

Informationen zum Praktikum

2. Fachsemester – quantitative Analyse von Arznei-, Hilfs- und Schadstoffen

gültig ab Wintersemester 2025/26

Ziel des Moduls „quantitative Analyse von Arznei-, Hilfs- und Schadstoffen“ im 2. Semester, ist die Vermittlung der Grundprinzipien der quantitativen anorganischen und organischen Analyse unter Berücksichtigung der Standardverfahren aus den Arzneibüchern. Hierzu werden insbesondere analytische Methoden wie Titration und Gravimetrie vermittelt. Die Teilnehmer*innen erlernen praktische Laborarbeit, ein selbständiges Durchführen, Dokumentieren und Auswerten von Versuchsanalysen. Die von den Assistenten*innen erstellten Versuchsprotokolle für die Durchführung der Analysen im Praktikum richten sich in der Regel nach den entsprechenden Arzneibuchvorschriften. Außerdem werden die Studierenden in die Stöchiometrie dieser Reaktionen eingeführt.

Für das Praktikum muss eine Anmeldung über QIS/LSF erfolgen. Nicht angemeldete Studierende können nicht am Praktikum und den dazugehörigen Seminaren teilnehmen. Das Praktikum wird als Blockpraktikum angeboten. Die Öffnungszeiten des Labors werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben. Eine erfolgreiche Teilnahme ist nur bei ausreichendem Eigenstudium möglich.

Die Ausbildung beginnt mit einer einwöchigen **Blockveranstaltung (Seminare)** zu den Grundlagen der Maßanalyse und zum theoretischen Hintergrund der Bestimmungsmethoden. Darüber hinaus finden statt:

- ein Sicherheitsseminar (Belehrung über die Gefahrstoffverordnung, Abfallentsorgung...)
- ein Seminar über Fehlerbetrachtung und Grundlagen der Statistik
- eine Einführung in die praktischen Grundlagen der quantitativen Analytik (Geräte)

Bei den Seminaren besteht **Anwesenheitspflicht** an allen Tagen. Während des einwöchigen Blockpraktikums darf nur entschuldigt (gegen Vorlage eines ärztlichen Attestes o.ä.) gefehlt werden. Der Inhalt des Seminars ist nachzuarbeiten.

Die Termine zu den einzelnen Lehrveranstaltungen können im Internet bei QIS/LSF und in dem jeweils aktuellen OLAT-Kurs eingesehen werden.

Die Themen der Seminare, die 100 Rechenaufgaben und die Theorie zu den Praktikumsversuchen bilden die Grundlage für die Zwischenklausur, dessen Bestehen Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum ist. Es wird ein Wiederholungstermin für die Zwischenklausur angeboten.

Wird das Praktikum nicht bestanden, muss dieses im folgenden Semester wiederholt werden. Beim wiederholten Nichtbestehen der Klausur (veranstaltungsbegleitenden Studienleistungen) oder des

Praktikums muss die gesamte Lehrveranstaltung in vollem Umfang inkl. verbindlicher Anmeldung und Erfolgskontrolle in Form einer Klausur wiederholt werden.

Während des dreiwöchigen Blockpraktikums finden **Platzkolloquien** statt. Die Assistenten*innen suchen die Prüflinge zufällig am Anfang des Praktikumstages aus. Gegenstand dieser mündlichen Prüfung ist die eigene Überprüfung des Wissenstandes für jeden Studenten. Es wird ein Wiederholungstermin angeboten. Bei wiederholtem Nichtbestehen des Zwischenkolloquiums ist eine mündliche Prüfung bei Prof. Proschak und dem Semesterleiter durchzuführen. Das Zwischenkolloquium fließt mit einer Note in die Gesamtbenotung des Semesters ein.

