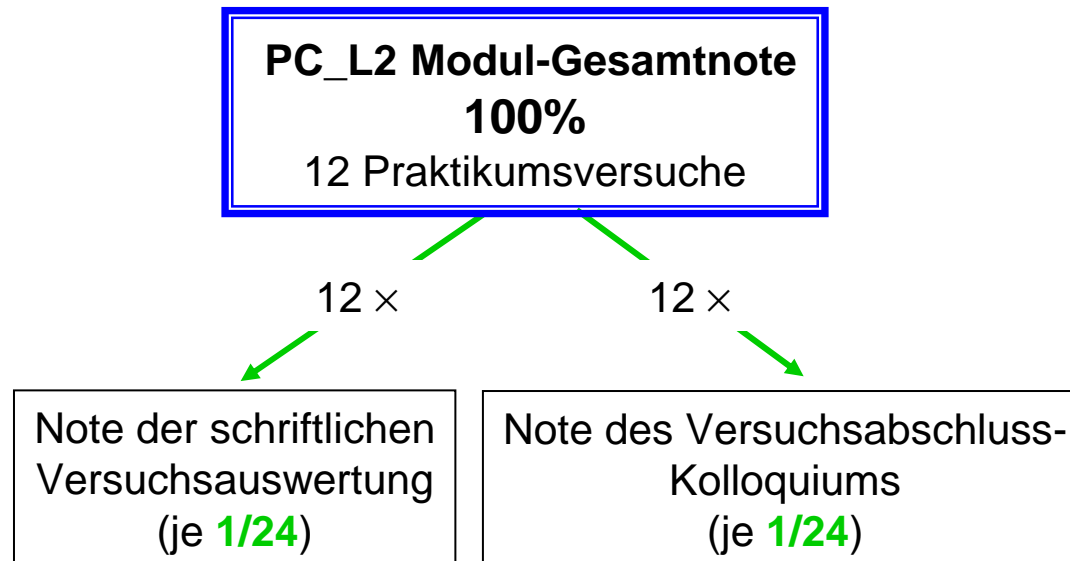


Handreichung zum Modul PC_L2
(Praktikum physikalische Chemie) Studiengang
Lehramt Chemie an Gymnasien (GymPO)
(für das Wintersemester 2017/18 und Sommersemester 2018)

1) Berechnung der PC_L2-Modulgesamtnote	1
2) Umfang und Inhalt des Praktikums.....	2
3) Ausführungszeitraum des Praktikums.....	3
4) Anmeldung, Gruppen- und Versuchseinteilung.....	3
5) Voraussetzungen für eine Praktikumsteilnahme.....	4
6) Fachliche Anforderungen für eine erfolgreiche Praktikumsteilnahme.....	5
7) Ablauf der Versuchsausführung.....	6
8) Vorgaben und Anforderungen an die zu erbringenden Leistungen.....	7
9) Bewertungskriterien für die Versuchsauswertungen.....	12
10) Bewertungskriterien für das Versuchsabschlusskolloquium.....	13

1) Berechnung der PC_L2-Modul-Gesamtnote



2) Umfang und Inhalt des Praktikums

- Das Praktikum besteht aus **12 Versuchen**, die die Themengebiete **Quantenmechanik**, **Thermodynamik**, **Reaktionskinetik** und **Elektro- und Grenzflächenchemie** umfassen.

QM1 Welle-Teilchen Dualismus (Elektronenbeugung, Photoeffekt, Plancksches Wirkungsquantum)

QM2 Diskrete Energieniveaus in Atomen (Elektronenstoßexperiment in Gasen nach Frank und Hertz)

QM3 Energieniveaus im Kastenpotential (Lichtabsorption organischer Farbstoffe)

TD1 Verbrennungswärme (Kalorimetrische Bestimmung der Verbrennungswärmen organischer Substanzen)

TD2 Chemisches Gleichgewicht (Bestimmung der N_2O_4 -Dissoziations-Gleichgewichtskonstanten)

