
Curriculum für das Masterstudium

Space Sciences and Earth from Space

Curriculum 2011

Dieses Curriculum wurde vom Senat der Karl-Franzens-Universität Graz in der Sitzung vom 25.5.2011 und vom Senat der Technischen Universität Graz in der Sitzung vom 16.5.2011 genehmigt.

Das Studium ist als gemeinsames Studium (§ 54 Abs. 9 UG) der Karl-Franzens-Universität Graz (KFUG) und der Technischen Universität Graz (TUG) im Rahmen von „NAWI Graz“ eingerichtet. Rechtsgrundlagen für dieses Studium sind das UG sowie die Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzungen der KFUG und der TUG in der jeweils geltenden Fassung.

§ 1 Allgemeines

- (1) Das ingenieurwissenschaftliche Masterstudium „Space Sciences and Earth from Space“ umfasst vier Semester. Der Gesamtumfang beträgt 120 ECTS-Anrechnungspunkte gem. § 51 Abs 2 Z 26 UG.
- (2) Absolventinnen und Absolventen dieses Studiums wird der akademische Grad „Diplom-Ingenieurin“ bzw. „Diplom-Ingenieur“, abgekürzt: „Dipl.-Ing.“ oder „DI“ verliehen. Dieser akademische Grad entspricht international dem „Master of Science“, abgekürzt: „MSc“.

§ 2 Gegenstand des Studiums und Qualifikationsprofil

(1) Gegenstand des Studiums

Die Weltraumwissenschaften unter Einbeziehung spezifischer Wissenschaftskomponenten des Systems Erde („Space Sciences and Earth from Space“) erfahren im Lichte der verstärkten Nutzung dieser Räume durch Raumfahrt und Satellitenkommunikation, durch zunehmende Mobilitätsanwendungen (Navigation) sowie durch den immer deutlicher werdenden Klimawandel eine immer größere Bedeutung in verschiedensten Bereichen der Naturwissenschaften, der Technik, der Ökologie und der Sozioökonomie.

Das Masterstudium „Space Sciences and Earth from Space“ vermittelt den Studierenden eine fundierte technisch-naturwissenschaftliche Ausbildung auf dem Gebiet der Weltraumwissenschaften und ihrer Anwendungen in drei einander ergänzenden Vertiefungsfächern: „Solar System Physics“, „Satellite Systems“ und „Earth System from Space“. Das Studium entspricht dem Prinzip der forschungsgeleiteten Lehre und profitiert dabei insbesondere von der synergetischen Bündelung der standortspezifischen Kompetenzen der KFUG und der TU Graz, sowie der außeruniversitären Forschungseinrichtungen, des Instituts für Weltraumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und Joanneum Research.

(2) Qualifikationsprofil und Kompetenzen

Das Masterstudium „Space Sciences and Earth from Space“ führt aufbauend auf den Fächern Physik, Geodäsie, Elektrotechnik und Umweltsystemwissenschaften zu einer intensiven Auseinandersetzung mit den Weltraumwissenschaften und dem System Erde auf einer technisch-naturwissenschaftlichen Basis. Dabei erlaubt die Schwerpunktsetzung auf eines der drei unterschiedlichen, untereinander jedoch vernetzten Vertiefungsfächer „Solar System Physics“, „Satellite Systems“ oder „Earth System from Space“ das Erlangen differenzierter Kenntnisse und Fähigkeiten in den betrachteten Themenfeldern.

Im Vertiefungsfach „Solar System Physics“ wird das Verständnis der Physik des Sonnensystems, der Planeten und deren Wechselwirkung mit dem Sonnenwind und energetischer Ausbrüche auf der Sonne (sogenanntes „Space Weather“) vertieft, wobei wesentliche Einblicke auf dem Gebiet der Weltraumplasmaphysik und der Physik der Sonne und der Planeten erzielt werden.

Das Vertiefungsfach „Satellite Systems“ umfasst die an Bedeutung gewonnenen Bereiche der Satellitenkommunikation und –navigation, wobei diese Systeme zunehmend bei Katastrophenschutz und Krisenmanagement, sowie bei Telemedizin und Telelearning eingesetzt werden.

Im Bereich des Vertiefungsfachs „Earth System from Space“ beinhalten die Lehrinhalte die Beobachtung der Komponenten des Systems Erde (feste Erde, Ozeane, Eismassen, Atmosphäre, etc.) mittels moderner Satellitentechnologien, ebenso wie deren physikalische Beschreibung und numerische Modellierung.

Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiums „Space Sciences and Earth from Space“ sollen in der Lage sein, ihr theoretisches und praktisches Wissen anzuwenden. Konkret sollen sie folgende Fachkompetenzen erwerben:

- Grundlegende Zusammenhänge in den Weltraumwissenschaften zu verstehen.
- Methoden und Modelle der Weltraumwissenschaften sowie aus den speziellen Vertiefungsfächern „Solar System Physics“, „Satellite Systems“, „Earth System from Space“ zu entwickeln und anzuwenden.
- Selbständig Forschungsprojekte aus dem Fachgebiet zu planen, zu strukturieren, durchzuführen und die Resultate im wissenschaftlich-technischen Kontext zu interpretieren.

Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiums „Space Sciences and Earth from Space“ sollen des Weiteren über nachstehende allgemeine Qualifikationen und Kompetenzen verfügen:

- Generelle wissenschaftliche und technologische Methoden und Modelle anwenden zu können.
- Erlernte Methoden und Technologien überprüfen und verbessern zu können sowie Probleme lösen und wissenschaftliche Untersuchungen durchführen zu können.

- Argumente, Annahmen, abstrakte Konzepte und Daten gegeneinander abwägen und Modellierungen vornehmen zu können im Hinblick auf die Problemlösung einer komplexen Fragestellung.
- Sich der Interpretationsspielräume und Grenzen des aktuellen Wissensstandes bewusst zu sein.
- Zur stetigen Aktualisierung ihres Wissens und ihrer Fähigkeiten bereit zu sein.
- Teamfähig zu sein.
- Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen vor Publikum kommunizieren zu können und zwar vor Spezialistinnen und Spezialisten wie auch Nichtspezialistinnen und Nichtspezialisten.
- Sich möglicher ethischer, gesellschaftlicher, ökonomischer, umwelt- und sicherheitsbezogener Auswirkungen ihrer Disziplin bewusst zu sein.
- Selbstständig zu arbeiten und sich und andere motivieren zu können.

(3) Bedarf und Relevanz des Studiums für den Arbeitsmarkt

Die technisch-naturwissenschaftlich fundierte Ausbildung der Absolventinnen und Absolventen des Studiums „Space Sciences and Earth from Space“ entspricht den Anforderungen von universitären und forschungsnahen Institutionen ebenso wie dem Bedarf nach hervorragend ausgebildeten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in Hochtechnologiebereichen, vor allem in der Luft- und Raumfahrtindustrie und in Weltraumagenturen. Die Ausbildung entspricht insbesondere auch den Anforderungen für universitäre Tätigkeiten in Lehre und Forschung.

Durch die Ausbildung in Bereichen der mathematisch-physikalischen Behandlung von Weltraum-bezogenen plasmaphysikalischen Phänomenen und Prozessen ist das berufliche Tätigkeitsfeld aus dem Vertiefungsfach „Solar System Physics“ durch wissenschaftliche und forschungsnaher Berufe gegeben, die in universitären und nicht-universitären Forschungseinrichtungen, sowie in nationalen als auch in internationalen Weltraumagenturen und Unternehmungen forschungsorientierter Weltraumindustrie angesiedelt sind.

Im Bereich der „Satellite Systems“ werden die Absolventinnen und Absolventen dieses Vertiefungsfachs in die Lage versetzt, in Hochtechnologiebereichen, vor allem in der Luft- und Raumfahrtindustrie, in Weltraumagenturen und in der Industrie allgemein, in Weltraumforschungszentren und -organisationen sowie auf Universitäten technisch-wissenschaftlich tätig zu sein.

