b>WSC-CFD</b>	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	2
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: <b>Computational Fluid Dynamics (VL)</b> <b>Computational Fluid Dynamics (Ü)</b>					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): --					
Lehrende: <b>Dr. Daniel Heyner</b>					
Qualifikationsziele: Die Studierenden - verstehen die empirischen und theoretischen Grundlagen der numerischen Simulation der Strömungsmechanik und können diese formulieren. - wenden diese Grundlagen auf grundlegende Probleme und Probleme in der Magnetohydrodynamik an. - sind in der Lage, für eine gegebene Problemstellung selbstständig eine geeignete Methodenkombination auszuwählen. - analysieren hierfür die Probleme und führen sie auf empirische und theoretische Grundlagen zurück.					
Inhalte: - Verschiedene Arten der Glüsse und Approximationen - Diskretisierungsmethoden (Finite Differenzen, Finite Volumen, Finite Elemente) - Stabilitätskriterien - Randbedingungen und Grenzschichten - (MHD-)Turbulenz - Grundlagen der Magnetohydrodynamik und Dynamotheorie als Anwendung der Fluidodynamik					
Lernformen: Vorlesungen, Übungen					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (a) Studienleistungen: Hausaufgaben (b) Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung (20 min) oder Klausur (60 min).					
Turnus (Beginn): Sommersemester oder Wintersemester					
Modulverantwortlicher: <b>Heyner</b>					
Sprache: <b>Englisch</b>					
Medienformen: Tafel-, Smartboard- bzw. Tabletvortrag, Beamer					
Literatur: - Ferziger, Computational Methods for Fluid Dynamics, 2019 - Versteeg, An Introduction to Computational Fluid Dynamimcs, 2007 - Davidson, An Indroduction to Magnetohydrodynamics, 2001 Weitere Literatur wird zu Beginn der Vorlesung zu Beginn bekannt gegeben.					
Erklärender Kommentar: ---					
Kategorien (Modulgruppen): <b>Fachliche Vertiefungsphase</b>					
Voraussetzungen für dieses Modul: <b>Modul 1 oder Modul 2</b>					
Studiengänge: <b>Solar System Physics (BPO 2023) (Master)</b>					
Kommentar zur Zuordnung: ---					

Modulbezeichnung: <b>Space Plasma Physics</b>				Modulnummer: <b>PHY-IThPh-22</b>	
Institution: <b>Institut für Theoretische Physik</b>				Modulabkürzung: <b>WSC-SPP</b>	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	2
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Space Plasma Physics (VL) Space Plasma Physics (Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): --					
Lehrende: N.N. (Theoretische Physik)					
Qualifikationsziele: - Erwerb grundlegender Kenntnisse der Plasmaphysik, der Anwendung dieser Kenntnisse auf Fragen extraterrestrischer Plasmen und Anwendung des erworbenen Wissens auf Phänomene im Weltraum. - Rechnerischer, inhaltlicher und praktischer Umgang in der Behandlung von physikalischen Problemen der Weltraumplasmaphysik					
Inhalte: Grundlegende Skalen eines Plasmas, Plasmamodelle, Vlasov-Gleichung, Landau-Dämpfung, MHD-Modell, Multifluidmodelle, Wellen in Plasmen, Plasmainstabilitäten, Nicht-lineare Aspekte und Turbulenz					
Lernformen: Vorlesungen, Übungen					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (a) Studienleistungen: Hausaufgaben (b) Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung (20 min) oder Klausur (60 min).					
Turnus (Beginn): Sommersemester oder Wintersemester					
Modulverantwortlicher: N.N. (Theoretische Physik)					
Sprache: Englisch					
Medienformen: Tafel-, Smartboard- bzw. Tabletortrag, Beamer					
Literatur: Baumjohann, W., R. Trumann, Basic Space Plasma Physics, Imperial College University Press, 1996					
Erklärender Kommentar: ---					
Kategorien (Modulgruppen): Fachliche Vertiefungsphase					
Voraussetzungen für dieses Modul: Modul 1 oder Modul 2					
Studiengänge: Solar System Physics (BPO 2023) (Master)					
Kommentar zur Zuordnung: ---					

Modulbezeichnung: <b>Planetary Magnetospheres</b>				Modulnummer: <b>PHY-IGeP-34</b>	
Institution: <b>Institut für Geophysik und Extraterrestrische Physik</b>				Modulabkürzung: <b>WSC-PM</b>	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	2
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflich			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Planetary Magnetospheres (VL) Planetary Magnetospheres (Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): --					
Lehrende: Prof. Dr. Ferdinand Plaschke					
Qualifikationsziele: Die Studierenden - verstehen die empirischen und theoretischen Grundlagen der Plasmaphysik planetarer Magnetosphären und können diese formulieren. - wenden diese Grundlagen auf Probleme der Physik planetarer Magnetosphären an. - sind in der Lage, für eine gegebene Problemstellung selbstständig eine geeignete Methodenkombination auszuwählen. - analysieren hierfür die Probleme und führen sie auf empirische und theoretische Grundlagen zurück.					
Inhalte: Grundlagen der Plasmaphysik, Einzelteichenbewegungen, Gyration, Driften, magnetische Flasche, adiabatische Invarianten, Verteilungsfunktionen, Vlasov-Gleichung, Magnetohydrodynamik, Theorem des eingefrorenen Flusses, MHD-Wellen, Umströmungen eines Hindernisses, Diskontinuitäten, Stoßwellen, Rankine-Hugoniot-Bedingungen, magnetosphärische Regionen, Bugstoßwelle und Magnetopause, Einfluss des interplanetaren Magnetfeldes, magnetische Rekonnexion, magnetosphärische und ionosphärische Konvektion, Gungey-Zyklus, ionosphärische Leitfähigkeiten, Stromsysteme					
Lernformen: Vorlesungen, Übungen					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (a) Studienleistungen: Hausaufgaben (b) Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung (20 min) oder Klausur (60 min).					
Turnus (Beginn): Sommersemester					
Modulverantwortlicher: Plaschke					
Sprache: Englisch					
Medienformen: Tafel-, Smartboard- bzw. Tabletortrag, Beamer					
Literatur: Baumjohann and Treumann: "Basic Space Plasma Physics", 3rd edition, 2022 Russel, Luhmann, and Strangeway: "Space Physics: An Introduction", 2016 Kallenrode: "Space Physics: An Introduction to Plasmas and Particles in the Heliosphere and Magnetospheres", 2001					
Erklärender Kommentar: ---					
Kategorien (Modulgruppen): Fachliche Vertiefungsphase					
Voraussetzungen für dieses Modul: Modul 1 oder Modul 2					
Studiengänge: Solar System Physics (BPO 2023) (Master)					
Kommentar zur Zuordnung: ---					

