



LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN



Modulhandbuch
Masterstudiengang: Pharmaceutical Sciences (Master of Science,
M.Sc.)

(120 ECTS-Punkte)

Auf Basis der Prüfungs- und Studienordnung vom 23. Juli 2012

88/426/---/M0/H/2011

Stand: 29.01.2025

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und Erklärungen.....	3
Modul: P 1 Pharmakologie und Toxikologie.....	4
Modul: P 2 Pharmazeutische Biologie und Biotechnologie	6
Modul: P 3 Pharmazeutische Technologie und Biopharmazie.....	8
Modul: P 4 Medizinische Chemie und Pharmazeutische Analytik	11
Modul: P 5 Fortschritte in den Pharmazeutischen Wissenschaften	14
Modul: WP 1 Molekulare Pharmakologie, Vertiefung - Bereich A.....	16
Modul: WP 2 Pharmazeutische Biologie und Biotechnologie, Vertiefung - Bereich A.....	18
Modul: WP 3 Pharmazeutische Technologie und Biopharmazie, Vertiefung - Bereich A.....	21
Modul: WP 4 Medizinische Chemie und Pharmazeutische Analytik, Vertiefung - Bereich A.....	24
Modul: P 6 Abschlussmodul	27
Modul: WP 5 Molekulare Pharmakologie, Vertiefung - Bereich B	29
Modul: WP 6 Pharmazeutische Biologie und Biotechnologie, Vertiefung - Bereich B.....	32
Modul: WP 7 Pharmazeutische Technologie und Biopharmazie, Vertiefung - Bereich B	35
Modul: WP 8 Medizinische Chemie und Pharmazeutische Analytik, Vertiefung - Bereich B.....	38

Abkürzungen und Erklärungen

CP	Credit Points, ECTS-Punkte
ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
h	Stunden
SoSe	Sommersemester
SWS	Semesterwochenstunden
WiSe	Wintersemester

1. Die Beschreibung der zugeordneten Modulteile erfolgt hinsichtlich der jeweiligen Angaben zu ECTS-Punkten folgendem Schema: Nicht eingeklammerte ECTS-Punkte werden mit Bestehen der zugehörigen Modulprüfung oder Modulteilprüfung vergeben. Eingeklammerte ECTS-Punkte dienen lediglich der rechnerischen Zuordnung.
2. Bei den Angaben zum Zeitpunkt im Studienverlauf kann es sich in Abhängigkeit von den Angaben der Anlage 2 der Prüfungs- und Studienordnung um feststehende Regelungen oder um bloße Empfehlungen handeln. Im Modulhandbuch wird dies durch die Begriffe "Regelsemester" und "Empfohlenes Semester" kenntlich gemacht.
3. Bitte beachten Sie: Das Modulhandbuch dient einer Orientierung für Ihren Studienverlauf. Für verbindliche Regelungen konsultieren Sie bitte ausschließlich die Prüfungs- und Studienordnung in ihrer jeweils geltenden Fassung. Diese finden Sie auf www.lmu.de/studienangebot unter Ihrem jeweiligen Studiengang.

Modul: P 1 Pharmakologie und Toxikologie

Zuordnung zum Studiengang

Masterstudiengang: Pharmaceutical Sciences (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Vorlesung	P 1.1 Integrierte Pharmakologie, Vertiefung, Bereich A	WiSe	45 h (3 SWS)	45 h	(3)
Praktikum	P 1.2 Molekulare und klinische Aspekte der Pharmakologie	WiSe	90 h (6 SWS)	90 h	(6)
Vorlesung	P 1.3 Integrierte Pharmakologie, Vertiefung, Bereich B	SoSe	45 h (3 SWS)	45 h	(3)

Im Modul müssen insgesamt 12 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 12 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 360 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls

Pflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

Wahlpflichtregelungen

Keine

Teilnahmevoraussetzungen

Keine

Zeitpunkt im Studienverlauf

Regelsemester: 1

Dauer

Das Modul erstreckt sich über 2 Semester.

Inhalte

Im **Modul** werden die pathophysiologischen Grundlagen von Krankheitsprozessen, die molekularen und zellulären Grundlagen der Arzneistoffwirkung und die Grundlagen der Toxikologie vermittelt. Darauf aufbauend werden die Mechanismen der Arzneistoffwirkung sowie die Pharmako-therapie wichtiger Erkrankungen gelehrt. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Vermittlung moderner Strategien zur Aufklärung von Krankheitsmechanismen und zur Findung von Arzneistofftargets.

In einem **Vorlesungszyklus**, der sich über vier Semester des Bachelor- und Masterstudiums Pharmaceutical Sciences erstreckt, werden u.a. folgende Themenfelder behandelt:

Autonomes Nervensystem, Endokrines System, Herz, Kreislauf, Lunge, Blut, Niere, Gastrointestinaltrakt, ZNS, Auge, Schmerz, Immunsystem, Entzündung, Infektionskrankheiten und Tumor-erkrankungen.

Im **Praktikum** werden die in den Vorlesungen vermittelten Kenntnisse zu Krankheitsmechanismen und zur Arzneimittel-therapie durch Anwendungsbeispiele

einschließlich klinischer Fallstudien in Kleingruppen vertieft. Hierbei werden methodische Ansätze zur Lösung komplexer pharmakologischer Problemstellungen vermittelt sowie die Präsentations-, Diskussions- und Teamfähigkeit gefördert.

Themen sind u.a.:

- Behandlungsregime wichtiger Erkrankungen
- fallbezogenes Therapiemanagement
- Wirkstoffspezifische Nutzen-Risiko-Abwägungen
- Einschätzung von Wechselwirkungen

Qualifikationsziele	Die Studierenden sollen in der Lage sein, <ul style="list-style-type: none"> • die pathophysiologischen Hintergründe von Krankheitsprozessen und die molekularen und zellulären Mechanismen der Arzneistoffwirkung zu erklären. • die grundlegenden Strategien zur Aufklärung von Krankheitsmechanismen und zur Findung von Wirkstoff-Targets aufzuzeigen und differenziert einzuschätzen. • Wissen im Bereich der Pharmakologie und Toxikologie zu integrieren und auf die Lösung komplexer Fragestellungen anzuwenden. • grundlegende experimentelle Methoden und Arbeitstechniken der Pharmakologie sicher anzuwenden. • unter Anleitung pharmakologische Experimente, zu planen, durchzuführen, auszuwerten und zu dokumentieren sowie die erhaltenen Ergebnisse zu interpretieren. • zu klinischen Fragestellungen wissenschaftlich fundierte Lösungsansätze vorzuschlagen und dabei soziale und ethische Erkenntnisse zu berücksichtigen.
Form der Modulprüfung	Klausur oder mündliche Prüfung
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. M. Biel
Unterrichtssprache(n)	Deutsch
Sonstige Informationen	k.A.

Modul: P 2 Pharmazeutische Biologie und Biotechnologie

Zuordnung zum Studiengang

Masterstudiengang: Pharmaceutical Sciences (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Praktikum	P 2.1 Entwicklung biogener Arzneistoffe	WiSe	135 h (9 SWS)	135 h	9
Seminar	P 2.2 Molecular Pharmaceutics	WiSe	45 h (3 SWS)	45 h	3

Im Modul müssen insgesamt 12 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 12 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 360 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls

Pflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

Wahlpflichtregelungen

Keine

Teilnahmevoraussetzungen

Keine

Zeitpunkt im Studienverlauf

Regelsemester: 1

Dauer

Das Modul erstreckt sich über 1 Semester.

Inhalte

Im **Modul** werden aufbauend auf den biologischen und biochemischen Inhalten des Bachelorstudienganges die Grundlagen der Entwicklung biogener und biotechnologisch-hergestellter Arzneistoffe vermittelt. Zentrale Aspekte sind hierbei Genomics und Proteomics sowie eine Einführung in die zelluläre Wirkstofftestung (High-Content-Screening).

