EBERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN

Mathematisch-
Naturwissenschaftliche
Fakultät

Fachbereich Physik

Modulhandbuch Astronomie

Master of Education Erweiterungsfach Lehramt Gymnasium

Stand 07. Februar 2023

Johannes Bleibel, Jan-Philipp Burde

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort i

1.1 Qualifikationsziele i

1.2 Master Lehramt Gymnasium Astronomie (M.Ed.) ii

1.2.1 Modulübersicht für das Lehramt Gymnasium Astronomie ii

1.2.2 Veranstaltungen im Masterstudiengang im Lehramt Gymnasium Astronomie (Beifach und Erweiterungsfach) iii

1.2.3 besondere Fächerkombinationen iii

1.3 Abkürzungen iv

2. Module und Veranstaltungen 1

2.1 Physikalische Grundlagen (ELA01 – ELA03) 1

ELA01 Physik Grundkurs 1 (Teil: Mechanik und Wärmelehre) 2

ELA02 Physik Grundkurs 2 (Teil: Elektromagnetismus) 3

ELA03 Physik Praxis 4

2.2 Fachdidaktik (ELA04 – ELA06) 5

ELA04 Fachdidaktik Astronomie Einführung 6

ELA05 Fachdidaktik Astronomie 2 7

ELA06 Fachdidaktisches Projekt Praktikum Astronomie 8

2.3 Mathematik für Naturwissenschaftler*innen (ELA07) 9

ELA07 Mathematik 1 für Naturwissenschaftler*innen 10

2.4 Astronomie und Astrophysik 11

ELA08 Astronomie und Astrophysik 12

ELA09 Astrophysikalische Praktika und Vertiefung 13

2.5 Wahlmodule 14

ELAW01 Theoretische Astrophysik 14

ELAW02 Seminar zu Astro- und Teilchenphysik 15

ELAW03 Aufbau und Entwicklung der Sterne 16

ELAW04 Akkretionsscheibenphysik 17

ELAW05 Planetenentstehung 18

ELAW06 Computational Astrophysics 19

ELAW07 Numerische Methoden in Physik und Astrophysik 20

ELAW08 Einführung in die Relativitätstheorie 21

ELAW09 Relativistic Astrophysics and Experimental Gravitation 22

ELAW10 Veränderliche Sterne 23

2.6 Masterarbeit (ELA10) 24

ELA10 Masterarbeit Astronomie 24

1. Vorwort

1.1 Qualifikationsziele

Das lehramtsbezogene Studium des Fachs Astronomie kann als Erweiterungsfach im Beifachumfang mit dem Abschluss Master of Education (M.Ed.) studiert werden. Das Erweiterungsfach kann parallel zu den zwei Hauptfächern in deren 3. Fachsemester begonnen werden.
Die Absolventinnen und Absolventen kennen die grundlegenden Fragestellungen der klassischen Physik und Astronomie. Sie beherrschen die grundlegenden Arbeits- und Erkenntnismethoden der Astronomie und Kosmologie und besitzen die Fähigkeit zur physikalischen Interpretation astronomischer und kosmologischer Phänomene. Diese können sie in der entsprechenden Fachsprache kommunizieren und sind in der Lage astronomische Sachverhalte allgemeinverständlich darzustellen, denn sie verfügen über grundlegendes physikalisches und fachdidaktisches Wissen, das es ihnen ermöglicht, schülerorientierten Unterricht zu planen.

Die grundlegenden Module (Physik Grundkurs 1-3) sind identisch mit jenen des Studiengangs Physik (B.Ed). Hieraus ergeben sich einige wesentliche Erleichterungen für Studierende dieses Studiengangs, da einige Module entfallen können. Eine detaillierte Auflistung findet sich in Abschnitt 1.2.3. Die Module und Veranstaltungen in den höheren Semestern sind auf das Lehramt für 9- bis 19jährige abgestimmt.

1.2 Master Lehramt Gymnasium Astronomie (M.Ed.)

1.2.1 Modulübersicht für das Lehramt Gymnasium Astronomie

Tabelle 1 benennt die Module des Studiengangs, gibt die Modulnummer bzw. Modulkennung (MN) sowie die Leistungspunkte (LP) an. Der Studiengang umfasst insgesamt 90 Leistungspunkte, wovon jeweils 15 auf die Masterarbeit bzw. die Fachdidaktik entfallen. Die Grundlagenausbildung in Mathematik und Physik umfasst insgesamt 39 Leistungspunkte, in der Astronomie bzw. Astrophysik sind demnach 21 Leistungspunkte nachzuweisen.

Tabelle 1: Verteilung der Leistungspunkte über die einzelnen Pflichtmodule.

MN	Modultitel	LP
ELA01	Physik Grundkurs 1	12
ELA02	Physik Grundkurs 2	12
ELA03	Physik Praxis	9
ELA04	Fachdidaktik Astronomie Einführung	3
ELA05	Fachdidaktik Astronomie 2	6
ELA06	Fachdidaktisches Projekt Praktikum Astronomie	6
ELA07	Mathematik 1 für Naturwissenschaftler*innen	6
ELA08	Astronomie und Astrophysik	9
ELA09	Astrophysikalische Praktika und Vertiefung	12
ELA12	Masterarbeit	15
Summe		90

Es wird hier kein möglicher Studienverlauf benannt, da das Studium eines Erweiterungsfachs sehr individuell ausgelegt wird. Je nach gewählter Fachkombination im Lehramtsstudium wird der tatsächliche Studienverlauf sehr unterschiedlich aussehen. Alle hier aufgeführten Module sind **verpflichtend.**

1.2.2 Veranstaltungen im Masterstudiengang im Lehramt Gymnasium Astronomie (Beifach und Erweiterungsfach)

Eine Auflistung der Module und der dazugehörenden Veranstaltungen mit den Kennungen im Vorlesungsverzeichnis ist in Tabelle 2 dargestellt. In der Spalte 'MN' sind die Modulkennungen angegeben; die Spalte 'VV' benennt die Kennung der Veranstaltung im elektronischen Vorlesungsverzeichnis; die letzte Spalte 'LP' zeigt die Leistungspunkte der Module an. Zusätzlich ist angegeben, in welchem (Fach-)Semester die Veranstaltungen empfohlen werden. Für fachliche Veranstaltungen werden 75 LP vergeben, für fachdidaktische Veranstaltungen werden 15 LP vergeben.