TD3 Dampfdruckkurve (Bestimmung der Temperaturabhängigkeit des Dampfdruckes von Flüssigkeiten)

RK1 Enzymkinetik (Enzymatisch katalysierte Reaktionen, Michaelis-Menten-Kinetik)

RK2 Arrhenius-Aktivierungsenergie (Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit der Esterseifung)

EG1/EG2 Ionenwanderung/Leitfähigkeit: Doppelversuch an einem Tag auszuführen

(Bestimmung der Wanderungsgeschwindigkeit und Leitfähigkeit von Ionen in Lösungen)

EG3 Elektromotorische Kraft (Messung von elektrochemischen Zellspannungen)

EG4 Rastertunnelmikroskopie (Abbildung von Oberflächen durch Rastertunnelmikroskopie)

EG5 Oberflächenadsorption (Messung von Adsorptionsisothermen von organischen Säuren auf Aktivkohle)

3) Ausführungszeitraum des Praktikums

Im Studienverlaufsplan des Modulhandbuchs wird den Studierenden empfohlen die 12 Versuche des Praktikums im 8. Fachsemester (FS) zusammenhängend auszuführen. Abweichungen davon sind jedoch möglich.

- Sobald die Studierenden die formalen Voraussetzungen erfüllen (siehe nächste Seite) kann das Praktikum begonnen werden.
- Das Praktikum kann jeder Zeit im Semester begonnen werden (siehe unten)
- Das Praktikum muss nicht in einem Semester abgeschlossen werden. Die 12 Versuche können auch über zwei Semester verteilt ausgeführt werden.

4) Anmeldung und Versuchseinteilung

- Die Ausführung der Versuche erfolgt in einer **Zweier-Gruppe, die von den Studierenden selbständig (für die Dauer des gesamten Praktikums) gebildet** wird. Bei Bedarf unterstützen die Praktikumsassistentinnen (Kontakt Daten sind auf der Praktikumswebseite hinterlegt) die Studierenden bei der PartnerInnen-Findung zur Gruppenbildung.
- Das Praktikum beginnt mit der **persönlichen Anmeldung** der Gruppe bei einer der Praktikumsassistentinnen im Praktikumsbüro im 1. OG INF 504.
- Nach der verbindlichen Anmeldung zum Praktikum erfolgt in persönlicher Absprache mit den Praktikumsassistentinnen die **individuelle Versuchseinteilung und Terminplanung**.

5) Voraussetzungen für eine Praktikumsteilnahme

- **Voraussetzung** für die Teilnahme am Praktikum sind die erfolgreich absolvierten Module Mathematik (Modul M: Mathematik für Naturwissenschaftler Teil 1) und Physik (Modul PI) sowie das Modul PC_L1 (Einführung in die Physikalische Chemie)!

⇒ (siehe nächste Seite!)

- Am Tag der ersten Versuchsausführung bestätigen die Studierenden vor Versuchsbeginn persönlich und verbindlich durch ihre Unterschrift, dass sie diese Voraussetzungen erfüllen und die **Praktikumsordnung** gelesen und zur Kenntnis genommen haben.

⇒ Die vorliegende Handreichung ersetzt nicht das sorgfältige Lesen der **Praktikumsordnung!**

Praktikumsordnung: http://www.uni-heidelberg.de/md/chemgeo/pci/motzkus/praktikum/pci2_regelungen.html

6) Fachliche Anforderungen für eine erfolgreiche Praktikumsteilnahme

Die **fachlichen Kompetenzen** auf den Gebieten der Mathematik, Physik, Chemie und physikalischer Chemie, die im Rahmen des Praktikums benötigt und auch erwartet werden, ergeben sich aus den **Qualifikationszielen**, die die Studierenden vor Beginn des Praktikums in diesen Bereichen bereits erreicht haben!