Im Rahmen des **Praktikums** lernen die Studierenden grundlegende Techniken der Zellkultur kennen, wie z.B. steriles Arbeiten, Passagieren von Zellen oder Zellzählung, und üben Methoden der zellulären Wirkstofftestung, wie z.B. Zytotoxizitätstests oder Reportergergen-Assays. Ein Schwerpunkt liegt hierbei auf der Testung von Naturstoffen. Die Studierenden lernen die grundlegenden Klassen von Naturstoffen kennen und erarbeiten beispielhaft deren Isolierung und Analytik.

Im Rahmen des **Seminars** erarbeiten die Studierenden anhand von aktuell publizierten bzw. vorgetragenen molekularen Ansätzen der Biotechnologie, Nanotechnologie sowie Ansätzen aus den Bereichen Genomics und Proteomics wie innovative Arzneimittel (Molecular Pharmaceutics, z.B. RNA-basierte Therapeutika) entwickelt und charakterisiert werden.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen in der Lage sein,

- Wissen im Bereich der Pharmazeutischen Biologie und Biotechnologie zu integrieren und auf die Lösung komplexer Problemstellungen auch in neuen und unvertrauten Zusammenhängen anzuwenden,
- die theoretischen, methodischen und apparativen Hintergründe biologischer Assays zu erklären,
- grundlegende Arbeitstechniken der Molekularbiologie, wie z.B. das sichere Arbeiten mit Zellkulturen, Western Blot oder die Amplifikation von Plasmiden, zu beherrschen,
- funktionelle Wirkstofftestungen zu planen, unter Anleitung durchzuführen, auszuwerten und zu dokumentieren sowie die erhaltenen Ergebnisse kritisch zu interpretieren,
- über aktuelle internationale Publikationen im Bereich Molecular Pharmaceutics kompetent zu referieren und deren Stärken und Schwächen differenziert einzuschätzen und zu diskutieren,
- in forschenden Kontexten eigene Ideen zu entwickeln.

Form der Modulprüfung	P 2.1 Klausur oder mündliche Prüfung, P 2.2 Referat
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. R. Fürst, Prof. Dr. E. Wagner, Prof. Dr. S. Zahler
Unterrichtssprache(n)	P 2.1 Deutsch, P 2.2 Englisch
Sonstige Informationen	k.A.

Modul: P 3 Pharmazeutische Technologie und Biopharmazie

Zuordnung zum Studiengang

Masterstudiengang: Pharmaceutical Sciences (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Praktikum	P 3.1 Sterile Arzneiformen, Proteinformulierung, Biomaterialien	WiSe	30 h (2 SWS)	30 h	(2)
Seminar	P 3.2 Sterile Arzneiformen, Proteinformulierung, Biomaterialien	WiSe	15 h (1 SWS)	15 h	(1)
Vorlesung	P 3.3 Biopharmazie, Bereich A	WiSe	15 h (1 SWS)	15 h	(1)
Seminar	P 3.4 Qualitätssicherung	WiSe	15 h (1 SWS)	15 h	(1)
Seminar	P 3.5 Biopharmazie	SoSe	30 h (2 SWS)	30 h	(2)
Vorlesung	P 3.6 Biopharmazie, Bereich B	SoSe	30 h (2 SWS)	30 h	(2)

Im Modul müssen insgesamt 9 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 9 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 270 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls

Pflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

Wahlpflichtregelungen

Keine

Teilnahmevoraussetzungen

Keine

Zeitpunkt im Studienverlauf

Empfohlenes Semester: 2

Dauer

Das Modul erstreckt sich über 2 Semester.

Inhalte

Das **Modul** umfasst die über die Basisvorlesungen und Praktika der Pharmazeutischen Technologie im Bachelorstudium Pharmaceutical Sciences hinausgehenden Themenbereiche:

- Biopharmazie inklusive Grundlagen der Pharmakokinetik, arzneiformenbezogene Anwendungsfälle der Biopharmazie und Drug Delivery
- Grundlagen der Qualitätssicherung bei der industriellen Herstellung von Arzneimitteln
- Steriltechnik, Proteingalenik und -analytik sowie Biomaterialien mit Fokus auf Drug Delivery von Nukleinsäure-basierten Wirkstoffen

In den **Vorlesungen** werden Grundlagen der Biopharmazie u.a. zu folgenden Themenbereichen vermittelt:

- pharmakokinetische Modelle

- biopharmazeutische Bedeutung von Freisetzung, Resorption, Distribution und Metabolismus
- Bioäquivalenz
- arzneiformenbezogene biopharmazeutische Aspekte

Im **Seminar Biopharmazie** werden die Grundlagen vertieft und u.a. durch Rechenübungen die wichtigsten pharmakokinetischen Fragestellungen, wie z.B. Blutspiegelverläufe, Erhaltungsdosen, Resorptionsmechanismen oder die Bewertung der Bioverfügbarkeit, an praxisrelevanten Beispielen eingeübt.

Im **Praktikum** werden aktuelle wissenschaftliche Fragestellungen zur Proteingalenik, zu Biomaterialien für Nukleinsäure-Delivery und zur Steriltechnik mit Hilfe moderner Methoden, wie z.B. Aggregatanalytik, Design of Experiment (DoE), Machine Learning oder Implantatherstellung, bzw. in einem GMP-nahen Sterillabor in Kleingruppen bearbeitet. In dem praktikumsbegleitenden **Seminar** werden die Themen vertieft sowie um praxisrelevante Beispiele aus der Industrie erweitert.

Im **Seminar Qualitätssicherung** werden die aktuellen Qualitätsanforderungen in der Arzneimittelherstellung vorgestellt und an Beispielen erläutert.

Gastdozentinnen und -dozenten aus der Industrie stellen in den o.g. Seminarveranstaltungen einen engen Bezug zur Praxis her.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen in der Lage sein,

- wissenschaftliche Fragestellungen und Lösungsansätze in den Bereichen
 - Pharmakokinetik, Bioverfügbarkeit, Resorptionsmechanismen, Metabolismus, Einflussfaktoren der Arzneiform auf Bioverfügbarkeit und Pharmakokinetik, In vitro-Prüfsysteme für biopharmazeutische Parameter
 - Qualitätssicherungssysteme, EU-GMP Leitfaden, Grundlagen der Validierung, Inspektionswesen, Haltbarkeitsprüfung
 - polymerbasierte Drug Delivery-Systeme, pulmonale, nasale und bukkale Arzneistoffapplikation, Grundlagen der Steriltechnik, wichtige Werkstoffe und Einsatzgebiete für Biomaterialien
 - Design of Experiment (DoE), Machine Learning
- präzise wiederzugeben, zu beurteilen und auf neue und unvertraute Fragestellungen zu übertragen.
- die grundlegenden analytischen Methoden und Herstellungsverfahren der pharmazeutischen Technologie und Biopharmazie in den Bereichen

Steriltechnik, Biologikaformulierungen und Biomaterialien zu kennen und sicher anzuwenden.

- pharmazeutisch-technologische Untersuchungen zu planen, durchzuführen, auszuwerten und durch das Anfertigen wissenschaftlicher Protokolle zu dokumentieren sowie die erhaltenen Ergebnisse zu interpretieren und kritisch zu bewerten.
- Reinraumarbeitstechniken GMP-konform anzuwenden.
- die typischen Herausforderungen in den Arbeitsfeldern Steriltechnik, Biologikaformulierungen und Biomaterialien einzuschätzen.
- auf der Basis des erarbeiteten Wissens und ergänzt durch selbständiges Literaturstudium, weiterführende komplexe Forschungs- oder Entwicklungsaufgaben in den o.g. Themenbereichen unter Anleitung zu bearbeiten.