Praktikum

Sicherheits- und Verhaltensmaßnahmen

Bei der Sicherheitsunterweisung zu Beginn der Veranstaltung werden Sicherheits- und Verhaltensmaßnahmen vorgestellt, deren Einhaltung für alle Teilnehmer*innen verpflichtend ist. Während des Praktikums ist den Anweisungen der Assistenten*innen Folge zu leisten. Nichteinhaltung der Sicherheitsvorschriften oder Nichtbeachtung der Anweisungen der Assistenten*innen führt, nach der Maßgabe der Assistenten*innen, zu einem Saalverweis für die Dauer des betreffenden Veranstaltungstags. Anschließend entscheidet der Praktikumsleiter*in über weitergehende Maßnahmen, ebenso über die Konsequenzen eines wiederholten oder besonders gravierenden Verstoßes gegen die Sicherheits- und Verhaltensvorschriften.

Arbeits- und Schutzkleidung, Haare

Bei Labortätigkeiten müssen lange Haare, die zu Gefährdungen führen können, zum Beispiel durch Kontaminationen, thermische oder mechanische Einwirkungen, sicher befestigt werden (Zusammenbinden, Hochstecken, Haarnetze, Kopftücher etc.). Die Bedeckung darf nicht zu einer eigenen Gefährdung führen.

In den Laboratorien ist geeignete Arbeits- und Schutzkleidung zu tragen. Grundausrüstung ist in der Regel ein langer Laborkittel aus Baumwolle mit langen, eng anliegenden Ärmeln. Es ist erforderlich, dass unter dem Laborkittel auch lange Kleidung getragen wird. Auch sonstige Kleidung (neben dem Laborkittel) sollte aus Geweben bestehen, durch deren Brenn- oder Schmelzverhalten für die Versicherten im Brandfall keine erhöhte Gefährdung zu erwarten ist. Dies gilt zwingend auch für Accessoires und sonstige Kleidungselemente, die zudem nur enganliegend getragen werden dürfen, die Arbeiten nicht behindern dürfen und schnell entfernbar sein müssen. Es darf nur festes, geschlossenes und trittsicheres Schuhwerk getragen werden.

Bei den Laborarbeiten sind eine Vermummung oder Vollverschleierung (z.B. durch einen Helm, eine Burka, einen Nikab, einen Tschador, einen Chimar) und das Tragen weiterer Kleidungsstücke (z.B. eines Schals oder einer Schaila) nicht erlaubt. Dies geschieht sowohl zum Schutz der Gesundheit der Kolleg*innen als auch zur der Eigensicherung, denn der Umgang mit Chemikalien (Säuren oder Laugen, o.ä.) oder offenen Flammen (Bunsenbrenner, Spiritusbrenner) kann dazu führen, dass schwere Verletzungen im Hals- und Kopfbereich nicht ausgeschlossen werden können. Es ist so auch keine sterile Laborarbeit möglich, wenn die Kleidungsstücke nicht eng am Körper anliegen. Ausnahmen bleiben der Hidschab und der Al-Amira als Bekleidung, allerdings mit der Einschränkung, dass sie nur dann in Laborpraktika zulässig sind, wenn sie zu 100% aus Baumwolle bestehen.

Fehlverhalten im Praktikum

Bei Störungen des geordneten Veranstaltungsbetriebs oder sicherheitswidrigem Verhalten durch Teilnehmer*innen entscheidet der Praktikumsleiter über angemessene Sanktionen bis hin zum zeitweiligen oder vollständigen Ausschluss aus der Veranstaltung (siehe auch Abschnitt „Sicherheits- und Verhaltensmaßnahmen“). In diesem Sinne zählt auch zu einem geordneten und störungsfreien Veranstaltungsbetrieb, dass die Regeln eines respektvollen Umgangs zwischen Teilnehmer*innen und Lehrenden jederzeit eingehalten werden. Dies schließt neben dem unmittelbaren Miteinander auch Verlautbarungen in sozialen Medien, die sich auf die Veranstaltung und die Beteiligten beziehen, mit ein.