Tabelle 2: Auflistung der Module und Veranstaltungen im Masterstudiengang Lehramt Gymnasium Astronomie. Alle Module sind verpflichtend.

MN	VV	Titel der Veranstaltung	FS	LP
ELA01	PGK1	Physik Grundkurs 1 (Mechanik und Wärmelehre)	1+2	12
	PGK1	Übungen zur Physik 1	1	
ELA02	PGK2	Physik Grundkurs 2 (Elektromagnetismus)	2+3	12
	PGK2	Übungen zur Physik 2	2	
ELA03	PGK3	Physik Grundkurs 3 (nur Optik)	3	9
	PGK3	Übungen zur Physik 3 (nur Optik)	3	
	PP1	Physikalisches Praktikum 1	3	
ELA04	BLP05F	Fachdidaktik Physik 1	3+4	3
ELA05	BLP06F	Fachdidaktik Physik 2	5	6
	BLP06S	Fachdidaktik Physik 3	5	
ELA06	MAFD1	Fachdidaktisches Projekt Praktikum Astronomie	6	6
ELA07	0270	Mathematik 1 für Naturwissenschaftler*innen	1	6
	0271	Übungen zur Vorlesung Mathematik 1 für NW	1	
ELA08	BMEPAAP	Astronomie und Astrophysik	4	9
ELA09	VFAP	Astronomisches Praktikum	4	3
	VFAFP	Astrophysikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum	5	6
		Wahlmodul zur Vertiefung	5+6	3
ELA10		Masterarbeit	6	15
		Summe:		75

Für die Kombination dieses Studiengangs mit **Physik und Mathematik** siehe Hinweis in Abschnitt 1.2.3.

1.2.3 besondere Fächerkombinationen

In der Kombination mit **Mathematik** wird die Mathematik für Naturwissenschaftler*innen nicht belegt. Das Modul entfällt. In der Kombination mit **Physik** entfallen die Module ELA01, ELA02 und ELA03 sowie die Mathematik für Naturwissenschaftler*innen (ELA07). Aus dem Bereich der Fachdidaktik entfallen ELA04 und ELA05. Allerdings müssen zusätzlich 6 LP mit Modulen aus der Fachdidaktik NWT bzw. dem Bereich Nachhaltigkeit / Ethik aus NWT belegt werden. Diese Module sind hier nicht explizit aufgeführt, eine Auflistung findet sich in den entsprechenden Modulhandbüchern der Studiengänge NWT (B.Ed. und M.Ed.). Eine Abstimmung der zu belegenden Module mit dem Studiendekan wird empfohlen.

1.3 Abkürzungen

Zusammenstellung der verwendeten Kürzel und Abkürzungen.

Art der Veranstaltung	V	Vorlesung
	Ü	Übung
	S	Seminar
	E	Exkursion
	P	Praktikum
	T	Tutorium
Benotung	a	Abgabe Protokoll/Übung, erfolgreiche Teilnahme (unbenotet)
	b	Benotung durch mündliche oder schriftliche Prüfung (Klausur)
Verbindlichkeit	o	obligat
	f	fakultativ
allgemein	LP	Leistungspunkte
	CP	Credit Points
	SWS	Semesterwochenstunde
	DWS	Dozentenwochenstunde
	MN	Modulnummer
	VV	elektronisches Vorlesungsverzeichnis Alma
	FS	Fachsemester
	HS	Hochschule

2. Module und Veranstaltungen

2.1 Physikalische Grundlagen (ELA01 – ELA03)

Qualifikationsziele:
Physik Grundkurse:
Die Studierenden verstehen die grundlegenden Methoden und Konzepte der klassischen Physik. Sie können einfache physikalische Probleme mathematisch formulieren und exakt oder näherungsweise lösen. Sie beherrschen die Fachsprache und können physikalische Phänomene erklären.

Praktika:
Die Studierenden kennen die grundlegenden Methoden, Modelle und Denkweisen auf dem Gebiet der Physik. Sie kennen die grundlegenden Mess- und Experimentiertechniken und sind in der Lage erste Versuche auf diesem Teilgebiet der Physik durchzuführen und auszuwerten. Sie sind mit den Sicherheitsvorschriften vertraut und in der Lage die relevanten Sicherheitsvorschriften bei der Durchführung ihrer Versuche zu beachten. Die Ergebnisse ihrer Versuche können sie in allgemein verständlicher Weise vor fachlichem Publikum kommunizieren und präsentieren.

Prüfungen:
Die Zulassungsvoraussetzung zur Modulprüfung (Klausur(en) oder mündlichen Prüfung(en)) ist die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

Die Modulprüfungen für die Module ELA01 und ELA02 sind Klausuren. Die Note des Moduls ELA03 ergibt sich aus der Klausur des Optik-Teils des Physik Grundkurs 3; für den Praktikumsteil sind alle Versuche erfolgreich durchzuführen.

ELA01 Physik Grundkurs 1 (Teil: Mechanik und Wärmelehre)

Modulnr., Titel	ELA01: Physik Grundkurs 1 (Teil: Mechanik und Wärmelehre)					
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	12 Vorlesung mit Übungen (6+3 SWS) 2 Semester / Start im Wintersemester					
Inhalt Qualifikationsziele / Kompetenzen	**Mechanik:** Raum, Zeit, Messung, Koordinatensysteme, Vektoren, Newtonsche Bewegungsgleichungen, Kraft, konservatives Kraftfeld, Arbeit (Wegintegrale, Gradient), Lösung von Bewegungsgleichungen (Differentialgleichungen), Harmonischer Oszillator (mit Dämpfung), angetriebener Oszillator (komplexe Zahlen), Gravitationsgesetz, Keplergesetze, Drehimpuls, Vielteilchensysteme, Schwerpunkt, Starrer Körper (Volumenintegrale), Trägheitstensor, Rotationen, (Orthogonale Transformationen), Scheinkräfte, Kreisel, Schwingungen und Wellen, Akustik, Fourier-Zerlegung **Wärmelehre:** Temperatur, Wärmekapazität, Boltzmann-Verteilung, Ideales Gas, barometrische Höhenformel, Entropie, Wärmekraftmaschinen, Phasenübergänge Die Studierenden verstehen die grundlegenden Methoden und Konzepte der Mechanik und der Wärmelehre. Sie erkennen den Zusammenhang zwischen den physikalischen Experimenten der Mechanik/Wärmelehre und den mathematischen Formulierungen. Die Studierenden sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Inhalte wiederzugeben und anhand von Beispielen zu erläutern. Sie können einfache physikalische Probleme mathematisch formulieren und exakt oder näherungsweise lösen. Bei allen Themen nutzen sie die geeignete Fachsprache sowie mathematische Methoden.					
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empfohlene Vorkenntnisse	Deutsch und/oder Englisch Vorlesung (durch 2 Dozentinnen bzw. Dozenten), Übungen, Selbststudium, Gruppenarbeit ca. 150 keine Mathematischer Vorbereitungskurs für das Physikstudium					
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal Klausur zur Vorlesung Zulassung: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen, Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.					
Veranstaltungen	Veranstaltungs-nummer	Titel der Veranstaltung	SWS	Art	Verbindlichkeit	Benotung
	PGK1	Physik Grundkurs 1	6	V	o	b
	PGK1	Physik Grundkurs 1	3	Ü	o	a
Verwendbarkeit	M.Ed. Astronomie, Physik B.Ed., B.Ed. Physik an berufl. Schulen					
Aufwand	Arbeitsaufwand: 360 h	Präsenzzeit: 135 h	Selbststudium: 225 h			
Modulverantwortung	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Physik					