Das Berufsprofil im Bereich „Earth System from Space“ spannt sich von der technologischen Erfassung bis zur numerischen Modellierung und Interpretation von Naturphänomenen, also von hochwertigen wissenschaftlichen Tätigkeiten in universitären und nicht-universitären Forschungseinrichtungen bis zur Beschäftigung bei Weltraumagenturen und in Unternehmen der Weltraumindustrie.

§ 3 Aufnahmebedingungen / Zulassungsvoraussetzungen

- (1) Die Zulassung zu einem Masterstudium setzt den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums oder eines fachlich in Frage kommenden Fachhochschul-Bachelorstudienganges oder eines anderen gleichwertigen Studiums an einer anerkannten inländischen oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus (§ 64 Abs 5 UG).
- (2) Das Masterstudium „Space Sciences and Earth from Space“ baut auf den an der KFUG angebotenen Bachelorstudien „Physik“, „Umweltsystemwissenschaften“ (Fachschwerpunkt Physik), oder an den an der TUG angebotenen Bachelorstudien „Technische Physik“, „Geomatics Engineering“, „Elektrotechnik“, „Telematik“ oder „Elektrotechnik-Toningenieur“ auf. Absolventinnen und Absolventen dieser Studien sowie Absolventinnen und Absolventen der im Anhang I aufgelisteten Studien erfüllen jedenfalls die Aufnahmevoraussetzungen für das Masterstudium „Space Sciences and Earth from Space“. Um einen Gesamtumfang der aufbauenden Studien von 300 ECTS-Anrechnungspunkten zu erreichen, ist die Zuordnung ein und derselben Lehrveranstaltung sowohl im zur Zulassung berechtigenden Bachelorstudium als auch im gegenständlichen Masterstudium ausgeschlossen.
- (3) Wenn die Gleichwertigkeit grundsätzlich gegeben ist und nur einzelne Ergänzungen auf die volle Gleichwertigkeit fehlen, können zur Erlangung der vollen Gleichwertigkeit zusätzliche Lehrveranstaltungen und Prüfungen im Ausmaß von maximal 25 ECTS-Anrechnungspunkten vorgeschrieben werden. Die Anerkennung von gegebenenfalls zusätzlich zu erbringenden Leistungen ist für den Bereich des Freifachs / der Freien Wahlfächer gemäß § 9 zulässig.

§ 4 Aufbau und Gliederung des Studiums

- (1) Das Masterstudium „Space Sciences and Earth from Space“ mit einem Arbeitsaufwand von 120 ECTS-Anrechnungspunkten umfasst vier Semester. Für die Lehrveranstaltungen sind insgesamt 89 ECTS-Anrechnungspunkte vorgesehen. Für die Masterarbeit werden 30 ECTS-Anrechnungspunkte und für die Masterprüfung 1 ECTS-Anrechnungspunkt veranschlagt.

Die 89 ECTS-Anrechnungspunkte für Lehrveranstaltungen umfassen neben den 31 ECTS-Anrechnungspunkten für die Module A–C 46 ECTS-Anrechnungspunkte aus den in § 8 angeführten Wahlfachkatalogen und 12 ECTS-Anrechnungspunkte für das Freifach / die freien Wahlfächer.

Die 46 ECTS-Anrechnungspunkte aus den in § 8 angeführten Wahlfachkatalogen beinhalten ihrerseits 32 ECTS-Anrechnungspunkte für einen der drei Schwerpunkte (Module D1, D2 oder D3 – siehe unten), 5 ECTS-Anrechnungspunkte aus Modul E (Soft Skills) und 9 ECTS-Anrechnungspunkte für Lehrveranstaltungen aus den Vertiefungsmodulen (F bis P).

Die drei Schwerpunkte sind: „Solar System Physics“ (Module D1.1–D1.3), „Satellite Systems“ (Module D2.1–D2.3) und „Earth System from Space“ (D3.1–D3.3). Im Lauf des Masterstudiums ist einer dieser drei Schwerpunkte zu wählen und komplett im Umfang aller 32 ECTS-Anrechnungspunkte zu absolvieren.

Aus Modul/Fach A sind 4 aus den 5 angebotenen Vorlesungen zu absolvieren, im Umfang von 12 ECTS-Anrechnungspunkten. Die in Modul A nicht gewählte Vorlesung kann im Rahmen der Wahlfachkataloge/Gebundene Wahlfächer absolviert werden. Die Wahlmöglichkeit in Modul A berücksichtigt, dass das Masterstudium „Space Sciences and Earth from Space“ auf unterschiedlichen Bachelorstudien mit entsprechend unterschiedlicher Vorbildung aufbaut.

Für die Wahl der Lehrveranstaltungen aus den Vertiefungsmodulen (F bis P) werden die folgenden Empfehlungen abgegeben: Für den Schwerpunkt „Solar System Physics“ sind die fachvertiefenden Lehrveranstaltungen aus den Modulen F, G und M von besonderer Relevanz, für den Schwerpunkt „Satellite Systems“ Lehrveranstaltungen aus den Modulen H und I, und für den Schwerpunkt „Earth System from Space“ Lehrveranstaltungen aus den Modulen J, K, L und M. Die Module N, O und P umfassen Lehrveranstaltungen zu den Grundlagen der drei Schwerpunkte. Die Lehrveranstaltungen aus den Modulen N, O und P werden insbesondere empfohlen, wenn diese Grundlagen für den gewählten Schwerpunkt nicht im Bachelorstudium erworben wurden. Es wird empfohlen, diese Grundlagen möglichst früh im Studium nachzuholen.

Um Impulse für die wissenschaftliche Arbeit zu gewinnen und internationale Forschungsumgebungen kennen zu lernen, sind Auslandsaufenthalte für Studierende besonders empfohlen. Als Element der Internationalisierung soll ein Teil des Lehrangebots im Curriculum nach Möglichkeit in englischer Sprache angeboten und geprüft werden.

	ECTS
Modul/Fach A: Introduction to Geo- and Space Sciences	12
Modul/Fach B: Satellites and Launcher Systems	5
Modul/Fach C: Data Analysis and Modelling	14
* Wahlfach Schwerpunkt: Solar System Physics	
Modul/Fach D 1.1: Physics of the Sun and Impacts on Planets	12
Modul/Fach D 1.2: Data Analysis and Methods in Solar System Physics	9
Modul/Fach D 1.3: Stellar and Space Physics	11
* Wahlfach Schwerpunkt: Satellite Systems	
Modul/Fach D 2.1: Fundamentals of Information and Communication Engineering	15
Modul/Fach D 2.2: Satellite Systems and Communications	9,5
Modul/Fach D 2.3: Navigation Systems and Methods	7,5
* Wahlfach Schwerpunkt: Earth System from Space	
Modul/Fach D 3.1: Physics of the System Earth	9
Modul/Fach D 3.2: Satellite Geodesy and Reference Systems	10,5
Modul/Fach D 3.3: Data Analysis and Numerical Modelling	12,5
Wahlfachkataloge/Gebundene Wahlfächer (E, F – P)	14
Freifach/Freie Wahlfächer	12
Masterarbeit	30
Masterprüfung	1
Summe	120

* Im Laufe des Masterstudiums muss einer der drei Schwerpunkte vollständig absolviert werden.

(2) Allen von den Studierenden zu erbringenden Leistungen werden ECTS-Anrechnungspunkte zugeteilt. Mit diesen ECTS-Anrechnungspunkten ist der relative Anteil des mit den einzelnen Studienleistungen verbundenen Arbeitspensums zu bestimmen, wobei das Arbeitspensum eines Jahres 1500 Echtstunden zu betragen hat und diesem Arbeitspensum 60 ECTS-Anrechnungspunkte zugeteilt werden. Das Arbeitspensum umfasst den Selbststudienanteil und die Semesterstunden/Kontaktstunden. Eine Semesterstunde/Kontaktstunde entspricht 45 Minuten.