Praktikumspensum

Im Zeitrahmen des Praktikums sind 7 Analysen zuzüglich einer 0. Analyse (HCl) und einer Abschlussanalyse durchzuführen (siehe Arbeitsplan). Die Auswahl der Analysen erfolgt zufällig vor Beginn des Praktikums und wird in der ersten Semesterwoche mitgeteilt.

Durchführung der Analysen (7 aus 12)

- Die Termine für die Abgabe und Rückgabe der Vor- und Abschlussanalysen-Protokolle sowie der Korrekturen werden in der Einführungsveranstaltung bekannt gegeben. Es ist zwingend erforderlich, die Termine einzuhalten. Jede verspätete Abgabe der Protokolle führt zu Sanktionierung und Verkürzung des Praktikums um jeweils einen Tag.
- Jede der 7 ausgewählten Analysen muss mindestens einmal bearbeitet und erfolgreich abgeschlossen werden, in dem diese richtig angesagt wird. Ist das Ergebnis einer Analyse auch nach dreimaliger Bearbeitung im Praktikum nicht korrekt angesagt, muss der Praktikumssteilnehmer*in sich mit der Analyse und dem praktischen durchführen der Analyse

auseinandersetzen. Dazu muss ein Fehlerprotokoll angefertigt werden, in dem mögliche Ursachen und Fehlerquellen für die Fehlanalysen diskutiert und Messwerte statistisch untersucht werden.

Das Fehlerprotokoll enthält:

1. Name, Versuch, Datum
 2. Beschreibung des Versuches
 3. Betrachtung und Erläuterung von möglichen Fehlerquellen (z.B. Probenvorbereitung, Auffüllen, Titration, Maßlösung, Ablesen, Konsistenz der Ergebnisse in einer Meßreihe....)
 4. Berechnung des Mittelwertes und der Standardabweichung der Einzelmessreihen
 5. Kritische Betrachtung der angesagten (falschen) Meßwerte
 6. Datum, Unterschrift
- Jeder Praktikumssteilnehmer*in darf maximal 10 Wiederholungsanalysen für die 7 Analysen und eine für die Abschlussanalyse anfertigen. Werden mehr Wiederholungsanalysen benötigt (d.h. bei mehr als 10 falsche Analysenansagen für die 7 Analysen), muss das Praktikum im nächsten Semester wiederholt werden.
- Es besteht bei allen Analysen die Möglichkeit einer Referenzanalyse mit bekanntem Inhalt. Referenzproben für Flüssiganalysen (Nr. 1-2, 4-8, 10) sind zusammen mit der Analyse anzufordern. Für die Feststoffanalysen (Nr. 3, 9, 11 und 12) stehen Referenzsubstanzen im Praktikum (Chemikalienschränke) zur Verfügung.
- Die Analyseergebnisse sind in nach unten angegebenem Schema zu protokollieren. Der Name des Studierenden muß gut leserlich auf der Außenseite des Heftes stehen. Der allgemeine Teil des Protokolls muss **vor** der Durchführung der Analyse erstellt werden. Da das Analysenheft die im Praktikum bearbeiteten Analysen **dokumentiert**, ist auf **sorgfältige und ordentliche Anfertigung der Protokolle zu achten** (sonst erfolgt keine Korrektur). Eine ordentliche Dokumentation des Versuchsablaufs ist Voraussetzung für die Korrektur des angesagten Ergebnisses.

Inhalte der Analysenprotokolle:

- ✓ Analysennummer, chem. Analysenname
- ✓ Versuchsvorschrift, (in Form von Stichpunkten möglich)
- ✓ Theoretischer Hintergrund mit Reaktionsgleichungen zum Versuch
- ✓ Hinreichende Dokumentation der Arbeitsschritte (in Form von Stichpunkten möglich)
- ✓ Beschreibung sicherheitsrelevanter Aspekte (H- und P-Sätze der verwendeten Chemikalien mit Signalwörtern ausgeschrieben)
- ✓ Gehaltsberechnung
- ✓ Ansage entsprechend der Arbeitsvorschrift (andere Ansagen werden nicht akzeptiert).

