

**Modulhandbuch Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen und für
Lehramt an Berufskollegs**

– Stand **30.06.2022**

Modul: SE_LA						Schulorientiertes Experimentieren GyGe/BK						
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs												
Turnus jedes Semester			Dauer 2 Semester			Studienabschnitt 1./2. Semester			Credits 8		Aufwand 240 h	
1 Modulstruktur												
	Nr.		Element / Lehrveranstaltung					Typ	Credits		SWS	
	1		Schulorientiertes Experimentieren					S	3		2	
	2		Experimentieren im Physikunterricht					Ü	5		3	
2 Lehrveranstaltungssprache Deutsch												
3 Lehrinhalte Es werden typische Schulexperimente (Schülergruppenexperimente, Demonstrationsexperimente, Freihandexperimente, ...) der Sekundarstufe I und II mit Schulgeräten oder Alltagsgegenständen selbständig aufgebaut, durchgeführt und ausgewertet. Dabei werden die Folgen von schulischer Inklusion für die Planung, den Einsatz und die Durchführung von Experimenten in beiden Veranstaltungen diskutiert. Im ersten Element sind die Themen der Experimente vorgegeben, um eine breite Abdeckung der schulrelevanten Experimente zu gewährleisten. Hierbei kommen insbesondere auch schultypische Methoden der Messwerterfassung zum Einsatz und es werden Sicherheitsvorschriften behandelt. Im zweiten Element werden – passend zu den Unterrichtsprojekten des Praxissemesters – selbst ausgewählte Versuche bzw. Versuchsserien projektartig und vertieft behandelt. Hier werden zusätzlich Präsentationstechniken bei Demonstrationsexperimenten, die Gestaltung von Anleitungen für Schülergruppenexperimente sowie die fachdidaktische Einordnung der Experimente behandelt.												
4 Kompetenzen Die Studierenden kennen typische Schulexperimente der Sekundarstufen I und II und können diese selbständig planen, durchführen und auswerten. Sie beherrschen die zu beachtenden Sicherheitsaspekte, geeignete Präsentationstechniken sowie die Gestaltung von Anleitungen. Sie können den Nutzen verschiedener experimenteller Zugänge zu einem Thema unter fachdidaktischen Aspekten abwägen. Die Studierenden können Experimente unter dem Gesichtspunkt heterogener Lernvoraussetzungen angemessen und begründet einsetzen.												
5 Prüfungen Modulprüfung												
6 Prüfungsformen und –leistungen Modulprüfung: Mündliche Prüfung (30 – 45 Minuten) mit praktischen Anteilen, benotet. 1 Studienleistung, unbenotet Als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung ist ein unbenoteter Praktikumsschein (bestandene Versuchsprotokolle laut Praktikumsordnung) als Studienleistung zu erbringen.												

7	Teilnahmevoraussetzungen Keine	
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Pflichtmodul im Master Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Pflichtmodul im Master Lehramt an Berufskollegs	
9	Modulbeauftragte/r Dr. Bärbel Siegmann	Zuständige Fakultät Fakultät Physik

Modul: FD_LA						Fachdidaktik Physik GyGe/BK						
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs												
Turnus jedes Semester			Dauer 2 Semester			Studienabschnitt 3./4. Semester			Credits 6		Aufwand 180 h	
1 Modulstruktur												
Nr.		Element / Lehrveranstaltung				Typ		Credits		SWS		
1		Analyse von Physikunterricht				S		3		2		
2		Vertiefung Physikdidaktik				S		3		2		
2 Lehrveranstaltungssprache Deutsch												
3 Lehrinhalte Das erste Element legt den Schwerpunkt auf die Analyse von Physikunterricht unter forschender Perspektive. Es werden Unterrichtsbeispiele der Sekundarstufen I und II aus dem Praxissemester sowie weitere Unterrichtsbeispiele insbesondere unter dem Gesichtspunkt heterogener Lernvoraussetzungen gemeinsam und mit verschiedenen methodischen Zugängen analysiert. Darüber hinaus werden exemplarisch Methoden und Ergebnisse naturwissenschaftsdidaktischer, speziell physikdidaktischer Unterrichtsforschung behandelt und in Bezug zu den eigenen Unterrichtserfahrungen gesetzt. Im zweiten Element werden in einem Wahlpflichtseminar an exemplarischen physikalischen Lehrsituationen ausgewählte Aspekte der Fachdidaktik Physik vertiefend behandelt. Hierzu gehören neben kooperative Lernformen, geschlechtersensitivem Unterricht, Förderung von Schülerinnen auch moderne Varianten des Medieneinsatzes, wie Modellbildung und Videoanalyse sowie weitere ausgewählte Themen, z.B. Aufgaben, Kontextorientierung oder neue Unterrichtskonzepte mit spezieller Sicht auf die Herausforderungen im Hinblick auf Inklusion. Die Behandlung dieser Punkte erfolgt anhand einer Einbettung in folgende Wahlpflichtveranstaltungen mit jeweils 3 CP: <ul style="list-style-type: none"> • „Quantenphysik in der Schule“ - Erörterung im Kontext von Quantenphysik, Kernphysik und Elementarteilchenphysik. Hier ist eine begleitende Übung im forschenden Lernen im Lehr-Lernlabor „Treffpunkt Quantenmechanik“ empfohlen. (Details siehe separate Modulbeschreibung FD_LA.1) • „Astrophysik in der Schule“ - Erörterung im Kontext von Inhalten des Kernlehrplans, die die Bearbeitung astrophysikalischer Fragestellungen ermöglichen. Im Rahmen dieser Veranstaltung erfolgt nach Möglichkeit eine Exkursion zu den außerschulischen Lernorten an den Radioteleskopen in Effelsberg und am Stockert. (Details siehe separate Modulbeschreibung FD_LA.2) • „Grundbegriffe der Physik“ – Erörterung am Beispiel von physikgeschichtlichen und fachübergreifenden Inhalten (insbesondere zu den Fächern, Philosophie, Deutsch, Geschichte, Fremdsprachen und Kunst). Diese Veranstaltung ist nicht kombinierbar mit der Wahl der Vorlesung „Grundbegriffe der Physik“ als fachliches Wahlpflichtmodul (Details siehe separate Modulbeschreibung FD_LA.3) • „Ethik der Naturwissenschaften“ - Erörterung am Beispiel von ethischen Positionen und Diskussionen in Vergangenheit und Gegenwart. (Details siehe separate Modulbeschreibung FD_LA.4) In jedem Semester werden zwei dieser Veranstaltungen zur Wahl angeboten. Die Liste ist nicht abschließend. Abweichungen können mit der Fachstudienberatung vereinbart werden.												

4	Kompetenzen Die Studierenden erlangen in diesem Modul vertiefte Kompetenzen in ausgewählten Bereichen der Physikdidaktik. Sie sind in der Lage, Unterricht selbständig aus verschiedenen, insbesondere auch forschenden Perspektiven zu analysieren und können fachdidaktische Forschungsergebnisse zur Einordnung ihrer Erkenntnisse heranziehen. Sie können den Stellenwert physikdidaktischer Forschung für die Weiterentwicklung von Physikunterricht einschätzen.	
5	Prüfungen Modulprüfung	
6	Prüfungsformen und –leistungen Modulprüfung: Mündliche Prüfung (30 - 45 Minuten), benotet Studienleistung aus Element 1 oder 2, unbenotet Als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung ist eine unbenotete Studienleistung in den Elementen 1 oder 2 zu erbringen. Wenn benotete Studienleistungen zu einem Teilmodul vorliegen, kann die Note auf Wunsch der Studierenden in die Modulbewertung aufgenommen werden. Art und Umfang der Studienleistungen werden von der Dozentin / dem Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.	
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine	
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Pflichtmodul im Master Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Pflichtmodul im Master Lehramt an Berufskollegs	
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Dr. Wolfgang Rhode	Zuständige Fakultät Fakultät Physik

Modul: TPM Physik				
Studiengänge: Master Lehramt an Haupt- Real- und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs Master Physik für Lehramt für sonderpädagogische Förderung				
Turnus jedes Semester	Dauer 2 Semester	Studienabschnitt 1./2. Semester	Credits 7 *	Aufwand 210 h
1	Modulstruktur *Die Note des Theorie-Praxis-Moduls fließt mit drei Credits gewichtet in die Fachnote ein.			
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	Typ	Credits
	1	Vorbereitung des Praxissemesters	S	3
	2	Begleitung des Praxissemesters	S	4
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch			
3	Lehrinhalte Im Vorbereitungsseminar werden – unter Berücksichtigung der Schulform und -stufe – die folgenden Themen behandelt, wobei das Seminar einen Schwerpunkt setzt: Merkmale guten Physikunterrichts, Diagnose und individuelle Förderung im Physikunterricht, Didaktische Rekonstruktion physikalischer Themengebiete für den Unterricht, Theorien und fachdidaktische Modelle des Lernens und Unterrichtens von Physik. Das Begleitseminar in Fachdidaktik bietet den Studierenden Unterstützung bei der Planung, Durchführung und Reflexion ihrer theoriegeleiteten Studien- oder Unterrichtsprojekte, bei der Entwicklung einer forschenden Lernhaltung und der Abfassung ihrer Theorie-Praxis-Berichte. In diesem Seminar werden die folgenden Themen behandelt: <ul style="list-style-type: none"> - Entwicklung theoriegeleiteter Studienprojekte auf der Basis empirischer Methoden zu einem der im Vorbereitungsseminar behandelten Themen - Entwicklung von Unterrichtsprojekten und aus fachdidaktischer und erziehungswissenschaftlicher Perspektive unter besonderer Berücksichtigung von Leistungsbeurteilung, pädagogischer Diagnostik und individueller Förderung sowie Experimenten im Physikunterricht - Bewusstmachung der eigenen Lernerfahrungen, Stärken und Schwächen, Berufsvisionen durch biografisches Lernen und Entwicklung eines professionellen Selbstkonzepts - Anbahnung von forschenden Lernprozessen im Rahmen der Entwicklung, Durchführung, Auswertung und Reflexion von Studien- oder Unterrichtsprojekten im Physikunterricht. 			
4	Kompetenzen Die Studierenden können wissenschaftliche Inhalte der Fachdidaktik Physik auf Situationen und Prozesse schulischer Praxis zu beziehen. Sie können die Bedeutung fachdidaktischer und erziehungswissenschaftlicher Theorien und Methoden für pädagogische und didaktische Entscheidungen einschätzen. Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> - die Theorieinhalte einschließlich empirischer Ergebnisse des Vorbereitungsseminars angemessen darzustellen, zu analysieren und zu reflektieren - Fragestellungen für die in der Praxisphase durchzuführenden Studien- oder Unterrichtsprojekte zu entwickeln und die Relevanz dieser Fragestellungen für Schule und Unterricht zu reflektieren; - zur Bearbeitung der Fragestellungen adäquate Untersuchungsmethoden (Beobachtung, Befragung, Interview, Fallstudie etc.) auszuwählen und zu begründen - für das Studienprojekt ein Untersuchungssetting mit Zeitplan darzulegen 			