Hierbei handelt es sich insbesondere um die folgenden bereits erworbenen Fähigkeiten

- zum eigenständigen abstrakten und logischen Denken (→ [Modul MI](#)),
- mathematische Prinzipien, zur Lösung naturwissenschaftlicher Fragestellungen erfolgreich einsetzen zu können (→ [Modul MI](#)),
- physikalische Experimente und deren Resultate selbständig sowohl schriftlich als auch verbal interpretieren und quantifizieren zu können (→ [Modul PI](#))
- erlernte Konzepte und Modelle (der Thermodynamik, der Kinetik, der Chemischen Gleichgewichte) zur Beschreibung chemischer Vorgänge anzuwenden (→ [Module AC_L1, AC_L2](#)),
- chemische Experimente sicher auszuführen und die Ergebnisse in wissenschaftlicher Form protokollieren zu können (→ [Praktika in den Modulen AC_L1, AC_L2](#)).
- wichtige physikalisch chemische Phänomene verbal und analytisch formulieren zu können, und Resultate physikalisch chemischer Experimente selbständig analysieren, interpretieren und quantifizieren können (→ [Modul PC_L1](#))

7) Ablauf der Versuchsausführung

- Die Versuche werden von den Praktikums-Gruppen an den festgelegten Terminen – gemäß der Praktikumsordnung – ausgeführt.
- Zu jedem der 12 Versuche liegen auf der Praktikums-Webseite Versuchsanleitungen zum Herunterladen (im pdf-Format) bereit. Dort finden sich auch die Kontaktdaten der zuständigen VersuchsbetreuerInnen! Die Zugangsdaten, die für das Herunterladen benötigt werden, erhalten die Studierenden bei der persönlichen Anmeldung von den Praktikumsassistentinnen im Büro des Praktikums.

Versuchsanleitungen: http://www.uni-heidelberg.de/md/chemgeo/pci/motzkus/praktikum/pcl2_versuche.html

!Die vorliegende Handreichung ersetzt auch hier nicht das sorgfältige Lesen der **Praktikumsordnung!**

Praktikumsordnung: http://www.uni-heidelberg.de/md/chemgeo/pci/motzkus/praktikum/praktikumsordnung_pci.html

- **Pro Versuch sind die folgenden Leistungen i-iv) zu erbringen:**
 - i) Erfolgreiches Absolvieren eines (unbenoteten) **Vortestats**. Die Vereinbarung des Vortestattermins erfolgt via E-Mail-Anfrage an den Versuchsbetreuer.
 - ii) Versuchsausführung: Während der laufenden **Versuchsausführung** muss ein **ausführliches Messprotokoll** angefertigt werden, dass nach Beendigung des Versuchs durch eine der Praktikumsassistentinnen (im Büro des Praktikums) abgezeichnet werden muss!
 - iii) Anfertigung und Abgabe einer gemeinsam (!) ausgearbeiteten schriftlichen **Versuchsauswertung** (Benotung siehe Seite 12).
 - iv) Erfolgreiches Absolvieren eines **Versuchsabschlusskolloquiums** mit individueller Benotung der Leistungen der Studierenden (Benotung siehe Seite 13).

!Beachten Sie bei i-iv) unbedingt die in der Praktikumsordnung vorgegebenen Fristen für Vortestatvereinbarung, Versuchsauswertungsabgabe, Versuchsabschlusskolloquiumsvereinbarung!

8) Vorgaben und Anforderungen an die zu erbringenden Leistungen

- Das Praktikum gilt erst als bestanden, wenn jeder der 12 Versuche bestanden wurde.
- Ein nicht bestandener Versuch kann erst im folgenden Semester wiederholt werden.
- Das Praktikum gilt solange als nicht abgeschlossen, bis alle 12 Versuche bestanden wurden.

Leistung i): **Vortestat**

- Im Vortestat werden grundlegenden Kenntnisse über den Versuchsaufbau, das Messprinzip, die Versuchsdurchführung und gegebenenfalls über besondere versuchsspezifische Sicherheitsvorgaben abgeprüft.
- Das Vortestat (Dauer ca. 15-30 min) wird von den zuständigen VersuchsbetreuerInnen abgenommen.
- Das Bestehen des Vortestats ist die Voraussetzung für die Ausführung eines Versuches!