Modulbezeichnung: <b>Planetary Magnetism and Dynamo Theory</b>				Modulnummer: <b>PHY-IGeP-35</b>	
Institution: <b>Institut für Geophysik und Extraterrestrische Physik</b>				Modulabkürzung: <b>FV-SC</b>	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	2
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Planetary Magnetism and Dynamo Theory (VL) Planetary Magnetism and Dynamo Theory (Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): --					
Lehrende: Dr. Daniel Heyner					
Qualifikationsziele: Die Studierenden - verstehen die empirischen und theoretischen Grundlagen der Dynamotheorie und können diese formulieren. - wenden diese Grundlagen auf die Dynamomodelle im Labor als auch auf die Modelle im Kontext der planetaren Körper an. - sind in der Lage, für eine gegebene Problemstellung selbstständig eine geeignete Methodenkombination auszuwählen. - analysieren hierfür die Probleme und führen sie auf empirische und theoretische Grundlagen zurück.					
Inhalte: Was ist ein Dynamo? Wo kommen Dynamos im Weltall vor? Magnetfeld der Erde und anderer Planeten. Induktionsgleichung. Was treibt Konvektion? Induktionsgleichung. Experimentelle Dynamos. Dynamosimulationen.					
Lernformen: Vorlesungen, Übungen					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (a) Studienleistungen: Hausaufgaben (b) Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung (20 min) oder Klausur (60 min).					
Turnus (Beginn): Sommersemester oder Wintersemester					
Modulverantwortlicher: Heyner					
Sprache: Englisch					
Medienformen: Tafel-, Smartboard- bzw. Tabletortrag, Beamer					
Literatur: - Lowrie, Fundamentals of Geophysics, Cambridge, 2007 - Hulot, Magnetic Field of the Earth - Olson, Planetary Magnetism - Chandrasekhar, Hydrodynamic and Hydromagnetic Stability - Jacobs, Geomagnetism - Davidson, An Introduction to Magnetohydrodynamics, 2001 - Cardin, Dynamos - Olson, Core Dynamics Weitere Literatur wird zu Beginn der Vorlesung zu Beginn bekannt gegeben					
Erklärender Kommentar: ---					
Kategorien (Modulgruppen): Fachliche Vertiefungsphase					
Voraussetzungen für dieses Modul: Modul 1 oder Modul 2					
Studiengänge: Solar System Physics (BPO 2023) (Master)					
Kommentar zur Zuordnung: ---					

Modulbezeichnung: <b>Stellar Astrophysics</b>				Modulnummer: <b>PHY-IGeP-36</b>	
Institution: <b>Institut für Geophysik und Extraterrestrische Physik</b>				Modulabkürzung: <b>WSC-SA</b>	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	2
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Stellar Astrophysics (VL) Stellar Astrophysics (Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): --					
Lehrende: Prof. Dr. Jürgen Blum					
Qualifikationsziele: Die Studierenden - verstehen die empirischen und theoretischen Grundlagen der Sternentstehung, des Sternaufbaus und der Sternentwicklung und können diese formulieren. - wenden diese Grundlagen auf gebietsspezifische Probleme an. - sind in der Lage, für eine gegebene Problemstellung selbstständig eine geeignete Methodenkombination auszuwählen. - analysieren hierfür die Probleme und führen sie auf empirische und theoretische Grundlagen zurück.					
Inhalte: Physikalisches Verständnis folgender Sternentwicklungsphasen: Sternentstehung (Molekülwolken, Protosterne, T Tauri-Sterne, Herbig Ae/Be-Sterne), Hauptreihensterne (Sternaufbau, Energieerzeugung, Energietransport), Nach-Hauptreihen-Sterne (RGB-Sterne, AGB-Sterne, Supernovae, Planetarische Nebel), Endphasen der Sternentwicklung (Weiße Zwerge, Neutronensterne, Schwarze Löcher)					
Lernformen: Vorlesungen, Übungen					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (a) Studienleistungen: Hausaufgaben (b) Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung (20 min) oder Klausur (60 min).					
Turnus (Beginn): Sommersemester oder Wintersemester					
Modulverantwortlicher: Blum					
Sprache: Englisch					
Medienformen: Tafel-, Smartboard- bzw. Tabletortrag, Beamer					
Literatur: B.W. Carroll, D.A. Ostlie. An Introduction to Modern Astrophysics (2nd edition). Cambridge University Press, 2017.					
Erklärender Kommentar: ---					
Kategorien (Modulgruppen): Fachliche Vertiefungsphase					
Voraussetzungen für dieses Modul: Modul 1 oder Modul 2					
Studiengänge: Solar System Physics (BPO 2023) (Master)					
Kommentar zur Zuordnung: ---					