✓ Datum, Unterschrift

- Die Studierenden müssen sich **vor** der Durchführung einer Analyse mit dem theoretischen Hintergrund des Versuchs und besonderen praktischen Aspekten vertraut machen. Neben den Inhalten, die in Vorlesung und Seminaren vermittelt werden, ist hierzu auch das Eigenstudium (z.B. anhand der empfohlenen Literatur) unbedingt erforderlich. Während des Praktikums finden **Platzkolloquien** statt (siehe oben). Bei nicht ausreichendem Kenntnisstand müssen die Studierenden außerhalb des Praktikums Ihre Kenntnisse verbessern (Laborsperre).
- Die Korrektur der Ergebnisansagen erfolgt während der Praktikumszeiten. Die Häufigkeit der Korrektur ist Ermessenssache des verantwortlichen Assistenten. Die letzte Korrektur erfolgt 30 Minuten vor Laborende mit Beginn des Labordienstes.
- **Abschlussanalyse**
Am Ende des Praktikums ist eine Abschlussanalyse anzufertigen, die die Studierenden selbständig vorbereiten und bearbeiten.

Zu der Abschlussanalyse ist ein Protokoll nach dem angegebenen Schema (s.u.) anzufertigen. Die Termine für die Abgabe und Rückgabe der Abschlussanalysenprotokolle sowie die Korrekturen werden in der Einführungsveranstaltung bekannt. Die Analyse wird erst nach Genehmigung des Protokolls ausgegeben. **Voraussetzung zur Bearbeitung der Abschlussanalyse ist die korrekte Bearbeitung und Bestehen aller zugeteilten Praktikumsanalysen.**

Das Abschlussanalysen-Protokoll :

- ✓ Deckblatt
- ✓ Aufgabenstellung
- ✓ Vorschriften (Fachliteratur) / Literatur (richtig zitieren Literaturverzeichnis)
- ✓ Relevanz/ Verwendung / Indikation
- ✓ Allgemeine Reaktionsgleichungen / Strukturformeln
- ✓ Faktoreinstellung / Ursubstanz/ alternativen zum verwendeten Ursubstanz:
Vorschriften
- ✓ Allgemeine Formeln zur Berechnung des Faktors (falls Sekundärstandard verwendet wird, beide Formeln zur Berechnung mit Ursubstanz und Sekundärstandard angeben)
- ✓ Allgemeine Formeln zur Berechnung des Analyten
- ✓ Allgemeine Formeln zur Berechnung der Titrationskurve (Maßlösung mit **Ursubstanz und Sekundärstandard!**)

- ✓ Titrationskurve Berechnung (**zwischen $\tau = 0,90 - 1,10$ mindestens 11 berechnete Werte auf Millimeterpapier, um den Äquivalenzpunkt besser zu zeichnen**)
- ✓ H- und P-Sätze zu verwendeten Reagenzien
- ✓ Literaturverzeichnis

Ist der angesagte Gehalt an Probe richtig, wird abschließend noch eine Titrationskurve angefertigt. Erst nach Abgabe der Titrationskurve und Korrektur gilt die Abschlussanalyse als bestanden. Die Titrationskurve ist spätestens **einen Tag** nach richtiger Ansage des Gehalts beim Assistenten abzugeben. **Ansonsten muss die Abschlussanalyse wiederholt werden!!!!**

➤ **Abfallentsorgung**

Erfolgt keine Entsorgung, so bleibt das Praktikum an den Tagen bis zur Entsorgung geschlossen. Nähere Information zur Abfallentsorgung sind aus den Aushängen im Praktikumssaal zu ersehen.