ELA02 Physik Grundkurs 2 (Teil: Elektromagnetismus)

Modulnr., Titel	ELA02: Physik Grundkurs 2 (Teil: Elektromagnetismus)					
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	12 Vorlesungen mit Übungen (6+3 SWS) 2 Semester / Start im Sommersemester					
Inhalt	Elektrostatik (Flächenintegrale, Rotation, Divergenz Sätze von Stokes und Gauß), Randwertprobleme, Multipolentwicklung, Elektrostatik im Medium, Ohm'sches Gesetz, Magnetostatik, Maxwell-Gleichungen, Wechselstrom, Induktivitäten, Kapazitäten, komplexe Widerstände, einfache Schaltungen, Elektromagnetische Wellen, Spezielle Relativitätstheorie					
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden verstehen die grundlegenden Methoden und Konzepte der Elektrodynamik. Sie haben die Grundkonzepte der Speziellen Relativitätstheorie verstanden. Sie erkennen den Zusammenhang zwischen den physikalischen Experimenten der Elektrodynamik und den entsprechenden mathematischen Formulierungen. Die Studierenden sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Inhalte der Elektrodynamik und der Speziellen Relativitätstheorie wiederzugeben und anhand von Beispielen zu erläutern. Sie können einfache physikalische Probleme mathematisch formulieren und exakt oder näherungsweise lösen. Bei allen Themen nutzen sie die geeignete Fachsprache sowie mathematische Methoden.					
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empfohlene Vorkenntnisse	Deutsch und/oder Englisch Vorlesung (durch 2 Dozentinnen bzw. Dozenten), Übungen, Selbststudium, Gruppenarbeit ca. 150 keine Mathematischer Vorbereitungskurs für das Physikstudium					
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal Klausur zur Vorlesung Zulassung: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen, Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.					
Veranstaltungen	Veranstaltungs-nummer	Titel der Veranstaltung	SWS	Art	Verbindlichkeit	Benotung
	PGK2 PGK2	Physik Grundkurs 2 Physik Grundkurs 2	6 3	V Ü	o o	b a
Verwendbarkeit Aufwand Modulverantwortung	M.Ed. Astronomie, Physik B.Ed., Physik an berufl. Schulen					
	Arbeitsaufwand: 360 h	Präsenzzeit: 135 h	Selbststudium: 225 h			
	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Physik					

ELA03 Physik Praxis

Modulnr., Titel	ELA03: Physik Praxis					
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	9 Vorlesungen mit Übungen (4+2 SWS), Praktikum (4 SWS) 1 oder 2 Semester / Start im Wintersemester					
Inhalt Qualifikationsziele / Kompetenzen	**Physik Grundkurs 3, Optik:** Elektromagnetische Theorie des Lichts, Phasen- und Gruppengeschwindigkeiten, Dispersion von Licht im Medium, Brechungsindex, Geometrische Optik (Fermatsches Prinzip), Instrumente der geometrischen Optik, Beugung am Spalt, Gitter, Kohärenz von Lichtwellen, Interferenz, Polarisation, Röntgenstrahlung **Physikalisches Praktikum 1:** Durchführung physikalischer Versuche in Optik, Mechanik und Elektrizitätslehre **Physik Grundkurs 3, Optik:** Die Studierenden verstehen die grundlegenden Methoden und Konzepte der Optik. Sie erkennen den Zusammenhang zwischen den physikalischen Experimenten und den entsprechenden mathematischen Formulierungen. Die Studierenden sind in der Lage, die in der Vorlesung behandelten Inhalte der Optik wiederzugeben. Sie können einfache physikalische Probleme mathematisch formulieren und näherungsweise lösen. Bei allen Themen nutzen sie die geeignete Fachsprache sowie mathematische Methoden. Sie sind in der Lage in allgemein verständlicher Weise über physikalische Sachverhalte der “klassischen Physik” zu kommunizieren und deren Modelle zu vergleichen. **Physikalisches Praktikum 1:** Die Studierenden kennen die Grundlagen des Experimentierens, sind in der Lage Anleitungen umzusetzen, können Ergebnisse schriftlich und mündlich darlegen.					
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empf. Vorkenntnisse	Deutsch und/oder Englisch Vorlesung (durch 2 Dozentinnen bzw. Dozenten), Übungen, Selbststudium, Gruppenarbeit ca. 150 Grundkurs 1, Mathematik 1 für Naturwissenschaftler*innen Grundkurs 2					
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	Praktikums-Vorbesprechung & Alma, Eintrag in ILIAS Klausur in Optik ergibt die Modulnote Zulassung zur Klausur: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen, Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben. Praktikum unbenotet: positiver Abschluss aller Versuche					
Veranstaltungen	Veranstaltungs-nummer	Titel der Veranstaltung	SWS	Art	Verbindlichkeit	Benotung
	PGK3 PGK3 PP1	Physik Grundkurs 3 (Optik) Physik Grundkurs 3 (Optik) Physikalisches Praktikum 1	4 2 4	V Ü P	o o o	b a a
Verwendbarkeit Aufwand Modulverantwortung	Astronomie M.Ed., Physik B.Ed., B.Ed. Physik an berufl. Schulen					
	Arbeitsaufwand: 270h	Präsenz/Kontaktzeit: 90h	Selbststudium: 180h			
	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Physik					

2.2 Fachdidaktik (ELA04 – ELA06)

Qualifikationsziele:
Die Studierenden kennen die grundlegenden fachdidaktischen Konzepte des Physikunterrichts. Sie sind in der Lage verschiedene Zugangsweisen, typische Präkonzepte und Verstehenshürden von Schülern zu beschreiben. Sie können ihr fachdidaktisches Wissen zur Bestimmung, Auswahl und Begründung von Zielen, Inhalten, Methoden und Medien Physikbezogener Bildung nutzen. Sie verfügen über fachdidaktisches Wissen, das es ihnen ermöglicht, einen schülerorientierten Unterricht zu entwerfen und verfügen über erste reflektierte Erfahrungen im Planen und Gestalten von kompetenzorientiertem Unterricht.