Bei zweimaligem Nichtbestehen des Vortestats (= zweimal die Beurteilung „mangelhaft“) zu einem Versuch gilt dieser Versuch als nicht bestanden!

„mangelhaft“: Diese Beurteilung wird in Zusammenhang mit dem Vortestat vergeben, wenn nur unzureichende Kenntnisse über den Versuchsaufbau, das Messprinzip, die Versuchsdurchführung oder die versuchsspezifischen Sicherheitsvorgaben vorliegen.

Leistung ii): Versuchsausführung und Messprotokoll

- Die Art der Versuchsausführung (insbesondere die **Einhaltung der Laborsicherheits-Vorgaben**) wird vor Ort am Versuchsaufbau stichprobenartig von den Praktikumsassistentinnen (und gegebenenfalls von den zuständigen VersuchsbetreuerInnen) überprüft. Eine *ad hoc* Beurteilung erfolgt in der Regel nicht, solange erkennbar ist das sich beide Versuchsausführenden aktiv an der Messung und Dokumentation der Messwerte (Messprotokoll!) beteiligen.
- Das Messprotokoll ist handschriftlich und dokumentenecht anzufertigen. Es dürfen nur Kugelschreiber/Faserstifte verwendet werden (keine Bleistifte!). Es wird nicht radiert (oder übertüncht), sondern nur durchgestrichen.
- Das Messprotokoll muss mit Namen der Versuchsausführenden und Datum versehen werden. Umfasst es mehrere Blätter, so sind diese zu nummerieren.
- Das Messprotokoll muss nach Beendigung des Versuchs durch eine der Praktikumsassistentinnen (melden Sie sich dazu unaufgefordert im Büro des Praktikums) abgezeichnet werden.
- **Das angefertigte Messprotokoll muss der schriftlichen Versuchsauswertung im Original beigelegt werden!**
- Die Form (Struktur, Klarheit, und Sauberkeit) des Messprotokolls, geht in die Gesamtbeurteilung der schriftlichen Versuchsauswertung ein.

Leistung iii): Schriftliche Versuchsauswertung

Anforderungen: Eine wissenschaftliche Versuchsauswertung zeichnet sich durch ein ausgewogenes und übersichtliches Erscheinungsbild (orientieren Sie sich hierbei an etablierten Lehrbüchern der Physikalischen Chemie), einen präzise zusammengefassten Theorieteil, eine nachvollziehbare und sorgfältige Datenauswertung und eine umfassende Ergebnis- und Fehlerdiskussion aus!

- Die von den Studierenden gemeinsam erarbeitete Versuchsauswertung muss in schriftlicher Form fristgerecht im Praktikumsbüro (INF 504) abgegeben werden. Das Eingangsdatum wird protokolliert.
 - Bei der Anfertigung der Versuchsauswertungen dürfen elektronische Hilfsmittel, neben Textverarbeitungsprogrammen mit Formeditoren, auch Tabellenkalkulations- und Datenanalyse-Programme (z.B. Origin), benutzt werden.
 - Die Versuchsauswertungen müssen mit einem einheitlichen Deckblatt versehen werden. Dieses wird zusammen mit einer Gliederungsvorlage für die Versuchsauswertung auf der Webseite des Praktikums bereitgestellt.
 - Die Versuchsauswertungen werden von den zuständigen VersuchsbetreuerInnen überprüft und falls notwendig mit Korrekturen und Bemerkungen versehen.
 - Grundsätzlich ist eine Überarbeitung der Versuchsauswertung nur bei **gravierenden Mängeln** notwendig (**siehe nächste Seite**).
-

A) Die Versuchsauswertung entspricht in wesentlichen Teilen den oben und auf Seite 12 ausgeführten Anforderungen

In diesem Fall wird sie mit einer entsprechenden für beide Studierende einheitlichen **Note (Bereich 1,0 - 4,0)** bewertet. Die Studierenden werden über die erfolgte Korrektur der Versuchsauswertung und die erzielte Note per E-Mail informiert und zur persönlichen Abholung (im Praktikumsbüro INF 504) aufgefordert.