	<ul style="list-style-type: none"> - Differenzen zwischen wissenschaftlicher Erkenntnis und praktischem Handeln in schulischen unter unterrichtlichen Situationen aufzuzeigen und Hypothesen für deren Auftreten zu entwickeln - physikdidaktische Zielvorstellungen und die Entwicklung eigener Lehrerprofessionalität in ihrer Bedeutung für die Innovation von Schule und Unterricht einzuschätzen - Physikunterricht vor dem Hintergrund fachdidaktischer und allgemeindidaktischer Theorien und empirischer Ergebnisse zu planen, durchzuführen und zu reflektieren - Experimente didaktisch begründet in die Unterrichtsplanung zu integrieren und sicher durchzuführen - die Ergebnisse der Studien- bzw. Unterrichtsprojekte zu analysieren und zu reflektieren. 	
5	Prüfungen Modulprüfung	
6	Prüfungsformen und –leistungen Modulprüfung: Benotete schriftliche Dokumentation und Reflexion des Studien- bzw. Unterrichtsprojekts (35.000 Zeichen (+ / - 10 %)). Insgesamt sind 2 unbenotete Studienleistungen zu erbringen. 1 Studien- bzw. Unterrichtsskizze (ca. 10 Seiten) im Vorbereitungsseminar und 1 Studien- bzw. Unterrichtsbericht im Begleitseminar. Der erfolgreiche Abschluss der Studienleistung ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung.	
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine	
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Pflichtmodul im Master Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Pflichtmodul im Master Lehramt an Berufskollegs Wahlpflichtmodul im Master für Lehramt für sonderpädagogische Förderung	
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Dr. Wolfgang Rhode	Zuständige Fakultät Fakultät Physik

Modul:					
MA		Masterarbeitsmodul			
Studiengänge:					
Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen					
Master Physik für Lehramt an Berufskollegs					
Turnus	Dauer	Studienabschnitt	Credits	Aufwand	
Jedes Semester	1 Semester	4. Semester	20	600 h	
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	Typ	Credits	SWS
	1	Masterarbeit		17	-
	2	Begleitveranstaltung zur Masterarbeit	S	3	2
2	Lehrveranstaltungssprache				
	Deutsch				
3	Lehrinhalte				
	Die Studierenden bearbeiten während der Masterarbeit ein aktuelles Forschungs- oder Entwicklungsthema aus dem fachwissenschaftlichen Bereich der Physik oder der Didaktik der Physik. Sie lernen dabei eine wissenschaftliche Arbeit mit einem komplexeren Thema in einer vorgegebenen Zeit anzufertigen. Dabei vertiefen die Studierenden ihre Kompetenzen selbstständig wissenschaftliche Methoden und Erkenntnisse anzuwenden und sich mit den Ergebnissen kritisch auseinander zu setzen.				
4	Kompetenzen				
	Die Studierenden können sich selbstständig mit der Literatur zu einem für sie neuen Thema auseinandersetzen und sind in der Lage, eine wissenschaftliche Arbeit mit komplexerem Umfang eigenständig zu planen, durchzuführen und nach den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren und eine darauf basierende wissenschaftliche Arbeit in einer vorgegebenen Zeit vorzulegen. Im Rahmen von experimentellen Masterarbeiten können die Studierenden Experimente vorbereiten und unter Beachtung von Arbeitsschutzbedingungen sowie Umweltschutzregeln durchführen bzw. kleine Untersuchungen planen und durchführen. Sie sind fähig, Experimente angemessen zu dokumentieren, gewonnene Daten entsprechend zu strukturieren, angemessen darzustellen und auszuwerten sowie kritisch zu hinterfragen. Sie können physikdidaktische Forschungsarbeiten eigenständig sichten, bewerten, nachvollziehbar darstellen und für weitere Fragestellungen aufarbeiten. Sie können ihre Forschungsarbeit physikdidaktisch fundiert und methodisch kontrolliert planen, durchführen, auswerten und deren physikdidaktische Ergebnisse verständlich darstellen.				
5	Prüfungen				
	Modulprüfung (benotet)				
6	Prüfungsformen und –leistungen				
	Masterarbeit (max. 60 Seiten)				
7	Zulassungsvoraussetzungen				
	Erwerb von mindestens 16 Credits,				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls				
	Pflichtmodul Bachelor Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Pflichtmodul Bachelor Physik für Lehramt an Berufskollegs				
9	Modulbeauftragte/r		Zuständige Fakultät		
	Dekan/in der Fakultät Physik		Fakultät Physik		

Modul: FD_LA.1						Quantenphysik in der Schule						
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs												
Turnus jedes Semester			Dauer 2 Semester			Studienabschnitt 3./4. Semester			Credits 6		Aufwand 180 h	
1 Modulstruktur												
Nr.		Element / Lehrveranstaltung				Typ		Credits		SWS		
1		Analyse von Physikunterricht				S		3		2		
2		Vertiefung Physikdidaktik (Quantenphysik in der Schule)				S		3		2		
2 Lehrveranstaltungssprache Deutsch												
3 Lehrinhalte Das erste Element legt den Schwerpunkt auf die Analyse von Physikunterricht unter forschender Perspektive. Es werden Unterrichtsbeispiele der Sekundarstufen I und II aus dem Praxissemester sowie weitere Unterrichtsbeispiele insbesondere unter dem Gesichtspunkt heterogener Lernvoraussetzungen gemeinsam und mit verschiedenen methodischen Zugängen analysiert. Darüber hinaus werden exemplarisch Methoden und Ergebnisse naturwissenschaftsdidaktischer, speziell physikdidaktischer Unterrichtsforschung behandelt und in Bezug zu den eigenen Unterrichtserfahrungen gesetzt. Im zweiten Element werden in einem Wahlpflichtseminar an exemplarischen physikalischen Lehrsituationen ausgewählte Aspekte der Fachdidaktik Physik vertiefend behandelt. Hierzu gehören neben kooperative Lernformen, geschlechtersensitivem Unterricht, Förderung von Schülerinnen auch moderne Varianten des Medieneinsatzes, wie Modellbildung und Videoanalyse sowie weitere ausgewählte Themen, z.B. Aufgaben, Kontextorientierung oder neue Unterrichtskonzepte mit spezieller Sicht auf die Herausforderungen im Hinblick auf Inklusion. Die Behandlung dieser Punkte erfolgt anhand einer Einbettung in die folgende Wahlpflichtveranstaltung mit 3 CP: „Quantenphysik in der Schule“ - Erörterung im Kontext von Quantenphysik, Kernphysik und Elementarteilchenphysik. Hier ist eine begleitende Übung im forschenden Lernen im Lehr-Lernlabor „Treffpunkt Quantenmechanik“ vorgesehen.												
4 Kompetenzen Die Studierenden erlangen in diesem Modul vertiefte Kompetenzen in ausgewählten Bereichen der Physikdidaktik. Sie sind in der Lage, Unterricht selbständig aus verschiedenen, insbesondere auch forschenden Perspektiven zu analysieren und können fachdidaktische Forschungsergebnisse zur Einordnung ihrer Erkenntnisse heranziehen. Sie können den Stellenwert physikdidaktischer Forschung für die Weiterentwicklung von Physikunterricht einschätzen.												
5 Prüfungen Modulprüfung												
6 Prüfungsformen und –leistungen Modulprüfung: Mündliche Prüfung (30 - 45 Minuten), benotet 2 Studienleistungen, unbenotet Als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung sind unbenotete Studienleistungen in den Elementen 1 und 2 zu erbringen. Wenn benotete Studienleistungen zu einem Teilmodul vorliegen, kann die Note auf Wunsch der Studierenden in die Modulbewertung aufgenommen werden. Art und Umfang der Studienleistungen werden von der Dozentin / dem Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.												

7	Teilnahmevoraussetzungen Keine	
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Pflichtmodul im Master Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Pflichtmodul im Master Lehramt an Berufskollegs	
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Dr. Wolfgang Rhode	Zuständige Fakultät Fakultät Physik

Modul: FD_LA.2						Astrophysik in der Schule							
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs													
Turnus jedes Semester				Dauer 2 Semester			Studienabschnitt 3./4. Semester			Credits 6		Aufwand 180 h	
1 Modulstruktur													
Nr.		Element / Lehrveranstaltung					Typ		Credits		SWS		
1		Analyse von Physikunterricht					S		3		2		
2		Vertiefung Physikdidaktik (Astrophysik in der Schule)					S		3		2		
2 Lehrveranstaltungssprache Deutsch													
3 Lehrinhalte <p>Das erste Element legt den Schwerpunkt auf die Analyse von Physikunterricht unter forschender Perspektive. Es werden Unterrichtsbeispiele der Sekundarstufen I und II aus dem Praxissemester sowie weitere Unterrichtsbeispiele insbesondere unter dem Gesichtspunkt heterogener Lernvoraussetzungen gemeinsam und mit verschiedenen methodischen Zugängen analysiert. Darüber hinaus werden exemplarisch Methoden und Ergebnisse naturwissenschaftsdidaktischer, speziell physikdidaktischer Unterrichtsforschung behandelt und in Bezug zu den eigenen Unterrichtserfahrungen gesetzt.</p> <p>Im zweiten Element werden in einem Wahlpflichtseminar an exemplarischen physikalischen Lehrsituationen ausgewählte Aspekte der Fachdidaktik Physik vertiefend behandelt. Hierzu gehören neben kooperative Lernformen, geschlechtersensitivem Unterricht, Förderung von Schülerinnen auch moderne Varianten des Medieneinsatzes, wie Modellbildung und Videoanalyse sowie weitere ausgewählte Themen, z.B. Aufgaben, Kontextorientierung oder neue Unterrichtskonzepte mit spezieller Sicht auf die Herausforderungen im Hinblick auf Inklusion.</p> <p>Die Behandlung dieser Punkte erfolgt anhand einer Einbettung in die folgende Wahlpflichtveranstaltung mit 3 CP: „Astrophysik in der Schule“ - Erörterung im Kontext von Inhalten des Kernlehrplans, die die Bearbeitung astrophysikalischer Fragestellungen ermöglichen. Im Rahmen dieser Veranstaltung erfolgt eine Exkursion zu den außerschulischen Lernorten an den Radioteleskopen in Effelsberg und am Stockert.</p>													
4 Kompetenzen <p>Die Studierenden erlangen in diesem Modul vertiefte Kompetenzen in ausgewählten Bereichen der Physikdidaktik. Sie sind in der Lage, Unterricht selbständig aus verschiedenen, insbesondere auch forschenden Perspektiven zu analysieren und können fachdidaktische Forschungsergebnisse zur Einordnung ihrer Erkenntnisse heranziehen. Sie können den Stellenwert physikdidaktischer Forschung für die Weiterentwicklung von Physikunterricht einschätzen.</p>													
5 Prüfungen Modulprüfung													