Form der Modulprüfung	Klausur oder mündliche Prüfung
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. W. Frieß, Prof. Dr. O. Merkel
Unterrichtssprache(n)	Deutsch
Sonstige Informationen	k.A.

Modul: P 4 Medizinische Chemie und Pharmazeutische Analytik

Zuordnung zum Studiengang

Masterstudiengang: Pharmaceutical Sciences (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Vorlesung	P 4.1 Drug Design	WiSe	45 h (3 SWS)	45 h	(3)
Seminar	P 4.2 Molecular Modeling	WiSe	15 h (1 SWS)	15 h	(1)
Praktikum	P 4.3 Drug Monitoring und Wirkstoffanalytik	SoSe	120 h (8 SWS)	120 h	(8)

Im Modul müssen insgesamt 12 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 12 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 360 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls

Pflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

Wahlpflichtregelungen

Keine

Teilnahmevoraussetzungen

Keine

Zeitpunkt im Studienverlauf

Empfohlenes Semester: 2

Dauer

Das Modul erstreckt sich über 2 Semester.

Inhalte

Im **Modul** werden die Grundlagen des Drug Designs einschließlich Computer-basierter Verfahren, der Wirkstoff-testung und der Analytik von Wirkstoffen in biologischen Matrices vermittelt.

In der **Vorlesung** werden die grundlegenden Konzepte der medizinisch-chemischen Wirkstoffentwicklung gelehrt. Eine repräsentative Auswahl der Methoden und Techniken wird vorgestellt, die in der Drug Discovery Phase von der Hit-Identifizierung bis hin zur Lead-Optimierung zum Einsatz kommen.

Themenfelder sind u.a.:

- Grundlagen der molekularen Erkennung
- kinetische und thermodynamische Aspekte von Target-Ligand-Interaktionen
- Grundlagen und Methoden des Wirkstoff-Screenings
- Analyse von Struktur-Aktivitäts-Beziehungen und theoretische Konzepte der Wirkstoffoptimierung
- Display-Auswahl-Methoden

- Grundlagen moderner Struktur- und Ligand-basierter Methoden des Computer-gestützten Wirkstoffdesigns

Im **Seminar** werden computergestützte Methoden der Wirkstoffentwicklung erarbeitet und mit Übungen vertieft. Das Seminar ist in zwei Abschnitte unterteilt, wobei der erste Teil die Modellierung und den Vergleich kleiner Moleküle behandelt sowie ligand-basierte Konzepte, wie z.B. Pharmakophor-Hypothesen und QSAR Analysen, umfasst. Der zweite Teil erweitert die erlernten Konzepte auf strukturbasierte Methoden, wie z.B. Homologie-Modeling und Docking.

Im **Praktikum** wird eine Auswahl wichtiger Methoden und Techniken zur Lösung relevanter medizinisch-chemischer Fragestellungen der pharmazeutischen Wirkstoffentwicklung vermittelt. Auf der Basis vorhandener chemisch-analytischer Kompetenzen werden physikalisch-chemische und pharmakokinetische Eigenschaften von Wirkstoffen mit den dafür typischen Detektionstechniken (z.B. UV, HPLC/UV, LC-MS) untersucht. Testsubstanzen mit bekannter biologischer Aktivität sowie auch solche, deren Aktivität zuvor mit Hilfe computergestützter Methoden postuliert wurde, werden in ihren Interaktionen mit Zielproteinen unter Nutzung moderner, vorwiegend Fluoreszenz- oder Lumineszenz-basierter, in-vitro-Assays charakterisiert. Schließlich werden Methoden zur LC-MS/MS-basierten Quantifizierung von Wirkstoffen in biologischen Matrices entwickelt und für Fragestellungen der Wirkstoffentwicklung eingesetzt.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen in der Lage sein,

- die wesentlichen Konzepte der pharmazeutischen Wirkstoffentwicklung aufzuzeigen, diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten und Grenzen einzuschätzen und auf neue und unvertraute Fragestellungen zu übertragen.
- die grundlegenden Methoden des Molecular Modelings zu überblicken und anzuwenden.
- medizinisch-chemische Untersuchungen, auf der Grundlage vorgegebener Literaturmethoden zu planen, durchzuführen, auszuwerten, und durch das Anfertigen wissenschaftlicher Protokolle zu dokumentieren sowie die Ergebnisse zu interpretieren und zu bewerten.
- Wirkstoffe unter Auswahl geeigneter Methoden physikalisch-chemisch, pharmakokinetisch zu charakterisieren und zu beurteilen.
- die biologische Aktivität von Wirkstoffen mit Hilfe etablierter in-vitro-Assays zu ermitteln und zu bewerten.

- Methoden zur Quantifizierung von Wirkstoffen in biologischen Matrices zu entwickeln und anzuwenden.

Form der Modulprüfung	Klausur oder mündliche Prüfung
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Prof. D. Merk, Prof. I. Huc, Dr. J. Marschner
Unterrichtssprache(n)	Deutsch oder Englisch
Sonstige Informationen	k.A.

Modul: P 5 Fortschritte in den Pharmazeutischen Wissenschaften

Zuordnung zum Studiengang

Masterstudiengang: Pharmaceutical Sciences (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Seminar	P 5.1 Aktuelle Forschungsergebnisse in den Pharmazeutischen Wissenschaften, Vertiefungsseminar I	WiSe und SoSe	30 h (2 SWS)	60 h	(3)
Seminar	P 5.2 Aktuelle Forschungsergebnisse in den Pharmazeutischen Wissenschaften, Vertiefungsseminar II	WiSe und SoSe	30 h (2 SWS)	60 h	(3)
Seminar	P 5.3 Aktuelle Forschungsergebnisse in den Pharmazeutischen Wissenschaften, Vertiefungsseminar III	WiSe und SoSe	30 h (2 SWS)	60 h	(3)

Im Modul müssen insgesamt 9 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 6 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 270 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls	Pflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen	
Wahlpflichtregelungen	Keine
Teilnahmevoraussetzungen	Keine
Zeitpunkt im Studienverlauf	Empfohlenes Semester: 2
Dauer	Das Modul erstreckt sich über 3 Semester.
Inhalte	<p>Im Modul werden aktuelle interdisziplinäre wissenschaftliche Fragestellungen rund um das Arzneimittel sowie aktuelle Forschungsarbeiten aus dem Department und dem wissenschaftlichen Umfeld vorgestellt und diskutiert.</p> <p>Im Vertiefungsseminar I besuchen die Studierenden frei wählbare wissenschaftliche Vorträge im Rahmen des Seminars <i>Pharmaceutical Sciences aktuell – Master-studierende und Doktoranden/Innen im Dialog</i>, des <i>Pharmazeutischen Kolloquiums</i> oder anderer Veranstaltungsreihen, wie z.B. der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft, der Münchener</p>

Chemischen Gesellschaft, des Departments Chemie, des Genzentrums, der Fakultät für Biologie oder der Max-Planck-Gesellschaft.

In den **Vertiefungsseminaren II und III** nehmen die Studierenden an zwei frei wählbaren Arbeitsgruppen-seminaren des Departments teil.

Es wird empfohlen, die Vertiefungsseminare II und III begleitend zu einem der Fortgeschrittenenpraktika und begleitend zur Masterarbeit zu belegen.