Modulbezeichnung: <b>Extrasolar Planetary Systems</b>				Modulnummer: <b>PHY-IGeP-37</b>	
Institution: <b>Institut für Geophysik und Extraterrestrische Physik</b>				Modulabkürzung: <b>WSC-EPS</b>	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	2
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Extrasolar Planetary Systems (VL) Extrasolar Planetary Systems (Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): --					
Lehrende: Prof. Dr. Jürgen Blum					
Qualifikationsziele: Die Studierenden - verstehen die empirischen und theoretischen Grundlagen der Entdeckung und des Aufbaus extrasolarer Planeten und ihrer Systeme und können diese formulieren. - wenden diese Grundlagen auf gebietsspezifische Probleme an. - sind in der Lage, für eine gegebene Problemstellung selbstständig eine geeignete Methodenkombination auszuwählen. - analysieren hierfür die Probleme und führen sie auf empirische und theoretische Grundlagen zurück.					
Inhalte: Synapse der Architektur des Sonnensystems; Methoden zum Nachweis und zur Charakterisierung von Exoplaneten; Eigenschaften von Exoplaneten, insbesondere Massenverteilung, Bahnen, Mehrfachsysteme, Resonanzen, Massen-Radius-Beziehung und innerer Aufbau, Atmosphären; Vergleiche mit dem Sonnensystem und Lehren über die Entstehung und Entwicklung planetarer Körper.					
Lernformen: Vorlesungen, Übungen					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (a) Studienleistungen: Hausaufgaben (b) Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung (20 min) oder Klausur (60 min).					
Turnus (Beginn): Sommersemester oder Wintersemester					
Modulverantwortlicher: Blum					
Sprache: Englisch					
Medienformen: Tafel-, Smartboard- bzw. Tabletortrag, Beamer					
Literatur: H.J. Deeg, J.A. Belmonte (Hrsg.). Handbook of Exoplanets. Springer International Publishing AG, 2018. Zusätzlich werden in der Lehrveranstaltung aktuelle Übersichtsartikel zur Entstehung des Sonnensystems empfohlen.					
Erklärender Kommentar: ---					
Kategorien (Modulgruppen): Fachliche Vertiefungsphase					
Voraussetzungen für dieses Modul: Modul 1 oder Modul 2					
Studiengänge: Solar System Physics (BPO 2023) (Master)					
Kommentar zur Zuordnung: ---					

Modulbezeichnung: <b>Data and Signal Analysis</b>				Modulnummer: <b>PHY-IGeP-38</b>	
Institution: <b>Institut für Geophysik und Extraterrestrische Physik</b>				Modulabkürzung: <b>WSC-DSA</b>	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	56 h	Semester:	2
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	94 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	4
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Data and Signal Analysis (VL) Data and Signal Analysis (Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): --					
Lehrende: Prof. Dr. Ferdinand Plaschke					
Qualifikationsziele: Die Studierenden - verstehen die empirischen und theoretischen Grundlagen der Zeitreihenanalyse und können diese formulieren. - wenden diese Grundlagen auf Probleme der Analyse von Messdaten an. - sind in der Lage, für eine gegebene Problemstellung selbstständig eine geeignete Methodenkombination auszuwählen. - analysieren hierfür die Probleme und führen sie auf empirische und theoretische Grundlagen zurück.					
Inhalte: Definitionen, Abtaste, Nyquist-Frequenz, Erwartungswert, Ergodenhypothese, Schätzer, Bias, Wahrscheinlichkeitsdichteverteilungen und ihre Bestimmung, Momente, Gesetz großer Zahlen, Konfidenzintervalle, z-Transformation, Kovarianz und Korrelation, lineare Regression, Methode des analytischen Signals, Fourier-Transformation, Spektren, Leakage, Fensterfunktionen, Polarisationsanalyse, Empirische Modendekomposition, Kurzzeit-Fourieranalyse, Wavelets, Skalogramme, Minimum-Varianz-Analyse, Grundlagen der Filtertheorie, Übertragungssysteme, Impulsantwort, Stabilität					
Lernformen: Vorlesungen, Übungen					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (a) Studienleistungen: Hausaufgaben (b) Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung (20 min) oder Klausur (60 min).					
Turnus (Beginn): Wintersemester					
Modulverantwortlicher: Plaschke					
Sprache: Englisch					
Medienformen: Tafel-, Smartboard- bzw. Tabletortrag, Beamer					
Literatur: Woyczynski: "A First Course for Signal Analysis", 2019 McMahon: "Signals & Systems Demystified", 2006 Glassmeier and Motschmann: "Comments on Time-Series Analysis", 1995 Paschmann and Daly: "Analysis Methods for Multi-Spacecraft Data", 1998					
Erklärender Kommentar: ---					
Kategorien (Modulgruppen): Fachliche Vertiefungsphase					
Voraussetzungen für dieses Modul: Modul 1 oder Modul 2					
Studiengänge: Solar System Physics (BPO 2023) (Master)					
Kommentar zur Zuordnung: ---					