6	Prüfungsformen und –leistungen Modulprüfung: Mündliche Prüfung (30 - 45 Minuten), benotet 2 Studienleistungen, unbenotet Als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung sind unbenotete Studienleistungen in den Elementen 1 und 2 zu erbringen. Wenn benotete Studienleistungen zu einem Teilmodul vorliegen, kann die Note auf Wunsch der Studierenden in die Modulbewertung aufgenommen werden. Art und Umfang der Studienleistungen werden von der Dozentin / dem Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.	
7	Teilnahmevoraussetzungen Keine	
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Pflichtmodul im Master Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Pflichtmodul im Master Lehramt an Berufskollegs	
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Dr. Wolfgang Rhode	Zuständige Fakultät Fakultät Physik

Modul: FD_LA.3						Grundbegriffe der Physik						
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs												
Turnus jedes Semester			Dauer 2 Semester			Studienabschnitt 3./4. Semester			Credits 6		Aufwand 180 h	
1 Modulstruktur												
Nr.		Element / Lehrveranstaltung				Typ		Credits		SWS		
1		Analyse von Physikunterricht				S		3		2		
2		Vertiefung Physikdidaktik (Grundbegriffe der Physik)				S		3		2		
2 Lehrveranstaltungssprache Deutsch												
3 Lehrinhalte Das erste Element legt den Schwerpunkt auf die Analyse von Physikunterricht unter forschender Perspektive. Es werden Unterrichtsbeispiele der Sekundarstufen I und II aus dem Praxissemester sowie weitere Unterrichtsbeispiele insbesondere unter dem Gesichtspunkt heterogener Lernvoraussetzungen gemeinsam und mit verschiedenen methodischen Zugängen analysiert. Darüber hinaus werden exemplarisch Methoden und Ergebnisse naturwissenschaftsdidaktischer, speziell physikdidaktischer Unterrichtsforschung behandelt und in Bezug zu den eigenen Unterrichtserfahrungen gesetzt. Im zweiten Element werden in einem Wahlpflichtseminar an exemplarischen physikalischen Lehrsituationen ausgewählte Aspekte der Fachdidaktik Physik vertiefend behandelt. Hierzu gehören neben kooperative Lernformen, geschlechtersensitivem Unterricht, Förderung von Schülerinnen auch moderne Varianten des Medieneinsatzes, wie Modellbildung und Videoanalyse sowie weitere ausgewählte Themen, z.B. Aufgaben, Kontextorientierung oder neue Unterrichtskonzepte mit spezieller Sicht auf die Herausforderungen im Hinblick auf Inklusion. Die Behandlung dieser Punkte erfolgt anhand einer Einbettung in die folgende Wahlpflichtveranstaltung mit 3 CP: „Grundbegriffe der Physik“ – Erörterung am Beispiel von physikgeschichtlichen und fachübergreifenden Inhalten (insbesondere zu den Fächern, Philosophie, Deutsch, Geschichte, Fremdsprachen und Kunst). Diese Veranstaltung ist nicht kombinierbar mit der Wahl der Vorlesung „Grundbegriffe der Physik“ als fachliches Wahlpflichtmodul												
4 Kompetenzen Die Studierenden erlangen in diesem Modul vertiefte Kompetenzen in ausgewählten Bereichen der Physikdidaktik. Sie sind in der Lage, Unterricht selbständig aus verschiedenen, insbesondere auch forschenden Perspektiven zu analysieren und können fachdidaktische Forschungsergebnisse zur Einordnung ihrer Erkenntnisse heranziehen. Sie können den Stellenwert physikdidaktischer Forschung für die Weiterentwicklung von Physikunterricht einschätzen.												
5 Prüfungen Modulprüfung												

6	<p>Prüfungsformen und –leistungen Modulprüfung: Mündliche Prüfung (30 - 45 Minuten), benotet 2 Studienleistungen, unbenotet Als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung sind unbenotete Studienleistungen in den Elementen 1 und 2 zu erbringen. Wenn benotete Studienleistungen zu einem Teilmodul vorliegen, kann die Note auf Wunsch der Studierenden in die Modulbewertung aufgenommen werden. Art und Umfang der Studienleistungen werden von der Dozentin / dem Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p>	
7	<p>Teilnahmevoraussetzungen Keine</p>	
8	<p>Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Pflichtmodul im Master Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Pflichtmodul im Master Lehramt an Berufskollegs</p>	
9	<p>Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Dr. Wolfgang Rhode</p>	<p>Zuständige Fakultät Fakultät Physik</p>

Modul: FD_LA.5 Ethik der Naturwissenschaften							
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs							
Turnus jedes Semester		Dauer 2 Semester		Studienabschnitt 3./4. Semester			
			Credits 6		Aufwand 180 h		
1 Modulstruktur							
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung			Typ	Credits	SWS
	1	Analyse von Physikunterricht			S	3	2
	2	Vertiefung Physikdidaktik (Ethik der Naturwissenschaften)			S	3	2
2 Lehrveranstaltungssprache Deutsch							
3 Lehrinhalte <p>Das erste Element legt den Schwerpunkt auf die Analyse von Physikunterricht unter forschender Perspektive. Es werden Unterrichtsbeispiele der Sekundarstufen I und II aus dem Praxissemester sowie weitere Unterrichtsbeispiele insbesondere unter dem Gesichtspunkt heterogener Lernvoraussetzungen gemeinsam und mit verschiedenen methodischen Zugängen analysiert. Darüber hinaus werden exemplarisch Methoden und Ergebnisse naturwissenschaftsdidaktischer, speziell physikdidaktischer Unterrichtsforschung behandelt und in Bezug zu den eigenen Unterrichtserfahrungen gesetzt.</p> <p>Im zweiten Element werden in einem Wahlpflichtseminar an exemplarischen physikalischen Lehrsituationen ausgewählte Aspekte der Fachdidaktik Physik vertiefend behandelt. Hierzu gehören neben kooperative Lernformen, geschlechtersensitivem Unterricht, Förderung von Schülerinnen auch moderne Varianten des Medieneinsatzes, wie Modellbildung und Videoanalyse sowie weitere ausgewählte Themen, z.B. Aufgaben, Kontextorientierung oder neue Unterrichtskonzepte mit spezieller Sicht auf die Herausforderungen im Hinblick auf Inklusion.</p> <p>Die Behandlung dieser Punkte erfolgt anhand einer Einbettung in die folgende Wahlpflichtveranstaltung mit 3 CP: „Ethik der Naturwissenschaften“ – Erörterung am Beispiel von ethischen Positionen und Diskussionen in Vergangenheit und Gegenwart.</p>							
4 Kompetenzen Die Studierenden erlangen in diesem Modul vertiefte Kompetenzen in ausgewählten Bereichen der Physikdidaktik. Sie sind in der Lage, Unterricht selbständig aus verschiedenen, insbesondere auch forschenden Perspektiven zu analysieren und können fachdidaktische Forschungsergebnisse zur Einordnung ihrer Erkenntnisse heranziehen. Sie können den Stellenwert physikdidaktischer Forschung für die Weiterentwicklung von Physikunterricht einschätzen.							
5 Prüfungen Modulprüfung							

6	<p>Prüfungsformen und –leistungen Modulprüfung: Mündliche Prüfung (30 - 45 Minuten), benotet 2 Studienleistungen, unbenotet Als Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung sind unbenotete Studienleistungen in den Elementen 1 und 2 zu erbringen. Wenn benotete Studienleistungen zu einem Teilmodul vorliegen, kann die Note auf Wunsch der Studierenden in die Modulbewertung aufgenommen werden. Art und Umfang der Studienleistungen werden von der Dozentin / dem Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p>	
7	<p>Teilnahmevoraussetzungen Keine</p>	
8	<p>Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Pflichtmodul im Master Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Pflichtmodul im Master Lehramt an Berufskollegs</p>	
9	<p>Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Dr. Wolfgang Rhode</p>	<p>Zuständige Fakultät Fakultät Physik</p>

Wahlpflichtangebote für die physikalische Vertiefung

Modul: PV_LA.1						Einführung in die Festkörperphysik									
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs															
Turnus jährlich im WiSe				Dauer 1 Semester			Studienabschnitt 3. Semester			Credits 9		Aufwand 270 h			
1 Modulstruktur															
		Nr.				Element / Lehrveranstaltung				Typ		Credits		SWS	
		1				Einführung in die Festkörperphysik				V		6		4	
		2				Übungen zur Einführung in die Festkörperphysik				Ü		3		2	
2 Lehrveranstaltungssprache Deutsch															
3 Lehrinhalte Grundlagen der Festkörperphysik, mit Schwerpunkt auf kristallinen Systemen; Phänomenologie, theoretische Ansätze und experimentelle Techniken. Symmetrie und Struktur; Bindungen im Festkörper; Gitterschwingungen und Phononen; Freie Elektronen; Fast freie Elektronen: Bandstrukturen; Halbleiter; Magnetismus; Supraleitung.															
4 Kompetenzen Die Studierenden lernen die wichtigsten Stoffklassen kennen, sowie die Verwendung mikroskopischer Modelle für die Diskussion der relevanten Phänomene.															
5 Prüfungen Modulprüfung															
6 Prüfungsformen und -leistungen Modulprüfung: Benotete Klausur (120 - 180 Minuten); 1 unbenotete Studienleistung: Hausaufgaben; Der Umfang der Studienleistungen wird zu Beginn der Veranstaltung von der Dozentin / dem Dozenten bekannt gegeben. Der erfolgreiche Abschluss der Studienleistung ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung.															
7 Teilnahmevoraussetzungen keine															
8 Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Berufskollegs															
9 Modulbeauftragte/r Dekan/in der Fakultät Physik						Zuständige Fakultät Fakultät Physik									