§ 5 Arten der Lehrveranstaltungen¹

- (1) **Vorlesungen¹ (VO):** Sie dienen der Einführung in die Methoden des Faches und der Vermittlung von Überblicks- und Spezialkenntnissen aus dem gesicherten Wissensstand, aus dem aktuellen Forschungsstand und aus besonderen Forschungsbereichen des Faches.

¹ Es gelten die in der Satzung (KFUG) bzw. Richtlinie (TUG) der beiden Universitäten festgelegten Lehrveranstaltungstypen bzw. –arten. Siehe § 1 Abs 3 der Satzung der KFUG bzw. Richtlinie über Lehrveranstaltungstypen der Curricula-Kommission des Senates der TUG vom 6.10.2008 (verlautbart im Mitteilungsblatt der TUG vom 3.12.2008)

- (2) **Vorlesung mit Übungen¹ (VU):** Dabei erfolgt sowohl die Vermittlung von Überblicks- und Spezialkenntnissen als auch die Vermittlung von praktischen Fähigkeiten. Die Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter.
KFUG: TeilnehmerInnenhöchstzahl 25; TUG: maximale Gruppengröße 30
- (3) **Übungen¹ (UE):** Übungen haben den praktischen Zielen der Studien zu entsprechen und dienen der Lösung konkreter Aufgaben. Die Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter.
KFUG: TeilnehmerInnenhöchstzahl 25; TUG: maximale Gruppengröße 30
- (4) **Seminare¹ (SE):** Sie dienen der eigenständigen wissenschaftlichen Arbeit und der wissenschaftlichen Diskussion darüber, wobei eine schriftliche Ausarbeitung eines Themas und dessen mündliche Präsentation geboten werden soll. Darüber ist eine Diskussion abzuhalten. Die Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter.
KFUG: TeilnehmerInnenhöchstzahl 20; TUG: maximale Gruppengröße 15
- (5) **Laborübungen¹ (LU):** In Laborübungen werden zur Vertiefung und/oder Erweiterung des in den zugehörigen Vorlesungen gebrachten Stoffs in praktischer, experimenteller und/oder konstruktiver Arbeit Fähigkeiten und Fertigkeiten im Rahmen der wissenschaftlichen Berufsvorbildung mit besonders intensiver Betreuung vermittelt. Laborübungen enthalten als wesentlichen Bestandteil die Anfertigung von Protokollen über die durchgeführten Arbeiten. Die Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter.
KFUG: TeilnehmerInnenhöchstzahl 12; TUG: maximale Gruppengröße 6
- (6) **Praktika (PK) [nur KFUG]** haben die Berufsvorbildung oder wissenschaftliche Ausbildung sinnvoll zu ergänzen. Besteht an der Universität keine Möglichkeit Praktika durchzuführen, so haben die Studierenden ihre Praxis bei Verwaltungs- und Gerichtsbehörden, in Instituten, Anstalten oder Betrieben, deren Einrichtungen hierfür geeignet sind, abzuleisten.
KFUG: TeilnehmerInnenhöchstzahl 16
- (7) **Konstruktionsübungen (KU) [nur TUG]:** In Konstruktionsübungen werden zur Vertiefung und/oder Erweiterung des in den zugehörigen Vorlesungen gebrachten Stoffs in konstruktiver Arbeit Fähigkeiten und Fertigkeiten im Rahmen der wissenschaftlichen Berufsvorbildung vermittelt. Es sind spezielle Geräte bzw. eine besondere räumliche Ausstattung notwendig.
TUG: maximale Gruppengröße 30

§ 6 Richtlinien zur Vergabe von Plätzen für Lehrveranstaltungen

- (1) Melden sich mehr Studierende zu einer Lehrveranstaltung an als verfügbare Plätze vorhanden sind, sind parallele Lehrveranstaltungen vorzusehen, im Bedarfsfall auch in der vorlesungsfreien Zeit.
- (2) Können nicht im ausreichenden Maß parallele Lehrveranstaltungen (Gruppen) angeboten werden, sind Studierende nach folgender Prioritätsordnung in die Lehrveranstaltung aufzunehmen:
 - a) Die Lehrveranstaltung ist für die/den Studierende(n) verpflichtend im Curriculum vorgeschrieben.
 - b) Die Summe der im betreffenden Studium positiv absolvierten Lehrveranstaltungen (Gesamt ECTS-Anrechnungspunkte).
 - c) Das Datum (Priorität früheres Datum) der Erfüllung der Teilnahmevoraussetzung.
 - d) Studierende, welche bereits einmal zurückgestellt wurden oder die Lehrveranstaltung wiederholen müssen, sind bei der nächsten Abhaltung der Lehrveranstaltung bevorzugt aufzunehmen.
 - e) Die Note der Prüfung- bzw. der Notendurchschnitt der Prüfungen (gewichtet nach ECTS-Anrechnungspunkten) - über die Lehrveranstaltung(en) der Teilnahmevoraussetzung.
 - f) Studierende, für die solche Lehrveranstaltungen zur Erfüllung des Curriculums nicht notwendig sind, werden lediglich nach Maßgabe freier Plätze berücksichtigt; die Aufnahme in eine eigene Ersatzliste ist möglich. Es gelten sinngemäß die obigen Bestimmungen.
- (3) An Studierende, die im Rahmen von Mobilitätsprogrammen einen Teil ihres Studiums an den an NAWI Graz beteiligten Universitäten absolvieren, werden vorrangig bis zu 10% der vorhandenen Plätze vergeben.

§ 7 Studieninhalt und Semesterplan

- (1) Die einzelnen Lehrveranstaltungen dieses Masterstudiums und deren Zuordnung zu den Prüfungsfächern werden nachfolgend angeführt; die Zuordnung der Lehrveranstaltungen zu den beteiligten Universitäten wird im Anhang II vorgenommen. Die Zuordnung der Lehrveranstaltungen zur Semesterfolge ist eine Empfehlung und stellt sicher, dass die Abfolge der Lehrveranstaltungen optimal auf Vorwissen aufbaut und das Arbeitspensum des Studienjahres 60 ECTS-Anrechnungspunkte nicht überschreitet.

Masterstudium Space Sciences and Earth from Space								
Module/Fächer	Lehrveranstaltung	SSt/ KStd	LV		Semester mit ECTS- Anrechnungspunkten			
			Art	ECTS	I	II	III	IV
Modul/Fach A (Pflichtfach): Intro- duction to Geo- and Space Sci- ences *	Introduction to Satellite Commu- nication	2	VO	3	3			
	Introduction to Satellite Geodesy	2	VO	3	3			
	Introduction to Solar and Stellar Physics	2	VO	3	3			
	Introduction to Geophysics and Planetary Physics	2	VO	3	3			
	Introduction to Plasma Physics	2	VO	3	3			
Modul/Fach B (Pflichtfach): Satel- lites and Launcher Systems	Einführung in die Systeme wis- senschaftlicher Satelliten	1	VO	2	2			
	Trägersysteme	2	VO	3		3		
Modul/Fach C (Pflichtfach): Data Analysis and Mod- elling	Time Series Analysis and Filtering	2	VO	3		3		
	Time Series Analysis and Filtering	2	UE	3		3		
	Methoden der Modellierung und Simulation	2	VO	4	4			
	Übungen zu Methoden der Model- lierung und Simulation	2	UE	4	4			
Summe Module/Fächer (Pflichtfächer)		19		31	22	9		
Summe Wahlfachkataloge/Gebundene Wahlfächer lt. § 8				46	8	15	23	
Masterarbeit				30				30
Masterprüfung				1				1
Freifach/freie Wahlfächer lt. § 9				12		6	6	
Summen Gesamt				120	30	30	29	31

* Aus Modul/Fach A sind 4 aus den 5 angebotenen Vorlesungen zu absolvieren, im Umfang von 12 ECTS-Anrechnungspunkten.

