

**Mitteilungen der
Justus-Liebig-Universität Gießen**Ausgabe vom
26.06.2025**7.35.07 Nr. 2**
Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang
Physik**Erster Beschluss
zur Änderung der Speziellen Ordnung für den
Bachelorstudiengang Physik
des Fachbereichs 07 – Mathematik und Informatik, Physik und Geographie –
der Justus-Liebig-Universität Gießen**

Aufgrund von § 50 Abs. 1 Nr. 1 des Hessischen Hochschulgesetzes vom 14. Dezember 2021 (GVBl. S. 931) hat der Fachbereichsrat des Fachbereichs 07 – Mathematik und Informatik, Physik und Geographie – am 30.04.2025 den nachstehenden Beschluss gefasst:

**Art. 1
Änderungen**

Die Spezielle Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik vom 16.02.2022 erfährt die im Anhang dargestellten Änderungen.

**Art. 2
Inkrafttreten**

Dieser Beschluss tritt am Tage nach seiner Verkündung in Kraft. Der neue Wortlaut der geänderten Ordnung wird in den Mitteilungen der Universität Gießen bekannt gemacht.

Gießen, den 06.06.2025
Prof. Dr. Katharina Lorenz
Präsidentin der Justus-Liebig-Universität Gießen

Anhang:

Darstellung der Änderungen

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

Anhang: Darstellung der Änderungen

§ 3 (zu § 4 A1B) Zugang zum Studium

Da Lernmaterial und Fachliteratur auch in englischer Sprache vorliegen und einzelne Lehrveranstaltungen auch in englischer Sprache abgehalten werden können, sind für das Studium Englischkenntnisse auf dem Niveau B1 nach dem Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmen für Sprachen (GER) erforderlich. Diese sind nachzuweisen durch:

- a) das Abiturzeugnis,
- b) Oberstufenzeugnisse oder den Nachweis über mindestens vierjährigen Schulunterricht in Englisch,
- c) den Nachweis über erfolgreich absolvierter Sprachkurse im Umfang von mindestens 120 Stunden Unterricht,
- d) Fachgutachten oder Lektorenprüfungen über Sprachkenntnisse, die durch Auslandsaufenthalte, Universitäts Sprachkurse oder im Selbststudium erworben wurden,
- e) den Nachweis über einen UNIcert-Abschlusses der Stufe I oder
- f) Nachweis über einen TOEFL-Test (computerbasierter Score von mindestens 43, schriftlicher Test mit mindestens 550 Punkten) oder einen dem mindestens entsprechenden Sprachtest (IELTS, DEP, PET etc.).

Der Nachweis der oben genannten Englischkenntnisse muss innerhalb der ersten zwei Fachsemester erfolgen.

§ 5 § 6 (zu §§ 7 und 8 A1B) Aufbau des Studiums

(1) Das Studium gliedert sich in einen Pflichtbereich (141 CP), einen Wahlpflichtbereich (21 CP), einem Studienprojekt (6 CP) und in die Bachelor-Thesis (12 CP).

(2) Zwei exemplarische Die Studienverlaufspläne (Anlage 1a und 1b – Vollzeit, Anlage 3 – Teilzeit) geben den Studierenden Hinweise zur Planung des Studiums. Das Modulhandbuch ist in Anlage 2 enthalten.

§ 7 (zu § 8 A1B) Module

(2)(1) Pflichtmodule des Studiengangs sind:

- Grundlagen der Physik: Experimentalphysik I, II, III, IV, V; Grundpraktikum der Physik I und II, Fortgeschrittenenpraktikum Physik, Theoretische Physik I, II und III, Numerische Verfahren der Physik, Messtechnik und EDV, Wissenschaftliches Präsentieren, Übergreifende Zusammenhänge der Experimentalphysik, Übergreifende Zusammenhänge der Theoretischen Physik
- Mathematische Methoden der Physik I und II, Grundlagen der Statistik, Analysis I, Analysis II für Physikstudierende
- Studienprojekt und Bachelor-Thesis.

(3)(2) Der Wahlpflichtbereich dient der Spezialisierung der Studierenden. Im Modulhandbuch (Anlage 2) ist eine Liste mit möglichen Wahlpflichtfachmodulen aufgeführt. Die Liste soll einen Überblick über mögliche Wahlpflichtfächer bieten. Darüber hinaus ausgewählte Module im Wahlpflichtbereich sind vorab vom Prüfungsausschuss zu genehmigen. Eine Studienfachberatung wird angeboten und empfohlen.

(4)(3) Im Wahlpflichtbereich können bis zu 6 CP in Form von außerfachlichen Kompetenzen erworben werden (AfK-Module).

(4) Wahlpflichtmodule können bis zum Erreichen der vorgesehenen 21 CP belegt werden.

(5) Bis zur Erbringung einer ersten Prüfungsleistung oder einem Rücktritt gemäß § 29 A1B können Wahlpflichtmodule frei gewechselt werden. Wurde im Modul eine Prüfungsleistung erbracht oder liegt ein Rücktritt gemäß § 29 A1B vor, ist ein Wechsel des Wahlpflichtmoduls erst nach endgültigem Nichtbestehen möglich.

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

(6) Die Studierenden können sich während des Studiums in weiteren als den vorgeschriebenen Modulen einer Prüfung unterziehen. Diese so genannten freiwilligen Zusatzleistungen werden nicht auf die zu erbringende Credit-Point-Leistung angerechnet und gehen nicht in die Bildung der Gesamtnote ein. Das erfolgreiche Bestehen freiwilliger Zusatzleistungen wird in einem Zusatzzeugnis ausgewiesen.

§ 8 (zu § 17 A1B) Prüfungsvorleistungen

~~Prüfungsvorleistungen sind in den jeweiligen Modulbeschreibungen benannt. Diese können unter anderem die erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben oder auch die regelmäßige Teilnahme an Übungen und Seminaren sein. Übungsaufgaben können dabei Hausaufgaben und/oder Präsenzaufgaben sein. Übungsaufgaben sind zutreffend bearbeitet, wenn mindestens 50 % der Aufgaben korrekt gelöst wurden. Die Modulbeschreibung kann hier von abweichende, vorrangig zu beachtende Regelungen treffen. Sollte die Modulbeschreibung keine genauere Regelung treffen, so sind Übungsaufgaben zutreffend bearbeitet, wenn mindestens 50 % der Aufgaben korrekt gelöst wurden.~~

(1) In Seminaren oder Projekten ist eine regelmäßige Teilnahme Prüfungsvorleistung; diese ist immer dann gegeben, wenn nicht mehr als 20 % der Veranstaltungstermine ~~versäumt ohne Nachweis eines nicht vom Studierenden zu vertretenden Grundes versäumt~~ werden. Eine regelmäßige Teilnahme an Übungen ist immer dann gegeben, wenn an mindestens 50 % der Übungsveranstaltungen teilgenommen wurde. Abweichende Regelungen, die die Anwesenheitspflicht weiter reduzieren, können veranstaltungsbezogen von der oder dem Lehrenden getroffen und in der ersten Modulveranstaltung vereinbart werden.

§ 9 (zu § 18 A1B) Modulprüfungen

(1) Prüfungsformen sind Klausuren, mündliche Prüfungen, Projekt mit Bericht (Studierende bearbeiten eigenständig wissenschaftliche Fragestellungen und verfassen dazu einen schriftlichen Bericht), ~~elektronische Klausuren-Präsenzklausuren (oder E-Klausuren)~~ elektronische Präsenzklausuren, d.h. die Prüfungsfragen werden ~~im am~~ am Computerbildschirm angezeigt und es werden die Antworten am Computer eingegeben), Hausaufgaben (Studierende bearbeiten wissenschaftliche Aufgaben außerhalb der Präsenzzeit und stellen Lösungsweg und Lösung schriftlich dar), Präsenzaufgaben (Studierende bearbeiten wissenschaftliche Aufgaben während der Präsenzzeit und stellen Lösungsweg und Lösung schriftlich dar), Vortrag (mündliche Darstellung der Ergebnisse ggf. unterstützt mit einer Präsentation), Versuchsauswertung (die Studierenden führen einen wissenschaftlichen Versuch durch und beschreiben in Berichtsform die Grundlagen des Versuchs, die Durchführung und die Ergebnisse und ihre Auswertung, § 22 Abs. (2), (3), (4), (5) und bis (6) A1B gelten entsprechend). ~~Es gelten §22 (2), (3), (6) A1B entsprechend.~~

(2) Folgende Pflichtmodule werden mit bestanden oder nicht bestanden bewertet, aber nicht weiter benotet:

- Grundpraktikum Physik I und II
- EDV und Messtechnik
- Fortgeschrittenenpraktikum Physik

(3) Unter den gewählten Wahlpflichtmodulen müssen in Summe mindestens 15 CP benotet sein.

§ 8 (zu § 8 A1B) Wechsel von Wahlpflichtmodulen

~~Höchstens ein endgültig nicht bestandenes Wahlpflichtmodul kann einmalig durch ein anderes Wahlpflichtmodul ersetzt werden.~~

§ 10 (zu § 19 A1B) Wiederholung von Prüfungen

(1) Studierende können Termine für die Wiederholungsprüfungen auch für den/ens erstmaligen Prüfungsversuch nutzen.

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

~~(1)(2) Eine Teilnahme an den Wiederholungsprüfungen müssen nicht zum nächstmöglichen Termin angetreten werde; es ist wird den Studierenden freigestellt, zu welchem Termin sie sich für die Wiederholungsprüfung anmelden. Abs. 3 bleibt hiervon unberührt. Bestandene Prüfungen können nicht wiederholt werden.~~

§-9§ 11 (zu § 20 A11B) Bachelorprüfung

(1) Der Bachelorstudiengang ist insgesamt bestanden, wenn sämtliche Pflichtmodule sowie Wahlpflichtmodule im Umfang von mindestens 21 CP bestanden sind.

(2) Die Gesamtnote ergibt sich aus dem nach CP gewichteten Durchschnitt aller benoteten ~~Module~~ Pflichtmodule und – mindestens 15 CP aber höchstens 24 CP – Wahlpflichtmodule., wobei die Studierenden entscheiden können, Wahlpflichtmodule nicht bei der Berechnung zu berücksichtigen, solange mindestens 15 CP an Wahlpflichtmodulen in die Gesamtnote eingehen. Die Zur Berechnung der Gesamtnote werden die Notenpunkte mit den jeweiligen CP des Moduls multipliziert und die Summe durch die Gesamtzahl der im Sinne von § 9 Abs. 2 Satz 1 berücksichtigten CP dividiert. ergibt sich aus dem nach CP gewichteten Durchschnitt.

§-10§ 12 (zu § 21 A11B) Thesis

(1) Die Thesis besteht aus einem schriftlichen Teil und einem mündlichen Teil (Kolloquium). Die Thesis soll zeigen, dass die Studierenden in der Lage sind, innerhalb einer gegebenen Frist eine eng umgrenzte Aufgabenstellung selbstständig nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten.

(2) Die Thesis kann frühestens angemeldet werden, wenn alle Pflichtmodule des 1. bis 4. Semesters des Studiengangs bestanden sind. Die Anmeldung zur Bachelor-Thesis kann frühestens erfolgen, wenn mindestens 120 CP des Studiengangs absolviert sind. Arbeitsthema und Datum der Ausgabe sind vom Prüfungsamt aktenkundig zu machen.

(3) Das Thesis-Thema wird vom Prüfungsausschuss ausgegeben. Der Kandidatin oder dem Kandidaten ist Gelegenheit zu geben, ein Thema vorzuschlagen. Auf Antrag sorgt die oder der Vorsitzende dafür, dass die Kandidatin oder der Kandidat spätestens innerhalb eines Monats ein Thema erhält. Das Thema ist so einzugrenzen, dass die Bachelor-Thesis mit einem Arbeitsaufwand von 360 Stunden abgearbeitet werden kann.