In der Verzahnung von experimentellem Handeln und fachdidaktischen Grundlagen in zwei Modulen werden die Grundlagen und Kompetenzen für Experimentieren und Demonstrieren im Unterricht erworben.

ELA04 Fachdidaktik Astronomie Einführung

Modulnr., Titel	ELA04: Fachdidaktik Astronomie Einführung					
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	3 Vorlesung / Seminar (2 SWS) 1 / Wintersemester					
Inhalt Qualifikationsziele / Kompetenzen	Grundlagen der Fachdidaktik, Fachdidaktische Arbeits- und Denkweisen, Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten, Fachdidaktische Reduktion Die Studierenden kennen die fachdidaktischen Lerninhalte, die Konzepte fachbezogener Bildung und die Bedeutung des Experimentierens für den Unterricht. Sie können eine Unterrichtsplanung fachwissenschaftlich und didaktisch nachvollziehen.					
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empfohlene Vorkenntnisse	Deutsch Vorlesung, Vortrag, Seminar, Selbststudium, Gruppenarbeit 20 Physik Grundkurs 1, Mathematik 1 f. Naturwissenschaftler*innen -					
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	Alma, Eintrag auf ILIAS mündliche/schriftliche Prüfung					
Veranstaltungen	Veranstaltungs-nummer	Titel der Veranstaltung	SWS	Art	Verbindlichkeit	Benotung
	BLP05F	Fachdidaktik Physik 1	2	V	o	b
Verwendbarkeit Aufwand Modulverantwortung	M.Ed. Astronomie, Physik B.Ed., B.Ed. Physik an berufl. Schulen					
	Arbeitsaufwand: 90 h	Präsenzzeit: 30 h	Selbststudium: 60 h			
	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Physik					

ELA05 Fachdidaktik Astronomie 2

Modulnr., Titel	ELA05: Fachdidaktik Astronomie 2						
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	6 Vorlesung / Seminar (4 SWS) 1 Semester / jedes 2. Semester						
Inhalt Qualifikationsziele / Kompetenzen	Planung und Analyse von Physikunterricht unter besonderer Berücksichtigung von Kompetenzorientierung, Heterogenität und Genderaspekten, Aufgabenkultur im Physikunterricht, Durchführung von Schülerexperimenten Die Studierenden können die fachdidaktischen Lerninhalte vernetzen und situationsgerecht anwenden, Bedeutung des Experimentierens, Planung von Unterricht, kennen Konzepte zur Gestaltung einer Unterrichtsstunde (Vorbereitung Praxissemester).						
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empfohlene Vorkenntnisse	Deutsch Vorlesung, Übungen, Vortrag, Praktikum, Selbststudium, Gruppenarbeit 20 Physik Grundkurs 1, Mathematik 1 f. Naturwissenschaftler*innen , Fachdidaktik 1 -						
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	Alma, Eintrag in ILIAS mündliche/schriftliche Prüfung in Fachdidaktik ergibt Modulnote. Praktikum unbenotet: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen, positiver Abschluss aller Versuche						
Veranstaltungen	Veranstaltungs-nummer	Titel der Veranstaltung	SWS	Art	Verbindlichkeit	Benotung	
	BLP06F BLP06S	Fachdidaktik Physik 2 Fachdidaktik Physik 3	2 2	VS SP	o o	b a	
Verwendbarkeit	M.Ed. Astronomie, Physik B.Ed., B.Ed. Physik an berufl. Schulen						
Aufwand	Arbeitsaufwand: 180 h	Präsenzzeit: 60 h	Selbststudium: 120 h				
Modulverantwortung	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Physik						

ELA06 Fachdidaktisches Projekt Praktikum Astronomie

Modulnr., Titel	ELA06: Fachdidaktisches Projekt Praktikum Astronomie					
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	6 Praktikum (4 SWS) 1 / jedes Semester					
Inhalt Qualifikationsziele / Kompetenzen	Planung und Ausarbeitung eines schulbezogenen Projekts im Themenbereich Astronomie. Die Studierenden können selbständig ein thematisch und zeitlich eng umrissenes schulbezogenes Projekt planen, fachwissenschaftlich und didaktisch durchdringen und präsentieren.					
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empfohlene Vorkenntnisse	Deutsch Vortrag, Übungen, Selbststudium, Gruppenarbeit ca. 20 Physik Grundkurs 1, Mathematik 1 f. Naturwissenschaftler*innen, Fachdidaktik 1, Fachdidaktik 2 Grundlagen der Fachdidaktik					
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	Praktikums-Vorbesprechung & Alma, Eintrag in ILIAS Ausgearbeitete Projekt-Präsentation					
Veranstaltungen	Veranstaltungs-nummer	Titel der Veranstaltung	SWS	Art	Verbindlichkeit	Benotung
	MAFD1	Fachdidaktisches Projekt Praktikum Astronomie	4	P	o	b
Verwendbarkeit Aufwand Modulverantwortung	M.Ed. Astronomie					
	Arbeitsaufwand: 180 h	Kontaktzeit: 15 h	Selbststudium: 165 h			
	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Physik					

2.3 Mathematik für Naturwissenschaftler*innen (ELA07)

Qualifikationsziele:
Die Studierenden können mathematische Verfahren zur Beschreibung und Modellierung physikalischer Sachverhalte in expliziten Aufgaben anwenden. Sie verstehen in Grundzügen, warum die erlernten Methoden funktionieren, und kennen insbesondere die Voraussetzungen für ihre Anwendbarkeit.

In Fächerkombination mit Mathematik wird die Mathematik für Naturwissenschaftler*innen nicht belegt. Das Modul entfällt.