(2) Die in den Modulen/Fächern zu vermittelnden Kenntnisse, Methoden oder Fertigkeiten werden im Anhang III näher beschrieben.

§ 8 Wahlfachkataloge/gebundene Wahlfächer

Schwerpunkt: <i>Solar System Physics</i>						
Module/Fächer	Lehrveranstaltung	SSt/ KStd	Art	ECTS	KFU	TU
Modul/Fach D 1.1: Physics of the Sun and Impacts on Planets	Magnetohydrodynamik und solar- terrestrische Modellierung	2	VO	3	X	
	Planetenmagnetosphären	2	VO	3	X	
	Einführung in die Aeronomie	2	VO	3	X	
	Sonne und Space Weather	2	VO	3	X	
Modul/Fach D 1.2: Data Analysis and Methods in Solar System Physics	Messmethoden der Weltraumphysik und Ae- ronomie	2	VO	3	X	
	Seminar Messmethoden der Geophysik	1	SE	2	X	
	Praktikum Sonnenphysik	1	PK	1	X	
	Data Processing in Solar and Space Physics	2	VO	3	X	
Modul/Fach D 1.3: Stellar and Space Physics	Physik der Sternatmosphären	3	VO	6	X	
	Physik der Sternatmosphären	1	UE	2	X	
	Weltraum-Plasmaphysik	1	VO	1,5		X
	Fortgeschrittene Weltraum-Plasmaphysik	1	VO	1,5		X
Summe		20		32		

Schwerpunkt: <i>Satellite Systems</i>						
Module/Fächer	Lehrveranstaltung	SSt/ KStd	Art	ECTS	KFU	TU
Modul/Fach D 2.1: Fundamentals of Information and Communication Engineering (#)	Nachrichtentechnik	3	VO	4		X
	Nachrichtentechnik	2	UE	3		X
	Signalverarbeitung	2	VO	3		X
	Signalverarbeitung	1	UE	2		X
	Messmethoden der Weltraumphysik und Ae- ronomie	2	VO	3	X	
Modul/Fach D 2.2: Satellite Systems and Communications	Satellite Communications	2	VO	3		X
	Satellite Communications	1	UE	1,5		X
	Satellite Communications	2	SE	3		X
	Design and Development of Space Qualified Hardware	1	VO	2		X
Modul/Fach D 2.3: Navigation Systems and Methods	GGOS and Reference Systems	2	VO	3		X
	GGOS and Reference Systems	1	UE	1,5		X
	Integrated Navigation	2	VO	3		X
Summe		21		32		

(#) Studierende, die Vorlesungen aus diesem Modul bereits im Rahmen ihres Bachelorstudiums absolviert haben, sind verpflichtet, stattdessen Lehrveranstaltungen aus Modul H „Communication and Information Systems“ im entsprechenden Umfang an ECTS-Anrechnungspunkten zu absolvieren.

Schwerpunkt: <i>Earth System from Space</i>						
Module/Fächer	Lehrveranstaltung	SS/ KStd	Art	ECTS	KFU	TU
Modul/Fach D 3.1: Physics of the System Earth	Magnetismus und Magnetfeld der Erde	2	VO	3	X	
	<i>Wahlweise</i> eine der Vorlesungen: - Physik der Atmosphäre 1 (Zusammensetzung und Dynamik) - Physik der Atmosphäre 2 (Strahlungs- und Energiehaushalt) - Einführung in die Aeronomie	2	VO	3	X	
	<i>Wahlweise</i> eine der Vorlesungen: - Klimasystem der Erde und Klimawandel - Physikalische Ozeanographie, Hydrologie und Klima	2	VO	3	X	
Modul/Fach D 3.2: Satellite Geodesy and Reference Systems	Advanced Satellite Geodesy	2	VO	3		X
	Advanced Satellite Geodesy	2	UE	3		X
	GGOS and Reference Systems	2	VO	3		X
	GGOS and Reference Systems	1	UE	1,5		X
Modul/Fach D 3.3: Data Analysis and Numerical Modelling	Gravity Field Modelling	3	VU	4,5		X
	Methoden der Datenanalyse und Dateninversion	2	VO	4	X	
	Übungen zu Methoden der Datenanalyse und Dateninversion	2	UE	4	X	
Summe		20		32		

Modul E: Soft Skills					
Lehrveranstaltung	SS/ KStd	Art	ECTS	KFU	TU
Arbeitsgruppen leiten, zielorientiert moderieren	2	VU	3	X	
Einführung in die Betriebswirtschaftslehre und WIPÄD	2	VO	3	X	
Führen von MitarbeiterInnen und Teams	2	VU	3	X	
Gesprächsführung	2	VU	3	X	
Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre	2	VO	4		X
Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre	1	UE	2		X
Grundlagen der Rhetorik	2	VO	3	X	
Innovationsmanagement in der industriellen Praxis	1	VO	1		X
Innovationsmanagement in der industriellen Praxis	1	SE	1		X
Investition und Finanzierung	2	VU	4	X	
Kommunikation als Produktionsfaktor	2	VU	3	X	
Kommunikationstraining	2	VU	3	X	
Marketing Management	2	VO	3		X
Marketing Management	1	UE	2		X
Mitarbeiterführung	1	VO	1		X
Mitarbeiterführung	1	UE	1		X
Patentrecht	2	VO	3		X
Projektmanagement	3	VO	4		X
Umweltrecht und Anlagengenehmigung	2	VO	3		X
Unternehmensgründung	2	VO	3		X
Gender Studies	1	VO	2	X	
Weltraumrecht	4	SE	10	X	

Modul F: Astro- and Solar Physics					
Lehrveranstaltung	SSt/ KStd	Art	ECTS	KFU	TU
Einführung in die Sonnenphysik	2	VO	3	X	
Einführung in die Sonnenphysik	1	UE	2	X	
Instrumente und Beobachtungstechniken der Astrophysik	2	VO	3	X	
Sternaufbau und Sternentwicklung	3	VO	6	X	
Sternaufbau und Sternentwicklung	1	UE	2	X	
Astrophysikalisches Seminar	2	SE	3	X	

Modul G: Space Physics					
Lehrveranstaltung	SSt/ KStd	Art	ECTS	KFU	TU
Einführung in die Planetologie	2	VO	3	X	
Hydrodynamik	2	VO	4	X	
Aktive Plasmaexperimente im Weltraum	1	VO	1,5		X
Messung planetarer und interplanetarer Magnetfelder	1	VO	1,5		X
Ausgewählte Kapitel der Weltraumphysik und Aeronomie	2	(*)	3	X	

(*) Lehrveranstaltung vom Typ VO oder SE

Modul H: Communication and Information Systems					
Lehrveranstaltung	SSt/ KStd	Art	ECTS	KFU	TU
Antennas and Propagation	2	VO	3		X
Antennas and Propagation	1	UE	1,5		X
Telecommunications Systems	2	VO	3		X
Communication Networks	2	VO	3		X
Wireless Communication Networks and Protocols	2	VO	3		X
Mobile Radio Systems	2	VO	3		X
Software Defined Radio	2	VO	3		X
Optoelectrical Communication Engineering	3	VO	4,5		X
Optoelectrical Communication Engineering	1	UE	2		X
Radartechnik	2	VO	3		X

Modul I: Space System Engineering					
Lehrveranstaltung	SSt/ KStd	Art	ECTS	KFU	TU
Festigkeitsberechnungen für Raumfahrtkomponenten	1	VO	2		X
Systems Engineering in Aerospace Applications	2	VO	4		X
Ausgewählte Kapitel aus Weltraumforschung	2	SE	3		X

Modul J: Positioning and Navigation					
Lehrveranstaltung	SSt/ KStd	Art	ECTS	KFU	TU
Navigation	2	VO	3		X
Navigation	2	KU	3		X
Satellitengestützte Positionierung	2	KU	3		X
GNSS	2	VU	3		X
Navigation Systems	2	VU	3		X
Integrated Navigation	1	UE	1,5		X