Qualifikationsziele	Die Studierenden sollen in der Lage sein, <ul style="list-style-type: none"> • aktuelle Fragestellungen und wissenschaftliche Lösungsansätze aus dem Bereich der Pharmaforschung aufzuzeigen, in einen größeren interdisziplinären Kontext einzuordnen und zu bewerten. • eigene Forschungsideen zu entwickeln. • anhand von wissenschaftlichen Publikationen ein Thema selbstständig zu erarbeiten und in einem Vortrag zu präsentieren oder in schriftlicher Form (Review) zusammenzufassen. • wissenschaftliche Diskussionen zu führen und wissenschaftliche Erkenntnisse, Prinzipien und Schlussfolgerungen sowohl an Expertinnen und Experten als auch an Laiinnen und Laien zu vermitteln.
Form der Modulprüfung	Hausarbeit oder Referat
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Die Studiendekanin bzw. der Studiendekan
Unterrichtssprache(n)	Deutsch oder Englisch
Sonstige Informationen	k. A.

Modul: WP 1 Molekulare Pharmakologie, Vertiefung - Bereich A

Zuordnung zum Studiengang Masterstudiengang: Pharmaceutical Sciences (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Praktikum	WP 1.1 Fortgeschrittenenpraktikum Molekulare Pharmakologie, Bereich A	WiSe und SoSe	165 h (11 SWS)	165 h	(11)
Praktikum	WP 1.2 Molekulare Pharmakologie, Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten, Bereich A	WiSe und SoSe	15 h (1 SWS)	15 h	(1)

Im Modul müssen insgesamt 12 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 12 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 360 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls Wahlpflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

Wahlpflichtregelungen Das Modul kann unter Beachtung folgender Regeln gewählt werden: Aus den Wahlpflichtmodulen WP 1 bis WP 4 ist ein Wahlpflichtmodul zu wählen.

Teilnahmevoraussetzungen Keine

Zeitpunkt im Studienverlauf Empfohlenes Semester: 2

Dauer Das Modul erstreckt sich über 1 Semester.

Inhalte Inhalt des **Wahlpflichtmoduls** ist die Mitarbeit an einem Forschungsprojekt auf dem Gebiet der molekularen und systemischen Pharmakologie. Dabei wird von den Studierenden gefordert, bestehendes Fachwissen und zuvor erworbene Methodenkompetenz auf neue oder noch nicht vertraute Zusammenhänge bzw. Fragestellungen anzuwenden, zu vertiefen und zu erweitern. Das Arbeiten in einem realen, konkreten Forschungs-umfeld wird geübt.

Im Rahmen des **Fortgeschrittenenpraktikums** können wahlweise Projekte u.a. zu folgenden Schwerpunktthemen bearbeitet werden:

Untersuchungen zur Funktion und Pathophysiologie folgender Bereiche:

- ZNS
- Auge
- kardiovaskuläres System

Es wird ein vertiefter Einblick in eine breit gefächerte Auswahl aktueller experimenteller Methoden der molekularen Pharmakologie vermittelt:

- molekular-therapeutische Methoden, wie z.B. therapeutisch nutzbare virale Vektoren
- bioinformatische Methoden (u.a. Genomanalyse)
- biophysikalische Methoden (u.a. Patch-Clamp)
- Imaging (u.a. FRET, Ca-Imaging)
- Methoden zur Analyse neuronaler Schaltkreise

Im Rahmen der integrierten Lehrveranstaltung **Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten** werden die bereits vorhandenen Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich Labortechnik, Literaturrecherche sowie Konzeption, Durchführung, Auswertung, Dokumentation und Interpretation von wissenschaftlichen Experimenten vertieft.

Qualifikationsziele	Die Studierenden sollen in der Lage sein, <ul style="list-style-type: none"> • den aktuellen Stand der Forschung auf dem bearbeiteten Teilgebiet der molekularen Pharmakologie zu überblicken. • das Repertoire moderner methodischer Ansätze zur Aufklärung von Krankheitsprozessen und der Findung neuer Arzneimitteltargets zu kennen und für aktuelle Problemstellungen zielgerichtet auszuwählen. • die für eine wissenschaftliche Fragestellung relevante Literatur zu recherchieren. • wissenschaftliche Experimente weitgehend selbstständig zu konzipieren, durchzuführen, auszuwerten und nach den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren sowie die erhaltenen Ergebnisse zu interpretieren. • interdisziplinär und teamorientiert zu arbeiten. • ein Projekt zu strukturieren und zeitlich zu planen. • die im bearbeiteten Projekt gewählte Vorgehensweise und die erhaltenen Ergebnisse in einem Fachgespräch oder in Form eines Seminarvortrages zu präsentieren und in einer fachlichen Diskussion zu verteidigen.
Form der Modulprüfung	Projektbericht oder mündliche Prüfung oder Referat
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. M. Biel
Unterrichtssprache(n)	Deutsch oder Englisch
Sonstige Informationen	k.A.

Modul: WP 2 Pharmazeutische Biologie und Biotechnologie, Vertiefung - Bereich A

Zuordnung zum Studiengang Masterstudiengang: Pharmaceutical Sciences (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Praktikum	WP 2.1 Fortgeschrittenenpraktikum Pharmazeutische Biologie und Biotechnologie, Bereich A	WiSe und SoSe	165 h (11 SWS)	165 h	(11)
Praktikum	WP 2.2 Pharmazeutische Biologie und Biotechnologie, Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten, Bereich A	WiSe und SoSe	15 h (1 SWS)	15 h	(1)

Im Modul müssen insgesamt 12 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 12 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 360 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls Wahlpflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

Wahlpflichtregelungen Das Modul kann unter Beachtung folgender Regeln gewählt werden: Aus den Wahlpflichtmodulen WP 1 bis WP 4 ist ein Wahlpflichtmodul zu wählen.

Teilnahmevoraussetzungen Keine

Zeitpunkt im Studienverlauf Empfohlenes Semester: 2

Dauer Das Modul erstreckt sich über 1 Semester.

Inhalte Inhalt des **Wahlpflichtmoduls** ist die Mitarbeit an einem Forschungsprojekt auf dem Gebiet der Pharmazeutischen Biologie und Biotechnologie. Dabei wird von den Studierenden gefordert, bestehendes Fachwissen und zuvor erworbene Methodenkompetenz auf neue oder noch nicht vertraute Zusammenhänge bzw. Fragestellungen anzuwenden, zu vertiefen und zu erweitern. Das Arbeiten in einem realen, konkreten Forschungsumfeld wird geübt.

Im Rahmen des **Fortgeschrittenenpraktikums** können wahlweise Projekte u.a. zu folgenden Schwerpunktthemen bearbeitet werden:

- Angiogenese
- Inflammation
- Tumorbiologie
- Tumortargeting

- Nukleinsäuretherapeutika
- Chemoresistenz von Tumoren

Es wird ein vertiefter Einblick in eine breit gefächerte Auswahl aktueller experimenteller Methoden der Pharmazeutischen Biologie und Biotechnologie vermittelt:

- quantitative PCR
- Durchflusszytometrie
- fortgeschrittene mikroskopische Techniken
- Silencing-Strategien, wie z.B. RNA-Interferenz
- Gentransfer, Überexpression von Proteinen

Im Rahmen der integrierten Lehrveranstaltung **Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten** werden die bereits vorhandenen Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich Labor-technik, Literaturrecherche sowie Konzeption, Durchführung, Auswertung, Dokumentation und Interpretation von wissenschaftlichen Experimenten vertieft.

Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sollen in der Lage sein,</p> <ul style="list-style-type: none"> • den aktuellen Stand der Forschung auf dem bearbeiteten Teilgebiet der Pharmazeutischen Biologie und Biotechnologie zu überblicken, • das Repertoire moderner methodischer Ansätze zur Identifizierung und Charakterisierung von Arzneistoff-Targets sowie zur Wirkstofftestung zu kennen und für aktuelle Problemstellungen zielgerichtet auszuwählen, • die für eine wissenschaftliche Fragestellung relevante Literatur zu recherchieren und kritisch zu bewerten, • wissenschaftliche Experimente weitgehend selbstständig zu konzipieren, durchzuführen, auszuwerten und nach den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren sowie die erhaltenen Ergebnisse kritisch zu interpretieren, • interdisziplinär und teamorientiert zu arbeiten, • ein Projekt zu strukturieren und zeitlich zu planen, • ein wissenschaftliches Poster zu erstellen und zu präsentieren, • die im bearbeiteten Projekt gewählte Vorgehensweise und die erhaltenen Ergebnisse in einem Fachgespräch oder in Form eines Seminarvortrages zu präsentieren und in einer fachlichen Diskussion zu verteidigen.
Form der Modulprüfung	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. R. Fürst, Prof. Dr. E. Wagner
Unterrichtssprache(n)	WP 2.1 Deutsch oder Englisch, WP 2.2 Englisch
Sonstige Informationen	k.A.

Modul: WP 3 Pharmazeutische Technologie und Biopharmazie, Vertiefung - Bereich A

Zuordnung zum Studiengang: Masterstudiengang: Pharmaceutical Sciences (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Praktikum	WP 3.1 Fortgeschrittenenpraktikum Pharmazeutische Technologie und Biopharmazie, Bereich A	WiSe und SoSe	165 h (11 SWS)	165 h	(11)
Praktikum	WP 3.2 Pharmazeutische Technologie und Biopharmazie, Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten, Bereich A	WiSe und SoSe	15 h (1 SWS)	15 h	(1)

Im Modul müssen insgesamt 12 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 12 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 360 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls Wahlpflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

Wahlpflichtregelungen Das Modul kann unter Beachtung folgender Regeln gewählt werden: Aus den Wahlpflichtmodulen WP 1 bis WP 4 ist ein Wahlpflichtmodul zu wählen.

Teilnahmevoraussetzungen Keine

Zeitpunkt im Studienverlauf Empfohlenes Semester: 2

Dauer Das Modul erstreckt sich über 1 Semester.

Inhalte Inhalt des **Wahlpflichtmoduls** ist die Mitarbeit an einem Forschungsprojekt auf dem Gebiet der Pharmazeutischen Technologie und Biopharmazie. Dabei wird von den Studierenden gefordert, bestehendes Fachwissen und zuvor erworbene Methodenkompetenz auf neue oder noch nicht vertraute Zusammenhänge bzw. Fragestellungen anzuwenden, zu vertiefen und zu erweitern. Das Arbeiten in einem realen, konkreten Forschungsumfeld wird geübt.

Im Rahmen des **Fortgeschrittenenpraktikums** können wahlweise Projekte u.a. zu folgenden Schwerpunktthemen bearbeitet werden:

- Biologikaformulierung
- Drug Delivery Systeme

- Nanopartikuläre Systeme – Herstellung und Charakterisierung

Es wird ein vertiefter Einblick in eine breit gefächerte Auswahl aktueller experimenteller Methoden der Pharmazeutischen Technologie und Biopharmazie vermittelt:

- Proteinanalytik, wie z.B. chromatographische Methoden oder moderne Partikelanalytik
- Herstellungsverfahren, insbesondere Trocknungsverfahren (u.a. Gefrier- und Sprühtrocknung) und Mikro- und Nanopartikelherstellung
- physikalisch-chemische Charakterisierungsmethoden, wie z.B. Zetapotentialbestimmung, Teilchengrößenmessungen oder thermische Analyseverfahren
- Wirkstofffreisetzungsmodelle

Im Rahmen der integrierten Lehrveranstaltung **Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten** werden die bereits vorhandenen Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich Labor-technik, Literaturrecherche sowie Konzeption, Durchführung, Auswertung, Dokumentation und Interpretation von wissenschaftlichen Experimenten vertieft.

Qualifikationsziele	Die Studierenden sollen in der Lage sein, <ul style="list-style-type: none"> • den aktuellen Stand der Forschung auf dem bearbeiteten Teilgebiet der Pharmazeutischen Technologie und Biopharmazie zu überblicken. • das Repertoire moderner methodischer Ansätze zur Arzneimittelherstellung und -analytik zu kennen und für aktuelle Problemstellungen zielgerichtet auszuwählen. • die für eine wissenschaftliche Fragestellung relevante Literatur zu recherchieren. • wissenschaftliche Experimente weitgehend selbstständig zu konzipieren, durchzuführen, auszuwerten und nach den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren sowie die erhaltenen Ergebnisse zu interpretieren. • interdisziplinär und teamorientiert zu arbeiten. • ein Projekt zu strukturieren und zeitlich zu planen. • die im bearbeiteten Projekt gewählte Vorgehensweise und die erhaltenen Ergebnisse in einem Fachgespräch oder in Form eines Seminarvortrages zu präsentieren und in einer fachlichen Diskussion zu verteidigen.
Form der Modulprüfung	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. W. Frieß, Prof. Dr. O. Merkel

Unterrichtssprache(n) Deutsch oder Englisch

Sonstige Informationen k.A.

Modul: WP 4 Medizinische Chemie und Pharmazeutische Analytik, Vertiefung - Bereich A

Zuordnung zum Studiengang Masterstudiengang: Pharmaceutical Sciences (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Praktikum	WP 4.1 Fortgeschrittenenpraktikum Medizinische Chemie und Pharmazeutische Analytik, Bereich A	WiSe und SoSe	165 h (11 SWS)	165 h	(11)
Praktikum	WP 4.2 Medizinische Chemie und Pharmazeutische Analytik, Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten, Bereich A	WiSe und SoSe	15 h (1 SWS)	15 h	(1)

Im Modul müssen insgesamt 12 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 12 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 360 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls Wahlpflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

Wahlpflichtregelungen Das Modul kann unter Beachtung folgender Regeln gewählt werden: Aus den Wahlpflichtmodulen WP 1 bis WP 4 ist ein Wahlpflichtmodul zu wählen.

Teilnahmevoraussetzungen Keine

Zeitpunkt im Studienverlauf Empfohlenes Semester: 2

Dauer Das Modul erstreckt sich über 1 Semester.

Inhalte Inhalt des **Wahlpflichtmoduls** ist die Mitarbeit an einem Forschungsprojekt auf dem Gebiet der Medizinischen Chemie und Pharmazeutischen Analytik. Dabei wird von den Studierenden gefordert, bestehendes Fachwissen und zuvor erworbene Methodenkompetenz auf neue oder noch nicht vertraute Zusammenhänge bzw. Fragestellungen anzuwenden, zu vertiefen und zu erweitern. Das Arbeiten in einem realen, konkreten Forschungsumfeld wird geübt.