➤ **Saaldienst**

Jeder Studierende muss mindestens einmal pro Semester den Saaldienst verrichten (Labor und Wägeraum aufräumen, Abzüge kontrollieren). Die genaue Anzahl der Dienste ist abhängig von der im Praktikum befindlichen Studenten; hierfür tragen sich jeweils 2 Studenten pro Praktikumstag in die entsprechende Liste ein. Der Saaldienst nimmt spätestens 30 Minuten vor Laborschluss seine Arbeit auf. Spätestens bis zu diesem Zeitpunkt hören alle restlichen Studierenden mit dem parataktischen Arbeiten auf und fangen an Ihren Arbeitsplatz aufzuräumen und Ihren Abfall zu entsorgen. Sollte niemand für den Saaldienst eingetragen sein, so obliegt dem diensthabenden Assistenten 2 Studierende mit dieser Aufgabe zu betrauen. Wird der Saaldienst nicht ordnungsgemäß durchgeführt, so bleibt das Praktikum am darauffolgenden Labortag geschlossen. Nähere Information zum Saaldienst sind den Aushängen im Praktikumssaal zu entnehmen.

➤ **Laborputz**

Am letzten Praktikumstag findet ein Laborputz statt, bei dem das Labor in einen ordnungsgemäßen Grundzustand gebracht wird und die ausgegebenen Geräte inventarisiert werden. **Es besteht Anwesenheitspflicht** (dokumentiert durch Unterschrift).

Mitzubringen sind: Kittel, Schutzbrille, Haushaltshandschuhe, Putzmittel, Wischlappen, Küchentücher

Abschlussklausur

Voraussetzung für die Teilnahme an der Abschlussklausur ist der erfolgreiche Abschluss des Praktikums. Die Klausur wird pro Semester einmal wiederholt. Bei Versäumnis, auch bei Krankheit,

wird kein zusätzlicher Termin angeboten. Weitere Wiederholungen sind erst im folgenden Semester möglich. Es gelten die Wiederholungsregelungen gemäß der aktuellen Studienordnung.

Studierende, die an den Abschlussklausuren teilnehmen wollen, müssen sich über QIS/LSF anmelden. Nicht angemeldete Studierende können nicht berücksichtigt werden.

Insgesamt werden in der Klausur 100 Punkte vergeben. Die Abschlussklausur gilt als bestanden, wenn 50% (50 Punkte) der erreichbaren Maximalpunktzahl erreicht wurde.

Themengebieten der Abschlussklausur sind

- ✓ Grundlagen zur quantitativen Analytik entsprechend den Themen aus Vorlesungen, Seminaren und Studentenseminaren
- ✓ Berechnungen zur quantitativen Analytik
- ✓ Stoffchemie gemäß Gegenstandskatalog.

➤ **Empfohlene Literatur (jeweils in der neuesten Auflage):**

- Bracher ; (2013); Arbeitsbuch Quantitative anorganische Analyse; Govi-Verlag
- Jander/Jahr/Knoll; (2024); Maßanalyse: Titrations mit chemischen und physikalischen Indikationen; DE Gruyter
- Ehlers: Analytik II; (2015); Analytik II - Kurzlehrbuch: Quantitative und Instrumentelle Pharmazeutische Analytik (Wissen und Praxis); Deutscher Apotheker Verlag
- Harris: (2014); Lehrbuch der Quantitativen Analyse; Springer Spektrum
- Wurglics; (2019); Arbeitsbuch Stöchiometrie: Chemisches Rechnen für Pharmazeuten und Chemiker; Govi-Verlag
- Mortimer; (2019); Chemie; Thieme
- Kunze; (2009); Grundlagen der quantitativen Analyse; Wiley-VCH
- Arzneibücher und Kommentar (Ph.Eur., DAB, USP) sowie Lexika (***)
- Merck (Firmenbroschüre): Komplexometrische Bestimmungsmethoden mit Titriplex (*)

Mit diesem Arbeitsplan werden alle vorausgegangenen Pläne ungültig.

In Kraft gesetzt: Frankfurt, den 02.09.2025
Prof. Eugen Proschak,
Dr. Anna Proschak Praktikumsleitung