Modul K: Geophysics and Climatology					
Lehrveranstaltung	SSt/ KStd	Art	ECTS	KFU	TU
Geophysics and Geodynamics	2	VO	3		X
Geophysics and Geodynamics	2	UE	3		X
Physik der Atmosphäre 1 (Zusammensetzung und Dynamik)	2	VO	3	X	
Physik der Atmosphäre 2 (Strahlungs- und Energiehaushalt)	2	VO	3	X	
Einführung in die Aeronomie	2	VO	3	X	
Klimasystem der Erde und Klimawandel	2	VO	3	X	
Physikalische Ozeanographie, Hydrologie und Klima	2	VO	3	X	
Ausgewählte Kapitel der Atmosphären- und Klimaphysik	2	(*)	3	X	
Ausgewählte Kapitel der Geophysik	2	(*)	3	X	

(*) Lehrveranstaltung vom Typ VO oder SE

Modul L: Satellite and Physical Geodesy					
Lehrveranstaltung	SSt/ KStd	Art	ECTS	KFU	TU
Umweltmonitoring mittels Fernerkundung	2	VO	3		X
Physikalische Geodäsie	2	VO	3		X
Physikalische Geodäsie	1	UE	2		X
Advanced Physical Geodesy	2	VO	3		X
Advanced Physical Geodesy	1	UE	1,5		X
SAR	2	VU	3		X

Modul M: Data Acquisition and Analysis					
Lehrveranstaltung	SSt/ KStd	Art	ECTS	KFU	TU
Astrophysikalische Datenanalyse	3	VO	5	X	
Astrophysikalische Datenanalyse	2	UE	3	X	
Ausgewählte Probleme der astrophysikalischen Datenanalyse	2	SE	3	X	
Astronomisches Praktikum	2	PK	3	X	
Seminar Messmethoden der Geophysik	1	SE	2	X	
Praktikum aus Weltraumphysik und Aeronomie	3	PK	6	X	
Advanced Geosoftwares Applications	2	VU	3		X
Praktikum aus Atmosphären- und Klimaphysik	3	PK	6	X	

Modul N: Grundlagen für den Schwerpunkt "Solar System Physics"					
Lehrveranstaltung	SSt/ KStd	Art	ECTS	KFU	TU
Thermodynamik	2	VO	4	X	
Übungen Thermodynamik	1	UE	2	X	
Mechanik, Wärme	4	VO	6	X	
Übungen Mechanik, Wärme	2	UE	3	X	
Elektrodynamik und Optik	4	VO	6	X	
Übungen Elektrodynamik und Optik	2	UE	3	X	
Atom- und Kern- und Teilchenphysik	4	VO	6	X	X
Statistische Physik	3	VO	4	X	
Statistische Physik	1	UE	2	X	

Modul O: Grundlagen für den Schwerpunkt "Satellite Systems"					
Lehrveranstaltung	SSt/ KStd	Art	ECTS	KFU	TU
Grundlagen der Elektrotechnik	3	VO	4		X
Grundlagen der Elektrotechnik	1	UE	1,5		X
Hochfrequenztechnik	2	VO	3		X
Hochfrequenztechnik	1	UE	1,5		X
Hochfrequenztechnik, Labor	1	LU	2		X
Fundamentals of Digital Communications	2	VO	3		X
Fundamentals of Digital Communications	1	UE	2		X
Communication Systems, Laboratory	1	LU	2		X
Advanced Telecommunications, Laboratory	3	LU	4,5		X
Information Theory & Coding	2	VO	3		X
Information Theory & Coding	1	UE	1,5		X
Nachrichtentechnik Labor	2	LU	3		X

Modul P: Grundlagen für den Schwerpunkt "Earth System from Space"					
Lehrveranstaltung	SSt/ KStd	Art	ECTS	KFU	TU
Parameterschätzung	3	VO	4,5		X
Parameterschätzung	3	UE	4,5		X
Geosoftware-Applikationen 1	1	VO	1,5		X
Geosoftware-Applikationen 1	2	KU	3		X
Geosoftware-Applikationen 2	2	VO	3		X
Geosoftware-Applikationen 2	2	KU	3		X

§ 9 Freifach / freie Wahlfächer

- (1) Das Freifach / die freien Wahlfächer im Masterstudium „Space Sciences and Earth from Space“ dienen der individuellen Schwerpunktsetzung und Weiterentwicklung der Studierenden und können frei aus dem Lehrveranstaltungsangebot aller anerkannten in- und ausländischen Universitäten gewählt werden. Anhang IV enthält eine Empfehlung für Lehrveranstaltungen bzw Fächer, aus denen Lehrveranstaltungen gewählt werden können.
- (2) Sofern einer frei zu wählenden Lehrveranstaltung keine ECTS-Anrechnungspunkte zugeordnet sind, wird jede Semesterstunde (SSt/KStd) dieser Lehrveranstaltung mit einem ECTS-Anrechnungspunkt bewertet.
- (3) Wurden Pflichtlehrveranstaltungen, die in diesem Curriculum vorgesehen sind, bereits im Rahmen des zur Zulassung berechtigenden Bachelorstudiums verwendet, so sind diese durch zusätzliche Wahllehrveranstaltungen im selben Umfang zu ersetzen.

§ 10 Masterarbeit

- (1) Die Masterarbeit dient dem Nachweis der Befähigung, wissenschaftliche Themen selbstständig sowie inhaltlich und methodisch vertretbar zu bearbeiten. Die Aufgabenstellung der Masterarbeit ist so zu wählen, dass für die Studierende oder den Studierenden die Bearbeitung innerhalb von sechs Monaten möglich und zumutbar ist.
- (2) Das Thema der Masterarbeit ist aus einem der Pflichtfächer bzw. der Schwerpunktfächer zu entnehmen. Über Ausnahmen entscheidet das zuständige studienrechtliche Organ.
- (3) Für die Masterarbeit werden 30 ECTS-Anrechnungspunkte festgelegt.
- (4) Die Masterarbeit ist in gedruckter sowie in elektronischer Form zur Beurteilung einzureichen.

§ 11 Zulassungsbedingungen zu Lehrveranstaltungen/Prüfungen

- (1) Die Zulassungsvoraussetzung zur kommissionellen Masterprüfung ist der Nachweis der positiven Beurteilung aller Prüfungsleistungen gemäß § 4 sowie die positiv beurteilte Masterarbeit.
- (2) Mit Ausnahme der kommissionellen Masterprüfung sind keine Bedingungen zur Zulassung zu Prüfungen festgelegt.

§ 12 Prüfungsordnung

(1) Lehrveranstaltungen werden einzeln beurteilt.

- a) Über Lehrveranstaltungen, die in Form von Vorlesungen (VO) abgehalten werden, hat die Prüfung über den gesamten Inhalt der Lehrveranstaltung zu erfolgen. Die Prüfungen sind mündlich oder schriftlich oder mündlich und schriftlich.
- b) Über Lehrveranstaltungen, die in Form von Vorlesungen mit integrierten Übungen (VU), Übungen (UE), Laborübungen (LU), Konstruktionsübungen (KU), Projekten (PR) und Seminaren (SE) abgehalten werden, erfolgt die Beurteilung laufend auf Grund von Beiträgen, die von den Studierenden geleistet werden und/oder durch begleitende Tests. Jedenfalls hat die Beurteilung aus mindestens zwei Prüfungsvorgängen zu bestehen.

(2) Der positive Erfolg von Prüfungen ist mit „sehr gut“ (1), „gut“ (2), „befriedigend“ (3) oder „genügend“ (4) und der negative Erfolg ist mit „nicht genügend“ (5) zu beurteilen. Wenn diese Form der Beurteilung bei Prüfungen unmöglich oder unzweckmäßig ist, hat die positive Beurteilung "mit Erfolg teilgenommen", die negative Beurteilung "ohne Erfolg teilgenommen" zu lauten.