ELA07 Mathematik 1 für Naturwissenschaftler*innen

Modulnr., Titel	ELA07: Mathematik 1 für Naturwissenschaftler*innen
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	6 Vorlesungen mit Übungen (4+2 SWS) 1 Semester / Wintersemester
Inhalt	Reelle und komplexe Zahlen, vollständige Induktion, geometrische Reihe, binomische Formel, Grenzwerte, Stetigkeit, Potenzreihen, Konvergenz von Folgen und Reihen, Vektorräume und lineare Abbildungen, lineare Gleichungssysteme, Skalarprodukte, Normen, Determinanten und Matrizen, Differentiation, Integralrechnung in einer Veränderlichen, Partialbruchzerlegung
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Einarbeitung in die Grundlagen der Analysis und linearen Algebra. Die Studierenden kennen grundlegende Methoden und Prinzipien der höheren Mathematik. Sie wenden diese Methoden sicher in expliziten Aufgaben an. Sie verstehen in Grundzügen, warum die erlernten Methoden funktionieren, und kennen insbesondere die Voraussetzungen für ihre Anwendbarkeit.
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empfohlene Vorkenntnisse	Deutsch Vorlesung, Übungen, Selbststudium, Gruppenarbeit ca. 120 - Mathematischer Vorbereitungskurs für das Physikstudium
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal schriftliche Prüfung (Klausur) Zulassung zur Klausur: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen

Veranstaltungen	Veranstaltungs-nummer	Titel der Veranstaltung	SWS	Art	Verbindlichkeit	Benotung
	0270 0271	Mathematik für Naturwissenschaftler*innen 1 Mathematik für Naturwissenschaftler*innen 1	4 2	V Ü	o o	b a

Verwendbarkeit Aufwand Modulverantwortung	M.Ed. Astronomie, Physik B.Ed., B.Ed. Physik an berufl. Schulen und andere		
	Arbeitsaufwand: 180 h	Präsenzzeit: 90 h	Selbststudium: 90 h
	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Mathematik		

2.4 Astronomie und Astrophysik

Qualifikationsziele:
Die Studierenden kennen die grundlegenden Fragestellungen der Astronomie. Sie beherrschen die grundlegenden Arbeits- und Erkenntnismethoden der Astronomie und Kosmologie und besitzen die Fähigkeit zur physikalischen Interpretation astronomischer und kosmologischer Phänomene. Diese können sie in der entsprechenden Fachsprache kommunizieren und sind in der Lage astronomische Sachverhalte allgemeinverständlich darzustellen, denn sie verfügen über grundlegendes physikalisches und fachdidaktisches Wissen, das es ihnen ermöglicht, schülerorientierten Unterricht zu planen.

ELA08 Astronomie und Astrophysik

Modulnr., Titel	ELA08: Astronomie und Astrophysik					
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	9 Vorlesungen (4 SWS) mit Übungen (2 SWS) 1 / Sommersemester					
Inhalt Qualifikationsziele / Kompetenzen	Grundlagen: Beobachtungsmethoden, Koordinatensysteme; Sonnensystem: Himmelsmechanik, Aufbau, Physik der Planeten, Entstehung; Physik der Sterne: Entstehung, Atmosphären, Aufbau, Entwicklung, Endstadien; Extragalaktik: Galaxien, Strukturbildung, Kosmologie Einarbeitung in die Grundlagen der Astronomie und Astrophysik. Die Studierenden kennen Konzepte der Astronomie und Astrophysik. Sie können die geeignete Fachsprache nutzen.					
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empfohlene Vorkenntnisse	Deutsch Vorlesung, Übungen, Selbststudium, Gruppenarbeit ca. 120 Physik Grundkurs 1, Mathematik 1 f. Naturwissenschaftler*innen Physik Grundkurse 1, 2 und 3					
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal Klausur zur Vorlesung Zulassung: erfolgreiche Teilnahme an den Übungen					
Veranstaltungen	Veranstaltungs-nummer	Titel der Veranstaltung	SWS	Art	Verbindlichkeit	Benotung
	BMEPAAP BMEPAAP	Basismodul Astronomie und Astrophysik Basismodul Astronomie und Astrophysik	4 3	V Ü	o o	b a
Verwendbarkeit Aufwand Modulverantwortung	M.Ed. Astronomie					
	Arbeitsaufwand: 270 h	Präsenzzeit: 90 h	Selbststudium: 180h			
	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Physik					

ELA09 Astrophysikalische Praktika und Vertiefung

Modulnr., Titel	ELA09: Astrophysikalische Praktika und Vertiefung
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	12 Vorlesung / Seminar / Praktikum 2 / jedes Semester
Inhalt	Astronomisches Praktikum: Neben dem obligatorischen „Himmelsspaziergang“ mit den Spiegelteleskopen des Instituts, werden aus ausgewählten Bereichen der astronomischen Forschung Aufgaben durchgeführt, die einen Einblick in die Methodik und Arbeitsweise der modernen Astronomie liefern. Es wird vermittelt, wie schrittweise aus vorgegebenen Beobachtungs- und Messdaten wesentliche Aussagen über wichtige physikalische Parameter von Objekten des Universums (Planeten, Sterne, interstellares Medium, etc.) abgeleitet werden können. Vor jedem Versuch wird eine Einführung gegeben, die einen Bezug der jeweiligen Aufgabe zum aktuellen Stand der Forschung vermittelt. Astrophysikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum: Versuche aus der optischen Astronomie, UV-Astronomie, Röntgenastronomie und Computational Physics
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Grundlagen der Astronomie, Verständnis der Messvorgänge, Darstellung von Messergebnissen, Heranführung an das Beobachten mit modernen Messinstrumenten der Astronomie und Erlernung von Fertigkeiten zur Datenerfassung und Datenanalyse. Erlernen von Methoden der Computer-Simulationen astrophysikalischer Fragestellungen. Vertiefung der Kenntnisse zu ausgewählten Themen der Astronomie und Astrophysik. Die Studierenden kennen Konzepte der Astronomie. Sie können die geeignete Fachsprache nutzen, um Messvorgänge zu erläutern und Messergebnisse geeignet darzustellen.
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empfohlene Vorkenntnisse	Deutsch Praktikum, Selbststudium, Gruppenarbeit ca. 20 keine Physik Grundkurse 1, 2 und 3
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal Teilnahme unbenotet

Veranstaltungen	Veranstaltungsnummer	Titel der Veranstaltung	SWS	Art	Verbindlichkeit	Benotung
	VFAP	Astronomisches Praktikum	2	P	o	a
	VFAFP	Astrophysikalisches Fortgeschrittenen-Praktikum	5	P	o	a
		Alle Veranstaltungen des Wahlbereichs	2	S	o	a

Verwendbarkeit	M.Ed. Astronomie		
Aufwand	Arbeitsaufwand: 360 h	Präsenzzeit: 135 h	Selbststudium: 225 h
Modulverantwortung	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Physik		

2.5 Wahlmodule

In diesem Abschnitt werden einige Module des Wahlbereichs vorgestellt, welche ohne weitere Rücksprache im Rahmen des Moduls ELA11 belegt werden können. Veranstaltungen bzw. Module, welche hier nicht aufgeführt sind (v.a. aus dem Bereich des Vertiefungsfachs Astronomie/ Astrophysik des Studiengangs Physik (B.Ed.)), können nach Rücksprache und Genehmigung ebenfalls belegt werden.