Modulbezeichnung: <b>Geophysical Modeling</b>				Modulnummer: <b>PHY-IGeP-39</b>	
Institution: Institut für Geophysik und Extraterrestrische Physik				Modulabkürzung: <b>WSC-GM</b>	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	56 h	Semester:	2
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	94 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	4
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Electrical properties of geological materials (VL/Ü) Numerical simulations in geophysics (VL/Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): --					
Lehrende: Prof. Dr. Matthias Bucker Dr. Christopher Virgil					
Qualifikationsziele:  <i>Electrical properties of geological materials</i> Die Studierenden - verstehen die empirischen und theoretischen Grundlagen elektrischer Leitungs- und Polarisationsprozesse in heterogenen Materialien und können diese formulieren. - wenden diese Grundlagen zur Beschreibung elektrischer Eigenschaften spezifischer geologischer Materialien an. - sind in der Lage, für eine gegebene Problemstellung selbstständig geeignete Modellierungsansätze auszuwählen. - analysieren hierfür die Probleme und führen sie auf empirische und theoretische Grundlagen zurück.  <i>Numerical simulations in geophysics</i> Die Studierenden - können numerische Simulationen planen und zur Lösung geophysikalischer Probleme anwenden. - kennen verschiedene Strategien zur Optimierung von Gitternetzen für die Finite-Elemente-Modellierung und können diese anwenden. - sind in der Lage ihre Simulationsergebnisse kritisch zu prüfen. - können ihre Simulationsergebnisse visuell darstellen. - können ihre Vorgehensweise und ihre Ergebnisse nachvollziehbar in einem Projektbericht dokumentieren.					
Inhalte:  <i>Electrical properties of geological materials</i> - Grundlagen: Petrophysik, Mikroskopische Heterogenität von Gesteinen, Petrophysikalische Modellbildung, Leitfähigkeit und Dielektrizitätszahl, komplexe Leitfähigkeit, empirische Modelle - Homogenisierung: Elektrische Eigenschaften häufiger Gesteinsbestandteile, elektrolytische Leitfähigkeit, Hittorf'sche, Überführungszahlen, Einfache Mittelwerte, Reuss- und Voigt-Schranken, Geometrisches Mittel, Effektiv-Medium-Theorie (EMT), Maxwell-Garnett-Gleichung, Hashkin- und Skrikman-Schranken, Bruggeman-Hanai-Sen-Gleichung, Porennetzwerkmodelle, Numerische Modellierung - Elektrische Doppelschicht: Helmholtz-Modell, Gouy-Chapman-Modell, Poisson-Boltzmann, Stern-Modell - Polarisation der elektrischen Doppelschicht: Herleitung der Maxwell-Garnett-Gleichung, Oberflächenleitfähigkeit und Polarisation, Stern-Schicht-Polarisation, Polarisation der diffusen Schicht - Membranpolarisation: Modell von Marshall und Madden, Modell von Bucker und Hördt - Elektrodenpolarisation: Aufladung der diffusen Schicht, Wong Modell, Reaktionsströme - Temperatureffekte: Temperaturabhängigkeit oberhalb des Gefrierpunktes von Wasser, Polarisation von Eis  <i>Numerical simulations in geophysics</i> Grundlagen der Bedienung der Finite-Elemente-Software Comsol Multiphysics: Erzeugen von Geometrien, Definieren von physikalischen Problemstellungen, Umgang mit dem Gittergenerator, Berechnen einer Lösung, Darstellen der Ergebnisse, Testen und Validieren numerischer Lösungen, Strategien zur Optimierung von Gitternetzen, Adaptive Gitterverfeinerung, Anwendungen und Simulationsbeispiele aus dem Bereich der Magnetik, Implementierung physikalischer Probleme mithilfe von Coefficient form PDEs, Anwendungen und Simulationsbeispiele aus dem Bereich der elektrischen Gesteinseigenschaften, Optimierung und Sensitivität, Parameterschätzung und Inversion, Inversion von Magnetikdaten.					
Lernformen: Vorlesungen, Übungen, für <i>Numerical simulations in geophysics</i> angeboten in Form eines 5-tägigen Blockkurses in den Sommersemesterferien					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (a) Studienleistungen: Hausaufgaben					

(b) Prüfungsleistungen: Erstellung und Dokumentation eines Computer- bzw. Softwareprogramms.
Turnus (Beginn): <b>Sommersemester</b>
Modulverantwortlicher: <b>Bücker</b>
Sprache: <b>Englisch</b>
Medienformen: <b>Tafel-, Smartboard- bzw. Tabletortrag, Beamer, elektronische Handouts</b>
Literatur: <b>Wird in der jeweiligen Vorlesung zu Beginn bekannt gegeben.</b>
Erklärender Kommentar: ---
Kategorien (Modulgruppen): <b>Fachliche Vertiefungsphase</b>
Voraussetzungen für dieses Modul:
Studiengänge: <b>Solar System Physics (BPO 2023) (Master)</b>
Kommentar zur Zuordnung: ---

Modulbezeichnung: <b>Comets and TNOs</b>				Modulnummer: <b>PHY-IGeP-40</b>	
Institution: <b>Institut für Geophysik und Extraterrestrische Physik</b>				Modulabkürzung: <b>WSC-CT</b>	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	2
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Comets and TNOs (VL) Comets and TNOs (Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): --					
Lehrende: Prof. Dr. Jessica Agarwal					
Qualifikationsziele: Die Studierenden - können einen Überblick über die TNO- und Kometenpopulation im Sonnensystem und über bisher zu solchen Objekten durchgeführte Weltraummissionen geben. - verstehen grundlegende physikalische Prozesse, denen Kometen und TNOs unterworfen sind - können wichtige in der Kometenforschung verwendete Messmethoden erklären und im Ansatz anwenden - können die derzeit gängigen physikalischen Modelle zur Kometenforschung beschreiben und im Ansatz anwenden					
Inhalte: Die Vorlesung beschäftigt sich mit Kleinkörpern jenseits der Neptunbahn (Transneptunischen Objekten, TNOs) und mit Kometen. In der Vorlesung wird behandelt, was wir durch Weltraummissionen und astronomische Beobachtungen über die Zusammensetzung und den inneren Aufbau dieser Objekte wissen, wie sie sich unter dem Einfluss der Sonneneinstrahlung verändern, und welche Informationen sie uns über das frühe Sonnensystem und den Prozess der Planetenentstehung liefern können.					
Lernformen: Vorlesung, Übung					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (a) Studienleistungen: Hausaufgaben (b) Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung (20 min) oder Klausur (60 min).					
Turnus (Beginn): Wintersemester					
Modulverantwortlicher: Agarwal					
Sprache: Englisch					
Medienformen: Tafel-, Smartboard- bzw. Tabletortrag, Beamer					
Literatur: - Comets II, Eds. M. Festou, H.-U. Keller, H. A. Weaver, University of Arizona Press, 2004 (all files available online) - Planetary Sciences, 2nd edition, I. de Pater & J. Lissauer, Cambridge University Press, 2015 - Encyclopedia of the Solar System, 2nd edition, eds. L.-A. McFadden, P. R. Weissman, T. V. Johnson, Elsevier Academic Press, 2007					
Erklärender Kommentar: ---					
Kategorien (Modulgruppen): Fachliche Vertiefungsphase					
Voraussetzungen für dieses Modul: Modul 1 oder Modul 2					
Studiengänge: Solar System Physics (BPO 2023) (Master)					
Kommentar zur Zuordnung: ---					