(3) Der Die Bearbeitungszeitraum beträgt 5 Monate. Das Thema soll so ausgegeben werden, dass der Bearbeitungszeitraum spätestens am 8. September endet. Insgesamt ist das Thema so einzugrenzen, dass die Bachelor-Thesis mit einem Arbeitsaufwand von 360 Stunden abgearbeitet werden kann.

~~(4) Der späteste Abgabetermin ist der 8. September eines jeden Jahres. Ausnahmen regelt der Prüfungsausschuss.~~

(5) Eine oder einer der beiden Prüfenden muss Mitglied des Fachbereichs 07 sein. Weiterhin muss eine oder einer der Prüfenden eine Professorin oder Professor sein; Ausnahmen hiervon, um z.B. Nachwuchsgruppen zu berücksichtigen, regelt der Prüfungsausschuss.

~~(6)(4)~~ Die Thesis ist im Rahmen eines Kolloquiums zu verteidigen. Das Kolloquium soll spätestens sechs Wochen nach der Abgabe der Thesis erfolgen. Das Kolloquium dauert mindestens 15 und maximal 1520 – 34030 Minuten. Den Termin bestimmen die Prüfenden. Studierende desselben Studiengangs sind berechtigt, beim Kolloquium – ausgenommen Beratung und Bekanntgabe des Prüfungsergebnisses – zuzuhören; für sonstige Mitglieder und Angehörige der Universität gilt dieses, sofern der Prüfling nicht widerspricht. Wenn die Thesis nicht erfolgreich verteidigt wurde, kann das Kolloquium einmal wiederholt werden. Bei zweimaliger erfolgloser Verteidigung der Thesis ist das ganze Modul zu wiederholen. Zum Kolloquium sind Mitglieder und Angehörige der Universität als Zuhörer zugelassen, sofern der Prüfling nicht schriftlich widerspricht. Bei Störungen der Präsentation kann die Prüfungskommission die Öffentlichkeit ausschließen.

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

~~(zu § 23 AllB) Klausuren~~

~~Die Dauer von Klausuren und e-Präsenzklausuren wird von der Dozentin oder dem Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.~~

§ 13 (zu § 24 AllB) Mündliche Prüfungen

Mündliche Prüfungen können als Gruppenprüfungen nach § 24 Abs. 1, Sätze 2 und 3 AllB durchgeführt werden. Art und Dauer von werden von der Dozentin oder dem Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

§ 11 (zu § 23 AllB) Klausuren

Die Dauer von Klausuren und E-Klausuren wird von der Dozentin oder dem Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Der Umfang umfasst in der Regel 90-180 Minuten.

§ 13 (zu § 24 AllB) Mündliche Prüfungen

Die Dauer von mündlichen Prüfungen beträgt in der Regel pro Prüfling mindestens 30 und maximal 60 Minuten.

§ 15 (zu § 25 und 19 AllB) Prüfungstermine und Meldefristen

(0) Die Anmeldung zu den Prüfungen eines Moduls erfolgt automatisch mit der Anmeldung zu diesem Modul.

(0) Mit der Einschreibung zum Studiengang ist automatisch die Anmeldung zu den nicht verschiebbaren Pflichtmodulen des 1. Semesters verbunden.

(0) Der Prüfungsausschuss bestimmt nach dem Rücktritt gemäß § 29 Abs. 2 oder 3 AllB und im Einvernehmen mit der Prüferin oder dem Prüfer den nächstmöglichen Prüfungstermin.

§ 19§ 14 Inkrafttreten

Diese Ordnung tritt am Tage nach ihrer Verkündung in Kraft und gilt für alle Studierenden, die ihr Studium ab dem Wintersemester 2022~~5~~/~~23~~6 beginnen oder begonnen haben.

Anlage 1a und 1b — Studienverlaufspläne (Vollzeit)

Anlage 2 — Modulbeschreibungen

Anlage 3 — Studienverlaufsplän (Teilzeit)

Anlage 1: Studienverlaufsplan, Variante 1a

Modulbezeichnung / Modulcode	CP	Semester					
		1	2	3	4	5	6
1. Experimentalphysik I – Mechanik, Wärmelehre und Transportprozesse ↗ 07-BP-01	9	VL Ü <u>S</u>					
2. Mathematische Methoden der Physik I ↗ 07-BP-02	6	VL Ü					
3. Grundlagen der Statistik ↗ 07-BP-03	6	VL Ü					
4. Analysis I ↗ 07-BP-11	9	VL Ü					
Summe CP 1. Semester	30						
5. Experimentalphysik II – Elektrodynamik, Optik und Relativität ↗ 07-BP-04	9		VL Ü <u>S</u>				
6. Mathematische Methoden der Physik II ↗ 07-BP-05	6		VL Ü				
7. Grundpraktikum Physik I ↗ 07-BP-06	3		P				
8. Numerische Verfahren der Physik ↗ 07-BP-07	6		VL Ü				
9. Analysis II für Physikstudierende ↗ 07-BP-14	6		VL Ü				
Summe CP 2. Semester	30						
10. Experimentalphysik III – Atom- und Molekülphysik, Quantenphänomene ↗ 07-BP-08	9			VL Ü			
11. Theoretische Physik I – Analytische Mechanik und Quantenmechanik ↗ 07-BP-09	9			VL Ü			
12. Grundpraktikum Physik II ↗ 07-BP-10	3			P			
13. Wahlpflichtfach bereich+↗ 07-BP-WPF	9			Var.			
Summe CP 3. Semester	30						
14. Experimentalphysik IV – Festkörperphysik ↗ 07-BP-12	9				VL Ü		
15. Theoretische Physik II – Elektrodynamik ↗ 07-BP-13	9				VL Ü		
16. Wahlpflichtfach bereich+↗ 07-BP-WPF	6				Var.		
	6				<u>PVL</u>		

Anlage 1: Studienverlaufsplan, Variante 1b

Modulbezeichnung / Modulcode	CP	Semester					
		1	2	3	4	5	6
1. Experimentalphysik I – Mechanik, Wärmelehre und Transportprozesse ↗ 07-BP-01	9	VL Ü S					
2. Mathematische Methoden der Physik I ↗ 07-BP-02	6	VL Ü					
3. Grundlagen der Statistik ↗ 07-BP-03	6	VL Ü					
4. Wahlpflichtfachbereich ↗ 07-BP-WPF	9	var.					
Summe CP 1. Semester	30						
5. Experimentalphysik II – Elektrodynamik, Optik und Relativität ↗ -07-BP-04	9		VL Ü S				
6. Mathematische Methoden der Physik II ↗ 07-BP-05	6		VL Ü				
7. Grundpraktikum Physik I ↗ 07-BP-06	3		P				
8. Numerische Verfahren der Physik ↗ 07-BP-07	6		VL Ü				
9. Wahlpflichtfachbereich ↗ 07-BP-WPF	6		Var.				
Summe CP 2. Semester	30						
10. Experimentalphysik III – Atom- und Molekülphysik, Quantenphänomene ↗ 07-BP-08	9			VL Ü			
11. Theoretische Physik I – Analytische Mechanik und Quantenmechanik ↗ 07-BP-09	9			VL Ü			
12. Grundpraktikum Physik II ↗ 07-BP-10	3			P			
13. Analysis I ↗ 07-BP-11	9			VL Ü			
Summe CP 3. Semester	30						
14. Experimentalphysik IV – Festkörperphysik ↗ 07-BP-12	9				VL Ü		
15. Theoretische Physik II – Elektrodynamik ↗ 07-BP-13	9				VL Ü		
16. Analysis II für Physikstudierende ↗ 07-BP-14	6				VL Ü		
17. Messtechnik und EDV ↗ 07-BP-15	6				PVL P		

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

Summe CP 4. Semester	30						
18. Experimentalphysik V – Kern- und Teilchen- und Astrophysik 07-BP-16	9					VL	
						Ü	
19. Theoretische Physik III – Statistische Physik und Thermodynamik 07-BP-17	9					VL	
						Ü	
20. Fortgeschrittenenpraktikum Physik 07-BP-18	32					P	
21. Wissenschaftliches Präsentieren 07-BP-19	34					S	
22. Wahlpflichtfachbereich-III 07-BP-WPF	6					var.	
Summe CP 5. Semester	30						
23. 20.-Fortgeschrittenenpraktikum Physik 07-BP-18	6						P
24. Übergreifende Zusammenhänge der Experimentalphysik 07-BP-20	3						S
25. Übergreifende Zusammenhänge der Theoretischen Physik 07-BP-21	3						S
26. Studienprojekt 07-BP-22	6						P
27. Bachelor-Bachelor-Thesis 07-BP-23	12						T
Summe CP 6. Semester	30						
Summe insgesamt	180						

07-BP-01	Experimentalphysik I – Mechanik, Wärmelehre und Transportprozesse	9 CP
	Experimental Physics I – Classical Mechanics, Thermodynamics and Transport Phenomena	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik	1. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2022/23	
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden sollen<u>besitzen</u> Kenntnisse über die grundlegenden Phänomene und Prinzipien in den Teilgebieten der klassischen Mechanik, der Thermodynamik und von Transportprozessen besitzen, <u>beherrschen die</u> Grundbegriffe und die Konzepte der Newtonschen Bewegungsgleichungen und der Erhaltungssätze beherrschen, <u>und sind in der Lage</u> in der Lage sein, einfache physikalische Probleme in diesen Gebieten mathematisch zu beschreiben und im Team zu lösen.</p>		
<p>Inhalte: – Grundgrößen, Einheiten und Dimensionen</p>		

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

<ul style="list-style-type: none"> – Mechanik des Massenpunktes – Mechanik des starren Körpers – Mechanik deformierbarer Körper – Phänomenologie der Wärmelehre, Hauptsätze – Zustandsänderungen und Kreisprozesse – Kinetische Gastheorie – Reale Gase und Phasenübergänge – Ströme, Kontinuitätsgleichung, Diffusion, Wärmeleitung 		
Angebotsrhythmus und Dauer: jedes WiSe, 1 Semester		
Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Angewandte Physik oder des I. Physikalischen Instituts oder des II. Physikalischen Instituts		
Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen, L3 Physik, Nebenfach Mathematik		
Teilnahmevoraussetzungen: keine		
Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	60	60
Übung	30	60
Seminar	30	30
Summe:	270	
<p>Prüfungsvorleistungen: Zutreffende Bearbeitung der Übungsaufgaben (mind. 50% der Übungsaufgaben zutreffend gelöst). Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben (Bearbeitungszeit je Übungszettel 1–2 Wochen) im Semester ausgegeben. 50% der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktzahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.</p>		
Modulprüfung:		
<ul style="list-style-type: none"> – Prüfungsform: Klausur (90-120 min) zu den Inhalten von Vorlesung und Übung – 1. und 2. Wiederholungsprüfungen: Klausur (90-120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson 		
Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch		

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-02	Mathematische Methoden der Physik I	6 CP
	Mathematical Methods in Physics I	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / Institut für Theoretische Physik	1. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2022/23	
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden sollen beherrschen den Umgang mit dem mathematischen Grundgerüst – eindimensionale Differentiation und Integration sowie Grundlagen der linearen Algebra – beherrschen.</p>		
<p>Inhalte: Folgen und Reihen, elementare und spezielle Funktionen, Differentiation und Integration im Eindimensionalen, Integrationsmethoden, Taylor-Reihen, komplexe Zahlen und Funktionen, Vektoren, Matrizen, Determinanten, Eigenwerte und Eigenvektoren.</p>		
<p>Angebotsrhythmus und Dauer: jedes WiSe, 1 Semester</p>		
<p>Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Theoretische Physik</p>		
<p>Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen, <u>B.Sc. Advanced Materials</u></p>		
<p>Teilnahmevoraussetzungen: Keine</p>		
Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	45	45
Übung	30	60
Summe:	180	
<p>Prüfungsvorleistungen: <u>Zutreffende Bearbeitung der Übungsaufgaben (mind. 50% der Übungsaufgaben zutreffend gelöst).</u> Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben (Bearbeitungszeit je Übungszettel 1–2 Wochen) im Semester ausgegeben. 50 % der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktzahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7-14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.</p>		
<p>Modulprüfung: – Prüfungsform: Klausur (90-180 min) zu den Inhalten der Vorlesung und der Übung – <u>1. und 2. Wiederholungsprüfungen:</u> Klausur (90-180 min) oder mündliche Prüfung (30-60 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson</p>		
<p>Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch, <u>wird vor Veranstaltungsbeginn verbindlich festgelegt und bekanntgegeben.</u> nach Entscheidung durch die Lehrperson zu Beginn der Veranstaltung</p>		

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-03	Grundlagen der Statistik	6 CP
	Basic Statistics	
Pflichtmodul	FB 07 / Mathematik / Mathematisches Institut	1. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2022/23	

Qualifikationsziele: Die Studierenden ~~sollen einerseits~~ kennen grundlegende Begriffe und Konzepte der angewandten Statistik ~~kennen~~, beherrschen numerische und grafische explorative Datenanalyse (EDA) für praxisrelevante Beispiele ~~beherrschen~~ und können die Ergebnisse der EDA adäquat charakterisieren und interpretieren. ~~können sowie andererseits~~ Sie kennen grundlegende Konzepte der diskreten Stochastik ~~kennen~~ und können praktisch anwenden ~~können~~.