Modul: PV_LA.2						Statistische Methoden der Datenanalyse / SMD (PHY523)						
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs												
Turnus: regelmäßig im SS und WS			Dauer: 2 Semester			Studienabschnitt: 2. und 3. Sem.			Credits 9		Aufwand 270 h	
1	Modulstruktur											
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung				Typ	Credits		SWS			
	1	SMD A: Vorlesung mit Übung				V+Ü	4		2 + 1			
	2	SMD B: Vorlesung mit Übung				V+Ü	5		2 + 1			
2	Lehrveranstaltungssprache Deutsch											
3	Lehrinhalte SMD A: Numerische Methoden der Datenverarbeitung, Datenbehandlung und Programmierung, Algorithmen und Datenstrukturen, Methoden der linearen Algebra, Wahrscheinlichkeitsrechnung, ein- und mehrdimensionale Verteilungen, Zufallszahlen und Monte Carlo Methoden, Data-Mining Methoden: Diskriminanzanalyse, Hauptkomponentenanalyse, Feature Selection, Überwachtes Lernen (kNN, Decision Trees, Random Forests), MRMR, Unüberwachtes Lernen (Ensemble Lerner), Convolutional Neural Nets und andere. SMD B: Parameterschätzung, Optimierungsprobleme, Methode der kleinsten Quadrate, Maximum Likelihood-Methode, numerische Fitverfahren, Goodness-of-Fit, Regularisierung, Konfidenzintervalle und Hypothesentests, Parametrisierung von Daten, Bayes'sche Verfahren, Verfahren zur Lösung inverser Probleme und deren Evaluation, Validierungstechniken, Behandlung systematischer Fehler, Akzeptanzberechnung.											
4	Kompetenzen Daten werden heute in der Regel auf elektronischem Weg erhoben. Die Studierenden erlernen orientiert an der zeitlichen Abfolge einer Datenanalyse den geeigneten Umgang mit statistischen Methoden zur Analyse von moderaten bis sehr großen Datenmengen. Die Übungsaufgaben werden unter Einbeziehung von gängiger Software (auch) am Computer gelöst. In der Veranstaltung wird praktische Kompetenz in der Datenanalyse für die Erstellung von Abschlussarbeiten und die spätere Berufsausübung erworben.											
5	Prüfungen Studienleistung: Aktive Teilnahme an den Übungen von SMD A und SMD B Modulprüfung: schriftlich oder mündlich, wird zu Beginn bekanntgegeben											
6	Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung: schriftlich oder mündlich <input type="checkbox"/> Teilleistung											
7	Teilnahmevoraussetzungen: Günstig: Programmierkenntnisse in einer geeigneten Sprache, z.B. Python; Dazu empfohlen: Teilnahme an einem Toolbox-Workshop											
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul											
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Dr. Wolfgang Rhode					Zuständige Fakultät Fakultät Physik						

Modul: PV_LA.3						Thermodynamik und Statistik						
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs												
Turnus jährlich im WiSe			Dauer 1 Semester			Studienabschnitt 3. Semester			Credits 9		Aufwand 270 h	
1 Modulstruktur												
Nr.		Element / Lehrveranstaltung				Typ		Credits		SWS		
1		Thermodynamik und Statistik				V		6		4		
2		Übungen zu Thermodynamik und Statistik				Ü		3		2		
2 Lehrveranstaltungssprache Deutsch												
3 Lehrinhalte Der bewusst von der Statistik abgetrennte Thermodynamik-Teil dient als Beispiel für eine phänomenologische Theorie; der statistische Teil enthält Grundlagen der klassischen und der Quantenstatistik. Zu beiden Teilen gibt es Anwendungen. Thermodynamische Systeme; extensive und intensive Größen; die Hauptsätze, ideales Gas, Carnot-Prozeß, Wirkungsgrad, Wärmekraftmaschinen. Thermodynamische Potentiale und Relationen, Thermodynamik bei veränderlicher Teilchenzahl. Phasendiagramme, Phasengleichgewicht. Van-der-Waals-Gas. Mehrstoffsysteme. Massenwirkungsgesetz. Osmotischer Druck. Optional: Thermodynamik in äußeren Feldern. Makroskopische Systeme, Wahrscheinlichkeitsbegriffe, Argumente für eine statistische Beschreibung. Dichteoperatoren für Gleichgewichtsgesamtheiten. Definition der Entropie in der Statistik, Relation zur Thermodynamik. Mikrokanonische, kanonische, großkanonische Gesamtheiten und ihre Äquivalenz. Fluktuationen. Besetzungszahldarstellung mit Anwendung auf die idealen Fermi- und Bose-Gase. Pseudobosonen, Planck'sches Strahlungsgesetz. Optional: Übergang von der Quantenstatistik zur klassischen. Anwendungen (Minimalkatalog): Klassische Virialentwicklung. Magnetische Momente, Magnetismus (Para- und Ferro-). Molekularfeld und Variationsprinzip. Ising-Modell. Landau-Theorie der Phasenübergänge. Kritische Exponenten und Skaleninvarianz. Optional: Ginzburg-Landau-Theorie. Renormierungsgruppe. Störungsrechnung in der Quantenstatistik. Lineare Antwort, Dissipations-Fluktuationstheorem.												
4 Kompetenzen Die Studierenden können die charakteristischen Phänomene der phänomenologischen Thermodynamik erkennen, einordnen und deuten, sowie deren formalen Apparat beherrschen und anwenden. Gleiches gilt für die statistische Untermauerung der Thermodynamik. Die Studierenden verstehen insbesondere, dass erst durch die Quantenstatistik die Paradoxa und Unzulänglichkeiten der Thermodynamik und der klassischen Statistik überwunden werden konnten.												
5 Prüfungen Modulprüfung												
6 Prüfungsformen und -leistungen Modulprüfung: Benotete Klausur (120 - 180 Minuten); 2 unbenotete Studienleistungen: Hausaufgaben und Semesterklausur; Der Umfang der Studienleistungen wird zu Beginn der Veranstaltung von der Dozentin / dem Dozenten bekannt gegeben. Der erfolgreiche Abschluss der Studienleistungen ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung.												
7 Teilnahmevoraussetzungen keine												

8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Berufskollegs	
9	Modulbeauftragte/r Dekan/in der Fakultät Physik	Zuständige Fakultät Fakultät Physik

Modul: PV_LA.4 Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik (PHY522)					
Studiengänge: B.Sc. Physik					
Turnus: jährlich zum WS	Dauer: 1 Semester	Studienabschnitt: 5. Semester B.Sc.	Credits 9	Aufwand 270 h	
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	Typ	Credits	SWS
	1	Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik	V	6	4
	2	Übungen zur Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik	Ü	3	2
2	Lehrveranstaltungssprache: Deutsch				
3	Lehrinhalte Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Detektoren in der Kern- und Teilchenphysik, Dosimetrie, Beschleuniger Kernphysik: Eigenschaften von Kernen, Kernmodelle (z.B. Tröpfchenmodell, Schalenmodell), Kernzerfälle, Kernfusion und –spaltung, Kernreaktoren Teilchenphysik: additive Quantenzahlen, Isospin, Quarkmodell, Diskrete Symmetrien (inkl. P-, CP-, und T-Verletzung) , Eigenschaften von Leptonen, Quarks, Hadronen und Eichbosonen, CKM-Matrix, Schlüsselexperimente, Eigenschaften der fundamentalen Wechselwirkungen, Überblick über das Standardmodell der Teilchenphysik, aktuelles Forschungsprogramm der Teilchenphysik, Verbindung zur Kosmologie <u>Literatur:</u> T. Mayer-Kuckuck; „Kernphysik – Eine Einführung“, B. Povh, K. Rith, C. Scholz, F. Zetsche; „Teilchen und Kerne – Eine Einführung in die physikalischen Konzepte“, W.S.C. Williams; „Nuclear and Particle Physics“, H. Frauenfelder, E.M. Henley; „Teilchen und Kerne, Subatomare Physik“, A. Das, T. Ferbel; „Kern- und Teilchenphysik“, D. Griffith; „Introduction to Elementary Particles“, D.H. Perkins, „Hochenergiephysik“, Ch. Berger; „Elementarteilchenphysik“				
4	Kompetenzen Die Studierenden kennen die Grundlagen der Kern- und Teilchenphysik und können die Quantenmechanik zur Beschreibung zahlreicher Phänomene anwenden. Sie sind mit den experimentellen Methoden zum Nachweis von Kern- und Teilchenreaktionen vertraut, haben einen Überblick über Kernphysik, Radioaktivität, Grundlagen der Kernenergie, das Standardmodell der Teilchenphysik und über den aktuellen Stand der Forschung auf dem Gebiet der Teilchenphysik. In den Übungen lernen die Studierenden durch eigenständiges Lösen von Problemen und Diskussion in der Gruppe einfache physikalische Systeme sowohl formal-mathematisch als auch verbal zu beschreiben und Lösungen zu präsentieren. Sie lernen dabei, ihren Lernerfolg zu überprüfen und an dem der Mitstudierenden zu messen. Um die Teamarbeit zu fördern, werden Hausaufgaben als Gruppenarbeiten von bis zu 3 Studierenden akzeptiert.				
5	Prüfungen Studienleistungen: Hausaufgaben. Modulprüfung: Benotete Modulklausur (180 min). Die bessere Modulnote von PHY521 und PHY522 geht mit einem Gewicht von 8 Credits in die Bachelor-Gesamtnote ein, die schlechtere mit einem Gewicht von einem Credit.				
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung: Klausur		<input type="checkbox"/> Teilleistung		
7	Teilnahmevoraussetzungen Kenntnisse aus Physik I-IV, Experimentelle Übungen I/II				

8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Pflichtmodul im Bachelorstudiengang Physik	
9	Modulbeauftragte/r Dekan/in der Fakultät Physik	Zuständige Fakultät Fakultät Physik