Modulbezeichnung: <b>Asteroids</b>				Modulnummer: <b>PHY-IGeP-41</b>	
Institution: <b>Institut für Geophysik und Extraterrestrische Physik</b>				Modulabkürzung: <b>WSC-A</b>	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	2
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	<b>Wahlpflicht</b>			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Asteroids (VL) Asteroids (Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): --					
Lehrende: Prof. Dr. Jessica Agarwal					
Qualifikationsziele: Die Studierenden - erkennen die verschiedenen Asteroiden- und Meteoritenklassen - ordnen Asteroiden und Meteoriten in den Gesamtzusammenhang der Entwicklung des Sonnensystems ein - verstehen die wichtigsten in der Asteroidenforschung verwendeten Messmethoden und können diese wiedergeben. - erklären grundlegende physikalische Prozesse, denen Asteroiden unterworfen sind.					
Inhalte: Die Vorlesung beschäftigt sich mit Asteroiden in unserem Sonnensystem. Es werden drei grundlegende Methoden der Asteroidenforschung vorgestellt. 1. die Erforschung von Meteoriten, 2. astronomische Beobachtungen, 3. Erforschung anderer Himmelskörper mittels Weltraumsonden. Es wird die Klassifizierung der Asteroiden und deren Zusammenhang mit ihrer Zusammensetzung behandelt. Des Weiteren werden physikalische Prozesse besprochen, denen Asteroiden laufend unterworfen sind, und der Zusammenhang mit der Entstehung des Sonnensystems aufgezeigt.					
Lernformen: Vorlesungen, Übungen					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (a) Studienleistungen: Hausaufgaben (b) Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung (20 min) oder Klausur (60 min).					
Turnus (Beginn): Sommersemester					
Modulverantwortlicher: Agarwal					
Sprache: Englisch					
Medienformen: Tafel-, Smartboard- bzw. Tabletortrag, Beamer					
Literatur: - Burbine, T.H., 2017, Asteroids. Cambridge University Press. - Michel, P., DeMeo, F., Bottke, W.F. (Hrsg.) 2015. Asteroids IV. The University of Arizona Press. - Planetary Sciences, 2nd edition, I. de Pater & J. Lissauer, Cambridge University Press, 2015 - Encyclopedia of the Solar System, 2nd edition, eds. L.-A. McFadden, P. R. Weissman, T. V. Johnson, Elsevier Academic Press, 2007					
Erklärender Kommentar: ---					
Kategorien (Modulgruppen): Fachliche Vertiefungsphase					
Voraussetzungen für dieses Modul: Modul 1 oder Modul 2					
Studiengänge: Solar System Physics (BPO 2023) (Master)					
Kommentar zur Zuordnung: ---					

Modulbezeichnung: <b>Space Technologies</b>				Modulnummer: <b>PHY-IGeP-42</b>	
Institution: <b>Institut für Geophysik und Extraterrestrische Physik</b>				Modulabkürzung: <b>WSC-ST</b>	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	2
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Space Technologies (VL) Space Technologies (Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): --					
Lehrende: Prof. Dr. Joachim Block					
Qualifikationsziele: Die Studierenden - verstehen die historische Entwicklung der Raumfahrttechnologie seit den 1960er Jahren und können sie mit der seitdem in Prüfungen (nämlich missionsweise verfolgten Zunahme der Kenntnisse über die Planeten, Monde und kleinen Körpern des Sonnensystems korrelieren. - können die bahnmekanischen Anforderungen an Missionen zu verschiedenen Zielen im Sonnensystem angeben, abschätzen und begründen (Hohmannbahnen, Swing-by-Manöver, Flugdauern usw.) sind in der Lage, die Grundanforderungen für eine interplanetare Raumsonde zu einem angenommenen Ziel zu identifizieren (z.B.: Wann ist Energieversorgung durch RPGs statt durch Solar Arrays unabdingbar? Welche Subsysteme müssen mehrfach redundant sein? usw.) - sind in der Lage, für ein angenommene Aufgabenstellung einer zukünftigen interplanetaren Mission eine Kombination geeigneter PI-Instrumente zu identifizieren. - können angedachte zukünftige Missionen mit den bereits historisch stattgefundenen bewertend vergleichen.					
Inhalte: Behandelt werden alle historisch bedeutsamen seit Beginn des Raumfahrtzeitalters (um 1960) stattgefundenen Forschungsmissionen im Sonnensystem sowie die Technologie ihrer Bordsysteme und Instrumente. Aufgezeigt wird, wie die dadurch in Sprüngen (Mission für Mission) erfolgte Zunahme der wissenschaftlichen Kenntnisse über Sonne, Planeten, Monde und kleine Körper des Sonnensystems von diesen raumfahrttechnischen Grundlagen abhing. Auf dieser Basis werden auch die erforderlichen raumfahrttechnischen Anforderungen an zukünftige Missionen diskutiert.					
Lernformen: Vorlesungen, Übungen					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (a) Studienleistungen: Hausaufgaben (b) Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung (20 min) oder Klausur (60 min).					
Turnus (Beginn): Sommersemester					
Modulverantwortlicher: Block					
Sprache: Englisch					
Medienformen: Tafel-, Smartboard- bzw. Tabletvortrag, Beamer					
Literatur: Eine aktuelle Literatúrauswahl wird rechtzeitig vor Beginn des Semesters bekannt gegeben.					
Erklärender Kommentar: ---					
Kategorien (Modulgruppen): Fachliche Vertiefungsphase					
Voraussetzungen für dieses Modul: Modul 1 oder Modul 2					
Studiengänge: Solar System Physics (BPO 2023) (Master)					
Kommentar zur Zuordnung: ---					