ELAW01 Theoretische Astrophysik

Modulnr., Titel	ELAW01: Theoretische Astrophysik						
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	3 bzw. 6 mit Übungen Vorlesung (2 SWS), optional mit Übungen (2 SWS) 1 / Wintersemester						
Inhalt Qualifikationsziele / Kompetenzen	Einführung in die Grundlagen der Hydrodynamik und Thermodynamik in Bezug auf die Anwendungen in der Astrophysik. Erhaltungsgrößen, Bernoulli-, Kelvin-Theoreme, Instabilitäten, Stoßwellen, Schallwellen. Anwendungen auf stellare Astrophysik, Akkretionsscheiben, Supernovaexplosionen, relativistische Astrophysik Erlernen der grundlegenden theoretischen Methoden und Werkzeuge der modernen Astrophysik.						
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empfohlene Vorkenntnisse	Deutsch Vorlesung, Übungen, Selbststudium, Gruppenarbeit ca. 40 Physik Grundkurse 1, 2 und 3, Basismodul Astronomie und Astrophysik Grundlagen der Astronomie, Grundlagen der Thermodynamik						
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal unbenotet, optional benotete Klausur: erfolgreiche Teilnahme, optional Klausur oder mündliche Prüfung						
Veranstaltungen	Veranstaltungs-nummer	Titel der Veranstaltung	SWS	Art	Verbindlichkeit	Benotung	
	VFTAP VFTAP	Theoretische Astrophysik Theoretische Astrophysik (optional)	2 2	V Ü	o o	a b	
Verwendbarkeit Aufwand Modulverantwortung	M.Ed. Astronomie						
	Arbeitsaufwand: 90 h	Präsenzzeit: 30 h	Selbststudium: 60 h				
	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Physik						

ELAW02 Seminar zu Astro- und Teilchenphysik

Modulnr., Titel	ELAW02: Seminar zu Astro- und Teilchenphysik					
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	3 Seminar (2 SWS) 1 / Wintersemester					
Inhalt	Entwicklung des Kosmos, Ursprung der Materie, Nukleosynthese im Urknall, Strukturen im Universum, kosmische Hintergrundstrahlung, Dunkle Materie und Energie, Nukleosynthese in Sternen, kosmische Strahlung, Supernovae, Neutronensterne, Schwarze Löcher, Gravitationswellen					
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Verknüpfung von Astro-, Astroteilchen-, Teilchen- und Kernphysik. Gemeinsames Seminar aller Vertiefungsfächer, die durch das Kepler-Zentrum angeboten werden.					
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empfohlene Vorkenntnisse	Deutsch Seminar, Selbststudium, Gruppenarbeit ca. 20 Physik Grundkurse 1, 2 und 3 Quantenmechanik, Basismodule Kern- und Teilchenphysik und Astronomie und Astrophysik					
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal unbenotet: erfolgreiche Teilnahme, Seminarvortrag mit Ausarbeitung					
Veranstaltungen	Veranstaltungs-nummer	Titel der Veranstaltung	SWS	Art	Verbindlichkeit	Benotung
	VFSATP	Seminar zu Astro- und Teilchenphysik	2	S	o	a
Verwendbarkeit Aufwand Modulverantwortung	M.Ed. Astronomie					
	Arbeitsaufwand: 90 h	Präsenzzeit: 30 h	Selbststudium: 60 h			
	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Physik					

ELAW03 Aufbau und Entwicklung der Sterne

Modulnr., Titel	ELAW03: Aufbau und Entwicklung der Sterne					
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	3, mit Übungen 6 Vorlesung (2 SWS), Übungen (optional, 2 SWS) 1 / etwa alle 2 Jahre					
Inhalt Qualifikationsziele / Kompetenzen	Methoden zur Beschreibung der inneren Struktur und zeitlichen Entwicklung von Sternen. Insbesondere werden folgende Themen behandelt: Sternaufbaugleichungen, Eigenschaften stellarer Materie, Berechnung von Sternmodellen, die Hauptreihe, Nach-Hauptreihenentwicklung, Beobachtungstests der Sternentwicklungstheorie Kenntnis der Modellierung des Sternaufbaus und der Sternentwicklung					
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empfohlene Vorkenntnisse	Deutsch Vorlesung, Übungen, Selbststudium, Gruppenarbeit ca. 40 Physik Grundkurs 1, 2 und 3, Basismodul Astronomie und Astrophysik Grundlagen der Astronomie					
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal unbenotet, optional benotete Klausur: erfolgreiche Teilnahme, optional Klausur oder mündliche Prüfung					
Veranstaltungen	Veranstaltungs-nummer	Titel der Veranstaltung	SWS	Art	Verbindlichkeit	Benotung
	VFBES VFBES	Bau und Entwicklung der Sterne Bau und Entwicklung der Sterne (optional)	2 2	V Ü	o o	a b
Verwendbarkeit Aufwand Modulverantwortung	M.Ed. Astronomie					
	Arbeitsaufwand: 90h (mit Übungen 180h) Selbststudium: 60h (mit Übungen 120h)	Präsenzzeit: 30h (mit Übungen 60h)				
	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Physik					