Modul: PV_LA.5						Elektronik						
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs												
Turnus jährlich im SoSe			Dauer 1 Semester			Studienabschnitt 3. Semester			Credits 9		Aufwand 270 h	
1 Modulstruktur												
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung				Typ		Credits		SWS		
	1	Elektronik				V		5		3		
	2	Übungen zu Elektronik				Ü		3		2		
	3	Kurzvortrag mit Ausarbeitung*				S		1		0,5		
2 Lehrveranstaltungssprache Deutsch												
3 Lehrinhalte Grundlegende Eigenschaften von elektrischen und elektronischen Bauelementen, Methoden zur Messaufnahme Verhalten und Kennlinie einer Diode, Kleinsignalverhalten und Grenzdaten des Betriebs, Statisches und dynamisches Verhalten im Modell, Anwendungen mit speziellen Dioden; Kennlinien, Arbeitspunkt und Kleinsignalverhalten von Bipolartransistoren, Grundsaltungen mit Dioden und Bipolartransistoren, Kennlinien, Grenzdaten und Arbeitspunkt von Feldeffekttransistoren, Source-, Gate- und Drainschaltungen; Verstärker: Stromquellen, Stromspiegel, Differenzverstärker, Arbeitspunkt, Operationsverstärker, Prinzip der Gegenkopplung, typische Anwendungen von Operationsverstärkern; Kippschaltungen, Einsatz von Gattern, Komparatoren, Schmitt-Trigger, Digitaltechnik Grundlagen: logische Grundfunktionen, abgeleitete Grundfunktionen; Schaltnetze: Zahlendarstellung, Addierer. Anwendungen: Impedanzkonverter, Filter, Stromversorgungen, Messschaltungen, Sensorik												
4 Kompetenzen Die Studierenden können die typischen Bausteine, Bauelemente und Methoden der Elektronik einordnen. An Hand von Standard-Beispielen werden die Bauelemente in Schaltungen identifiziert und charakterisiert. In den Übungen werden theoretische Kenntnisse als Ergänzung zur Vorlesung vertieft und in Form von Beispielaufgaben behandelt. Zusätzlich erfolgt die Übertragung der Kenntnisse auf reale Schaltungen, begleitend zur Vorlesung. In den Übungen werden Sozialkompetenzen durch die Bildung von Zweiergruppen gefördert, die kleinen Übungsgruppen arbeiten als Team aus Zweiergruppen gemeinsam an der Realisierung von Schaltungen und Standardmessaufbauten.												
5 Prüfungen Modulprüfung												
6 Prüfungsformen und -leistungen 2 unbenotete Studienleistung: Hausaufgaben und praktische Realisierung in den Übungen Der Umfang der Studienleistungen wird zu Beginn der Veranstaltung von der Dozentin / dem Dozenten bekannt gegeben. Schriftliche benotete Modulprüfung (Klausur 3h) Der erfolgreiche Abschluss der Studienleistungen ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung. *Kurzvortrag und schriftliche Ausarbeitung zu einem aktuellen Gebiet oder einer aktuellen Anwendung nach Absprache.												
7 Teilnahmevoraussetzungen keine												

8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Berufskollegs	
9	Modulbeauftragte/r Dekan/in der Fakultät Physik	Zuständige Fakultät Fakultät Physik

Modul: PV_LA.6						Einführung in die Medizinphysik						
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs												
Turnus jährlich im SoSe			Dauer 1 Semester			Studienabschnitt 3. Semester			Credits 9		Aufwand 270 h	
1 Modulstruktur												
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung				Typ	Credits		SWS			
	1	Einführung in die Medizinphysik				V	6		4			
	2	Übungen zu Einführung in die Medizinphysik				Ü	3		2			
2 Lehrveranstaltungssprache Deutsch												
3 Lehrinhalte Physikalische Grundlagen und Techniken für die Medizin Das Modul umfasst 3 Bereiche: - Physik des Lebens: Grundlagen für das Verständnis von medizinisch relevanten Vorgängen wie z.B. Blutkreislauf, Atmung, Biomechanik, Ohr, Auge - Physikalische Techniken für die Diagnostik: Schwergewicht bildgebende Techniken wie Röntgenbildgebung, Kernspintomographie, Ultraschall, Positronen-Emissionstomographie, Magnetische und elektrische Quellen - Physikalische Methoden für die Therapie: Ionisierende Strahlung, Strahlenschutz, Laser in der Medizin												
4 Kompetenzen Die Studierenden kennen die physikalischen Phänomene, welche bei medizinischen Untersuchungen und Methoden von besonderer Relevanz sind. Sie lernen die wichtigsten Untersuchungstechniken und therapeutischen Methoden für die medizinische Praxis kennen.												
5 Prüfungen Modulprüfung												
6 Prüfungsformen und -leistungen 1 unbenotete Studienleistung: Hausaufgaben. Der Umfang der Studienleistungen wird zu Beginn der Veranstaltung von der Dozentin / dem Dozenten bekannt gegeben. Schriftliche benotete Modulprüfung (Klausur 3h) + Vortrag oder Bericht zu einem mit dem Dozenten vereinbartem Thema der VL. Der erfolgreiche Abschluss der Studienleistungen ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung.												
7 Teilnahmevoraussetzungen keine												
8 Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Berufskollegs												
9 Modulbeauftragte/r Dekan/in der Fakultät Physik						Zuständige Fakultät Fakultät Physik						

Modul: PV_LA.7						Allgemeine Relativitätstheorie						
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs												
Turnus alle zwei Jahre			Dauer 1 Semester			Studienabschnitt 1. Semester			Credits 6		Aufwand 180 h	
1 Modulstruktur												
Nr.		Element / Lehrveranstaltung				Typ		Credits		SWS		
1		Allgemeine Relativitätstheorie				V		6		4		
2 Lehrveranstaltungssprache Deutsch oder Englisch Die Lehrveranstaltungssprache wird mindestens 2 Wochen vor Beginn der Veranstaltung in geeigneter Form bekannt gegeben.												
3 Lehrinhalte Spezielle Relativitätstheorie: Formale Grundlagen; Dynamik von Teilchen und Feldern, Energie-Impuls-Tensor; Allgemeine Relativitätstheorie: Äquivalenzprinzip; Prinzip der allgemeinen Kovarianz und Tensoranalysis; kovariante Formulierung und Gravitationseffekte; Krümmung und Krümmungstensor; Einstein'sche Feldgleichungen, Schwarzschildmetrik; Tests der Allgemeinen Relativitätstheorie; Sternenbau und Gravitationskollaps (Oppenheimer-Volkoff-Gleichung; Kruskal- und Eddington-Finkelstein-Metrik, Schwarze Löcher).												
4 Kompetenzen Die Studierenden lernen, wie man die Raum-Zeit-Struktur gekrümmter Räume mathematisch beschreibt; sie erwerben eine vertiefte Einsicht in die Physik der Gravitation und ihre Beziehung zur Struktur der Raumzeit; sie lernen exemplarisch, wie sich aus allgemeinen Prinzipien und Postulaten eine Theorie mit messbaren Konsequenzen herausbildet.												
5 Prüfungen Modulprüfung												
6 Prüfungsformen und -leistungen Mündliche benotete Modulprüfung (30min)												
7 Teilnahmevoraussetzungen keine												
8 Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Berufskollegs												
9 Modulbeauftragte/r Dekan/in der Fakultät Physik						Zuständige Fakultät Fakultät Physik						

Modul: PV_LA.8		Astroteilchenphysik			
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs					
Turnus alle zwei Jahre im SoSe	Dauer 1 Semester	Studienabschnitt 1. Semester	Credits 6	Aufwand 180 h	
1 Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	Typ	Credits	SWS
	1	Astroteilchenphysik	V	4	3
	2	Übungen zu Astroteilchenphysik	Ü	2	1
2 Lehrveranstaltungssprache Deutsch oder Englisch. Die Lehrveranstaltungssprache wird mindestens 2 Wochen vor Beginn der Veranstaltung in geeigneter Form bekannt gegeben.					
3 Lehrinhalte Kosmische Strahlung: Kerne, Elektronen, Photonen, Neutrinos, Nachweis, Beschleunigungsmechanismen, Propagation der Teilchen durch das interstellare Medium, Wechselwirkungen und Zerfall, galaktische Magnetfelder, kosmologische Hintergrundstrahlung, Infrarothintergrund, kosmologische Beschreibung des Universums, Stern- und Galaxienbildung. Astrophysikalische Quellen: Überreste von Sternexplosionen, kompakte Überreste (schwarze Löcher, Neutronensterne), Schockfronten an der abgestoßenen Sternenhülle, Molekülwolken, Starburst Galaxien, Galaxienhaufen, Supernovae, Binärsysteme, Mikroquasare, Kerne Aktiver Galaxien, Gamma Ray Bursts. Teilchenphysikalische Quellen: Spallation, Dunkle Materie (WIMPs), Topologische Defekte, Monopole, Protonzerfall, Axionen, Teilchenphysikalische Messungen: inklusive Wirkungsquerschnitte in Vorwärtsrichtung, Energieverlust im Medium, Neutrinooszillationen, Physik bei höchsten Energien. Nachweisinstrumente: optische Teleskope, Radioteleskope, Luftschaueranlagen, Gamma-Ray-Teleskope, Neutrino-Teleskope, Satellitenexperimente, Niederenergie-detektoren. Praktische Konsequenzen: Biologische Auswirkungen, technologische Konsequenzen.					
4 Kompetenzen Die Studierenden lernen ein physikalisches Gebiet kennen, das sich im Grenzbereich zwischen Astronomie, Kern- und Teilchenphysik und Kosmologie befindet. Erlern wird eine physikalisch interdisziplinäre Anwendung von Inhalten der Spezialvorlesungen. In dem sich schnell entwickelnden Gebiet erkennen sie, wie sich Hypothesen in der Interaktion mit experimentellen Beobachtungen entwickeln und modifizieren. Anhand von phänomenologischen Rechnungen wird erlernt, die Tragweite von Experimenten zu planen und zu prüfen.					
5 Prüfungen Modulprüfung					
6 Prüfungsformen und -leistungen Mündliche benotete Modulprüfung (30min)					
7 Teilnahmevoraussetzungen keine					
8 Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Berufskollegs					
9 Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Dr. Wolfgang Rhode			Zuständige Fakultät Fakultät Physik		

Modul: PV_LA.9						Radioastronomie (PHY7217)							
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs													
Turnus: jedes WS				Dauer: 1 Semester			Studienabschnitt: 1.-2. Sem (M.Sc)			Credits 3		Aufwand 90 h	
1 Modulstruktur													
Nr.		Element / Lehrveranstaltung					Typ		Credits		SWS		
1		Selbststudium und eigener Vortrag					S		3		2		
2 Lehrveranstaltungssprache: Deutsch													
3 Lehrinhalte Im Seminar werden Teilgebiete der Forschung auf dem Gebiet der Radioastronomie behandelt. <u>Literatur:</u> wird im Seminar zu den jeweiligen Themen bekannt gegeben oder bereitgestellt.													
4 Kompetenzen Die Studierenden vertiefen Ihr Wissen auf dem Gebiet des Seminars durch Selbststudium zu ihrem eigenen Vortrag. Dieser Vortrag schult auch Kompetenzen im Bereich wissenschaftlicher Recherche- und Präsentationstechniken. In der anschließenden Diskussion werden wissenschaftliche Diskussionstechniken erworben.													
5 Prüfungen Modulprüfung: Benoteter eigener Vortrag.													
6 Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung: eigener Vortrag <input type="checkbox"/> Teilleistung													
7 Teilnahmevoraussetzungen Kenntnisse aus Einführungen in die Kern- und Elementarteilchenphysik sowie Astroteilchenphysik													
8 Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlmodul im Masterstudiengang Physik													
9 Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Dr. Wolfgang Rhode						Zuständige Fakultät Fakultät Physik							