Modulbezeichnung: <b>Space Missions and Project Management</b>				Modulnummer: <b>PHY-IGeP-43</b>	
Institution: <b>Institut für Geophysik und Extraterrestrische Physik</b>				Modulabkürzung: <b>WSC-MPM</b>	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	42 h	Semester:	2
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	108 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Wahlpflicht			SWS:	3
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Space Missions and Project Management (VL) Space Missions and Project Management (Ü)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): --					
Lehrende: Prof. Dr. Joachim Block					
Qualifikationsziele: Die Studierenden - verstehen , wie wissenschaftliche Raumfahrtmissionen (insbesondere zu Zielen im Sonnensystem) strukturiert sind, wie sie im Vorfeld zunächst von der Science Community konzipiert und schließlich von der maßgeblichen Raumfahrtagentur (in Europa von der ESA) mit einer festen Projektstruktur versehen werden. - verstehen die Rolle der Prime Investigators (PI´s) nach dem „Announcement of Opportunity“ (AO). - verstehen den in feste Phasen gegliederten Ablauf wissenschaftlicher Raumfahrtprojekte mit den dazwischen liegenden Peer Reviews mitsamt den dazugehörigen Management-Werkzeugen (RID´s, NCR´s, Systematik der Projektdokumentation, Qualifikationsmodelle und Tests der Raumfahrzeug-Hardware usw.). - können für ein hypothetisch anzuberaumendes Projekt-Review (z.B. ein PDR) einer Wissenschaftsmission die Organisationsstruktur selbständig angeben (Welcher Qualifikations- und Dokumentationsstand muss dafür gefordert werden, welche Peers sollten berufen werden, welche Art von RID´s wären „Major“ ?) können diese Management-Strukturen und die damit gemachten Erfahrungen mit Beispielen aus der realen Geschichte der Erforschung des Sonnensystems unterlegen (also mit konkreten Missionsbeispielen, die in der Lehrveranstaltung hierzu diskutiert werden).					
Inhalte: Ablauf wissenschaftlicher Raumfahrt-Missionsplanungen von der ersten Machbarkeits- bzw. Konzeptstudie (Phase A) über Konstruktion, Qualifikation, Bau des Flugmodells bis hin zum Start; danach Verlauf der Mission selbst bis zum Ende des Projekts. Dies wird vor allem anhand herausragender Missionsbeispiele aus der bisherigen Erforschung des Sonnensystems diskutiert.					
Lernformen: Vorlesungen, Übungen					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (a) Studienleistungen: Hausaufgaben (b) Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung (20 min) oder Klausur (60 min).					
Turnus (Beginn): Wintersemester					
Modulverantwortlicher: Block					
Sprache: Englisch					
Medienformen: Tafel-, Smartboard- bzw. Tabletortrag, Beamer					
Literatur: Eine aktuelle Literaturliste wird rechtzeitig vor Beginn des Semesters bekannt gegeben.					
Erklärender Kommentar: ---					
Kategorien (Modulgruppen): Fachliche Vertiefungsphase					
Voraussetzungen für dieses Modul: Modul 1 oder Modul 2					
Studiengänge: Solar System Physics (BPO 2023) (Master)					
Kommentar zur Zuordnung: ---					

## Forschungsphase

Modulbezeichnung: <b>Scientific Key Qualifications</b>				Modulnummer: <b>PHY-IGeP-44</b>	
Institution: Institut für Geophysik und Extraterrestrische Physik				Modulabkürzung: <b>FP-SKQ</b>	
Workload:	300 h	Präsenzzeit:	84 h	Semester:	1
Leistungspunkte:	10	Selbststudium:	216 h	Anzahl Semester:	2
Pflichtform:	Pflicht			SWS:	6
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Scientific Programming Scientific Communication					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: Prof. Dr. Andreas Hördt Prof. Dr. Ferdinand Plaschke Prof. Dr. Jürgen Blum Prof. Dr. Jessica Agarwal N.N. (Theoretische Physik) Prof. Dr. Matthias Bucker					
Qualifikationsziele: Die Studierenden - können numerische Probleme mithilfe selbsterstellter Programme effizient lösen. - können umfangreiche Datensätze mithilfe selbsterstellter Programme analysieren. - können die Ergebnisse ihrer Analysen und Modellrechnungen ansprechend visualisieren. - können wissenschaftliche Recherchen durchführen - können Fachwissen schriftlich kommunizieren. - können Fachwissen in Form von Vorträgen kommunizieren. - können im Team kommunizieren.					
Inhalte: Zu den wissenschaftlichen Schlüsselqualifikationen („Scientific Key Qualifications“) zählen das wissenschaftliche Programmieren und die Wissenschaftskommunikation. Beim wissenschaftlichen Programmieren sollen die Studierenden moderne Techniken erlernen, um wissenschaftliche Probleme zu simulieren, zu modellieren und zu analysieren. Bei der zweiten Schlüsselqualifikation (Wissenschaftskommunikation) wird es um zwei zentrale Aspekte gehen. Erstens soll die fachliche Wissensvermittlung erlernt werden. Dazu gehört das wissenschaftliche Schreiben, das Präsentieren und das Kommunizieren im Team. Zweitens umfasst das Thema der Wissenschaftskommunikation auch die Vermittlung der fachlichen Kenntnisse an ein fachfremdes Publikum.					
Lernformen: Vorlesungen, Übungen, Praktikum, Seminar					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (a) Studienleistung: Erstellung und Dokumentation eines Computer- bzw. Softwareprogramms (b) Prüfungsleistung: Präsentation					
Turnus (Beginn): Jedes Semester					
Modulverantwortlicher: Plaschke					
Sprache: Englisch					
Medienformen: Tafel-, Smartboard-, bzw. Tabletortrag, Beamer, elektronische Handouts					
Literatur: ---					
Erklärender Kommentar: ---					
Kategorien (Modulgruppen): Forschungsphase					
Voraussetzungen für dieses Modul: ---					
Studiengänge: Solar System Physics (BPO 2023) (Master)					