Im Rahmen des **Fortgeschrittenenpraktikums** können wahlweise Projekte u.a. zu folgenden Schwerpunktthemen bearbeitet werden:

- Entwicklung von Struktur-Aktivitäts-Beziehungen
- Aufbau von Substanzbibliotheken
- Bioassays und biophysikalische Assays

- Wirkstoffanalytik mit LC und GC-MS
- Synthese von Enzyminhibitoren
- Naturstoffchemie
- Computer-gestütztes Wirkstoffdesign

Es wird ein vertiefter Einblick in eine breit gefächerte Auswahl aktueller experimenteller Methoden der Medizinischen Chemie und Pharmazeutischen Analytik vermittelt:

- moderne Synthesemethoden, wie z.B. Synthese im Mikromaßstab, Arbeiten unter Inertgas (Schlenk-Technik), Übergangsmetall-katalysierte Kupplungsreaktionen oder metallorganische Techniken in der Heterocyclensynthese, Mikrowellen-basierte Synthese, Festphasensynthese
- Bindungs- und Aktivitäts-Assays
- LC-MS-Analytik
- pharmakokinetische Charakterisierung von Wirkstoffen
- GC-MS-Analytik inklusive moderner Probenvorbereitungstechniken
- zelluläre Assays zur Charakterisierung von Wirkstoffen
- virtuelles Screening & de novo Design

Im Rahmen der integrierten Lehrveranstaltung **Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten** werden die bereits vor-handenen Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich Labor-technik, Literaturrecherche sowie Konzeption, Durchführung, Auswertung, Dokumentation und Interpretation von wissenschaftlichen Experimenten vertieft.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen in der Lage sein,

- den aktuellen Stand der Forschung auf dem bear-beiteten Teilgebiet der Medizinischen Chemie und Pharmazeutischen Analytik zu überblicken.
- das Repertoire moderner methodischer Ansätze zur Entwicklung und Charakterisierung bioaktiver Verbindungen zu kennen und für aktuelle Problemstellungen zielgerichtet auszuwählen.
- die für eine wissenschaftliche Fragestellung relevante Literatur zu recherchieren.
- wissenschaftliche Experimente weitgehend selbstständig zu konzipieren, durchzuführen, auszuwerten und nach den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren sowie die erhaltenen Ergebnisse zu interpretieren.
- interdisziplinär und teamorientiert zu arbeiten.
- ein Projekt zu strukturieren und zeitlich zu planen.
- die im bearbeiteten Projekt gewählte Vorgehensweise und die erhaltenen Ergebnisse in einem Fachgespräch oder in Form eines Seminarvortrages zu präsentieren und in einer fachlichen Diskussion zu verteidigen.

Form der Modulprüfung

Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat

Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. I. Huc, Prof. Dr. D. Merk
Unterrichtssprache(n)	Deutsch oder Englisch
Sonstige Informationen	k.A.

Modul: P 6 Abschlussmodul

Zuordnung zum Studiengang Masterstudiengang: Pharmaceutical Sciences (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Masterarbeit	P 6.1 / I Masterarbeit	WiSe und SoSe	-	180 h	(6)
Masterarbeit	P 6.1 / II Masterarbeit	WiSe und SoSe	-	660 h	(22)
Abschluss- prüfung	P 6.2 Abschlussprüfung	WiSe und SoSe	-	150 h	5

Im Modul müssen insgesamt 33 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 0 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 990 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls Pflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

Wahlpflichtregelungen Keine

Teilnahmevoraussetzungen erfolgreiche Teilnahme an P 1 bis P 4 und (WP 1 oder WP 2 oder WP 3 oder WP 4) und (WP 5 oder WP 6 oder WP 7 oder WP 8)

Zeitpunkt im Studienverlauf Empfohlenes Semester: 3

Dauer Das Modul erstreckt sich über 2 Semester.

Inhalte Im Rahmen der **Masterarbeit** verfassen die Studierenden eine eigenständige wissenschaftliche Arbeit zu einer aktuellen Fragestellung aus dem Bereich der Pharmazeutischen Wissenschaften.

Inhalt der **Abschlussprüfung** sind die Masterarbeit und deren Ergebnisse. Die Studierenden präsentieren ihre Forschungsergebnisse vor Fachvertreterinnen und Fachvertretern, ordnen ihre Ergebnisse in den Gesamtkontext der pharmazeutischen Wissenschaften, insbesondere des Faches der Masterarbeit und eines weiteren Faches des Masterstudiums, ein und diskutieren hierüber.

Qualifikationsziele Die Studierenden sollen in der Lage sein,

- auf der Basis des bestehenden Wissens und der erworbenen Kompetenzen eine wissenschaftliche Arbeit zu einer aktuellen Fragestellung aus dem Gebiet der Pharmazeutischen Wissenschaften innerhalb einer vorgegebenen Frist selbstständig zu konzipieren, durchzuführen, nach den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren und gemäß der in den naturwissenschaftlichen Fächern üblichen Weise schriftlich niederzulegen,
- die für das gestellte Thema relevante Literatur zu recherchieren, auszuwerten und kritisch-differenziert einzuschätzen,
- zur Lösung einer wissenschaftlichen Fragestellung Hypothesen aufzustellen und diese experimentell zu überprüfen,
- wissenschaftliche Experimente zu konzipieren, durchzuführen, auszuwerten und nach den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren sowie die erhaltenen Ergebnisse zu interpretieren, kritisch zu hinterfragen und in den Kontext bereits publizierter Erkenntnisse differenziert einzuordnen,
- Fachvertreterinnen und Fachvertretern die Ergebnisse der Masterarbeit in einem Vortrag bzw. Gespräch zu präsentieren und in fachlicher Diskussion zu verteidigen.

Form der Modulprüfung	
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Der oder die Vorsitzende des Prüfungsausschusses
Unterrichtssprache(n)	Deutsch oder Englisch
Sonstige Informationen	k.A.

Modul: WP 5 Molekulare Pharmakologie, Vertiefung - Bereich B

Zuordnung zum Studiengang Masterstudiengang: Pharmaceutical Sciences (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Praktikum	WP 5.1 Fortgeschrittenenpraktikum Molekulare Pharmakologie, Bereich B	WiSe und SoSe	300 h (20 SWS)	300 h	(20)
Praktikum	WP 5.2 Molekulare Pharmakologie, Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten, Bereich B	WiSe und SoSe	15 h (1 SWS)	15 h	(1)

Im Modul müssen insgesamt 21 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 21 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 630 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls Wahlpflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

Wahlpflichtregelungen Das Modul kann unter Beachtung folgender Regeln gewählt werden: Aus den Wahlpflichtmodulen WP 5 bis WP 8 ist ein Wahlpflichtmodul zu wählen.

Teilnahmevoraussetzungen erfolgreiche Teilnahme an P 2.1

Zeitpunkt im Studienverlauf Empfohlenes Semester: 3

Dauer Das Modul erstreckt sich über 1 Semester.

Inhalte Inhalt des **Wahlpflichtmoduls** ist die – im vgl. zum Wahlpflichtmodul WP 1 (s.o.) noch umfangreichere – Mitarbeit an einem Forschungsprojekt auf dem Gebiet der molekularen und systemischen Pharmakologie. Dabei wird bestehendes Fachwissen und zuvor erworbene Methodenkompetenz auf neue oder den Studierenden noch nicht vertraute Zusammenhänge bzw. Fragestellungen angewendet, vertieft und erweitert. Das Arbeiten in einem realen, konkreten Forschungsumfeld wird weiter intensiviert.

Im Rahmen des **Fortgeschrittenenpraktikums** können wahlweise Projekte u.a. zu folgenden Schwerpunktthemen bearbeitet werden:

Untersuchungen zur Funktion und Pathophysiologie folgender Bereiche:

- ZNS
- Auge

- kardiovaskuläres System

Eine thematische Verknüpfung mit Projekten, die ggf. im Rahmen von WP 1 bearbeitet wurden, ist möglich.

Es wird ein vertiefter Einblick in eine breit gefächerte Auswahl aktueller experimenteller Methoden der molekularen Pharmakologie vermittelt:

- molekular-gentherapeutische Methoden, wie z.B. therapeutisch nutzbare virale Vektoren
- bioinformatische Methoden (u.a. Genomanalyse)
- biophysikalische Methoden (u.a. Patch-Clamp)
- Imaging (u.a. FRET, Ca-Imaging)
- Methoden zur Analyse neuronaler Schaltkreise

Im Rahmen der integrierten Lehrveranstaltung **Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten** werden die bereits vorhandenen Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich Labor-technik, Literaturrecherche sowie Konzeption, Durchführung, Auswertung, Dokumentation und Interpretation von wissenschaftlichen Experimenten weiter vertieft.