(3) Besteht ein Fach aus mehreren Prüfungsleistungen, die Lehrveranstaltungen entsprechen, so ist die Fachnote zu ermitteln, indem

- a) die Note jeder dem Fach zugehörigen Prüfungsleistung mit den ECTS-Anrechnungspunkten der entsprechenden Lehrveranstaltung multipliziert wird,
- b) die gemäß lit. a) errechneten Werte addiert werden,
- c) das Ergebnis der Addition durch die Summe der ECTS-Anrechnungspunkte der Lehrveranstaltungen dividiert wird und
- d) das Ergebnis der Division erforderlichenfalls auf eine ganzzahlige Note gerundet wird. Dabei ist bei Nachkommawerten, die größer als 0,5 sind aufzurunden, sonst abzurunden.
- e) Eine positive Fachnote kann nur erteilt werden, wenn jede einzelne Prüfungsleistung positiv beurteilt wurde.

(4) Die kommissionelle Masterprüfung besteht aus

- Präsentation der Masterarbeit (maximal 20 Minuten)
- Verteidigung der Masterarbeit (Prüfungsgespräch)
- einer Prüfung aus dem Fach, dem die Masterarbeit zugeordnet ist

Das Fach wird vom zuständigen studienrechtlichen Organ der Universität der Zulassung auf Vorschlag der Kandidatin/des Kandidaten festgelegt. Der Zeitrahmen der kommissionellen Prüfung soll 60 Minuten nicht überschreiten.

-
- (5) Dem Prüfungssenat der Masterprüfung gehören die Betreuerin oder der Betreuer der Masterarbeit und zwei weitere Mitglieder an, die nach Anhörung der Kandidatin oder des Kandidaten vom zuständigen studienrechtlichen Organ nominiert werden. Den Vorsitz führt ein Mitglied des Prüfungssenates, welches nicht Betreuerin oder Betreuer der Masterarbeit ist.
- (6) Die Gesamtnote dieser kommissionellen Prüfung wird vom Prüfungssenat festgelegt, wobei alle Teilleistungen einzubeziehen sind.

§ 13 Studienabschluss

Den Abschluss des Studiums bilden eine Masterarbeit und eine kommissionelle Masterprüfung gemäß § 12 Abs 4.

§ 14 Übergangsbestimmungen

Keine

§ 15 Inkrafttreten

Dieses Curriculum tritt mit dem 1. Oktober 2011 in Kraft.

Anhang zum Curriculum des Masterstudiums „Space Sciences and Earth from Space“

Anhang I:

Fachlich in Frage kommende Studien, die gemäß § 3 (2) jedenfalls zur Zulassung zum Masterstudium berechtigen

Bachelorstudium „Physik“, Karl-Franzens Universität Graz

Bachelorstudium „Umweltsystemwissenschaften, Schwerpunkt Physik“, Karl-Franzens Universität Graz

Bachelorstudium „Technische Physik“, Technische Universität Graz

Bachelorstudium „Geomatics Engineering“, Technische Universität Graz

Bachelorstudium „Elektrotechnik“, Technische Universität Graz

Bachelorstudium „Telematik“, Technische Universität Graz

Bachelorstudium „Elektrotechnik-Toningenieur“, Technische Universität Graz

Bachelorstudium „Physik“, Universität Wien

Bachelorstudium „Physik“, Universität Innsbruck

Bachelorstudium „Technische Physik“, Technische Universität Wien

Bachelorstudium „Technische Physik“, Johannes Kepler Universität Linz

Bachelorstudium „Astronomie“, Universität Wien

Bachelorstudium „Meteorologie“, Universität Wien

Bachelorstudium „Geo- und Atmosphärenwissenschaften, Vertiefung Meteorologie“, Universität Innsbruck

Bachelorstudium „Vermessung und Geoinformation“, Technische Universität Wien

Bachelorstudium „Elektrotechnik und Informationstechnik“, Technische Universität Wien

Anhang II:

Musterstudienablauf gegliedert nach Semestern

1. Semester	SSt/KStd ¹	Typ	ECTS	KFU	TUG
Introduction to Satellite Communication (*)	2	VO	3		X
Introduction to Satellite Geodesy (*)	2	VO	3		X
Introduction to Solar and Stellar Physics (*)	2	VO	3	X	
Introduction to Geophysics and Planetary Physics (*)	2	VO	3	X	
Introduction to Plasma Physics (*)	2	VO	3	X	
Einführung in die Systeme wissenschaftlicher Satelliten	1	VO	2		X
Methoden der Modellierung und Simulation	2	VO	4	X	
Methoden der Modellierung und Simulation	2	UE	4	X	
Wahlfachkataloge/Gebundene Wahlfächer lt. § 8 / Wahlfachkataloge			8	X	X
1. Semester Summe			30		
2. Semester					
Trägersysteme	2	VO	3		X
Time Series Analysis and Filtering	2	VO	3		X
Time Series Analysis and Filtering	2	UE	3		X
Wahlfachkataloge/Gebundene Wahlfächer lt. § 8 / Wahlfachkataloge			15	X	X
Freifach/freie Wahlfächer lt. § 9			6	X	X
2. Semester Summe			30		
3. Semester					
Wahlfachkataloge/Gebundene Wahlfächer lt. § 8 / Wahlfachkataloge			23	X	X
Freifach/freie Wahlfächer lt. § 9			6	X	X
3. Semester Summe			29		
4. Semester					
4. Semester Summe²			31		
Summe ECTS-Anrechnungspunkte Lehrveranstaltungen Pflichtfächer und Wahlfachkataloge			89		
Summe ECTS-Anrechnungspunkte Freifach / Freie Wahlfächer					
Masterarbeit			30		
Masterprüfung			1		
Summe ECTS-Anrechnungspunkte gesamt			120		

¹ Kontaktstunden (KStd) = Semesterstunden (SSt)

² Im 4. Semester soll die Masterarbeit verfasst und die Masterprüfung absolviert werden.

(*) 4 der 5 markierten Lehrveranstaltungen sind zu absolvieren.

Anhang III:

Modulbeschreibung / Beschreibung der Fächer

Modul A / Fach A: „Introduction to Geo- and Space Sciences“, 12 ECTS

Inhalte: Fachübergreifende und einführende Vermittlung von Grundkenntnissen im Bereich der Satellitengeodäsie, der Satellitenkommunikation, der Geophysik, der Physik der Sonne und der Planeten sowie der zugrunde liegenden Plasmaphysik. Die in diesem Modul dargebotenen Lehrveranstaltungen haben ausdrücklichen „Einführungscharakter“.

Lernziele: Studierende sollen nach Absolvierung des Moduls in der Lage sein,

- Grundlagen der Satellitenkommunikation, des Aufbaus und der Wirkungsweise von Erdefunkstellen und Satelliten zu verstehen,
- grundlegende Methoden und Anwendungen der Satellitengeodäsie zu verstehen und aktuelle geodätische Missionen zu benennen,
- Aufbau, Atmosphäre und Magnetfeld der Erde und der anderen Planeten unseres Sonnensystems zu erklären,
- die physikalischen Grundlagen der Sonne und der Sterne zu erklären,
- grundlegende Konzepte der Plasmaphysik zu verstehen und auf einfache Probleme der Weltraumplasmaphysik anzuwenden,
- grundlegende Begriffe der Weltraumwissenschaften zu diskutieren.

Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden: Vortrag, Diskussion

Voraussetzungen für die Teilnahme: keine

Häufigkeit des Angebots vom Modul/Fach: jedes Jahr

Modul B / Fach B: „Satellites and Launcher Systems“, 5 ECTS

Inhalte: Fachübergreifende und einführende Vermittlung von Grundkenntnissen der Systeme und Funktionsweise wissenschaftlicher Satelliten sowie des Aufbaus und der Charakteristika von Trägersystemen (Raketen).