ELAW04 Akkretionsscheibenphysik

Modulnr., Titel	ELAW04: Akkretionsscheibenphysik					
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	3 Vorlesung (2 SWS) 1 / etwa alle 2 Jahre					
Inhalt Qualifikationsziele / Kompetenzen	Beobachtung und Theorie von Akkretionsscheiben in der Astronomie und Astrophysik. Anwendung auf Protosterne, Kataklysmische Variablen, enge Röntgendoppelsterne, galaktische Scheiben Einführung in die Physik der Akkretionsscheiben					
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empfohlene Vorkenntnisse	Deutsch Vorlesung, Selbststudium, Gruppenarbeit ca. 40 Physik Grundkurs 1, 2 und 3, Basismodul Astronomie und Astrophysik Grundlagen der Astronomie					
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal unbenotet: erfolgreiche Teilnahme, benotet (optional): Klausur oder mündliche Prüfung					
Veranstaltungen	Veranstaltungs-nummer	Titel der Veranstaltung	SWS	Art	Verbindlichkeit	Benotung
	VFASP	Akkretionsscheibenphysik	2	V	o	a
Verwendbarkeit Aufwand Modulverantwortung	M.Ed. Astronomie					
	Arbeitsaufwand: 90 h	Präsenzzeit: 30 h	Selbststudium: 60 h			
	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Physik					

ELAW05 Planetenentstehung

Modulnr., Titel	ELAW05: Planetenentstehung						
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	3 Vorlesung (2 SWS) 1 / etwa alle 2 Jahre						
Inhalt	Überblick über den aktuellen Stand der Erforschung des Sonnensystems als auch von extrasolaren Planetensystemen. Einbettung des Planetenentstehungsprozesses in die Sternentstehung. Entstehung von terrestrischen Planeten als auch Gasriesen. Entwicklung von Planetensystemen. Voraussetzungen für die Entstehung und Entwicklung von Leben.						
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Einführung in ein aktuelles Forschungsthema. Einordnung unseres Sonnensystems in einen astrophysikalischen Kontext. Verknüpfung von Beobachtungsdaten durch Sondenmissionen und astronomischen Methoden.						
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empfohlene Vorkenntnisse	Deutsch Vorlesung, Selbststudium, Gruppenarbeit ca. 40 Physik Grundkurs 1, 2 und 3, Basismodul Astronomie und Astrophysik Grundlagen der Astronomie, theoretische Astrophysik						
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal unbenotet: erfolgreiche Teilnahme benotet (optional) Klausur oder mündliche Prüfung						
Veranstaltungen	Veranstaltungs-nummer	Titel der Veranstaltung	SWS	Art	Verbindlichkeit	Benotung	
	VFPLE	Planetenentstehung	2	V	o	a	
Verwendbarkeit Aufwand Modulverantwortung	M.Ed. Astronomie						
	Arbeitsaufwand: 90 h	Präsenzzeit: 30 h	Selbststudium: 60 h				
	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Physik						

ELAW06 Computational Astrophysics

Modulnr., Titel	ELAW06: Computational Astrophysics					
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	3, mit Übungen 6 Vorlesung (2 SWS), Übungen (2 SWS, optional) 1 / etwa alle 2 Jahre					
Inhalt	Beschreibung von wichtigen numerischen Algorithmen in der Astrophysik direkt anhand von ausgewählten Beispielen. Planetenbewegung im Sonnensystem, Kepler-Gleichung, Stabilität, Chaos. Struktur und Stabilität von Sternen, Lane-Emden Gleichung. Auf numerischer Seite: Nullstellensuche, N-body, symplektische Integratoren, numerische Hydrodynamik, Eigenwertproblem, Fourier-Transformation.					
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Erlernen von Implementierung und Durchführung astrophysikalisch relevanter numerischer Simulationen. Erwerb einer Programmiersprache. Darstellung, bzw. Visualisierung numerischer Ergebnisse.					
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empfohlene Vorkenntnisse	Deutsch Vorlesung, Übungen, Selbststudium, Gruppenarbeit ca. 30 Physik Grundkurs 1, 2 und 3 Grundlagen der Physik					
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal unbenotet: erfolgreiche Teilnahme, benotet (optional): Klausur oder mündliche Prüfung					
Veranstaltungen	Veranstaltungs-nummer	Titel der Veranstaltung	SWS	Art	Verbindlichkeit	Benotung
	VFCAP VFCAP	Computational Astrophysics Computational Astrophysics	2 2	V V	o o	a b
Verwendbarkeit	M.Ed. Astronomie					
Aufwand	Arbeitsaufwand: 90h (mit Übungen 180h)	Präsenzzeit: 30h (mit Übungen 60h)	Selbststudium: 60h (mit Übungen 120h)			
Modulverantwortung	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Physik					

ELAW07 Numerische Methoden in Physik und Astrophysik

Modulnr., Titel	ELAW07: Numerische Methoden in Physik und Astrophysik						
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	3, mit Übungen 6 Vorlesung (2 SWS), Übungen (2 SWS, optional) 1 / Wintersemester						
Inhalt Qualifikationsziele / Kompetenzen	Grundlegende numerische Methoden und Algorithmen. Themen beinhalten: Nullstellensuche, Interpolation, Integration, gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, lineare Gleichungssysteme. Fouriertransformationen. Erlernen und Programmierung grundlegender numerischer Methoden. Erfolgreiches Arbeiten mit dem Computer.						
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empfohlene Vorkenntnisse	Deutsch Vorlesung, Übungen, Selbststudium, Gruppenarbeit ca. 30 Physik Grundkurs 1, 2 und 3 Grundkenntnisse einer Programmiersprache						
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal unbenotet: erfolgreiche Teilnahme, benotet (optional): Klausur oder mündliche Prüfung						
Veranstaltungen	Veranstaltungs-nummer	Titel der Veranstaltung	SWS	Art	Verbindlichkeit	Benotung	
	VFNMPAP VFNMPAP	Numerische Methoden in Physik und Astrophysik Numerische Methoden in Physik und Astrophysik (optional)	2 2	V Ü	o o	a b	
Verwendbarkeit	M.Ed. Astronomie						
Aufwand	Arbeitsaufwand: 90 h (mit Übungen 180 h)	Präsenzzeit: 30 h (mit Übungen 60 h)	Selbststudium: 30 h (mit Übungen 60 h)				
Modulverantwortung	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Physik						