⇒ Terminvereinbarung (via E-Mail) für das zugehörige **Versuchsabschlusskolloquium** mit dem/der zuständigen VersuchsbetreuerIn.

B) Die Versuchsauswertung wird mit „mangelhaft“ bewertet (siehe Seite 12)

(⇒ Eine Überarbeitung ist aufgrund gravierender Mängel zwingend notwendig)

- In diesem Fall wird die korrigierte Versuchsauswertung zunächst unbenotet an die Studierenden zurückgegeben. Die VersuchsbetreuerInnen zeigen darin die vorliegenden Mängel/Fehler auf und erteilen Anweisungen, wie diese behoben werden müssen.
- Abgabe einer überarbeiteten Versuchsauswertung, die aus den neubearbeiteten Teilen und (!) der ursprünglichen mangelhaften Versuchsauswertung besteht. **Grundsätzlich ist nur eine Überarbeitung möglich!**
- Eine finale Benotung der erfolgreich überarbeiteten Versuchsauswertung (Zweitabgabe) erfolgt unter geeigneter Berücksichtigung der Schwere der Erstabgabe-Mängel.
- Weist auch die überarbeitete Versuchsauswertung noch gravierenden Mängel (= Note „mangelhaft“ auch für die Zweitabgabe) auf, so gilt der Versuch als nicht bestanden. ⇒ **Vollständige Versuchswiederholung im Folgesemester.**

Beispiele für gravierende Fehler und deren Behebung:

- a) Nicht nachvollziehbare Messdaten, „formal korrekte“ Auswertung, die aber zu eindeutig falschen Resultaten führt. ⇒ **Wiederholung der Versuchsausführung mit anschließender Auswertung der neuen Messdaten!**
- b) Korrekte Messdaten, aber fehlerhafte bzw. unvollständige und nicht nachvollziehbare Auswertung (Benutzung falscher Formeln, systematische Rechenfehler...), die zu eindeutig falschen Resultaten führt. ⇒ **Richtige bzw. vollständige und nachvollziehbare Auswertung der Messdaten!**
- c) Fehlende Messdatenreihen (= unvollständige Versuchsausführung) ⇒ **Ausführung der fehlenden Versuchsteile (gegebenenfalls Wiederholung der gesamten Versuchsausführung) mit anschließender ergänzender Auswertung (gegebenenfalls mit einer vollständigen Neuauswertung der vollständigen Messreihen).**

Leistung iv): Versuchsabschlusskolloquium

- Das Versuchsabschlusskolloquium (Dauer ca. 45-60 min) wird mit den zuständigen VersuchsbetreuerInnen ausgeführt.
- Die benotete Versuchsauswertung muss zum Versuchsabschlusskolloquium mitgebracht werden.
- Im Versuchsabschlusskolloquium sollen die Studierenden zeigen, dass sie vertiefte Kenntnisse zum theoretischen Hintergrund des Versuchs sowie über dessen praktische Umsetzung in experimenteller Form (inkl. der verwendeten Analyse- und Auswerteverfahren) erworben haben.
- Im Versuchsabschlusskolloquium wird die Fähigkeit der Studierenden zur klaren und zusammenhängenden verbalen Wiedergabe des erarbeiteten Fachwissens im Rahmen einer wissenschaftlichen Diskussion geschult und vertieft.
- Im Versuchsabschlusskolloquium wird auch überprüft, ob beide Studierende Detailwissen der gemeinsam angefertigten Versuchsauswertung besitzen.
- Die Leistungen der Studierenden im Versuchsabschlusskolloquium werden gemäß der auf Seite 13 ausgeführten Kriterien individuell benotet.
- Die erlangten Noten werden den Studierenden am Ende des Versuchsabschlusskolloquiums mitgeteilt und begründet.
- Ein mit „mangelhaft“ (Note 5.0) bewertetes Versuchsabschlusskolloquium kann einmal wiederholt werden. In der Notenberechnung wird nur die Note des zweiten (bestanden) Versuchsabschlusskolloquiums herangezogen
- Wird auch das zweite Versuchsabschlusskolloquium mit „mangelhaft“ (Note 5.0) bewertet, so gilt der Versuch als nicht bestanden. ⇒ **Vollständige Versuchswiederholung im Folgesemester.**