Modul: PV_LA.10						Kernenergie und andere Energiefragen (PHY528)							
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs													
Turnus: jährlich im WS			Dauer: 1 Semester			Studienabschnitt: 3. Studienjahr (B.Sc), 1./2. Sem (M.Sc)			Credits 3		Aufwand 90 h		
1 Modulstruktur													
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung					Typ	Credits		SWS			
	1	Selbststudium und eigener Vortrag					S	3		2			
2 Lehrveranstaltungssprache: Deutsch													
3 Lehrinhalte Grundlagen der Kern- und Reaktorphysik, Bautypen von Reaktoren, Aspekte der Reaktorsicherheit und Unfälle, Brennstoffkreislauf, Endlagerung und Reaktorrückbau, Energiespeicher, Aspekte anderer Energieformen, Energieversorgung.													
4 Kompetenzen Das Seminar stellt eine Einführung in das Thema Kernenergie im Kontext der Energieversorgung dar. Es werden insbesondere verschiedene Aspekte der Reaktorphysik beleuchtet und miteinander in Verbindung gebracht. Die Einbettung des Themas in aktuelle Fragen stellt die Veranstaltungen auch in einen gesellschaftlichen Kontext. Es werden außerdem die selbstständige Recherche sowie Präsentationstechniken geschult.													
5 Prüfungen Studienleistungen: Aktive Teilnahme an den Diskussionen im Anschluss an die Vorträge. Modulprüfung: Benoteter eigener Vortrag zu einem Seminarthema													
6 Prüfungsformen und –leistungen Modulprüfung: eigener Vortrag <input type="checkbox"/> Teilleistung													
7 Teilnahmevoraussetzungen Kenntnisse Physik I – IV													
8 Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlfach													
9 Modulbeauftragte/r Prof. C. Gößling												Zuständige Fakultät Fakultät Physik	

Modul: PV_LA.11						Teilchenphysik 1 (PHY529)						
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs												
Turnus: nach Bedarf im WS			Dauer: 1 Semester			Studienabschnitt: 3. Studienjahr (B.Sc)			Credits 3		Aufwand 90 h	
1	Modulstruktur											
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung					Typ	Credits	SWS			
	1	Vorlesung					V	3	2			
2	Lehrveranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch. Die Lehrveranstaltungssprache wird mindestens 2 Wochen vor Beginn der Veranstaltung in geeigneter Form bekannt gegeben.											
3	Lehrinhalte Grundlagen der Teilchenphysik, Feynmangraphen, Starke und elektroschwache Wechselwirkung, Quark-Parton-Modell, CKM-Matrix und PMNS-Matrix, Detektoren, Schlüsselexperimente und -konzepte der Teilchenphysik, aktuelle Themen der experimentellen Teilchenphysik, Physik des LHC, z.B.: Physik mit Bottom- und Top-Quarks und Higgsbosonen, CP-Verletzung, seltene Zerfälle, Suchen nach neuer Physik, Dunkle Materie											
4	Kompetenzen Die Vorlesung gibt eine ergänzende Einführung in die Konzepte und Grundlagen der Teilchenphysik, welche sich an dem parallel dazu stattfindenden Modul „Einführung in die Kern- und Teilchenphysik“ (PHY522) orientiert. Die dort vermittelten Grundlagen werden hier vertieft, um damit ein besseres Verständnis der modernen Teilchenphysik zu erzielen. Die Teilnehmer lernen anhand von konkreten Beispielen aktuelle Forschungsarbeiten in diesem Bereich der Physik kennen.											
5	Prüfungen Studienleistungen: keine Benotete Modulprüfung: schriftlich (2h) oder mündlich je nach Teilnehmerzahl											
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung: schriftlich oder mündlich <input type="checkbox"/> Teilleistung											
7	Teilnahmevoraussetzungen Kenntnisse Physik I – IV											
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlfach											
9	Modulbeauftragte/r Dekan/in der Fakultät Physik						Zuständige Fakultät Fakultät Physik					

Modul: PV_LA.12 Messmethoden in der Oberflächenphysik (PHY724)					
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs					
Turnus: jährlich im WS		Dauer: 1 Semester		Studienabschnitt: M.Sc.:1. Sem.	
				Credits 6	Aufwand 180 h
1 Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	Typ	Credits	SWS
	1	Vorlesung mit Übung	V + Ü	6	3 + 1
2 Lehrveranstaltungssprache: Deutsch					
3 Lehrinhalte Die Vorlesung besteht aus einem theoretischen Teil mit Bezug zu und Beispielen aus der Praxis: Grundlegende Konzepte der Oberflächenphysik; experimentelle Voraussetzungen; Einführung in die wichtigsten Messmethoden; Beschreibung und Nomenklatur in der Oberflächenphysik; Elektronische und strukturelle Eigenschaften von Oberflächen; Wechselwirkungen an Oberflächen; Oberflächenzustände; Atome und Moleküle auf Oberflächen, organische molekulare Filme, Einblick in die Nanotechnologie: Nanostrukturen, Mikro- und Nanoherstellung von Strukturen, Mikro- und Nanoanwendungen <u>Literatur:</u> Henzler/Göpel, <i>Oberflächenphysik des Festkörpers</i> , F. Bechstedt/P. Herzog, <i>Principles of Surface Physics</i> , K. Kopitzki <i>Einführung in die Festkörperphysik</i> , W. Mönch, <i>Semiconductor Surfaces and Interfaces</i> ; S. Morita/R.Wiesendanger/E.Meyer (Eds.), <i>Noncontact Atomic Force Microscopy</i> ; W. Schattke/M.A.Van Hove (Eds.), <i>Solid-State Photoemission and Related Methods</i> ; B. Bushan (Ed.), <i>Springer Handbook of Nanotechnology</i> ; D.P. Woodruff/T.A. Delchar, <i>Modern Techniques of Surface Science—Second Edition</i>					
4 Kompetenzen Die Studierenden kennen die Grundlagen der Oberflächenphysik und oberflächen-spezifische Techniken: diese sind notwendige Voraussetzungen und erlauben frühe experimentelle Zugänge. Sie beherrschen die wichtigsten in der Oberflächenphysik eingesetzten Messmethoden von der theoretischen Seite. Die Studierenden kennen die jeweiligen Stärken und Grenzen der Methoden, dabei überschauen Sie die jeweiligen Vor- und Nachteile von eingesetzten Techniken. Die Studierenden treffen notwendige Unterscheidungen zwischen Volumen- und oberflächenspezifischen Techniken zum zielgerichteten Charakterisieren von Materialien, deren Eigenschaften erläutern sie an Hand von Beispielen. Dazu kennen sie die wichtigsten Wechselwirkungsmechanismen von Atomen und Molekülen mit Oberflächen. Diese Grundlage verwenden sie für folgende Einblicke in Anwendungen in der Nanotechnologie.					
5 Prüfungen Studienleistungen: Hausaufgaben. Modulprüfung: Benotete mündliche Prüfung (30 min)					
6 Prüfungsformen und -leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung: mündlich <input type="checkbox"/> Teilleistung					
7 Teilnahmevoraussetzungen Kenntnisse aus Experimentelle Übungen I/II und Festkörperphysik					

8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlmodul im Masterstudiengang Physik	
9	Modulbeauftragte/r Prof. C. Westphal	Zuständige Fakultät Physik

Modul: PV_LA.13						Fortgeschrittenenpraktikum						
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs												
Turnus jedes Semester			Dauer 1 Semester			Studienabschnitt 1. Semester			Credits 6		Aufwand 180 h	
1 Modulstruktur												
Nr.		Element / Lehrveranstaltung				Typ		Credits		SWS		
1		Fortgeschrittenenpraktikum				Ü		6		4		
2 Lehrveranstaltungssprache Deutsch												
3 Lehrinhalte Physikalische Experimente und Messmethoden: Es werden die von den Studierenden erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten aus den „Experimentellen Übungen für Physiker I + II“ vertieft und im Hinblick auf aktuelle Techniken erweitert. Neben weiterführenden Versuchen zur Elementarteilchen-, Kern-, Atom- und Festkörperphysik wird auch tiefer in die Forschungsrichtung des Fachbereichs eingeführt, so können z.B. einzelne Versuche an den Lehrstühlen durchgeführt werden. Die jeweiligen Versuchsanleitungen enthalten lediglich einen kurzen Abriss der theoretischen und experimentellen Grundlagen, sodass die erforderlichen Kenntnisse im Selbststudium erworben werden müssen und der Umgang mit (englischen) Fachzeitschriften gelernt wird. Die Inhalte der Vorlesungen „Einführung in die Kern- und Teilchenphysik“ sowie „Einführung in die Festkörperphysik“ werden vorausgesetzt.												
4 Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, komplexe Experimente eigenständig zu verstehen, durchzuführen, zu analysieren und den Sachverhalt wissenschaftlich darzustellen. Sie haben gelernt mit englischsprachlicher Literatur zu arbeiten, sowie aus verschiedenen Messtechniken bzw. Analysemethoden eine geeignete Methode auszuwählen und anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage einen wissenschaftlichen Arbeitsprozess sprachlich zu formulieren, zu dokumentieren und seine Ergebnisse kritisch zu diskutieren. Sie haben gelernt, im Team zu arbeiten und miteinander wissenschaftlich zu kommunizieren.												
5 Prüfungen Modulprüfung												
6 Prüfungsformen und -leistungen Modulprüfung: Benotetes Abschlusskolloquium (30min) 1 unbenotete Studienleistung: testierte Versuchsprotokolle Der erfolgreiche Abschluss der Studienleistungen ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung.												
7 Teilnahmevoraussetzungen keine												
8 Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Berufskollegs												
9 Modulbeauftragte/r Dr. B. Siegmann						Zuständige Fakultät Fakultät Physik						