Inhalte: Grundlegende Begriffe und Konzepte der angewandten Statistik, Methoden der numerischen und der grafischen EDA sowie deren Anwendung auf konkrete Datenbeispiele, Grundlegende Begriffe der diskreten Stochastik, Elementare Methoden der Kombinatorik, Stochastische Unabhängigkeit, bedingte Wahrscheinlichkeit, Zufallsvariablen, Erwartungswert und Varianz, Tschebyschev-Ungleichung, Grundlagen des Testens

Angebotsrhythmus und Dauer: jedes WiSe, 1 Semester

Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Mathematischen Instituts

Verwendbar in folgenden Studiengängen: ~~B.Sc. Data Science, B.Sc. Physik, B.Sc. Angewandte Physik~~

Teilnahmevoraussetzungen: Keine

Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	30	60
Übung	30	60
Summe:	180	

Prüfungsvorleistungen: ~~Zutreffende Bearbeitung der Übungsaufgaben (mind. 50% der Übungsaufgaben zutreffend gelöst). Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben (Bearbeitungszeit je Übungszettel 1–2 Wochen) im Semester ausgegeben. 50 % der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktezahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.~~

Modulprüfung:

~~Klausur (90-180 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson zu den Inhalten von Vorlesung und Übung~~

Unterrichts- und Prüfungssprache: ~~Deutsch oder Englisch, wird vor Veranstaltungsbeginn verbindlich festgelegt und bekanntgegeben, nach Entscheidung durch die Lehrperson zu Beginn der Veranstaltung~~

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
--	------------	---------------

07-BP-04	Experimentalphysik II – Elektrodynamik, Optik und Relativität	9 CP
	Experimental Physics II – Electrodynamics, Optics and Relativity	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik	2. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2023	

Qualifikationsziele:

Die Studierenden ~~sollen~~besitzen

Kenntnisse über die grundlegenden Phänomene und Prinzipien in den Teilgebieten der klassischen Elektrodynamik, von Wellenphänomenen, der geometrischen Optik und der speziellen Relativitätstheorie ~~besitzen~~, Sie beherrschen die

Grundbegriffe und Erhaltungssätze der Physik ~~beherrschen~~, und besitzen

die Fähigkeit ~~besitzen~~, experimentelle Aufgabenstellungen eigenständig zu bearbeiten, mathematisch zu behandeln und selbstständig zu lösen.

Inhalte:

- Elektrostatik
- Elektrische Ströme
- Magnetostatik
- Zeitlich veränderliche Felder
- Maxwell Gleichungen
- Konzept der Welle, Wellengleichung
- Akustik
- Elektromagnetische Wellen
- Wellenoptik und Fouriertransformation
- Geometrische Optik
- Optische Instrumente
- Spezielle Relativitätstheorie und Lorentztransformationen
- Relativistische Kinematik
- Relativistische Dynamik, Energien

Angebotsrhythmus und Dauer: jedes SoSe, 1 Semester

Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Angewandte Physik oder des I. Physikalischen Instituts oder des II. Physikalischen Instituts

Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik, ~~B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen, L3 Physik, Nebenfach Mathematik~~

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	60	60
Übung	30	60
Seminar	30	30
Summe:	270	

Prüfungsvorleistungen: Zutreffende Bearbeitung der Übungsaufgaben (mind. 50% der Übungsaufgaben zutreffend gelöst). Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben (Bearbeitungszeit je Übungszettel 1–2 Wochen) im Semester ausgegeben. 50% der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktzahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7–14

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

~~Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.~~

Modulprüfung:

- ~~Prüfungsform:~~ Klausur (90-120 min) zu den Inhalten von Vorlesung und Übung
- 1. und 2. ~~Wiederholungsprüfungen:~~ Klausur (90-120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), ~~nach Entscheidung durch die Lehrperson~~

Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-05	Mathematische Methoden der Physik II	6 CP
	Mathematical Methods in Physics II	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / Institut für Theoretische Physik	2. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2023	
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden sollen beherrschen den Umgang mit dem mathematischen Grundgerüst für mehrdimensionale Differentiation und Integration sowie dem für die Verwendung unterschiedlicher Koordinatensysteme beherrschen.</p>		
<p>Inhalte: Differentialoperatoren, Wegintegrale, Volumenintegrale, Oberflächenintegrale, Koordinatensysteme, Differentiation und Integration in verschiedenen Koordinatensystemen, einfache lineare Differentialgleichungen, Skalarprodukte von Funktionen, Fouriertransformation.</p>		
<p>Angebotsrhythmus und Dauer: jedes SoSe, 1 Semester</p>		
<p>Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Theoretische Physik</p>		
<p>Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen, <u>B.Sc. Advanced Materials</u></p>		
<p>Teilnahmevoraussetzungen: Keine</p>		
Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	45	45
Übung	30	60
Summe:	180	
<p>Prüfungsvorleistungen: <u>Zutreffende Bearbeitung der Übungsaufgaben (mind. 50% der Übungsaufgaben zutreffend gelöst). Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben (Bearbeitungszeit je Übungszettel 1–2 Wochen) im Semester ausgegeben. 50% der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktzahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.</u></p>		
<p>Modulprüfung: – Prüfungsform: Klausur (90-180 min) <u>über die zu den Inhalten der von Vorlesung und der Übung</u> – <u>1. und 2. Wiederholungsprüfungen:</u> Klausur (90-180 min) oder mündliche Prüfung (30-60 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson</p>		
<p>Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch, <u>wird vor Veranstaltungsbeginn verbindlich festgelegt und bekanntgegeben.</u>, nach Entscheidung durch die Lehrperson zu Beginn der Veranstaltung</p>		

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-06	Grundpraktikum Physik I		3 CP
	Physics Laboratory Course I		
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / II. Physikalisches Institut		2. Fachsemester
	erstmalig angeboten im Sommersemester 2023		
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden sollen<u>haben</u> Kenntnisse über die grundlegenden Messgeräte und Messtechniken erlangen, und besitzen die Fähigkeit besitzen, grundlegende Fragestellungen zu Themen der Vorlesungen Experimentalphysik I und II (Mechanik, Wärmelehre, Elektrodynamik, Optik) in Experimenten zu untersuchen, die Experimente aufzubauen und durchzuführen, zu analysieren und klar und nachvollziehbar in Protokollen darzustellen.; <u>Sie sind in der Lage,</u> Messfehler <u>zu erkennen, zu analysieren</u>, sowie Verbesserungen <u>vorzuschlagen</u>.; <u>Sie können</u> die Grundlagen dieser Experimente aus der Literatur erarbeiten, experimentelle Aufgaben im Team lösen <u>und,</u> <u>und</u> experimentelle Ergebnisse darstellen können.</p>			
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Experimente zu Themen der Vorlesung Experimentalphysik I und II (Mechanik, Wärmelehre, Optik) – Statistische, systematische Fehler – Darstellung von Ergebnissen in Diagrammen 			
Angebotsrhythmus und Dauer: jedes SoSe, 1 Semester			
Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des II. Physikalisches Instituts			
Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen, L3 Physik, Nebenfach Mathematik			
Teilnahmevoraussetzungen: keine			
Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Praktikum	30	60	
Summe:	90		
<p>Prüfungsvorleistungen: <u>Bestandene mündliche Prüfung (15–30 Minuten) zu den Versuchsgrundlagen zu jedem Versuch (5-10 Versuche) vor Versuchsantritt; alle Versuche erfolgreich praktisch durchgeführt. Zu jedem Versuch mündliche Abfrage zu Versuchsgrundlagen vor Versuchsantritt bestanden, alle Versuche erfolgreich praktisch durchgeführt</u></p>			

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

Modulprüfung:

- ~~Prüfungsform: 5-10 Versuchsauswertungen zu den Praktikumsversuchen zu je 3-10 Seiten; Bearbeitungszeit jeweils 1 Woche werden freiwillig mehr Seiten verfasst, sind diese Teil der zu bewertenden Prüfungsleistung. Die genaue Anzahl der Versuchsauswertungen sowie deren Abgabefristen werden in der Praktikumsvorbesprechung bekanntgegeben.~~
- 1. und 2. Wiederholungsprüfungen: Wiederholung des Praktikums inkl. Versuchsauswertungen
- ~~Bildung der Modulnote: Ohne Benotung~~ Modulabschlussnote: Keine. Das Modul wird als bestanden bzw. nicht bestanden beurteilt. Das Modul gilt als bestanden, wenn mehr als die Hälfte der Versuchsauswertungen erfolgreich absolviert wurden,

Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
--	------------	---------------

07-BP-07	Numerische Verfahren der Physik		6 CP
	Computational Physics		
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / Institut für Theoretische Physik		2. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2023		
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden sollen<u>kennen</u> grundlegende numerische Verfahren und deren Anwendungen in der Physik kennenlernen, <u>Sie können modellieren</u> physikalische Problemstellungen aus den bisher bearbeiteten Themengebieten <u>modellieren, selbstständig Lösungsstrategien entwickeln und unter Verwendung von Software modellieren</u> und mit numerischen Methoden auf dem Computer <u>lösen und entwickeln selbstständig lösen können Lösungsstrategien</u>.</p>			
<p>Inhalte: Grundlagen der Modellierung physikalischer Probleme; Elementare numerische Verfahren; Gleichungssysteme und Lineare Algebra; Numerische Differentiation und Integration; Gewöhnliche Differentialgleichungen, Anfangswertprobleme und Chaos; Randwertprobleme, partielle Differentialgleichungen, Stabilitätsanalyse; Wärmeleitung, Advektions-Diffusionsgleichungen, Burgers-G-gleichung und Schockwellen, Wellengleichung und Membranschwingungen; Monte-Carlo-Methoden und Machine-Learning</p>			
<p>Angebotsrhythmus und Dauer: jedes SoSe, 1 Semester</p>			
<p>Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Theoretische Physik</p>			
<p>Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen L3 Physik</p>			
<p>Teilnahmevoraussetzungen: Keine</p>			
Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Vorlesung	360	4530	
Übung	4530	60	
Summe:	180		
<p>Prüfungsvorleistungen: <u>Projekt im Rahmen der Übung mit Bericht (5–10 Seiten, Bearbeitungszeit 8 Wochen)</u>keine</p>			
<p>Modulprüfung: — Prüfungsform: mündliche Prüfung (30 – 6045 min) in Kleingruppen (bis zu 5 Personen) (15–20 min. je Person) und Projekt mit Bericht (3–10 Seiten; werden freiwillig mehr Seiten verfasst, sind diese Teil der zu bewertenden Prüfungsleistung) zu den Inhalten von Vorlesung und Übung — Wiederholungsprüfungen: mündliche Prüfung (30–45 min) in Kleingruppen — Bildung der Modulnote: mündliche Prüfung (70 %) und Projekt mit Bericht (30 %); Wiederholungsprüfung: 100 % mündliche Prüfung</p>			

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
--	------------	---------------

07-BP-08	Experimentalphysik III – Atom- und Molekülphysik, Quantenphänomene	9 CP
	Experimental Physics III – Atomic and Molecular Physics, Quantum Phenomena	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / I. Physikalisches Institut	3. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2023/24	

Qualifikationsziele:

Die Studierenden ~~sollen:~~kennen

~~Grundlegende Experimente der Quantenmechanik kennen, sind,~~

in der Lage ~~sein,~~ die Strukturen in Wasserstoff-ähnlichen Atomen quantitativ zu beschreiben und verstehen, den grundlegenden Aufbau sowie An- und Abregung von Atomen und Molekülen ~~verstehen,~~ Sie besitzen die die Fähigkeit besitzen, experimentelle Aufgabenstellungen eigenständig zu bearbeiten, mathematisch zu behandeln und im Team zu lösen.