Qualifikationsziele	Die Studierenden sollen in der Lage sein, <ul style="list-style-type: none"> • den aktuellen Stand der Forschung auf dem bearbeiteten Teilgebiet der molekularen Pharmakologie zu überblicken. • das Repertoire moderner methodischer Ansätze zur Aufklärung von Krankheitsprozessen und der Findung neuer Arzneimitteltargets zu kennen und für aktuelle Problemstellungen zielgerichtet auszuwählen. • die für eine wissenschaftliche Fragestellung relevante Literatur zu recherchieren. • wissenschaftliche Experimente weitgehend selbständig zu konzipieren, durchzuführen, auszuwerten und nach den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren sowie die erhaltenen Ergebnisse zu interpretieren. • interdisziplinär und teamorientiert zu arbeiten. • ein Projekt zu strukturieren und zeitlich zu planen. • die im bearbeiteten Projekt gewählte Vorgehensweise und die erhaltenen Ergebnisse in einem Fachgespräch oder in Form eines Seminarvortrages zu präsentieren und in einer fachlichen Diskussion zu verteidigen.
Form der Modulprüfung	Projektbericht oder mündliche Prüfung oder Referat
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.

Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten

Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).

Modulverantwortliche/r

Prof. Dr. M. Biel

Unterrichtssprache(n)

Deutsch oder Englisch

Sonstige Informationen

k.A.

Modul: WP 6 Pharmazeutische Biologie und Biotechnologie, Vertiefung - Bereich B

Zuordnung zum Studiengang Masterstudiengang: Pharmaceutical Sciences (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Praktikum	WP 6.1 Fortgeschrittenenpraktikum Pharmazeutische Biologie und Biotechnologie, Bereich B	WiSe und SoSe	300 h (20 SWS)	300 h	(20)
Praktikum	WP 6.2 Pharmazeutische Biologie und Biotechnologie, Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten, Bereich B	WiSe und SoSe	15 h (1 SWS)	15 h	(1)

Im Modul müssen insgesamt 21 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 21 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 630 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls Wahlpflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

Wahlpflichtregelungen Das Modul kann unter Beachtung folgender Regeln gewählt werden: Aus den Wahlpflichtmodulen WP 5 bis WP 8 ist ein Wahlpflichtmodul zu wählen.

Teilnahmevoraussetzungen erfolgreiche Teilnahme an P 2.1

Zeitpunkt im Studienverlauf Empfohlenes Semester: 3

Dauer Das Modul erstreckt sich über 1 Semester.

Inhalte Inhalt des **Wahlpflichtmoduls** ist die – im vgl. zum Wahlpflichtmodul WP 2 (s.o.) noch umfangreichere – Mitarbeit an einem Forschungsprojekt auf dem Gebiet der Pharmazeutischen Biologie und Biotechnologie. Dabei wird bestehendes Fachwissen und zuvor erworbene Methodenkompetenz auf neue oder den Studierenden noch nicht vertraute Zusammenhänge bzw. Fragestellungen angewendet, vertieft und erweitert. Das Arbeiten in einem realen, konkreten Forschungsumfeld wird weiter intensiviert.

Im Rahmen des **Fortgeschrittenenpraktikums** können wahlweise Projekte u.a. zu folgenden Schwerpunktthemen bearbeitet werden:

- Angiogenese
- Inflammation
- Tumorbilogie

- Tumortargeting
- Nukleinsäuretherapeutika
- Chemoresistenz von Tumoren

Eine thematische Verknüpfung mit Projekten, die ggf. im Rahmen von WP 2 bearbeitet wurden, ist möglich.

Es wird ein vertiefter Einblick in eine breit gefächerte Auswahl aktueller experimenteller Methoden der Pharmazeutischen Biologie und Biotechnologie vermittelt:

- quantitative PCR
- Durchflusszytometrie
- fortgeschrittene mikroskopische Techniken
- Silencing-Strategien, wie z.B. RNA-Interferenz
- Gentransfer, Überexpression von Proteinen

Im Rahmen der integrierten Lehrveranstaltung **Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten** werden die bereits vorhandenen Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich Labortechnik, Literaturrecherche sowie Konzeption, Durchführung, Auswertung, Dokumentation und Interpretation von wissenschaftlichen Experimenten weiter vertieft.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen in der Lage sein,

- den aktuellen Stand der Forschung auf dem bearbeiteten Teilgebiet der Pharmazeutischen Biologie und Biotechnologie zu überblicken,
- das Repertoire moderner methodischer Ansätze zur Identifizierung und Charakterisierung von Arzneistoff-Targets sowie zur Wirkstofftestung zu kennen und für aktuelle Problemstellungen zielgerichtet auszuwählen,
- die für eine wissenschaftliche Fragestellung relevante Literatur zu recherchieren und kritisch zu bewerten,
- wissenschaftliche Experimente weitgehend selbstständig zu konzipieren, durchzuführen, auszuwerten und nach den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren sowie die erhaltenen Ergebnisse zu interpretieren,
- interdisziplinär und teamorientiert zu arbeiten,
- ein Projekt zu strukturieren und zeitlich zu planen,
- ein wissenschaftliches Poster zu erstellen und zu präsentieren,
- die im bearbeiteten Projekt gewählte Vorgehensweise und die erhaltenen Ergebnisse in einem Fachgespräch oder in Form eines Seminarvortrages zu präsentieren und in einer fachlichen Diskussion zu verteidigen.

Form der Modulprüfung

Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat

Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. R. Fürst, Prof. Dr. E. Wagner
Unterrichtssprache(n)	Deutsch oder Englisch
Sonstige Informationen	k.A.

Modul: WP 7 Pharmazeutische Technologie und Biopharmazie, Vertiefung - Bereich B

Zuordnung zum Studiengang Masterstudiengang: Pharmaceutical Sciences (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Praktikum	WP 7.1 Fortgeschrittenenpraktikum Pharmazeutische Technologie und Biopharmazie, Bereich B	WiSe und SoSe	300 h (20 SWS)	300 h	(20)
Praktikum	WP 7.2 Pharmazeutische Technologie und Biopharmazie, Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten, Bereich B	WiSe und SoSe	15 h (1 SWS)	15 h	(1)

Im Modul müssen insgesamt 21 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 21 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 630 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls Wahlpflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

Wahlpflichtregelungen Das Modul kann unter Beachtung folgender Regeln gewählt werden: Aus den Wahlpflichtmodulen WP 5 bis WP 8 ist ein Wahlpflichtmodul zu wählen.

Teilnahmevoraussetzungen erfolgreiche Teilnahme an P 2.1

Zeitpunkt im Studienverlauf Empfohlenes Semester: 3

Dauer Das Modul erstreckt sich über 1 Semester.

Inhalte Inhalt des **Wahlpflichtmoduls** ist die – im vgl. zum Wahlpflichtmodul WP 3 (s.o.) noch umfangreichere – Mitarbeit an einem Forschungsprojekt auf dem Gebiet der Pharmazeutischen Technologie und Biopharmazie. Dabei wird bestehendes Fachwissen und zuvor erworbene Methodenkompetenz auf neue oder den Studierenden noch nicht vertraute Zusammenhänge bzw. Fragestellungen angewendet, vertieft und erweitert. Das Arbeiten in einem realen, konkreten Forschungsumfeld wird weiter intensiviert.

Im Rahmen des **Fortgeschrittenenpraktikums** können wahlweise Projekte u.a. zu folgenden Schwerpunktthemen bearbeitet werden:

- Biologikaformulierung
- Drug Delivery Systeme

- Nanopartikuläre Systeme – Herstellung und Charakterisierung
- Molecular Dynamics Simulationen

Eine thematische Verknüpfung mit Projekten, die ggf. im Rahmen von WP 3 bearbeitet wurden, ist möglich.