ELAW08 Einführung in die Relativitätstheorie

Modulnr., Titel	ELAW08: Einführung in die Relativitätstheorie						
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	6 Vorlesung (2 SWS), Übungen (2 SWS) 1 / Wintersemester						
Inhalt Qualifikationsziele / Kompetenzen	Grundlagen der Tensorrechnung, Überblick über die spezielle Relativitätstheorie, Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie, wichtige Schwerkraftexperimente. Anwendungen: Lösungen der Einstein-Gleichungen, Geodäten, Schwarze Löcher, Kosmologische Modelle. Einarbeiten in die Grundlagen der Relativitätstheorie						
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empfohlene Vorkenntnisse	Deutsch Vorlesung, Übungen, Selbststudium, Gruppenarbeit ca. 40 Physik Grundkurs 1, 2 und 3 Grundlagen der Astronomie und Astrophysik						
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal unbenotet: erfolgreiche Teilnahme, benotet (optional): Klausur oder mündliche Prüfung						
Veranstaltungen	Veranstaltungs-nummer	Titel der Veranstaltung	SWS	Art	Verbindlichkeit	Benotung	
	VFERT VFERT	Einführung in die Relativitätstheorie Einführung in die Relativitätstheorie	2 2	V Ü	o o	a b	
Verwendbarkeit Aufwand Modulverantwortung	M.Ed. Astronomie						
	Arbeitsaufwand: 180 h	Präsenzzeit: 60 h	Selbststudium: 120 h				
	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Physik						

ELAW09 Relativistic Astrophysics and Experimental Gravitation

Modulnr., Titel	ELAW09: Relativistic Astrophysics and Experimental Gravitation					
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	3, mit Übungen 6 Vorlesung (2 SWS), Übungen (2 SWS, optional) 1 / Sommersemester					
Inhalt Qualifikationsziele / Kompetenzen	Vertiefung der Allgemeinen Relativitätstheorie, astrophysikalische Anwendungen der Relativitätstheorie, Gravitationswellen, Schwarze Löcher und Neutronensterne. Weiterführung in die Relativitätstheorie					
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empfohlene Vorkenntnisse	Englisch Vorlesung, Übungen, Selbststudium, Gruppenarbeit ca. 40 Physik Grundkurs 1, 2 und 3 Grundlagen der Astronomie und Astrophysik, Einführung in die Relativitätstheorie					
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal unbenotet: erfolgreiche Teilnahme, benotet (optional): Klausur oder mündliche Prüfung					
Veranstaltungen	Veranstaltungs-nummer	Titel der Veranstaltung	SWS	Art	Verbindlichkeit	Benotung
	VFRAP	Relativistic Astrophysics and Experimental Gravitation	2	V	o	a
	VFRAP	Relativistic Astrophysics and Experimental Gravitation (optional)	2	Ü	o	b
Verwendbarkeit	M.Ed. Astronomie					
Aufwand	Arbeitsaufwand: 90 h (mit Übungen 180 h)	Präsenzzeit: 30 h (mit Übungen 60 h)	Selbststudium: 60 h (mit Übungen 120 h)			
Modulverantwortung	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Physik					

ELAW10 Veränderliche Sterne

Modulnr., Titel	ELAW10: Veränderliche Sterne						
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	3 Vorlesung (2 SWS) 1 / etwas alle 2 Jahre						
Inhalt Qualifikationsziele / Kompetenzen	Eigenschaften von physisch veränderlichen Sternen. Insbesondere werden folgende Themen behandelt: Sternaufbaugleichungen, radiale adiabatische Pulsationen, radiale Pulsatoren im Hertzsprung-Russell-Diagramm, nichtradiale Pulsationen. Theoretische Behandlung der Eigenschwingungen von Sternen, Verständnis des Werkzeugs der Helio- und Asteroseismologie zur Sondierung der inneren Struktur von Sternen.						
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empfohlene Vorkenntnisse	Deutsch Vorlesung, Selbststudium, Gruppenarbeit ca. 20 Physik Grundkurs 1, 2 und 3, Basismodul Astronomie und Astrophysik Grundlagen der Astronomie						
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	siehe Vorlesungsverzeichnis im Alma-Portal unbenotet: erfolgreiche Teilnahme, benotet (optional): Klausur oder mündliche Prüfung						
Veranstaltungen	Veranstaltungs-nummer	Titel der Veranstaltung	SWS	Art	Verbindlichkeit	Benotung	
	VFVS	Veränderliche Sterne	2	V	o	a	
Verwendbarkeit Aufwand Modulverantwortung	M.Ed. Astronomie						
	Arbeitsaufwand: 90 h	Präsenzzeit: 30 h	Selbststudium: 60 h				
	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Physik						

2.6 Masterarbeit (ELA10)

Die Masterarbeit umfasst 15 Leistungspunkte. Idealerweise wird sie nach Abschluss aller anderen Prüfungsleistungen angefertigt, bzw. nach Erwerb des überwiegenden Anteils der restlichen Leistungspunkte. Es besteht die Möglichkeit schulbezogene Themen fachwissenschaftlich und fachdidaktisch zu untersuchen.

ELA10 Masterarbeit Astronomie

Modulnr., Titel	ELA10: Masterarbeit Astronomie		
Leistungspunkte Veranstaltungsart Dauer / Turnus	15 Selbststudium 15 Wochen / jedes Semester		
Inhalt Qualifikationsziele / Kompetenzen	Anfertigung einer wissenschaftlichen Arbeit (Masterarbeit, Bearbeitungszeit 16 Wochen). Die Masterarbeit wird wahlweise im einem der beiden Fächer oder im bildungswissenschaftlichem Begleitstudium geschrieben. Sie kann auch fachnahe didaktische Elemente enthalten. Die Studierenden erfassen die Grundzüge einer wissenschaftlichen Arbeit; sie erwerben Wissenschaftsverständnis. Die Studierenden sind in der Lage, eine akademische Fragestellung weitgehend selbstständig, differenziert und problemorientiert in einem begrenzten zeitlichen Rahmen zu bearbeiten und können diese angemessen in einer schriftlichen Ausarbeitung formulieren und präsentieren.		
Sprache Lern-/Lehrformen Max. Teilnehmerzahl Voraussetzungen empfohlene Vorkenntnisse	Deutsch Selbststudium, Besprechung mit Betreuer bzw. Betreuerin, Präsentation - Abschluss des Moduls -		
Anmeldung Benotung / Voraussetzung für den Erwerb von LP	beim Dozenten/Betreuer bzw. bei der Dozentin/Betreuerin Bewertung durch den Betreuer bzw. Betreuerin Präsentation in der Arbeitsgruppe		
Verwendbarkeit	M.Ed. Astronomie		
Aufwand	Arbeitsaufwand: 450 h	Kontaktzeit: 50 h	Selbststudium: 400 h
Modulverantwortung	die Dozentinnen und Dozenten des Fachbereichs Physik		