Inhalte:

- Materiewellen
- grundlegende experimentelle Befunde, Anregung, Emission von Licht
- Strahlungsgesetze und Laser
- Wasserstoffatom
- Wechselwirkung mit externen Feldern
- Spin und Feinstruktur
- Mehrelektronensysteme und Pauli-Prinzip
- Röntgenspektren
- Molekülbindung
- spezifische Anregungsmöglichkeiten in Molekülen

Angebotsrhythmus und Dauer: jedes WiSe, 1 Semester

Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des I. Physikalischen Instituts

Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik, ~~B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen~~

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	60	90
Übung	30	90
Summe:	270	

Prüfungsvorleistungen: Zutreffende Bearbeitung der Übungsaufgaben (mind. 50% der Übungsaufgaben zu-treffend gelöst). Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben (Bearbeitungszeit je Übungszettel 1–2 Wochen) im Semester ausgegeben. 50% der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen er-reicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben,

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktzahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7-14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.

Modulprüfung:

- ~~Prüfungsform:~~ Klausur (90-120 min) zu den Inhalten von Vorlesung und Übung
- 1. und 2. Wiederholungsprüfungen: Klausur (90-120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), ~~nach Entscheidung durch die Lehrperson~~

Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-09	Theoretische Physik I – Analytische Mechanik und Quantenmechanik	9 CP
	Theoretical Physics I – Mechanics and Quantum Mechanics	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / Institut für Theoretische Physik	3. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2023/24	

Qualifikationsziele:

Die Studierenden:

können Probleme der Mechanik mittels Lagrange- und Hamilton-Gleichungen beschreiben und lösen und,
beherrschen die mathematischen Grundlagen der Quantenmechanik, Sie
können die Prinzipien der Quantenmechanik anwenden,
verstehen die nicht-deterministische Natur des Messprozesses und die Unschärferelation, und
beherrschen die Quantisierung von harmonischem Oszillator und Drehimpuls, Die Studierenden
können einfache Probleme der Einteilchen-Quantenmechanik mathematisch formulieren und lösen.

Inhalte:

Lagrange- und Hamiltonformalismus, Poissonklammern, Quantisierung klassischer Systeme, hermitesche Operatoren als Observable, Eigenwerte als Messergebnisse, Eigenzustände, Unschärferelation, Schrödingergleichung, stationäre und allgemeine zeitabhängige quantenmechanische Zustände, Bindungs- und Streuzustände in Einteilchenpotentialen, harmonischer Oszillator, Drehimpulsquantisierung, Wasserstoffatom, Stern-Gerlach-Experiment und Spin, Drehimpulskopplung, Zeemann- und Stark-Effekt, Teilchen im elektromagnetischen Feld, Pauli-Gleichung

Angebotsrhythmus und Dauer: jedes WiSe, 1 Semester

Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Theoretische Physik

Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik

Teilnahmevoraussetzungen: Keine

Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	60	90
Übung	30	90
Summe:	270	

Prüfungsvorleistungen: Zutreffende Bearbeitung der Übungsaufgaben (mind. 50% der Übungsaufgaben zutreffend gelöst). Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben (Bearbeitungszeit je Übungszettel 1–2 Wochen) im Semester ausgegeben. 50% der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktzahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

Modulprüfung:

- ~~Prüfungsform:~~ Klausur (120-180 min) zu den Inhalten von Vorlesung und Übung
- 1. und 2. Wiederholungsprüfung: Klausur (120-180 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), ~~nach Entscheidung durch die Lehrperson~~

Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-10	Grundpraktikum Physik II		3 CP
	Physics Laboratory Course II		
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / II. Physikalisches Institut		3. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2023/24		
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden sollen<u>haben</u> Kenntnisse über die grundlegenden Messgeräte und Messtechniken erlangen<u>,und</u> besitzen die Fähigkeit besitzen, grundlegende Fragestellungen zu Themen der Vorlesung Experimentalphysik II-V (Elektromagnetismus, Atom-, Kern- und Festkörperphysik) in Experimenten zu untersuchen, die Experimente aufzubauen und durchzuführen, zu analysieren und klar und nachvollziehbar in Protokollen darzustellen-, Sie besitzen die Fähigkeit, die Fähigkeit besitzen, Messfehler zu erkennen, zu analysieren, sowie Verbesserungen vorzuschlagen, die Grundlagen dieser Experimente aus der Literatur <u>zu erarbeiten</u>, experimentelle Aufgaben im Team <u>zu lösen können, und</u> experimentelle Ergebnisse darzustellen können.</p>			
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Experimente zu Themen der Vorlesungen Experimentalphysik II-V (Elektromagnetismus, Atom-, Kern- und Festkörperphysik) – Statistische, systematische Fehler – Darstellung von Ergebnissen in Diagrammen – Computergestützte Auswertung mit Excel, Origin o.ä. 			
Angebotsrhythmus und Dauer: jedes WiSe, 1 Semester			
Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des II. Physikalisches Instituts			
Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik, B.Sc. Angewandte Physik, L3-Physik, Nebenfach: Mathematik			
Teilnahmevoraussetzungen: keine			
Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Praktikum	30	60	
Summe:	90		
<p>Prüfungsvorleistungen: Bestandene mündliche Prüfung (15–30 Minuten) zu den Versuchsgrundlagen zu jedem Versuch (5-10 Versuche) vor Versuchsantritt; alle Versuche erfolgreich praktisch durchgeführt. Bestehen der mündlichen Abfrage der Grundlagen zu jedem Versuch (5-10), alle Versuche erfolgreich praktisch durchgeführt</p>			

Modulprüfung:

– 5-10 Versuchsauswertungen zu den Praktikumsversuchen zu je 3-10 Seiten. Bearbeitungszeit jeweils 1 Woche.

– 1. und 2. Wiederholungsprüfung: Wiederholung des Praktikums inkl. Versuchsauswertungen

– Bildung der Modulnote: Ohne Benotung Modulabschlussnote: Keine. Das Modul wird als bestanden bzw. nicht bestanden beurteilt. Das Modul gilt als bestanden, wenn mehr als die Hälfte der Versuchsauswertungen erfolgreich absolviert wurden,

– **Modulprüfung:**

Prüfungsform: 5-10 Versuchsauswertungen zu den Praktikumsversuchen zu je 3-10 Seiten; werden freiwillig mehr Seiten verfasst, sind diese Teil der zu bewertenden Prüfungsleistung. Die genaue Anzahl der Versuchsauswertungen sowie deren Abgabefristen werden in der Praktikumsvorbesprechung bekanntgegeben.

Wiederholungsprüfungen: Wiederholung des Praktikums inkl. Versuchsauswertungen

– *Bildung der Modulnote: Ohne Benotung*

Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-11	Analysis I		9 CP
	Analysis I		
Pflichtmodul	FB 07 / Mathematik / Mathematisches Institut		1- 2 oder 3. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2022/23		
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden sollen:<u>haben</u> den Übergang von der Schule zur Universität bewältigt haben und sind- mit logischem Denken und strengen Beweisen vertraut -sein. <u>Sie beherrschen</u> die Grundlagen der Differential- und Integralrechnung einer Variablen -beherrschen.</p>			
<p>Inhalte: Grundlagen, Zahlensysteme, eindimensionale Differential- und Integralrechnung, insbesondere Potenzreihen, elementare Funktionen, Taylorscher Satz, Hauptsatz und Rechenregeln der Differential- und Integralrechnung.</p>			
<p>Angebotsrhythmus und Dauer: jedes WiSe, 1 Semester</p>			
<p>Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Mathematischen Instituts</p>			
<p>Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik</p>			
<p>Teilnahmevoraussetzungen: Keine</p>			
Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Vorlesung	60	90	
Übung	30	90	
Summe:	270		
<p>Prüfungsvorleistungen <u>Zutreffende Bearbeitung der Übungsaufgaben (mind. 50% der Übungsaufgaben zutreffend gelöst). Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben (Bearbeitungszeit je Übungszettel 1–2 Wochen) im Semester ausgegeben. +50% der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktezahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.</u></p>			
<p>Modulprüfung: – Prüfungsform: Klausur (90-180 min) zu den Inhalten von Vorlesung und Übung – <u>1. und 2. Wiederholungsprüfungen:</u> Klausur (90-180 min) oder mündliche Prüfung (30-60 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson</p>			

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-12	Experimentalphysik IV – Festkörperphysik	9 CP
	Experimental Physics IV – Solid-State Physics	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik	4. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2024	

Qualifikationsziele:

Die Studierenden ~~sollen~~kennen:

die grundlegenden Konzepte der Festkörperphysik ~~kennen~~ und können diese anwenden ~~können~~, beherrschen die damit verbundenen mathematischen Methoden ~~beherrschen~~, und können mit den in der Festkörperphysik verwendeten Größen sowohl qualitativ als auch quantitativ umgehen und argumentieren. Sie besitzen ~~können~~,

Erfahrungen in der Berechnung charakteristischer Größen anhand aktueller Beispiele ~~besitzen~~.

Inhalte:

- Struktur des Festkörpers: Kristallstrukturen, amorphe Festkörper, Strukturuntersuchung mit Röntgenlicht / Neutronen / Elektronen, reziprokes Gitter
- Dynamik des Kristallgitters: Gitterschwingungen, Dispersionsrelation, Phononen, phononische Zustandsdichte, Boltzmann-Statistik, Temperaturabhängigkeit der Wärmekapazität, Debye-Waller-Faktor, thermische Ausdehnung, Wärmeleitfähigkeit
- Elektronen im Festkörper: Freies Elektronengas, elektronische Zustandsdichte, Fermistatistik, Blochwellen, Bandstruktur, Fermiflächen, Tight-binding, Leitfähigkeit, Boltzmann-Transportgleichung, Metall/Halbleiter/Isolator, Löcherkonzept
- Dielektrische Eigenschaften: Frequenzabhängigkeit der dielektrischen Funktion
- Magnetismus: Dia-/Paramagnetismus, Ferromagnetismus, Molekularfeldnäherung
- Supraleitung: Cooper-Paare, London-Gleichungen, Josephson-Effekte
- Besonderheiten niedrigdimensionaler Systeme

Angebotsrhythmus und Dauer: jedes SoSe, 1 Semester

Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Angewandte Physik oder des I. Physikalischen Instituts

Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik; B.Sc. Advanced Materials

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	60	90
Übung	30	90
Summe:	270	

Prüfungsvorleistungen: Zutreffende Bearbeitung der Übungsaufgaben (mind. 50% der Übungsaufgaben zutreffend gelöst). Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben (Bearbeitungszeit je Übungszettel 1–2 Wochen) im Semester ausgegeben. 50% der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben,

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

~~die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktzahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7-14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.~~

Modulprüfung:

- ~~Prüfungsform:~~ Klausur (90-120 min) zu den Inhalten von Vorlesung und Übung
- 1. und 2. ~~Wiederholungsprüfungen:~~ Klausur (90-120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), ~~nach Entscheidung durch die Lehrperson~~

Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-13	Theoretische Physik II – Elektrodynamik	9 CP
	Theoretical Physics II – Electrodynamics	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / Institut für Theoretische Physik	4. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2024	

Qualifikationsziele:

Die Studierenden:

vertiefen die mathematischen Grundlagen von Vektorfeldern in der Physik und wenden diese an, erlernen die Prinzipien der klassischen Elektrodynamik und der klassischen Feldtheorie und, beherrschen die Kovarianz der Maxwell-Gleichungen und die kovariante Formulierung der Elektrodynamik. Sie verstehen Strahlungsausbreitung und die Propagation von Feldern im Vakuum und in Medien und können physikalische Probleme der klassischen Elektrodynamik mathematisch formulieren und lösen.