Modul: PV_LA.14 Theorie Weicher und biologischer Materie (PHY633)					
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs					
Turnus: nach Bedarf im SS	Dauer: 1 Semester	Studienabschnitt: 6. Sem. (B.Sc) 2. Sem. (M.Sc)	Credits 6	Aufwand 180 h	
1 Modulstruktur					
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	Typ	Credits	SWS
	1	Vorlesung mit Übung	V+Ü	6	3 + 1
2 Lehrveranstaltungssprache: Deutsch					
3 Lehrinhalte Wichtige Systeme weicher und biologischer Materie: kolloidale Systeme, Flüssigkristalle, Polymere, flüssige Grenzflächen, fluide Membranen; Zellmembran, DNA, Zellskelett, Proteine, Motorproteine, Proteinfilamente. Statistische Physik: Virialentwicklung, Phasenübergänge (MeanField, Skalengesetze). Molekulare Wechselwirkungen: Debye-Hückel Theorie, vanderWaals Wechselwirkung, DLVO-Theorie, hydrophober Effekt, Wasserstoffbrücken, sterische Wechselwirkungen. Polymere: Kettenmodelle, Selbstvermeidung, Polymerlösungen, Adsorption, Gummielastizität. Flüssige Grenzflächen: Oberflächenspannung, Differentialgeometrie, Flächen konstanter Krümmung, Kapillarwellen, Benetzung, Schäume. Membranen: Biegeenergie, Formen flüssiger Vesikeln, thermische Fluktuationen. Stochastische Dynamik: Brownsche Bewegung, Diffusionsprobleme, Random Walk, Markov-Prozesse, Langevin-Gleichung und Fokker-Planck-Gleichung. Physikalische und Chemische Kinetik: thermisch aktivierte Prozesse, chemisches Gleichgewicht, chemische Kinetik, Michaelis-Menten. Biologische Physik: Molekulare Motoren, Filamente, ATP-getriebene Prozesse					
4 Kompetenzen Die Studierenden können die modernen Methoden der theoretischen Physik (aus den Bereichen statistische Physik, Mechanik, Elektrodynamik) interdisziplinär auf Systeme der Weichen Materie und biologischen Physik anwenden. In den Übungen lernen die Studierenden Probleme aus dem interdisziplinären Themenbereich Weiche Materie eigenständig als theoretisch-physikalisches Problem zu erfassen, zu lösen und in der Gruppe zu diskutieren.					
5 Prüfungen Studienleistung: Übungsaufgaben. Modulprüfung: Benotete Klausur (120min) oder mündliche Prüfung (30 min), wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.					
6 Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung: Klausur oder mündlich <input type="checkbox"/> Teilleistung					
7 Teilnahmevoraussetzungen Physik I-IV sowie Thermodynamik und Statistik					
8 Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlmodul im Bachelorstudiengang Physik oder im Masterstudiengang Physik, Medizinphysik					
9 Modulbeauftragte/r Prof. J. Kierfeld			Zuständige Fakultät Physik		

Modul: PV_LA.15 Experimentelle Aspekte der Teilchenphysik (PHY822)					
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs					
Turnus: jährlich	Dauer: 1 Semester	Studienabschnitt: 1./2. Sem (M.Sc)	Credits 6	Aufwand 120 h	
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	Typ	Credits	SWS
	1	Vorlesung	V	3	2
	2	Übungen	Ü	3	2
2	Lehrveranstaltungssprache: Deutsch oder Englisch				
3	Lehrinhalte Komplexe experimentelle Aspekte der Teilchenphysik mit wechselnden Schwerpunkten, z.B. Suchen nach neuer Physik, Präzisionsmessungen, aktuelle und zukünftige Experimente.				
4	Kompetenzen Die Studierenden sollen in dem Themengebiet der Vorlesung vertiefende Aspekte erlernen, welche z.B. auf eine Masterarbeit vorbereiten können. Neben der fachlichen Weiterbildung gehört dazu auch das Lesen von Originalliteratur.				
5	Prüfungen Studienleistungen: aktive Teilnahme an den Übungen. Modulprüfung: Benotete schriftliche oder mündliche Prüfung.				
6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung: schriftlich oder mündlich <input type="checkbox"/> Teilleistung				
7	Teilnahmevoraussetzungen: Kenntnisse aus der Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik				
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlmodul im Studiengang Master Physik				
9	Modulbeauftragte/r Dekan/in der Fakultät Physik		Zuständige Fakultät Physik		

Modul: PV_LA.16						Magnetismus (PHY5210)						
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs												
Turnus: jedes Semester			Dauer: 1 Semester			Studienabschnitt: 3./4. Studienjahr			Credits 6		Aufwand 180 h	
1 Modulstruktur												
Nr.		Element / Lehrveranstaltung				Typ		Credits		SWS		
1		Vorlesung				V		6		4		
2 Lehrveranstaltungssprache: Deutsch												
3 Lehrinhalte												
<p>Grundbegriffe und Grundbausteine des Magnetismus: magnetische Momente, magnetische Felder, magnetische Suszeptibilität, Einteilung der magnetischen Stoffe.</p> <p>Magnetismus von Atomen/Ionen und lokalisierte magnetische Momente: atomarer Diamagnetismus, atomarer Paramagnetismus, Einfluss vom Kristallfeld in Festkörpern.</p> <p>Magnetismus der Leitungselektronen: Landau Diamagnetismus, Pauli Paramagnetismus, Band Ferromagnetismus.</p> <p>Austauschwechselwirkung: direkter und indirekter Austausch, Superaustausch, Doppelaustausch, RKKY-Wechselwirkung. Heisenberg Modell und Hubbard Modell für die Beschreibung von magnetisch geordneten Materialien, magnetischen Ordnungsstrukturen und Phasenübergängen.</p> <p>Kollektiver Magnetismus: Ferromagnetismus, Antiferromagnetismus, Ferrimagnetismus, magnetische Anisotropie, magnetische Domäne, Spinwellen und Stoner Anregungen.</p>												
4 Kompetenzen												
Die Studierenden erhalten Einblicke in die physikalischen Grundlagen der Beschreibung magnetischer Materialien, und in die wichtigsten magnetischen Phänomene. Sie können diese Konzepte auf konkrete physikalische Situationen anwenden; zum Beispiel können Sie die Funktionsweise vieler Anwendungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie verstehen.												
5 Prüfungen												
Modulprüfung: Benotete mündliche Prüfung (30 min)												
6 Prüfungsformen und –leistungen												
<input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung: mündlich						<input type="checkbox"/> Teilleistung						
7 Teilnahmevoraussetzungen												
Grundkenntnisse Festkörperphysik und Quantenmechanik												
8 Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls												
Wahlpflichtfach												
9 Modulbeauftragte/r						Zuständige Fakultät						
Prof. Mirko Cinchetti						Physik						

Modul: PV_LA.17		Flavorphysik (PHY833)			
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs					
Turnus: 1-2-jährlich	Dauer: 1 Semester	Studienabschnitt: ab 2. Sem.	Credits 6	Aufwand 180 h	
1	Modulstruktur				
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung	Typ	Credits	SWS
	1	Vorlesung mit Übung	V+Ü	6	3+1
2	Lehrveranstaltungssprache: Deutsch, englisch auf Wunsch				
3	<p>Lehrinhalte Die Vorlesung wendet sich an interessierte Studenten/innen in höheren Semestern mit Vorkenntnissen in der theoretischen Teilchenphysik wie dem Standardmodell und der Berechnung einfacher elementarer Prozesse. Ziel der Veranstaltung ist es, theoretisches Basiswissen fuer eine Masterarbeit oder mehr auf dem Gebiet der Flavorphysik zu vermitteln. Die Vorlesung setzt auch Schwerpunkte in der Phänomenologie und Signaturen am LHC(b) sowie Superflavorfabriken und wendet sich daher auch an ambitionierte Experimentalphysiker.</p> <p>Folgende Themen sollen u.a. behandelt werden: Flavor- und CP im Standardmodell, seltene Prozesse, Flavorsymmetrien, Minimale Flavorverletzung, Neutrinos, Flavor jenseits des Standardmodells, insbesondere Supersymmetrie, Leptonflavor, elektrische Dipolmomente. <u>Literatur:</u> aktuelle Referenzen aus der Vorlesung; Brock, Schoerner-Sadenius: Physics at the Terascale</p>				
4	<p>Kompetenzen Die Studierenden werden an Methoden herangeführt wie sie in der aktuellen Forschung benutzt werden. In den Übungen lernen die Studierenden durch eigenständiges Lösen von Problemen und Diskussion in der Gruppe einfache physikalische Systeme sowohl formal-mathematisch als auch verbal zu beschreiben und Lösungen zu präsentieren. Sie lernen dabei, ihren Lernerfolg zu überprüfen und an dem der Mitstudierenden zu messen. Um die Teamarbeit zu fördern, werden Hausaufgaben als Gruppenarbeiten von bis zu 3 Studierenden akzeptiert.</p>				
5	<p>Prüfungen Studienleistungen: Hausaufgaben. Modulprüfung: Benotete schriftliche (120 min) oder mündliche Prüfung je nach Teilnehmerzahl</p>				
6	<p>Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung: Klausur oder mündlich <input type="checkbox"/> Teilleistung </p>				
7	Teilnahmevoraussetzungen Kenntnisse aus der Einführung in die Elementarteilchenphysik				
8	<p>Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlmodul im Masterstudiengang Physik; empfohlen, wenn im Schwerpunktsbereich Flavorphysik (hadronisch, leptonisch/Neutrinos) im Bereich Theorie oder Experiment eine Masterarbeit angestrebt wird. Das Modul kann u.a mit einem der regelmäßig angebotenen Blockkurse 10 h (20h) zu ausgewählten Themen der Teilchenphysik (z.B.Neutrinoproperties, Gruppentheorie) kombiniert werden zu insgesamt 7 (8) CP.</p>				
9	Modulbeauftragte/r Dekan/in der Fakultät Physik		Zuständige Fakultät Physik		

Modul: PV_LA.18						Beschleunigerphysik						
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs												
Turnus jährlich im SoSe			Dauer 1 Semester			Studienabschnitt 1. Semester			Credits 6		Aufwand 180 h	
1 Modulstruktur												
Nr.		Element / Lehrveranstaltung				Typ		Credits		SWS		
1		Beschleunigerphysik				V		4		3		
2		Übungen zur Beschleunigerphysik				Ü		2		1		
2 Lehrveranstaltungssprache Deutsch												
3 Lehrinhalte Prinzipien verschiedener Beschleunigertypen, Physik der Synchrotronstrahlung, Theorie der linearen Strahl-optik, Injektion, Hochfrequenzbeschleuniger, Strahlungseffekte, Wiggler und Undulatoren, Free Electron Laser, Strahldiagnostik Funktionsweise wichtiger elektrostatischer und HF-betriebener Beschleuniger, Erzeugung von Synchrotronstrahlung, physikalische Eigenschaften der Synchrotronstrahlung, Bewegungsgleichung im mitbewegten Koordinatensystem, Strahlführungsmagnete normal- und supraleitend, Teilchenbahnen und Transformationsmatrizen, Betafunktion und Betatronschwingung, Phasenellipse und Liouville'scher Satz, Transformation der Betafunktion durch die Magnetstruktur, optische Resonanzen, Arbeitspunkt, Einfluss von Magnetfeldfehlern, Chromatizität und ihre Kompensation, Injektion und Extraktion von Strahlen in einen Beschleuniger oder aus einem Beschleuniger, Hochfrequenzsysteme zur Teilchenbeschleuniger, Hohlleiter und Hohlraumresonatoren, Linacs, Klystron, Phasenfokussierung, Phasenstabiler Bereich, Strahlungseffekte: Dämpfung der Synchrotron- und Betatronschwingung, Emittanz von Elektronenstrahlen, Aufbau und Funktionsweise von Wiggler und Undulatoren, Bewegungsgleichung im Undulator, Undulatorstrahlung, Prinzip des Free Electron Lasers (FEL), Bedingung für den Energieübertrag, Verstärkung des FEL, das Maday-Theorem, FEL Oszillator, Optisches Klystron, Messverfahren zur Ermittlung wichtiger Strahlparameter												
4 Kompetenzen Die Studierenden erlernen die Grundprinzipien zur Beschleunigung von geladenen Teilchen auf relativistische Geschwindigkeiten. Die Erzeugung hoher Hochfrequenzspannungen zur Beschleunigung und starker Magnetfelder zur Strahlführung werden theoretisch und an Hand wichtiger technischer Lösungen behandelt. Bei den Übungen wird ein Simulationsprogramm zur Verfügung gestellt, mit dem die Studenten in Gruppen (Übung) oder einzeln komplexere Beschleuniger entwickeln können. Die erlernten Methoden sind weitgehend auf viele experimentelle und technische Probleme übertragbar.												
5 Prüfungen Modulprüfung												
6 Prüfungsformen und -leistungen Mündliche benotete Modulprüfung (30min) 2 unbenotete Studienleistungen: Hausaufgaben und praktische Realisierung in den Übungen. Der Umfang der Studienleistungen wird zu Beginn der Veranstaltung von der Dozentin / dem Dozenten bekannt gegeben. Der erfolgreiche Abschluss der Studienleistungen ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung.												
7 Teilnahmevoraussetzungen keine												