Lernziele: Studierende sollen nach Absolvierung des Moduls in der Lage sein,

- die Grundlagen von Trägersystemen und der Systeme wissenschaftlicher Satelliten (Nutzlastsysteme) zu verstehen,
- Aufbau und Arbeitsweise einer Rakete zu erklären,
- Aufbau und Funktion von wissenschaftlichen Satelliten zu erklären,
- auftretende Belastungen, Randbedingungen und Problematiken bezüglich der zu transportierenden Nutzlasten zu erklären,
- die wissenschaftlichen und industriellen Zusammenhänge in der Weltraumfahrt zu diskutieren.

Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden: Vortrag

Voraussetzungen für die Teilnahme: keine

Häufigkeit des Angebots vom Modul/Fach: jedes Jahr

Modul C / Fach C: „Data Analysis and Modelling“, 14 ECTS

Inhalte: Vermittlung von grundlegenden Kenntnissen der Zeitreihenanalyse, der Theorie und Anwendung von Analyse- und Filtertechniken auf diverse geodätisch und physikalisch relevante Fragestellungen, sowie der Methoden der Modellierung und Simulation von physikalischen Prozessen. Besonderer Wert wird auf die praktische Umsetzung und die Grenzen der Anwendbarkeit unterschiedlicher Methoden gelegt.

Lernziele: Studierende sollen nach Absolvierung des Moduls in der Lage sein,

- Zeitreihenanalysen und Filterprozesse mathematisch zu beschreiben und nachzuvollziehen,
- die für ein praktisches Problem passenden Analyse- und Filterverfahren zu identifizieren und anzuwenden,
- lineare und nicht-lineare Regressionsanalysen durchzuführen,
- mathematisch-physikalische Modellierung und Simulation mittels gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen durchzuführen,
- numerische Lösungsmethoden zu verstehen und anzuwenden,
- inverse Modellierung und Dateninversion durchzuführen,
- die Grenzen der verwendeten Methoden einzuschätzen und die erhaltenen Ergebnisse und deren Gültigkeitsbereich zu interpretieren.

Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden: Vortrag, Übung, Diskussion

Voraussetzungen für die Teilnahme: keine

Häufigkeit des Angebots vom Modul/Fach: jedes Jahr

Modul D1.1 / Fach D1.1 „Physics of the Sun and Impacts on Planets“, 12 ECTS

Inhalte: Vermittlung der Physik der Sonne und ihrer Auswirkungen auf die Planeten des Sonnensystems („space weather“). Sonnenaktivität, Sonnenwind, interplanetarisches Magnetfeld, Kopplungsprozesse im interplanetaren Raum, Struktur und Charakteristika planetennaher Räume, Aufbau und Dynamik von Planetenmagnetosphären und -ionosphären.

Lernziele: Studierende sollen nach Absolvierung des Moduls in der Lage sein,

- die Grundlagen der Sonnenphysik und der Sonnenaktivität zu verstehen,
- den Aufbau und die Dynamik von Planetenmagnetosphären und Planetenionosphären zu erklären,
- die Kopplungsprozesse im interplanetaren Raum und die Wechselwirkung mit den Planetenatmosphären zu verstehen,
- die Auswirkungen der Sonnenaktivität auf die Planeten unseres Sonnensystems und des erdnahen Weltraums zu erklären,
- die Entstehung und Charakteristik des Sonnenwindes und des interplanetaren Magnetfeldes zu erklären,
- einfache Problemstellungen zu diesem Themengebiet analytisch zu lösen.

Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden: Vortrag

Voraussetzungen für die Teilnahme: keine; empfohlen: Vorkenntnisse aus Modul A

Häufigkeit des Angebots vom Modul/Fach: mindestens jedes zweite Jahr

Modul D1.2 / Fach D1.2 „Data Analysis and Methods in Solar System Physics“, 9 ECTS

Inhalte: Vermittlung von Messmethoden und Datenanalysemethoden, die in der physikalischen Beschreibung des Sonnensystems zur Anwendung kommen. Grundlegende Methoden der weltraumphysikalischen und der sonnenphysikalischen Forschung, Sonnenbeobachtungen und Auswertemethoden, statistische Methoden, Analyse von remote sensing und in-situ Messungen von Raumsonden, Satelliten und bodengestützten Observatorien, Simulationsrechnungen.

Lernziele: Studierende sollen nach Absolvierung des Moduls in der Lage sein,

- grundlegende mathematisch-physikalische Modelle und statistische Verfahren zur Beschreibung und Analyse von sonnen- und weltraumphysikalischen Problemstellungen zu beherrschen,
- grundlegende Mess- und Beobachtungsmethoden der Weltraum- und Sonnenphysik zu verstehen,
- remote sensing und in-situ Messungen durch Raumsonden, Satelliten und bodengestützte Observatorien zu interpretieren,
- geeignete Analyseverfahren zu identifizieren, ihre Vor- und Nachteile zu diskutieren und eigenständig auf konkrete Problemstellungen aus dem Fachgebiet anzuwenden,
- die eigenen Resultate mit der Literatur zu vergleichen und zu diskutieren,
- die Ergebnisse einem Zielpublikum adäquat zu präsentieren.

Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden: Vortrag, Diskussion, Referat, Projekt

Voraussetzungen für die Teilnahme: keine; empfohlen: Vorkenntnisse aus Modul C

Häufigkeit des Angebots vom Modul/Fach: mindestens jedes zweite Jahr

Modul D1.3 / Fach D1.3 „Stellar and Space Physics“, 11 ECTS

Inhalte: Vermittlung von spezifischen Aspekten der Physik der Sterne und der Weltraumplasmen, die für das Schwerpunktfach „Solar System Physics“ von besonderer Relevanz sind. Aufbau, Modellierung und Diagnostik von Sternatmosphären, Strahlungs- und Absorptionsprozesse, Strahlungstransport, Weltraumplasmaphysik, Magnetohydrodynamik, kinetische Plasmatheorie.

Lernziele: Studierende sollen nach Absolvierung des Moduls in der Lage sein,

- die Grundlagen der Physik der Sternatmosphären zu verstehen,
- die Diagnostik von Sternatmosphären auf Beobachtungen der Sterne und der Sonne anzuwenden,
- einfache Probleme des Strahlungstransports analytisch zu lösen und die Resultate zu interpretieren,
- fortgeschrittene Theorien zur Beschreibung von Weltraumplasmen zu verstehen und selbständig anzuwenden,
- die Grenzen der verwendeten Theorien zu beurteilen und zu diskutieren.

Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden: Vortrag, Übung

Voraussetzungen für die Teilnahme: keine; empfohlen: Vorkenntnisse aus Modul A

Häufigkeit des Angebots vom Modul/Fach: mindestens jedes zweite Jahr

Modul D2.1 / Fach D2.1 „Fundamentals of Information and Communication Engineering“, 15 ECTS

Inhalte: Fachübergreifende Vermittlung der Grundlagen der Nachrichtentechnik, Signalverarbeitung und Weltraumphysik.

- Lernziele:** Studierende sollen nach Absolvierung des Moduls in der Lage sein,
- die wesentlichen Grundlagen der Nachrichtentechnik und Signalverarbeitung zu verstehen,
 - die grundlegenden Eigenschaften zeitdiskreter Signale und Systeme zu erklären,
 - Vor- und Nachteile verschiedener Übertragungssysteme zu diskutieren,
 - Algorithmen der Signaltransformation zu analysieren und herzuleiten,
 - grundlegende Messmethoden der Weltraumphysik und Aeronomie zu verstehen und anzuwenden,
 - in situ Messungen durch Raumsonden und Satelliten zu interpretieren.

Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden: Vortrag, Übung

Voraussetzungen für die Teilnahme: keine

Häufigkeit des Angebots vom Modul/Fach: jedes Jahr

Modul D2.2 / Fach D2.2 „Satellite Systems and Communications“, 9.5 ECTS

Inhalte: Vermittlung von Grundlagen von Kommunikationssatelliten, Berechnung der geostationären Umlaufbahn, Aufbau der nachrichtentechnischen Nutzlast, der mechanischen und elektrischen Subsysteme eines Satelliten. Weiters werden der Aufbau und die Wirkungsweise von Erdefunkstellen und Modulationsverfahren für die Satellitenkommunikation, Fehlersicherungsverfahren, Zugriffsverfahren und Anwendungen und Systeme gelehrt.

- Lernziele:** Studierende sollen nach Absolvierung des Moduls in der Lage sein,
- die grundlegenden Modelle und Verfahren zur Beschreibung von Kommunikationssatelliten zu verstehen,
 - geeignete Modulations- und Zugriffsverfahren zu identifizieren und die wichtigsten mathematischen Werkzeuge eigenständig auf konkrete Problemstellungen aus dem Fachgebiet anzuwenden,
 - Vor- und Nachteile verschiedener Satellitensysteme zu verstehen,
 - die Grundlagen des Instrumentendesigns und die wichtigsten Verfahren zur Verifikation, Kalibrierung und Integration von Satellitenkomponenten zu erklären,
 - einfache Rechenbeispiele eigenständig im Bereich Satellitenkommunikation zu lösen.

Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden: Vortrag, Übung, Referat

Voraussetzungen für die Teilnahme: keine; empfohlen: Vorkenntnisse aus Modul C und D2.1

Häufigkeit des Angebots vom Modul/Fach: jedes Jahr

Modul D2.3 / Fach D2.3 „Navigation Systems and Methods“, 7.5 ECTS

Inhalte: Vermittlung von Grundlagen der Navigation. Globale und lokale Bezugssysteme und deren zeitliche Veränderlichkeit, Positionierung und Navigation in unterschiedlichen Bezugssystemen, mit besonderer Berücksichtigung der Fusion unterschiedlicher Sensoren.

Lernziele: Studierende sollen nach Absolvierung des Moduls in der Lage sein,

- die wichtigsten geodätischen Bezugssysteme gemäß ihrer Kategorie zu unterscheiden und deren wichtigste Realisierungen zu benennen,
- Lage, Position, Ausrichtung und Bewegung eines Sensors oder Vehikels (Satellit) im Raum zu bestimmen und zu beschreiben,
- Beobachtungsdaten von GNSS (GPS, Galileo, GLONASS etc.) und inertialen Messverfahren (INS) auf unterschiedliche Weise gekoppelt auszuwerten,
- Messmethoden, die in Navigationssystemen eingesetzt werden können, zu unterscheiden, zu verstehen und je nach Anwendungsgebiet auszuwählen,
- Einsatzmöglichkeiten der unterschiedlichen Navigationsverfahren und -systeme zu diskutieren.

Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden: Vortrag, Übung

Voraussetzungen für die Teilnahme: keine

Häufigkeit des Angebots vom Modul/Fach: jedes Jahr

Modul D3.1 / Fach D3.1 „Physics of the System Earth“, 9 ECTS

Inhalte: Vertiefung der im allgemeinen Modul erworbenen Kenntnisse zur Physik der Erde, wobei unterschiedliche Komponenten des Systems Erde exemplarisch untersucht werden. Neben *Magnetismus und Magnetfeld der Erde* können wahlweise die *Einführung in die Aeronomie* bzw. *Klimasystem Erde und Klimawandel* oder *Physikalische Ozeanographie, Hydrologie und Klima* behandelt werden.

Lernziele: Studierende sollen nach Absolvierung des Moduls in der Lage sein,

- die grundlegenden physikalischen Zusammenhänge des Gesamtsystems Erde zu benennen und zu verstehen,
- die Ursachen und Komponenten des Erdmagnetfeldes zu unterscheiden und deren Erscheinungsformen zu interpretieren,
- den Aufbau und die Dynamik der Erdatmosphäre zu erklären,
- die wesentlichen Prozesse der physikalische Klimatologie und Ozeanographie zu verstehen,
- den - vom Menschen mitverursachten - Klimawandel im globalen System Erde zu diskutieren.

Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden: Vortrag, Diskussion

Voraussetzungen für die Teilnahme: keine; empfohlen: Vorkenntnisse aus Modul A

Häufigkeit des Angebots vom Modul/Fach: mindestens jedes zweite Jahr

Modul D3.2 / Fach D3.2 „Satellite Geodesy and Reference Systems“, 10.5 ECTS

Inhalte: Vertiefung der in Modul A erworbenen Kenntnisse von satellitengestützten Verfahren im Bereich der Geodäsie, besonders analytische und numerische Bahnintegration. Vermittlung grundlegender Kenntnisse über Bezugssysteme, die zur Beobachtung und Beschreibung von Gestalt, Schwerefeld und Rotationseigenschaften der Erde ebenso erforderlich sind, wie zur Positionierung und Navigation in unterschiedlichen Bezugsrahmen.

Lernziele: Studierende sollen nach Absolvierung des Moduls in der Lage sein,

- geodätische Bezugssysteme und deren Realisierungen einzuordnen und miteinander zu verknüpfen,
- Erde, Satelliten und Himmelskörper zueinander räumlich und zeitlich in Beziehung zu setzen,
- Positionen und gegenseitige Bewegungen von Erde, Satelliten und Himmelskörpern in unterschiedlichen Bezugssystemen auszudrücken,
- Zustands- und Beobachtungsvektoren zwischen verschiedenen Bezugsrahmen zu transformieren,
- Satellitenbahnen analytisch zu bestimmen und numerisch zu simulieren,
- Satellitenbahnen und deren Parameter zu interpretieren.

Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden: Vortrag, Übung

Voraussetzungen für die Teilnahme: keine; empfohlen: Vorkenntnisse aus Modul A

Häufigkeit des Angebots vom Modul/Fach: mindestens jedes zweite Jahr

Modul D3.3 / Fach D3.3 „Data Analysis and Numerical Modelling“, 12.5 ECTS

Inhalte: Vermittlung grundlegender Methoden der Datenanalyse und der Dateninversion vor dem Hintergrund aktueller und künftiger Satellitenmissionen. Eignung und Bedeutung weltraumbasierter Daten zur Untersuchung des Systems Erde mit Schwerpunkt auf Gravity Field Modelling. Mathematische Grundlagen zur Darstellung von globalen Modellen und Potentialfeldern; harmonische Kugelflächenfunktionen.

Lernziele: Studierende sollen nach Absolvierung des Moduls in der Lage sein,

- die mathematischen Grundlagen zur Darstellung von globalen Modellen und Potentialfeldern zu verstehen,
- grundlegenden Verfahren zur Schwerefeldmodellierung zu benennen und anzuwenden,
- große Datenmengen aus high-level Produkten von Satellitenmissionen zu verarbeiten und zu interpretieren,
- multivariate physikalisch-statistische Analyse- und Inversionsmethoden anzuwenden,
- einfache Inversionsaufgaben anhand realistischer Datensätze eigenständig zu lösen und die Resultate zu interpretieren.

Lehr- und Lernaktivitäten, -methoden: Vortrag, Übung

Voraussetzungen für die Teilnahme: keine; empfohlen: Vorkenntnisse aus Modul C

Häufigkeit des Angebots vom Modul/Fach: mindestens jedes zweite Jahr

Anhang IV:

Empfohlene Lehrveranstaltungen für das Freifach / freie Wahlfächer

Frei zu wählende Lehrveranstaltungen können laut § 9 dieses Curriculums frei aus dem Lehrveranstaltungsangebot aller anerkannten in- und ausländischen Universitäten gewählt werden. Im Sinne einer Verbreiterung der Wissensbasis im Bereich der Fächer dieses Studiums werden insbesondere Lehrveranstaltungen aus den Wahlfachkatalogen der Module E – P empfohlen.