9) Bewertungskriterien für die Versuchsauswertungen

1,0	}	Eine hervorragende Leistung, die den Anforderungen einer wissenschaftlichen Versuchsauswertung (Präzise zusammengefasster Theorieteil, nachvollziehbare Auswertung, detaillierte Ergebnis- und Fehlerdiskussion) in besonderem Maße entspricht und nur geringfügige formale Mängel aufweist
1,3		
1,7	}	Eine gute Leistung, die den Anforderungen an eine wissenschaftliche Versuchsauswertung voll entspricht und nur wenige leichte formale und inhaltliche Mängel aufweist.
2,0		
2,3		
2,7	}	Eine befriedigende Leistung, die den durchschnittlichen Anforderungen an eine wissenschaftliche Versuchsauswertung entspricht und einige Mängel aufweist.
3,0		
3,3		
3,7	}	Eine ausreichende Leistung, die trotz deutlicher Mängel noch den Anforderungen an eine wissenschaftliche Versuchsauswertung entspricht.
4,0		
5,0		Eine <u>mangelhafte</u> Leistung, die wegen schwerwiegender Mängel den Anforderungen nicht entspricht! Diese Note wird vergeben, wenn auch die überarbeitete Versuchsauswertung (= Zweitabgabe) immer noch schwerwiegende Mängel aufweist.

10) Bewertungskriterien für das Versuchsabschlusskolloquium

1,0	}	Eine hervorragende Leistung, die den Anforderungen an eine wissenschaftliche Diskussion in besonderem Maße entspricht. Sehr gute Leistungen bei der eigenständigen Anwendung von bereits erlernten mathematischen, physikalischen und chemischen Konzepten auf Problemstellungen aus dem Bereich der Physikalischen Chemie. Hervorragende Fähigkeiten bei der Vermittlung von versuchsübergreifenden physikalisch chemischen Zusammenhängen wurde gezeigt.
1,3		
1,7	}	Eine gute Leistung, die den Anforderungen an eine wissenschaftliche Diskussion voll entspricht. Die Fähigkeit, erlernte mathematische, physikalische und chemische Konzepte erfolgreich auf Problemstellungen aus der Physikalischen Chemie anwenden zu können, zeichnet sich bereits klar ab. Gute Fähigkeiten bei der Vermittlung von versuchsübergreifenden physikalisch chemischen Zusammenhängen wurde gezeigt.
2,0		
2,3		
2,7	}	Eine befriedigende Leistung, die den durchschnittlichen Anforderungen an eine wissenschaftliche Diskussion entspricht. Die Kenntnisse über mathematische, physikalische und chemische Grundkonzepte sind vorhanden, können aber noch nicht vollständig eigenständig zusammengeführt und eingesetzt werden, um Lösungen für Problemstellungen aus dem Bereich der Physikalischen Chemie selbständig zu erarbeiten und zu vermitteln.
3,0		
3,3		
3,7	}	Eine ausreichende Leistung, die trotz deutlicher Mängel noch den Anforderungen an eine wissenschaftliche Diskussion über physikalisch-chemische Problemstellungen entspricht. Kenntnisse über mathematische, physikalische und chemische Konzepte sind zum Teil nur lückenhaft vorhanden. Eine Zusammenführung und Anwendung dieser Konzepte auf physikalisch-chemische Aufgabenstellungen und deren Vermittlung gelingt nur mit Hilfe.
4,0		
5,0		Eine mangelhafte Leistung, die aufgrund von erheblichen Verständnis- und Kenntnis-Defiziten in den Teilbereichen Mathematik, Physik, allgemeiner und physikalischer Chemie, den Anforderungen an eine physikalisch-chemische Problemdiskussion noch nicht entspricht!