8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Berufskollegs	
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. T. Weis	Zuständige Fakultät Fakultät Physik

Modul: PV_LA.19						Kosmologie																	
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs																							
Turnus alle zwei Jahre			Dauer 1 Semester			Studienabschnitt 1. Semester			Credits 6		Aufwand 180 h												
1 Modulstruktur																							
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung				Typ	Credits		SWS														
	1	Kosmologie				V	6		4														
2 Lehrveranstaltungssprache Deutsch oder Englisch. Die Lehrveranstaltungssprache wird mindestens 2 Wochen vor Beginn der Veranstaltung in geeigneter Form bekannt gegeben.																							
3 Lehrinhalte Grundlagen: Kosmologisches Prinzip; Friedmann-Robertson-Walker-Geometrien; Friedmann-Gleichungen; lösbare kosmologische Modelle (Robertson-Walker, Lemaitre, Einstein); kosmologische Beobachtungen: kosmologische Distanzen, Bestimmung von Entfernungen, die Distanz-Rotverschiebungsrelation, Abundanzen von Elementen, die kosmologische Hintergrundstrahlung (CMBR), Struktur des Universums bei großen Distanzen; das Standardmodell: thermische Geschichte des frühen Universums, Nukleosynthese; Probleme der Standardkosmologie: inflationäre Kosmologie; Teilchenphysik und Kosmologie: dunkle Materie und dunkle Energie, kosmologische Phasenübergänge, Baryogenese; Fluktuationen und Strukturbildung: CMBR, Bildung von Galaxien.																							
4 Kompetenzen Die Studierenden lernen ein physikalisches Gebiet kennen, das sich sowohl hinsichtlich der Beobachtungen wie auch der Theoriebildung noch in der Entwicklung befindet; sie erkennen, wie sich Hypothesen in der Interaktion mit experimentellen Beobachtungen entwickeln und modifizieren. Sie ersehen, wie die Physik auf kosmischen Skalen und die Physik auf subnuklearen Skalen sich gegenseitig bedingen und in der Theoriebildung beeinflussen.																							
5 Prüfungen Modulprüfung																							
6 Prüfungsformen und -leistungen Mündliche benotete Modulprüfung (30min)																							
7 Teilnahmevoraussetzungen Allgemeine Relativitätstheorie																							
8 Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Berufskollegs																							
9 Modulbeauftragte/r Dekan/in der Fakultät Physik												Zuständige Fakultät Fakultät Physik											

Modul: PV_LA.20						Höhere Quantenmechanik							
Studiengänge: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs													
Turnus jährlich im SoSe				Dauer 1 Semester			Studienabschnitt 1. Semester			Credits 6		Aufwand 180 h	
1 Modulstruktur													
Nr.		Element / Lehrveranstaltung					Typ		Credits		SWS		
1		Höhere Quantenmechanik					V		4		2		
2		Übungen zu Höhere Quantenmechanik					Ü		2		1		
2 Lehrveranstaltungssprache Deutsch													
3 Lehrinhalte Fortgeschrittene Methoden und Probleme der Quantenmechanik, z.B.: – Formale Streutheorie (Lippmann–Schwinger) – Zeitabhängige Störungstheorie – Wechselwirkung mit dem elektromagnetischen Strahlungsfeld (Einstein-Koeffizienten und spontane Emission und Absorption von Photonen, Dipolapproximation, Streuung von Licht an Materie) – Vielteilchensysteme, Zweite Quantisierung, Green's Funktionen – Relativistische Quantenmechanik: Klein–Gordon und Dirac-Gleichung, Lorentz–Transformation und Kovarianz, bilineare Kovarianten, $\hat{\alpha}$ –Matrizen, Lösungen mittels ebener Wellen, Zweite Quantisierung, Raum– und Zeitinversion, Ladungskonjugation, CPT–Theorem, Feinstruktur des Wasserstoffs.													
4 Kompetenzen Die Studierenden beherrschen die fortgeschrittenen Methoden der Quantenmechanik und können diese auf ausgewählte Probleme anwenden. Diese Kompetenzen legen den Grund für einen späteren Ausbau der theoretischen Teilchen- oder Festkörperphysik.													
5 Prüfungen Modulprüfung													
6 Prüfungsformen und -leistungen Schriftliche benotete Modulprüfung (Klausur 2h) 1 unbenotete Studienleistung: Hausaufgaben. Der Umfang der Studienleistung wird zu Beginn der Veranstaltung von der Dozentin / dem Dozenten bekannt gegeben. Der erfolgreiche Abschluss der Studienleistung ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulprüfung.													
7 Teilnahmevoraussetzungen keine													
8 Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Wahlpflichtmodul Master Physik für Lehramt an Berufskollegs													
9 Modulbeauftragte/r Dekan/in der Fakultät Physik						Zuständige Fakultät Fakultät Physik							

Modul: PV_LA.21						Grundbegriffe der Physik						
Studiengang: Master Physik für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen Master Physik für Lehramt an Berufskollegs												
Turnus: regelmäßig im SS			Dauer: 1 Semester			Studienabschnitt: 2. - 4. Sem (M.Sc)			Credits 6		Aufwand 180 h	
1	Modulstruktur											
	Nr.	Element / Lehrveranstaltung				Typ	Credits		SWS			
	1	Vorlesung				V	6		4			
2	Lehrveranstaltungssprache: Deutsch											
3	Lehrinhalte Teil I: <u>Von der Antike zur klassischen Feldtheorie:</u> Antike Astronomie, Symmetrien, Atomismus und Elementenlehre in der Antike, das aristotelische Weltbild, Mittelalterliche Aristoteles-Kritik, Astronomie bis Kopernikus, Galilei, Kepler und die kopernikanische Revolution, die Begründung der experimentellen Methode, Physik zwischen Technik und Metaphysik (Francis Bacon; Descartes), Newtons Optik: Experimentelle Phänomene und ihre Ursachen, Newtons Principia: Masse, Kraft und Gravitation; „Regeln des Philosophierens“, Raum und Zeit, Leibniz-Clarke-Debatte, die „lebendige Kraft“, Energiebegriff, Energieerhaltung, Elektromagnetismus, Feldbegriff (Oerstedt, Faraday, Maxwell), Relativitätstheorie (Einstein) . Teil II: <u>Von der probabilistischen Revolution zur Quantentheorie:</u> Laplace: Determinismus und Wahrscheinlichkeit. Probabilistische Revolution, Energie-Erhaltungssatz; Entropiebegriff und 2.Hauptsatz der Thermodynamik, Kinetische Theorie der Wärme, Maxwell und Boltzmann, Entropiesatz, Strahlungstheorie und Plancks „Akt der Verzweiflung“, Einsteins Lichtquantenhypothese, Rutherford-Streuung und Bohrsches Atommodell, Quantenmechanik von 1925/26: Heisenberg, Schrödinger, Born; Heisenbergs Unschärferelation und Bohrs „Kopenhagener“ Deutung; Bohr-Einstein-Debatte, EPR-Gedankenexperiment, Schrödingers Katze, Bohms verborgene Parameter und Everetts „Viele Welten“, Dekohärenz, Quantenmechanik und Thermodynamik, Welle-Teilchen-Dualismus. <u>Einführende Literatur:</u> Koestler, Die Nachtwandler; Hund, Geschichte der physikalischen Begriffe; Laue, Geschichte der Physik; Mason Geschichte der Naturwissenschaft; Lasswitz, Geschichte der Atomistik; Lange, Geschichte des Materialismus; Hunger, Von Demokrit bis Heisenberg; Sambursky, Der Weg der Physik; Scheibe, Die Philosophie der Physiker; Weitere Angaben in der Vorlesung											
4	Kompetenzen Die Studierenden erkennen die historischen Bedingungen, unter denen unser gegenwärtiges physikalisches Weltbild entstanden ist. Die Entstehung der Grundbegriffe, in denen das physikalische Weltbild formuliert wird (Raum, Zeit, Materie, Kausalität, Felder, Wahrscheinlichkeit, Quanten u.a.) wird erlernt. Im interdisziplinären Grenzbereich zwischen der Physik und der Philosophie (Erkenntnistheorie, Wissenschaftstheorie) wird an diesem historischen Kontext gezeigt, wie physikalische Forschung begründet werden kann sowie wie physikalische Theorien aufgestellt und überprüft werden. Für einen etwaigen späteren Unterricht der Studierenden an Schulen oder Universitäten werden pädagogische Aspekte und Konnotationen vermittelt. Ziel der Veranstaltung ist, einen kompetenten und kritischen Umgang mit der Forschungsbegründung und –entwicklung zu vermitteln.											
5	Prüfungen Studienleistung: Schriftliche Arbeit. Benotete mündliche Modulprüfung (30 min)											

6	Prüfungsformen und –leistungen <input checked="" type="checkbox"/> Modulprüfung: mündlich <input type="checkbox"/> Teilleistung	
7	Teilnahmevoraussetzungen: keine	
8	Modultyp und Verwendbarkeit des Moduls Wahlmodul im Lehramt	
9	Modulbeauftragte/r Prof. Dr. Dr. Wolfgang Rhode	Zuständige Fakultät Physik