Inhalte:

- Mathematische Grundlagen: Differential- und Integralrechnung mit Feldern, Integralsätze, partielle Differentialgleichungen, Wellengleichung und Fourieranalyse, Kontinuitätsgleichung, kovariante Formulierung,
- Elektro- und Magnetostatik: Randwertprobleme, Statik und Dynamik von geladenen Massenpunkten und kontinuierlichen Ladungs- und Stromverteilungen, Multipolentwicklung, Maxwell-Gleichungen,
- Elektromagnetische Felder im Vakuum: Strahlungsphänomene, Kovarianz der Maxwell Gleichungen,
- Propagation von Wellen im Medium, Polarisation, Ferro-, Para-, Dia-Magnetismus, Verhalten elektromagnetischer Felder an Grenzflächen, komplexer Brechungsindex.

Angebotsrhythmus und Dauer: jedes SoSe, 1 Semester

Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Theoretische Physik

Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik

Teilnahmevoraussetzungen: Keine

Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	60	90
Übung	30	90
Summe:	270	

Prüfungsvorleistungen: Zutreffende Bearbeitung der Übungsaufgaben (mind. 50% der Übungsaufgaben zutreffend gelöst). Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben (Bearbeitungszeit je Übungszettel 1–2 Wochen) im Semester ausgegeben. 50% der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktzahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

Modulprüfung:

- ~~Prüfungsform:~~ Klausur (120-180 min) zu den Inhalten von Vorlesung und Übung
- 1. und 2. Wiederholungsprüfung: Klausur (120-180 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), ~~nach Entscheidung durch die Lehrperson~~

Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-14	Analysis II für Physikstudierende		6 CP
	Mathematics for physicists II		
Pflichtmodul	FB 07 / Mathematik / Mathematisches Institut		2- 7 oder 4. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2023		
Qualifikationsziele: Die Studierenden beherrschen für die Physik wichtige Teile der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung sowie der Funktionentheorie.			
Inhalte: Differential- und Integralrechnung mehrerer Variabler, Taylor-Entwicklung, Extrema mit Nebenbedingungen, Kurvenintegral, Transformationssatz für Integrale, Oberflächenintegral, Grundbegriffe der Funktionentheorie			
Angebotsrhythmus und Dauer: jedes SoSe, 1 Semester			
Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Mathematischen Instituts			
Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik			
Teilnahmevoraussetzungen: Keine			
Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Vorlesung	45	60	
Übung	15	60	
Summe:	180		
Prüfungsvorleistungen: <u>Zutreffende Bearbeitung der Übungsaufgaben (mind. 50% der Übungsaufgaben zutreffend gelöst). Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben (Bearbeitungszeit je Übungszettel 1–2 Wochen) im Semester ausgegeben. 50 % der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktzahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7-14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.</u>			
Modulprüfung: <u>Prüfungsform: Klausur (90-180 min) oder mündliche Prüfung (30-60 min); zu den Inhalten von Vorlesung und Übung nach Entscheidung durch die Lehrperson</u> Wiederholungsprüfungen: Klausur (90-180 min) oder mündliche Prüfung (30-60 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson			
Unterrichts- und Prüfungssprache: <u>Deutsch oder Englisch, wird vor Veranstaltungsbeginn verbindlich festgelegt und bekanntgegeben., nach Entscheidung durch die Lehrperson zu Beginn der Veranstaltung</u>			

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-15	Messtechnik und EDV	6 CP
	Data Acquisition and Processing	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / Institut für Angewandte Physik	4. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2024	

Qualifikationsziele:

Die Studierenden ~~sollen~~besitzen

das Grundwissen der analogen und digitalen Messtechnik-~~besitzen~~, beherrschen

die Kette von der Messung (mittels Sensorik) über die Signalerfassung und -verarbeitung bis zur Datenvisualisierung ~~beherrschens~~sowie den

~~den~~ Umgang mit moderner Computer-Hard- und -Software für spezielle messtechnische Aufgaben-~~beherr-~~sehen.; Sie haben

die Anwendung der für Materialforschung wichtigen Datenbanken ~~erlernen-erlernt~~ und können den Datenaustausch in vernetzten Systemen bei neuartigen Fragestellungen nutzen-~~können~~.

Inhalte:

Grundlegende Messtechnik:

- analoge Messtechnik (Messbrücken, Messverstärker)
- Grundlagen der Sensorik unterschiedlicher physikalischer Wirkprinzipien
- Mess- und regelungstechnische Grundsaltungen zur Bestimmung verschiedener physikalischer Messgrößen (Messumformer, Frequenz- und Impulsweitenmessung, Regelkreise)
- Methoden zur Rauschunterdrückung (Filter- und Korrelationsverfahren, Lock-in-Messtechnik)
- Aufbau digitaler Messanordnungen (AD/DA-Wandler, Schnittstellen, Datenkonvertierung u. Speichersysteme)

Materialorientierte Messtechnik:

- z.B. Impedanzspektroskopie
- hochauflösende Rastersondenmikroskopie-Verfahren zur Charakterisierung von Materialien (z.B. Rasterkraft-mikroskopie zur Oberflächenabbildung, Einsatz von Bildverarbeitung u. Verwendung digitaler Filtertechniken)

EDV:

- Programmierung einer Messaufgabe (Gerätesteuerung) und Datenerfassung im Experiment mittels Software (z.B. Labview)
- Datenanalyse, -visualisierung und -modellierung (z.B. Origin/ Mathematica/ Maple)
- Datenaustausch und -beschaffung (Datenbanken, Internet)

Angebotsrhythmus und Dauer: jedes SoSe, 1 Semester

Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Angewandte Physik

Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik, ~~B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen~~

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

Veranstaltung:	<i>Präsenzstunden</i>	<i>Vor- und Nachbereitung</i>
<i>Vorlesung</i>	15	15
<i>Praktikum</i>	75	75
<i>Summe:</i>	180	

Prüfungsvorleistungen: *Bestandene mündliche Prüfung (15–30 Minuten) zu den Versuchsgrundlagen zu jedem Versuch (8-12 Versuche) vor Versuchsantritt; alle Versuche erfolgreich praktisch durchgeführt. Bestehen der mündlichen Abfrage (15-30 min.) der Grundlagen zu jedem Versuch (8-12), alle Versuche erfolgreich praktisch durchgeführt*

Modulprüfung:

- *Prüfungsform:* 8-12 Versuchsauswertungen zu den Praktikumsversuchen zu je 3-10 Seiten. Bearbeitungszeit jeweils 1 Woche; ~~werden freiwillig mehr Seiten verfasst, sind diese Teil der zu bewertenden Prüfungsleistung. Die genaue Anzahl der Versuchsauswertungen sowie deren Abgabefristen werden in der Praktikumsvorbesprechung bekanntgegeben.~~
- 1. und 2. Wiederholungsprüfungen: Wiederholung des Praktikums inkl. Versuchsauswertungen
- Bildung der Modulnote: ~~Ohne Benotung Modulabschlussnote: Keine. Das Modul wird als bestanden bzw. nicht bestanden beurteilt. Das Modul gilt als bestanden, wenn mehr als die Hälfte der Versuchsauswertungen erfolgreich absolviert wurden,~~

Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
--	------------	---------------

07-BP-16	Experimentalphysik V – Kern-, Teilchen- und Astrophysik	9 CP
	Experimental Physics V – Nuclear-, Particle-, and Astrophysics	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / II. Physikalisches Institut	5. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2024/25	
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden sollen<u>besitzen</u> Kenntnisse über die grundlegenden Phänomene, Prinzipien und Anwendungen der Kern-, Teilchen- und Astrophysik <u>besitzen, können</u> den Aufbau und die Methodik wichtiger Experimente beschreiben, <u>und</u> Zusammenhänge zwischen den physikalischen Experimenten und den entsprechenden mathematischen Formulierungen erkennen. <u>Sie können</u> die zugrundeliegenden physikalischen Probleme mathematisch formulieren und mindestens näherungsweise selbstständig lösen können.</p>		
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Mehrelektronensysteme – Wechselwirkung von Teilchen mit Materie – fundamentale Teilchen und Wechselwirkungen – Symmetrien und Erhaltungssätze – Kernmodelle, -reaktionen und -zerfälle – Radioaktivität und Strahlenschutz – Elementsynthese und Energieproduktion in Sternen 		
<p>Angebotsrhythmus und Dauer: jedes WiSe, 1 Semester</p>		
<p>Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des II. Physikalischen Instituts</p>		
<p>Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik, B.Sc. Angewandte Physik</p>		
<p>Teilnahmevoraussetzungen: keine</p>		
Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	60	90
Übung	30	90
Summe:	270	
<p>Prüfungsvorleistungen: <u>Zutreffende Bearbeitung der Übungsaufgaben (mind. 50% der Übungsaufgaben zutreffend gelöst). Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben (Bearbeitungszeit je Übungszettel 1–2 Wochen) im Semester ausgegeben. 50% der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben,</u></p>		

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

~~die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktzahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7-14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.~~

Modulprüfung:

- Klausur (90-120 min) zu den Inhalten von Vorlesung und Übung
- 1. Und 2. Wiederholungsprüfungen: Klausur (90-120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), ~~nach Entscheidung durch die Lehrperson~~

Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-17	Theoretische Physik III – Theorie der Thermodynamik	9 CP
	Theoretical Physics III – Theoretical Thermodynamics	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik / Institut für Theoretische Physik	5. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2024/25	

Qualifikationsziele:

Die Studierenden:

haben erlangt ein Verständnis der Klassifikation von physikalischen Systemen erlangt,

können anschauliche Interpretationen der Zustandsgrößen wie Entropie, Temperatur, chemisches Potential und Druck sowie der thermodynamischen Potentiale und des thermodynamischen Gleichgewichts geben, und

kennen die Hauptsätze der Thermodynamik und deren Anwendung auf realen Systemen, Sie

erlangenhaben Einsicht in Maxwell-Relationen, Phasenübergänge, Phasendiagramme von Materie und kritische Phänomene,

verstehen die Einstellung des kinetischen und chemischen Gleichgewichts im Rahmen der Boltzmann-Näherung, und

beherrschen die Herleitung thermodynamischer Größen mithilfe der statistischen Mechanik und der Quantenstatistik für die phänomenologische Beschreibung von Vielteilchensystemen.

Inhalte:

Charakterisierung physikalischer Gesamtheiten, Begriff der Entropie, extensive und intensive Zustandsgrößen, Zustandsgleichungen,

Kreisprozesse und thermodynamische Hauptsätze, Thermodynamische Potentiale, Maxwell-Relationen,

Mathematische Grundlagen der Statistischen Physik, Mikro und Makrozustände, statistische Ensemble,

Fluktuation und Dissipation, Suszeptibilitäten, Phasengleichgewichte und Phasendiagramme, Phasenübergänge und kritische Phänomene, Quantenstatistik, ideales Fermi- und Bose-Gas, Boltzmann Gleichung.