Kommentar zur Zuordnung:

---

Modulbezeichnung: <b>Literature Research</b>				Modulnummer: <b>PHY-IGeP-45</b>	
Institution: Institut für Geophysik und Extraterrestrische Physik				Modulabkürzung: <b>FP-LR</b>	
Workload:	150 h	Präsenzzeit:	28 h	Semester:	3
Leistungspunkte:	5	Selbststudium:	122 h	Anzahl Semester:	1
Pflichtform:	Pflicht			SWS:	2
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Oberseminar Geo- und Astrophysik (OS) Seminar Angewandte Geophysik (S) Seminar Sonnensystemastronomie (S) Seminar Planetenentstehung und kleine Körper (S) Seminar Weltraumphysik und –sensorik (S)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): ---					
Lehrende: Prof. Dr. Andreas Hördt Prof. Dr. Ferdinand Plaschke Prof. Dr. Jürgen Blum Prof. Dr. Jessica Agarwal N.N. (Theoretische Physik) Prof. Dr. Matthias Bucker					
Qualifikationsziele: Die Studierenden - können den Forschungsstand auf einem Gebiet der Sonnensystemforschung erarbeiten. - können wissenschaftliche Arbeiten zielorientiert lesen und die wesentlichen Inhalte mit eigenen Worten wiedergeben. - können eigene Forschungsarbeiten strukturieren und organisieren. - sind in der Lage, die Ergebnisse eigener Arbeiten einem fachkundigen Publikum in schriftlicher und mündlicher Form in professioneller Weise zu präsentieren.					
Inhalte: Das Modul beinhaltet Techniken der Literaturrecherche. Hierzu gehört die Nutzung von Literaturlisten, die Verwaltung von Literaturangaben in Verbindung mit einem Textverarbeitungsprogramm, und das Erstellen von Literaturverzeichnissen. Zudem werden in fachspezifischen Seminaren aktuelle wissenschaftliche Arbeiten in den Arbeitsgruppen der beteiligten Institute vorgestellt und diskutiert. Dabei lernen die Studierenden, mündlichen Präsentationen inhaltlich zu folgen und diese kritisch zu diskutieren. Zu den Inhalten gehört auch das Erstellen aussagekräftiger wissenschaftlicher Abbildungen, die Vorbereitung und Durchführung eigener Vorträge, und die kritische Diskussion eigener Ergebnisse. Ebenso lernen die Studierenden, eigene technische und wissenschaftliche Tätigkeiten vorzubereiten und in einen wissenschaftlichen Gesamtkontext einzuordnen.					
Lernformen: Seminar					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: Studienleistung: Präsentation					
Turnus (Beginn): Jedes Semester					
Modulverantwortlicher: Hördt					
Sprache: Englisch					
Medienformen: Tafelvortrag, Präsentation					
Literatur: Abhängig vom Thema der Masterarbeit					
Erklärender Kommentar: ---					
Kategorien (Modulgruppen): Forschungsphase					
Voraussetzungen für dieses Modul: ---					
Studiengänge: Solar System Physics (BPO 2023) (Master)					

Kommentar zur Zuordnung:

---

Modulbezeichnung: <b>Research Internship</b>				Modulnummer: <b>PHY-IGeP-46</b>	
Institution: <b>Institut für Geophysik und Extraterrestrische Physik</b>				Modulabkürzung: <b>FP-RI</b>	
Workload:	450 h	Präsenzzeit:	400 h	Semester:	3
Leistungspunkte:	15	Selbststudium:	50 h	Anzahl Semester:	2
Pflichtform:	Pflicht			SWS:	15
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Oberseminar Geo- und Astrophysik (OS) Seminar Angewandte Geophysik (S) Seminar Sonnensystemastronomie (S) Seminar Planetenentstehung und kleine Körper (S) Seminar Weltraumphysik und –sensorik (S) Forschungspraktikum (P)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): <b>Es wird das Forschungspraktikum und eines der angebotenen Seminare belegt.</b>					
Lehrende: Prof. Dr. Andreas Hördt Prof. Dr. Ferdinand Plaschke Prof. Dr. Jürgen Blum Prof. Dr. Jessica Agarwal N.N. (Theoretische Physik) Prof. Dr. Matthias Bücker					
Qualifikationsziele: Die Studierenden erwerben experimentelle und theoretische Fertigkeiten zur Durchführung von Forschungsarbeiten. Die Studierenden schaffen in engem Kontakt mit der gewählten Arbeitsgruppe die technischen und experimentellen Voraussetzungen für die später durchzuführende Masterarbeit. Sie erwerben die Fertigkeiten zur selbstständigen Durchführung von Experimenten bzw. theoretischen Untersuchungen, die für das Forschungsprojekt im Rahmen der Masterarbeit notwendig sind. Sie erwerben die Fähigkeit, die eigenen Arbeiten im wissenschaftlichen Kontext professionell darzustellen.					
Inhalte: Zehnwöchiges Praktikum zu einem aktuellen Thema der Sonnensystemphysik [in Absprache mit dem Betreuer bzw. der Betreuerin der Masterarbeit,] zum Erlernen der theoretischen und experimentellen Methoden, die in der Masterarbeit benötigt werden. Bei experimenteller Ausrichtung u.a. Vorversuche im Kontext der später durchzuführenden Masterarbeit, Konzeption von Experimentkomponenten, Konstruktion von Experimentaufbauten, Bauteilebeschaffung, Hospitation bei laufenden Arbeiten der Arbeitsgruppe. Bei theoretischer Ausrichtung u.a. Kennenlernen von Programmpaketen, Entwicklung kleiner Softwarepakete, Testrechnungen, Hospitation bei laufenden Arbeiten der Arbeitsgruppe. In dieses Modul können auch Besuche bei sogenannten „Sommer-/Winterschulen“, z. B. bei der „ESA Academy“ sowie Auslandsaufenthalte mit eingebracht werden.					
Lernformen: <b>Projektarbeit</b>					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: (a) Studienleistung: erfolgreiche Durchführung des Forschungspraktikums (b) Prüfungsleistung: Präsentation über die Inhalte und Ziele der Masterarbeit					
Turnus (Beginn): <b>Jedes Semester</b>					
Modulverantwortlicher: <b>Agarwal</b>					
Sprache: <b>Englisch</b>					
Medienformen: ---					
Literatur: <b>Die benötigte Literatur wird von der Betreuerin bzw. vom Betreuer angegeben.</b>					
Erklärender Kommentar: ---					
Kategorien (Modulgruppen): <b>Forschungsphase</b>					
Voraussetzungen für dieses Modul: ---					
Studiengänge: <b>Solar System Physics (BPO 2023) (Master)</b>					

Kommentar zur Zuordnung:

---

Modulbezeichnung: <b>Master Thesis</b>				Modulnummer: <b>PHY-IGeP-47</b>	
Institution: <b>Studiendekanat Physik</b>				Modulabkürzung: <b>FP-MT</b>	
Workload:	900 h	Präsenzzeit:	30 h	Semester:	3
Leistungspunkte:	30	Selbststudium:	870 h	Anzahl Semester:	2
Pflichtform:	Pflicht			SWS:	0
Lehrveranstaltungen/Oberthemen: Betreuung von Masterarbeiten - Agarwal Betreuung von Masterarbeiten - Blum Betreuung von Masterarbeiten - Bücken Betreuung von Masterarbeiten - Hördt Betreuung von Masterarbeiten - Plaschke Betreuung von Masterarbeiten – N.N. (Theoretische Physik)					
Belegungslogik (wenn alternative Auswahl, etc.): Es wird empfohlen, die Masterarbeit erst nach Abschluss der anderen zum Masterstudium gehörenden Lehrveranstaltungen zu beginnen.					
Lehrende: <b>Dozierende Physik</b>					
Qualifikationsziele: Die Studierenden sind in der Lage, ein Thema im Bereich der Sonnensystemphysik unter Anleitung nach wissenschaftlichen Methoden innerhalb einer vorgegebenen Frist zu bearbeiten. Dabei zeigen sie, dass sie fachliche Zusammenhänge verstehen und wissenschaftliche Erkenntnisgrenzen erweitern können. Sie können die Vorgehensweise und Ergebnisse in Form einer Ausarbeitung darstellen und bewerten. Die Studierenden können ein eigenes wissenschaftliches Projekt organisieren.					
Inhalte: Selbstständige Bearbeitung (unter Anleitung) eines Themas aus dem Bereich der Sonnensystemphysik nach wissenschaftlichen Methoden und Abfassung einer wissenschaftlichen Arbeit innerhalb einer vorgegebenen Frist. Die Inhalte hängen vom Thema der Arbeit ab und liegen im Bereich der experimentellen und theoretischen Sonnensystemphysik.					
Lernformen: <b>Selbstständige, aber betreute wissenschaftliche Arbeit; strukturierte Betreuungsgespräche</b>					
Prüfungsmodalitäten / Voraussetzungen zur Vergabe von Leistungspunkten: <b>Prüfungsleistung: Masterarbeit</b>					
Turnus (Beginn): <b>Jedes Semester</b>					
Modulverantwortlicher: <b>Studiendekanat Physik</b>					
Sprache: <b>Englisch</b>					
Medienformen: ---					
Literatur: <b>Wird jeweils mit der Betreuerin bzw. dem Betreuer der Masterarbeit individuell festgelegt.</b>					
Erklärender Kommentar: Die Masterarbeit beinhaltet das selbstständige Bearbeiten eines wissenschaftlichen Themengebietes und die schriftliche Abfassung einer wissenschaftlichen Arbeit über die Ergebnisse in einem Zeitraum von acht Monaten. Der Zeitraum rechnet von der Ausgabe des Themas bis zur Abgabe der Arbeit. Die Masterarbeit muss in englischer Sprache verfasst werden, davon abweichende Sprachen können auf Antrag vom Prüfungsausschuss bewilligt werden.					
Kategorien (Modulgruppen): <b>Forschungsphase</b>					
Voraussetzungen für dieses Modul: ---					
Studiengänge: <b>Solar System Physics (BPO 2023) (Master)</b>					
Kommentar zur Zuordnung: ---					