Es wird ein vertiefter Einblick in eine breit gefächerte Auswahl aktueller experimenteller Methoden der Pharmazeutischen Technologie und Biopharmazie vermittelt:

- Proteinanalytik, wie z.B. chromatographische Methoden oder moderne Partikelanalytik
- Herstellungsverfahren, insbesondere Trocknungsverfahren (u.a. Gefrier- und Sprühtrocknung) und Mikro- und Nanopartikelherstellung
- physikalisch-chemische Charakterisierungsmethoden, wie z.B. Zetapotentialbestimmung, Teilchengrößenmessungen oder thermische Analysenverfahren

Im Rahmen der integrierten Lehrveranstaltung **Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten** werden die bereits vorhandenen Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich Labortechnik, Literaturrecherche sowie Konzeption, Durchführung, Auswertung, Dokumentation und Interpretation von wissenschaftlichen Experimenten weiter vertieft.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen in der Lage sein,

- den aktuellen Stand der Forschung auf dem bearbeiteten Teilgebiet der Pharmazeutischen Technologie und Biopharmazie zu überblicken.
- das Repertoire moderner methodischer Ansätze zur Arzneimittelherstellung und -analytik zu kennen und für aktuelle Problemstellungen zielgerichtet auszuwählen.
- die für eine wissenschaftliche Fragestellung relevante Literatur zu recherchieren.
- wissenschaftliche Experimente weitgehend selbstständig zu konzipieren, durchzuführen, auszuwerten und nach den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren sowie die erhaltenen Ergebnisse zu interpretieren.
- interdisziplinär und teamorientiert zu arbeiten.
- ein Projekt zu strukturieren und zeitlich zu planen.
- die im bearbeiteten Projekt gewählte Vorgehensweise und die erhaltenen Ergebnisse in einem Fachgespräch oder in Form eines Seminarvortrages zu präsentieren und in einer fachlichen Diskussion zu verteidigen.

Form der Modulprüfung	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. W. Frieß, Prof. Dr. O. Merkel
Unterrichtssprache(n)	Deutsch oder Englisch
Sonstige Informationen	k.A.

Modul: WP 8 Medizinische Chemie und Pharmazeutische Analytik, Vertiefung - Bereich B

Zuordnung zum Studiengang Masterstudiengang: Pharmaceutical Sciences (Master of Science, M.Sc.)

Zugeordnete Modulteile

Lehrform	Veranstaltung (Pflicht)	Turnus	Präsenzzeit	Selbststudium	ECTS
Praktikum	WP 8.1 Fortgeschrittenenpraktikum Medizinische Chemie und Pharmazeutische Analytik, Bereich B	WiSe und SoSe	300 h (20 SWS)	300 h	(20)
Praktikum	WP 8.2 Medizinische Chemie und Pharmazeutische Analytik, Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten, Bereich B	WiSe und SoSe	15 h (1 SWS)	15 h	(1)

Im Modul müssen insgesamt 21 ECTS-Punkte erworben werden. Die Präsenzzeit beträgt 21 Semesterwochenstunden. Inklusive Selbststudium sind etwa 630 Stunden aufzuwenden.

Art des Moduls Wahlpflichtmodul mit Pflichtveranstaltungen.

Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen

Wahlpflichtregelungen Das Modul kann unter Beachtung folgender Regeln gewählt werden: Aus den Wahlpflichtmodulen WP 5 bis WP 8 ist ein Wahlpflichtmodul zu wählen.

Teilnahmevoraussetzungen erfolgreiche Teilnahme an P 2.1

Zeitpunkt im Studienverlauf Empfohlenes Semester: 3

Dauer Das Modul erstreckt sich über 1 Semester.

Inhalte Inhalt des **Wahlpflichtmoduls** ist die – im vgl. zum Wahlpflichtmodul WP 4 (s.o.) noch umfangreichere – Mitarbeit an einem Forschungsprojekt auf dem Gebiet der Medizinischen Chemie und Pharmazeutischen Analytik. Dabei wird bestehendes Fachwissen und zuvor erworbene Methodenkompetenz auf neue oder den Studierenden noch nicht vertraute Zusammenhänge bzw. Fragestellungen angewendet, vertieft und erweitert. Das Arbeiten in einem realen, konkreten Forschungsumfeld wird weiter intensiviert.

Im Rahmen des **Fortgeschrittenenpraktikums** können wahlweise Projekte u.a. zu folgenden Schwerpunktthemen bearbeitet werden:

- Entwicklung von Struktur-Aktivitäts-Beziehungen
- Aufbau von Substanzbibliotheken

- Bioassays und biophysikalische Assays
- Wirkstoffanalytik mit LC und GC-MS
- Synthese von Enzyminhibitoren
- Naturstoffchemie
- Computer-gestütztes Wirkstoffdesign

Eine thematische Verknüpfung mit Projekten, die ggf. im Rahmen von WP 4 bearbeitet wurden, ist möglich.

Es wird ein vertiefter Einblick in eine breit gefächerte Auswahl aktueller experimenteller Methoden der Medizinischen Chemie und Pharmazeutischen Analytik vermittelt:

- moderne Synthesemethoden, wie z.B. Synthese im Mikromaßstab, Arbeiten unter Inertgas (Schlenk-Technik), Übergangsmetall-katalysierte Kupplungsreaktionen oder metallorganische Techniken in der Heterocyclensynthese, Mikrowellen-basierte Synthesen, Festphasensynthese
- Bindungs- und Aktivitäts-Assays
- LC-MS-Analytik
- pharmakokinetische Charakterisierung von Wirkstoffen
- GC-MS-Analytik inklusive moderner Probenvorbereitungstechniken
- zelluläre Assays zur Charakterisierung von Wirkstoffen
- virtuelles Screening & de novo Design

Im Rahmen der integrierten Lehrveranstaltung **Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten** werden die bereits vorhandenen Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich Labortechnik, Literaturrecherche sowie Konzeption, Durchführung, Auswertung, Dokumentation und Interpretation von wissenschaftlichen Experimenten weiter vertieft.

Qualifikationsziele

Die Studierenden sollen in der Lage sein,

- den aktuellen Stand der Forschung auf dem bearbeiteten Teilgebiet der Medizinischen Chemie und Pharmazeutischen Analytik zu überblicken.
- das Repertoire moderner methodischer Ansätze zur Entwicklung und Charakterisierung bioaktiver Verbindungen zu kennen und für aktuelle Problemstellungen zielgerichtet auszuwählen.
- die für eine wissenschaftliche Fragestellung relevante Literatur zu recherchieren.
- wissenschaftliche Experimente weitgehend selbständig zu konzipieren, durchzuführen, auszuwerten und nach den „Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis“ zu dokumentieren sowie die erhaltenen Ergebnisse zu interpretieren.
- interdisziplinär und teamorientiert zu arbeiten.
- ein Projekt zu strukturieren und zeitlich zu planen.

- die im bearbeiteten Projekt gewählte Vorgehensweise und die erhaltenen Ergebnisse in einem Fachgespräch oder in Form eines Seminarvortrages zu präsentieren und in einer fachlichen Diskussion zu verteidigen.

Form der Modulprüfung	Klausur oder mündliche Prüfung oder Referat
Art der Bewertung	Das Modul ist benotet.
Voraussetzung für die Vergabe von ECTS-Punkten	Die ECTS-Punkte werden vergeben bei Bestehen der dem Modul zugeordneten Modulprüfung (bzw. der zugeordneten Pflicht- und ggf. Wahlpflichtprüfungsteile).
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. I. Huc, Prof. Dr. Merk
Unterrichtssprache(n)	Deutsch oder Englisch
Sonstige Informationen	k.A.