Angebotsrhythmus und Dauer: jedes WiSe, 1 Semester

Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Theoretische Physik

Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen, L3 Physik

Teilnahmevoraussetzungen: Keine

Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	60	90
Übung	30	90
Summe:	270	

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

Prüfungsvorleistungen: ~~Zutreffende Bearbeitung der Übungsaufgaben (mind. 50% der Übungsaufgaben zutreffend gelöst). Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben (Bearbeitungszeit je Übungszettel 1–2 Wochen) im Semester ausgegeben. 50% der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktezahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.~~

Modulprüfung:

- ~~– Prüfungsform: Klausur (120-180 min) zu den Inhalten von Vorlesung und Übung~~
- ~~– 1. und 2. Wiederholungsprüfung: Klausur (je 120-180 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), nach Entscheidung durch die Lehrperson~~

Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-18	Fortgeschrittenenpraktikum	98 CP
	Advanced Physics Laboratory	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik	5. und 6. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2024/25	

Qualifikationsziele:

Die Studierenden ~~sollen~~ sind in der Lage, sich
sich in eine experimentell zu bearbeitende Aufgabe anhand der Literatur einzuarbeiten,
im Team ein fortgeschrittenes Projekt theoretisch und experimentell zu bearbeiten,
das Projekt in der Planung und der Durchführung zu erläutern, und
Aufgabenstellung, Theorie und Ergebnisse als geschlossenen Bericht darzustellen.

Inhalte:

Die Studierenden sollen insgesamt 8 Versuche aus den Teilgebieten

- Festkörperphysik
- Oberflächenphysik
- Kern- und Teilchenphysik
- Angewandte Physik

durchführen. Idealerweise werden aus jedem Teilgebiet zwei Versuche durchgeführt; jedes Teilgebiet muss jedoch mit mindestens einem Versuch abgedeckt werden.

An ~~Stelle~~ Anstelle vier der acht Praktikumsversuche kann einmalig ein Projektpraktikum in einer der experimentell arbeitenden Gruppen des Fachgebiets Physik durchgeführt werden.

Angebotsrhythmus und Dauer: jedes Semester, 2 Semester

Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des I. Physikalischen Instituts

Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik, ~~B.Sc. Angewandte Physik~~, L3 Physik

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Praktikum	7064	200176
Summe:	2740	

Prüfungsvorleistungen: Zu jedem der 5 – 8 Versuche mündliche Prüfung (15–30 min) zu Versuchsgrundlagen bestanden; Bearbeitungszeit 1 Woche; alle Versuche erfolgreich praktisch durchgeführt ~~Bestehen der mündlichen Abfrage der Grundlagen zu jedem Versuch (5-8), alle Versuche erfolgreich praktisch durchgeführt.~~

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

Modulprüfung:

- ~~Prüfungsform: 5-8 Versuchsauswertungen zu den Praktikumsversuchen zu je 3-10 Seiten; werden freiwillig mehr Seiten verfasst, sind diese Teil der zu bewertenden Prüfungsleistung. Die genaue Anzahl der Versuchsauswertungen sowie deren Abgabefristen werden in der Praktikumsvorbesprechung bekanntgegeben. Bearbeitungszeit jeweils 1 Woche.~~
- 1. und 2. Wiederholungsprüfungen: Wiederholung des Praktikums inkl. Versuchsauswertungen
- ~~Bildung der Modulnote: Ohne Benotung Modulabschlussnote: Keine. Das Modul wird als bestanden bzw. nicht bestanden beurteilt. Das Modul gilt als bestanden, wenn mehr als die Hälfte der Versuchsauswertungen erfolgreich absolviert wurden,~~

Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-19	Wissenschaftliches Präsentieren	34 CP
	Scientific presentation	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik; ZfBK	5. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2024/25	
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden sollen<u>ind in der Lage</u>, aktuelle Forschungsthemen im Bereich der Physik <u>zu</u>-benennen und <u>zu</u> beschreiben, können, sich in ein spezielles Thema vertieft anhand von Literatur ein<u>zu</u>arbeiten und dieses in einem Vortrag vor<u>zu</u>stel- len können, <u>Sie</u> <u>können</u> grundlegende Kommunikationsaspekte und Voraussetzungen für ein professionelles, kompetent vor- getragenes Referat benennen, zuordnen und diese anhand von selbstreflektierenden rhetorischen Übungen in die Praxis umsetzen können, Feedbackregeln anwenden und Feedback anhand eines detaillierten Kriterienkatalogs konstruktiv geben kön- nen, <u>sowie</u> ihre Vortragsweise insgesamt optimieren können.</p>		
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Aktuelle Themen der an der JLU untersuchten Forschungsthemen der Physik – Überblick grundlegender Kommunikationsregeln – Redetypen – Vortragskriterien aus Sicht des Senders und des Hörers – Vorbereitung, Aufbau und Herangehensweise eines Referats – Feedback – Präsentation zweier Referate (mit Kameraaufzeichnung) – Übungen zur Selbst- und Fremdwahrnehmung 		
Angebotsrhythmus und Dauer: Jedes WiSe, 1 Semester		
Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Prüfungsausschussvorsitz B.Sc. Physik		
Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik		
Teilnahmevoraussetzungen: keine		
Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Seminar	30	690
Summe:	9120	
Prüfungsvorleistungen: Regelmäßige Teilnahme am Seminar (maximal 2 Termine dürfen unentschuldigt ver- säumt werden)		
Modulprüfung: Prüfungsform: Vortrag im Seminar (30-60 min)		
Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch		

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-20	Übergreifende Zusammenhänge der Experimentalphysik		3 CP
	Comprehensive Interrelations in Experimental Physics		
Pflichtmodul	FB 07 / Physik		6. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2025		
Qualifikationsziele: Die Studierenden sollen <u>besitzen</u> einen Überblick über die Inhalte der Experimentalphysik besitzen <u>und sind in der Lage</u> , Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Gebieten der Experimentalphysik erlernen <u>aufzuzeigen</u> .			
Inhalte: Inhalte und physikalische Zusammenhänge der Module Experimentalphysik I–V <ul style="list-style-type: none"> – Klassische Physik: Mechanik, Elektrodynamik und Optik, Thermodynamik – Moderne Physik: Spezielle Relativitätstheorie, Quantenphänomene, Atom- und Molekülphysik, Festkörperphysik, Subatomare Physik 			
Angebotsrhythmus und Dauer: jedes Semester, <u>1 Semester</u>			
Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Prüfungsausschussvorsitz B.Sc. Physik			
Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik			
Teilnahmevoraussetzungen: Bestehen der Module Experimentalphysik I–V			
Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Beratungsgespräch	2	88	
Summe:	90		
Prüfungsvorleistungen: keine			
Modulprüfung: mündliche Prüfung (30-60 min) zu den Inhalten der Experimentalphysik von Vorlesung und Übung			
Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch			

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-21	Übergreifende Zusammenhänge der Theoretischen Physik		3 CP
	Comprehensive Interrelations in Theoretical-Physics		
Pflichtmodul	FB 07 / Physik		6. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2025		
Qualifikationsziele:			
Die Studierenden <u>besitzen einen Überblick über die Inhalte der theoretischen Physik und sind in der Lage, Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Gebieten der theoretischen Physik aufzuzeigen.</u> :- Besitzen einen Überblick über die Inhalte der theoretischen Physik in verschiedenen Gebieten, Können Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Gebieten der theoretischen Physik aufzeigen, verstehen komplexe Zusammenhänge in der theoretischen Physik und arbeiten diese in Teams heraus.			
Inhalte:			
Inhalte und physikalische Zusammenhänge der Module Theoretische Physik I – III und deren Zusammenhänge – <u>Klassische analytische Mechanik und Quantenmechanik</u> – <u>Elektrodynamik</u> – <u>Thermodynamik und statistische Physik</u>			
Angebotsrhythmus und Dauer: jedes Semester, <u>1 Semester</u>			
Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Prüfungsausschussvorsitz B.Sc. Physik			
Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik			
Teilnahmevoraussetzungen: Bestehen der Module Theoretische Physik I – III			
Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Beratungsgespräch	2	88	
Summe:	90		
Prüfungsvorleistungen: keine			
Modulprüfung: mündliche Prüfung (30-60 min) <u>zu den Inhalten der theoretischen Physik von Vorlesung und Übung</u>			
Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch			

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-22	Studienprojekt	6 CP
	Research Project	
Pflichtmodul	FB 07 / Physik	6. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2025	

Qualifikationsziele:

Die Studierenden ~~sollen~~haben anhand einer abgeschlossenen Aufgabenstellung:
die Methoden eines Spezialgebietes erprobt und ihre Kenntnisse und Fähigkeiten darin in Teamarbeit vertieft und~~haben~~,
die Fähigkeit zur Literaturrecherche und zur wissenschaftlichen Diskussion erweitert~~haben~~, Sie
die Anwendung multimedialer Präsentationstechniken unter Berücksichtigung didaktischer Gesichtspunkte verinnerlicht und vertieft~~haben~~.

Inhalte:

- Sichtung der Literatur
- Erstellen und Umsetzung eines Arbeitsprogramms
- Diskussion und Präsentation der Ergebnisse
- Formulierung regelmäßiger Zwischenberichte und eines Abschlussberichts

Angebotsrhythmus und Dauer: jedes Semester, 1 Semester

Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Prüfungsausschussvorsitz B.Sc. Physik

Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik

Teilnahmevoraussetzungen: Alle Pflichtmodule des 1. bis 3. Semesters bestanden.

Veranstaltung:	Präsenzstunden
Arbeitsprogramm aufstellen, Diskussion	20
Praktische Ausführung des Arbeitsprogramms mit Aufarbeitung der Ergebnisse	160
Summe:	180

Prüfungsvorleistungen: keine

Modulprüfung:

- Vortrag (15 - 30 min)

Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-23	Bachelor-+Thesis		12 CP
	Bachelor Thesis		
Pflichtmodul	FB 07 / Physik		6. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2025		
Qualifikationsziele: Die Studierenden sollen besitzen die Fähigkeit besitzen , anhand einer konkreten Aufgabenstellung wissenschaftliche Methoden bei der Lösung anzuwenden, ihre Ergebnisse als wissenschaftliche Arbeit zu präsentieren und zu verteidigen.			
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> – Erarbeitung der Mess- und Auswertemethoden bzw. der theoretischen Lösungsverfahren – Durchführung und Auswertung bzw. numerische Rechnungen – Diskussion der Ergebnisse und graphische Darstellung – Erstellen der Thesis-Schrift 			
Angebotsrhythmus und Dauer: jedes Semester, 1 Semester			
Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Prüfungsausschussvorsitz B.Sc. Physik			
Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik			
Teilnahmevoraussetzungen: Alle Pflichtmodule des 1. bis 4. Semesters <u>Module des Studiengangs im Umfang von 120 CP</u> bestanden.			
Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Arbeitsplan aufstellen, Diskussion	20		
Praktische Ausführung des Arbeitsplans mit Aufarbeitung der Ergebnisse	340		
Summe:	360		
Prüfungsvorleistungen: keine			
Modulprüfung: <ul style="list-style-type: none"> – Prüfungsform: Thesis, Umfang: (30 – 60 Seiten); werden freiwillig mehr Seiten verfasst, sind diese Teil der zu bewertenden Prüfungsleistung. Um mit, Umfang des Kolloquiums zur Verteidigung der Thesis gem. § 21 (1) AllB (15 – 15-30 Minuten); – Wiederholungsprüfung: Wiederholungsprüfung: Überarbeitung der Thesis innerhalb von 3 Monaten Wiederholung des Moduls – <u>Bildung der Modulnote: 100% Thesis</u> – 			
Unterrichts- und Prüfungssprache: Grundsätzlich Deutsch; auf Antrag gem. § 21 Abs. 3 S. 2 AllB auch andere Sprache			

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-WPF1	Quantenoptik und Laserspektroskopie	6 CP
	Quantum Optics and Laser Spectroscopy	
Wahlpflichtmodul	FB 07 / Physik / I. Physikalisches Institut	ab 4. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2024	

Qualifikationsziele:

Die Studierenden ~~sollen~~verstehen

~~verschiedene~~ Konzepte zur Erzeugung von Lichtimpulsen ~~verstehen~~, können

fundamentale Rauscheigenschaften von Licht identifizieren und geeignete Kontrollmechanismen angeben ~~können~~, sowie

die Entstehung und Eigenschaften von Lichtstrahlen diskutieren ~~können~~, Sie kennen

Effekte der nichtlinearen Optik und die experimentellen Methoden zu deren Visualisierung und Implementierung ~~kennen~~.

Inhalte:

Erzeugung kurzer und ultrakurzer Lichtimpulse: u.a. Güteschalten und Modenkopplung (aktiv und passiv),
Photonenstatistik und nichtklassisches Licht: u.a. Schrotrauschen und Photonenkorrelationen, Mikromaser,
Gaußsche Strahlen und Laserresonatoren: u.a. optische Moden und Bessel-Strahlen, Nichtlineare Optik: u.a.
Frequenzverdopplung und Phasenanpassung, Methoden der Laserspektroskopie (u.a. spektrales Lochbrennen,
dopplerfreie Spektroskopie, Pump-Probe, Vier-Wellenmischen)

Angebotsrhythmus und Dauer: jedes SoSe oder WiSe, 1 Semester

Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor
des I. Physikalisches Instituts

Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik,
B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen, B.Sc. Advanced Materials

Teilnahmevoraussetzungen: keine

Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	45	90
Übung	15	30
Summe:	180	

Prüfungsvorleistungen: keine

Modulprüfung:

Klausur (60-120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min), ~~nach Entscheidung durch die Lehrperson zu den~~
Inhalten von Vorlesung und Übung

Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
--	------------	---------------

07-BP-WPF2	Quantenstrukturen		6 CP
	Quantum Structures		
Wahlpflichtmodul	FB 07 / Physik / Institut für Angewandte Physik		ab 4. Fachsemester
	erstmals angeboten im Sommersemester 2024		
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden sollen:<u>kennen</u> Herstellungsmethoden von Strukturen, die mindestens in einer Dimension auf Grund ihrer Größe klar quantisierte Eigenschaften aufweisen, kennen, <u>beschreiben</u> physikalische Eigenschaften solcher Strukturen quantitativ beschreiben können, <u>und kennen</u> Anwendungen dieser Strukturen. kennen und ausgestalten können.</p>			
<p>Inhalte: Quantisierung in 1D-, 2D- und 3D-Systemen, „bottom-up“ Methoden zur Herstellung periodischer quantisierter Strukturen (z.B. nanopartikuläre Halbleiter, 2D-Materialien wie Graphen, Allotrope und Nanobänder, supramolekulare Strukturen) und deren physikalische Eigenschaften, Methoden zur Herstellung von individuell auf atomarer und molekularer Skala gestalteten Strukturen (z.B. Rastersondenmethoden, „break junctions“), physikalische Eigenschaften dieser Strukturen (z.B. Quantum Corral), Elektronik auf molekularer Skala (z.B. atomare und molekulare Drähte, Einzelmolekül-Dioden und Transistoren), quantenstrukturbasierte Logik</p>			
<p>Angebotsrhythmus und Dauer: jedes SoSe oder WiSe, 1 Semester</p>			
<p>Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Angewandte Physik</p>			
<p>Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen, <u>B.Sc. Advanced Materials</u></p>			
<p>Teilnahmevoraussetzungen: keine</p>			
Veranstaltung:	<i>Präsenzstunden</i>	<i>Vor- und Nachbereitung</i>	
Vorlesung	30	30	
Seminar	3 40	9 30	
Praktikum	20	60	
Summe:	180		
<p>Prüfungsvorleistungen: <u>Projekt im Rahmen der Übung mit Bericht (5–10 Seiten, Bearbeitungszeit 8 Wochen) von Betreuer oder Betreuerin angenommener schriftlicher Bericht zum Praktikum</u></p>			

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

Modulprüfung:

- ~~Prüfungsform: mündliche Prüfung (30-45 min) oder Klausur (60 – 120 min) oder Projekt mit Bericht (10-20-Seiten), nach Entscheidung durch die Lehrperson, zu den Themen-Inhalten von Vorlesung, und Seminar und Praktikum~~
- 1. und 2. Wiederholungsprüfungen: mündliche Prüfung (30-45 min)

Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-WPF3	Dünne Schichten und Oberflächen	6 CP
	<i>Thin Films and Surfaces</i>	
Wahlpflichtmodul	FB 07 / Physik / Institut für Angewandte Physik	5. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2024/25	
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden sollen<u>ind</u> mit grundlegenden Modellvorstellungen zu Oberflächen von Festkörpern vertrautsein, <u>kennen</u> Arbeitstechniken der Oberflächenmodifikation, Dünnschichtpräparation und -charakterisierung kennen und sind, in der Lagesein, dünne Filme an ausgewählten Beispielen zu präparieren und deren Eigenschaften zu vermessen und zu interpretieren.</p>		
<p>Inhalte: Eigenschaften von reinen und adsorbatbedeckten, amorphen und kristallinen Festkörperoberflächen, Dünnschichtpräparation, Schichtcharakterisierung, anwendungsrelevante Beispiele</p>		
<p>Angebotsrhythmus und Dauer: jedes WiSe, 1 Semester</p>		
<p>Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Angewandte Physik</p>		
<p>Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen, <u>B.Sc. Advanced Materials</u></p>		
<p>Teilnahmevoraussetzungen: keine</p>		
Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	15	15
Praktikum	90	60
Summe:	180	
<p>Prüfungsvorleistungen: <u>Erfolgreich durchgeführtes Projektpraktikum mit Bericht (10-20 Seiten, Bearbeitungszeit 4 Wochen)</u>von Betreuer oder Betreuerin angenommener schriftlicher Bericht zum Praktikum.</p>		
<p>Modulprüfung: – <u>Klausur (60-120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min) zu den Inhalten von Vorlesung und <u>Praktikum-Übung</u>, nach Entscheidung durch die Lehrperson</u> – <u>1. und 2. Wiederholungsprüfung: mündliche Prüfung (30-45 min)</u></p>		
<p>Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch</p>		

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-WPF4	Grundlagen der Mikro- und Nanostrukturierung		6 CP
	Fundamentals of Micro- and Nanostructuring		
Wahlpflichtmodul	FB 07 / Physik / I. Physikalisches Institut		4. Fachsemester
	erstmals angeboten im SoSe 2023		
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden z kennen grundlegende Methoden und Materialien der Mikro- und Nanostrukturierung (Planartechnologie) <u>und</u> r haben ein Verständnis für notwendige Infrastrukturtechnologien (Reinraumtechnikr). <u>Sie</u> sind in der Lage, mikrotechnische und (top-down-) nanotechnologische Bauelemententwürfe hinsichtlich ihrer fertigungstechnischen Realisierbarkeit zu bewerten, <u>und</u> sind imstande, einfache Prozessflows zu konzipieren und die dazu nötigen CAD-Daten zu erstellen.</p>			
<p>Inhalte: Fotolithografie, Elektronenstrahlolithografie; Strukturübertragung: Nass- und Trockenätzen; CAD: Dateiformate, Werkzeuge; Mess- und Charakterisierungsverfahren der Mikrotechnik; Mikroskopie; Reinraumtechnik und Verhalten im Reinraum; ausgewählte Anwendungen der Mikro-/Nanotechnik.</p>			
<p>Angebotsrhythmus und Dauer: jedes SoSe, 1 Semester</p>			
<p>Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des I. Physikalisches Instituts</p>			
<p>Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen, L3 Physik, <u>B.Sc. Advanced Materials</u></p>			
<p>Teilnahmevoraussetzungen: Keine</p>			
Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Vorlesung	30	60	
Übung	20	70	
Summe:	180		
<p>Prüfungsvorleistungen: Herstellung einer Mikro- oder Nanostruktur und Dokumentation. <u>Umfang und Bearbeitungszeit hängen von der hergestellten Struktur ab und werden zu Beginn der Übung festgelegt.</u></p>			
<p>Modulprüfung: Klausur (30-60 min) oder mündliche Prüfung (15-30 min) <u>zu den Inhalten von Vorlesung und Übung</u>, nach <u>Entscheidung durch die Lehrperson</u></p>			
<p>Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch, <u>wird vor Veranstaltungsbeginn verbindlich festgelegt und bekanntgegeben</u>, nach <u>Entscheidung durch die Lehrperson zu Beginn der Veranstaltung</u></p>			

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
--	------------	---------------

07-BP-WPF5	Grundlagen der Quanteninformation	6 CP
	Foundations of Quantum Information	
Wahlpflichtmodul	FB07 / Institut für Theoretische Physik	54. oder 6. Fachsemester
	erstmalig angeboten im Sommer-Winter Sommersemester 2024/25	

Qualifikationsziele:

Die Studierenden ~~sollen~~ verstehen

die quantenmechanischen Grundlagen der Quanteninformation ~~verstehen~~, kennen und verstehen

die Funktionsweise und den Aufbau eines Quantencomputers inklusive QBits und sind mit ~~kennen und verstehen~~,

~~diesen~~ Vorteilen der Nutzung von Superposition und Verschränkung ~~kennen~~ vertraut.

Inhalte:

CBits und ~~Qbits~~ QBits, reversible Operationen, Superposition und Verschränkung, Quanten-Gate-Arrays und Messgates, Bornsche Regel, Deutschs Problem, Shor-Faktorisierung, Kryptographie, Grovers Suchalgorithmus, Quantenfehlerkorrektur, Bell- und Greenberger-Horne-Zeiliger-Zustände, Quantenkryptographie

Angebotsrhythmus und Dauer: jedes ~~SoWi~~ Se, 1 Semester

Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des Instituts für Theoretische Physik

Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. und M.Sc. Physik, B.Sc. und M.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. und M.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. und M.Sc. Data Science, B.Sc. Angewandte Informatik, B.Sc. und M.Sc. Physik, B.Sc. und M.Sc. Materialwissenschaft, B.Sc. und M.Sc. Angewandte Physik, B.Sc. Advanced Materials und M.Sc. Advanced Materials

Teilnahmevoraussetzungen: ~~empfohlen: Grundlagen der Quantenmechanik~~ keine

Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung
Vorlesung	45	60
Übung	15	60
Summe:	180	

Prüfungsvorleistungen: Zutreffende Bearbeitung der Übungsaufgaben (mind. 50% der Übungsaufgaben zutreffend gelöst). Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben (Bearbeitungszeit je Übungszettel 1–2 Wochen) im Semester ausgegeben. 50 % der maximal erzielbaren Punkte aus Übungsaufgaben müssen erreicht werden. Im Verlauf der Vorlesungszeit werden im Rahmen der Übung Übungsaufgaben ausgegeben, die bewertet werden. Die max. erreichbare Gesamtpunktezahl wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. Die Studierenden bekommen die Aufgaben i. d. R. mindestens fünf Tage vor dem Abgabetermin zur Verfügung gestellt und erhalten die Bearbeitung mit Angabe der erreichten Punkte zurück. Es werden 7–14 Übungszettel mit Übungsaufgaben im Semester ausgegeben.

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

Modulprüfung:

*Klausur (60-120 min) oder mündliche Prüfung (30-45 min) zu den Inhalten von Vorlesung und Übung,
nach Entscheidung durch die Lehrperson*

Unterrichts- und Prüfungssprache:

*Deutsch oder Englisch, wird vor Veranstaltungsbeginn verbindlich festgelegt und bekanntgegeben,
nach Entscheidung durch die Lehrperson zu Beginn der Veranstaltung*

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
--	------------	---------------

07-BP-WPF6	Kernphysikalische Messmethoden in Medizin und Technik		8 CP
	Nuclear Physics in Medicine and Technology		
Wahlpflichtmodul	FB 07 / Physik / II. Physikalisches Institut		5. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2024/25		
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden sollen:<u>besitzen</u> Kenntnisse über die grundlegenden Phänomene und Prinzipien der Kernphysik besitzen, kennen die elementaren Wechselwirkungen von Teilchen und Photonen in Materie kennen und verfügen, über Grundkenntnisse über Detektorprinzipien und grundlegende Messgeräte verfügen, Sie die<u>besitzen die</u> Fähigkeit besitzen, Grundlagen der Messtechnik und Anwendungsbeispiele aus der Literatur zu erarbeiten, experimentelle Aufgaben im Team <u>zu lösen können, und</u> Messresultate <u>zu analysieren und darzustellen können.</u></p>			
<p>Inhalte: Wechselwirkung von geladenen und neutralen Teilchen in Materie; Absorption von nieder- und hochenergetischen Photonen; Detektorsysteme zur Orts-, Zeit- und Energiemessung von Teilchen und Photonen; Koinzidententechnik; Prinzipien von Gas-, Halbleiter- und Szintillations-Detektoren; Ausleseelektronik und Datenerfassungssysteme; Grundlagen der Röntgendiagnose; Tomographie; Szintigraphie; Strahlentherapie; Elementaranalyse in Technik und Umwelt</p>			
<p>Angebotsrhythmus und Dauer: jedes WiSe<u>Semester</u>, 1 Semester</p>			
<p>Modulverantwortliche Professur oder Stelle: Geschäftsführende Direktorin oder geschäftsführender Direktor des II. Physikalisches Instituts</p>			
<p>Verwendbar in folgenden Studiengängen: B.Sc. Physik, B.Sc. Materialwissenschaft, <u>B.Sc. Angewandte Physik</u>, B.Sc. Physik und Technologie für Raumfahrtanwendungen, B.Sc. Angewandte Physik, <u>B.Sc. Advanced Materials</u></p>			
<p>Teilnahmevoraussetzungen: Keine</p>			
Veranstaltung:	Präsenzstunden	Vor- und Nachbereitung	
Vorlesung	30	30	
Praktikum	90	60	
Seminar	6	24	
Summe:	240		
<p>Prüfungsvorleistungen: <u>Zwei Praktikumsversuche erfolgreich durchgeführt einschließlich bestandener Versuchsauswertungen (jeweils 8-15 Seiten, Bearbeitungszeit jeweils 2 Wochen) Alle Versuche erfolgreich praktisch durchgeführt und alle Versuchsauswertungen mit bestanden bewertet (Praktikum).</u></p>			

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

Modulprüfung:

~~Mündliche~~ mündliche Prüfung (30-45 min) zu den Inhalten von Vorlesung, Praktikum und Seminar

Unterrichts- und Prüfungssprache: Deutsch

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

07-BP-WPF	Wahlpflichtfachbereich 1-III	Insgesamt 21 CP
	Compulsory Elective Modules 1-III	
Wahlpflichtmodul	FB 07 / Physik	1.-5. Fachsemester
	erstmals angeboten im Wintersemester 2022/23	
<p>Qualifikationsziele:</p> <p>Der Wahlpflichtbereich dient der Vertiefung bzw. Spezialisierung der fachlichen Kompetenzen in den für die Physik relevanten naturwissenschaftlichen Fachgebieten oder der Erlangung außerfachlicher Kompetenzen bzw. Schwerpunkte als Vorbereitung auf die spätere berufliche Tätigkeit.</p> <p>Es werden verschiedene S Nebenfachkombinationen aus Spezialveranstaltungen einerseits aus der Physik und der Materialwissenschaft (Advanced Materials), der Chemie oder der Mathematik empfohlen. Andererseits können auch Kompetenzen aus der Data Science, den Lebenswissenschaften, oder den Wirtschaftswissenschaften (Schwerpunkte BWL und Ökonomie) erworben werden.</p> <p>Durch die weitgehende Wahlfreiheit lernen die Studierenden, aktiv gestaltend auf die eigene Profilbildung einzuwirken.</p>		
<p>Inhalte:</p> <p>Module, die der Erlangung der o.g. Qualifikationsziele dienen, können, neben den in dieser Anlage angegebenen Wahlpflichtmodulen, aus der unten aufgeführten Liste von Blöcken von Wahlpflichtmodulen frei gewählt werden. Die erforderlichen 21 CP werden auf mehrere Module verteilt. Weitere Module, insbesondere AfK-Module bis zu einem Gesamtumfang von 6 CP, sind auf Antrag möglich. In Zweifelsfällen sollte die/der Vorsitzende des Prüfungsausschusses kontaktiert werden.</p>		
<p>Angebotsrhythmus und Dauer: jedes SoSe und WiSe, abhängig von dem jeweils gewählten Modul</p>		
<p>Modulverantwortliche Professur oder Stelle: siehe Modulbeschreibung des jeweils gewählten Moduls</p>		
<p>Auswahl an möglichen Wahlpflichtmodulen:</p>		

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

FB	Fach	Modulcode	Titel	CP	
02	<i>Paketangebote nach Nebenfachordnung</i>				
	BWL	Kleines Nebenfach „Betriebswirtschaftslehre“ (3 von 4 Modulen)			18
		02-Wiwi:NF/B-BWL-1	Management I (Nebenfach)		6
		02-Wiwi:NF/B-BWL-2	Management II (Nebenfach)		6
		02-Wiwi:NF/B-BWL-3	Accounting (Nebenfach)		6
		02-Wiwi:NF/B-BWL-4	Finance (Nebenfach)		6
	VWL	Kleines Nebenfach „Ökonomie“ (3 von 4 Modulen)			18
		02-Wiwi:NF/B-BWL-1	Management I (Nebenfach)		6
		02-Wiwi:NF/B-VWL-1	Einf. in die VWL / Mikroökonomie für Nebenfachstudierende.		6
		02-Wiwi:NF/B-VWL-4	Makroökonomie I (Nebenfach)		6
07	Ange- wandte Physik	07-BAP-WPF108	<u>Physikalische Grundlagen der Elektrotechnik</u>	6	
	Data Sci- ence	07-BDS-04	Grundlagen der Programmierung mit Python		6
		07-BDS-10	Ringvorlesung Data Science		3
		07-BDS-12	Datenbanksysteme		9
		07-BDS-13	Künstliche Intelligenz I		9
		07-BDS-14	Grundlagen der Datenanalyse mit R		6
		07-BDS-1907-BDS-15	Objektorientierte Programmierung für Data Science <u>Informationsvisualisierung</u>		9 <u>9</u>
		07-BDS-16	Künstliche Intelligenz II		9
		07-BDS-1807-BDS-18	Wissenschaftliches Programmieren und Datenana- <u>lyseAdvanced Data Analytics</u>		9 <u>9</u>
	Mathe- matik	07-M/BA-Sto1	<u>Stochastik 1</u>		9 <u>9</u>
		07-M/BA-Sto2	Stochastik 2		9
		07-M/BA-Num1	Numerische Mathematik 1		9
		07-M/BA-Num2	Numerische Mathematik 2		9
		07-M/BA-MApp	Mehrdimensionale Approximationstheorie		9
		07-M/BA-Wav	Wavelets		9
		07-M/BA-DM	Diskrete Mathematik 1		9
		07-M/BA-Opt	Optimierung		9
		07-M/BA-FinEl	Methoden der finiten Elemente		9
		07-M/BA-Alg	Algebra		9
07-M/BA-Ana3		Analysis 3		9	
07-M/BA-Gru	Gruppentheorie		9		
07-M/BA-MathStat	Mathematische Statistik		9		
Informatik	07-I-AF-VSY	Verteilte Systeme		4	

Änderung der Speziellen Ordnung für den Bachelorstudiengang Physik	26.06.2025	7.35.07 Nr. 2
---	------------	---------------

		07-I-BA-WEB	Web-Programmierung	4
		07-I-AF-BSY	Betriebssysteme	4
		07-Inf-L3-P-03	Praktische Einführung in Betriebssysteme und Rechnernetze - Proseminar	6
		07-Inf-L3-P-01	Grundlagen der Informatik I	9
		07-Inf-L3-P-02	Grundlagen der Informatik II	9
		07-Inf-L3-P-03	Praktische Einführung in Betriebssysteme und Rechnernetze - Proseminar	6
		07-Inf-L3-P-04	Grundlagen der Informatik III	6
		07-Inf-L3-P-11	Automatentheorie und Formale Sprachen	8
		07-Inf-L3-P-15	Praktische Softwaretechnik – Aspekte der Informatik	8
		07-I-MA-MDI	Methoden der Informatik	8
		07-Inf-L3-WP-13	Methodik des Softwareentwurfs	6
		07-Inf-L3-WP-14	Semantik von Programmiersprachen	6
07/08	Advanced Materials	AdvMat-BM-11	Strukturdesign von Materialien – Advanced Materials I	9
		AdvMat-BM-16	Angewandte Materialwissenschaft – Advanced Materials II	9
		AdvMat-BM-21	Analytische Methoden zur Materialcharakterisierung – Advanced Materials III	9
		AdvMat-BM-23	Kreislaufwirtschaft	6
08	Nach Nebenfachordnung FB 08			
	Chemie	NC 1	Allgemeine Chemie	6
		NC 3	Chemisches Praktikum	6

Anlage 3: Studienverlaufsplan Teilzeitstudium

<u>Modulbezeichnung / Modulcode</u>	<u>CP</u>	<u>Semester</u>															
		<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>				
<u>1. Experimentalphysik I – Mechanik, Wärmelehre und Transportprozesse</u> <u>07-BP-01</u>	<u>9</u>	<u>VL</u>															
		<u>Ü</u>															
		<u>S</u>															
<u>2. Mathematische Methoden der Physik I</u> <u>07-BP-02</u>	<u>6</u>	<u>VL</u>															
		<u>Ü</u>															
<u>Summe CP 1. Semester</u>	<u>15</u>																
<u>3. Experimentalphysik II – Elektrodynamik, Optik und Relativität</u> <u>07-BP-04</u>	<u>9</u>		<u>VL</u>														
			<u>Ü</u>														
			<u>S</u>														
<u>4. Mathematische Methoden der Physik II</u> <u>07-BP-05</u>	<u>6</u>		<u>VL</u>														
			<u>Ü</u>														
<u>Summe CP 2. Semester</u>	<u>15</u>																
<u>5. Experimentalphysik III – Atom- und Molekülphysik, Quantenphänomene</u> <u>07-BP-08</u>	<u>9</u>			<u>VL</u>													
				<u>Ü</u>													
<u>6. Grundlagen der Statistik</u> <u>07-BP-03</u>	<u>6</u>			<u>VL</u>													
				<u>Ü</u>													
<u>Summe CP 3. Semester</u>	<u>15</u>																
<u>7. Grundpraktikum Physik I</u> <u>07-BP-06</u>	<u>3</u>				<u>P</u>												
<u>8. Numerische Verfahren der Physik</u> <u>07-BP-07</u>	<u>6</u>				<u>VL</u>												
					<u>Ü</u>												
<u>9. Wahlpflichtfachbereich</u> <u>07-BP-WPF</u>	<u>6</u>				<u>Var.</u>												
<u>Summe CP 4. Semester</u>	<u>15</u>																
<u>10. Grundpraktikum Physik II</u> <u>07-BP-10</u>	<u>3</u>					<u>P</u>											
<u>11. Analysis I</u> <u>07-BP-11</u>	<u>9</u>					<u>VL</u>											
						<u>Ü</u>											
<u>12. Wahlpflichtfachbereich</u> <u>07-BP-WPF</u>	<u>6</u>					<u>Var.</u>											
<u>Summe CP 5. Semester</u>	<u>18</u>																
<u>13. Experimentalphysik IV – Festkörperphysik</u> <u>07-BP-12</u>	<u>9</u>						<u>VL</u>										
							<u>Ü</u>										
<u>14. Analysis II für Physikstudierende</u> <u>07-BP-14</u>	<u>6</u>						<u>VL</u>										
							<u>Ü</u>										
<u>Summe CP 6. Semester</u>	<u>15</u>																

