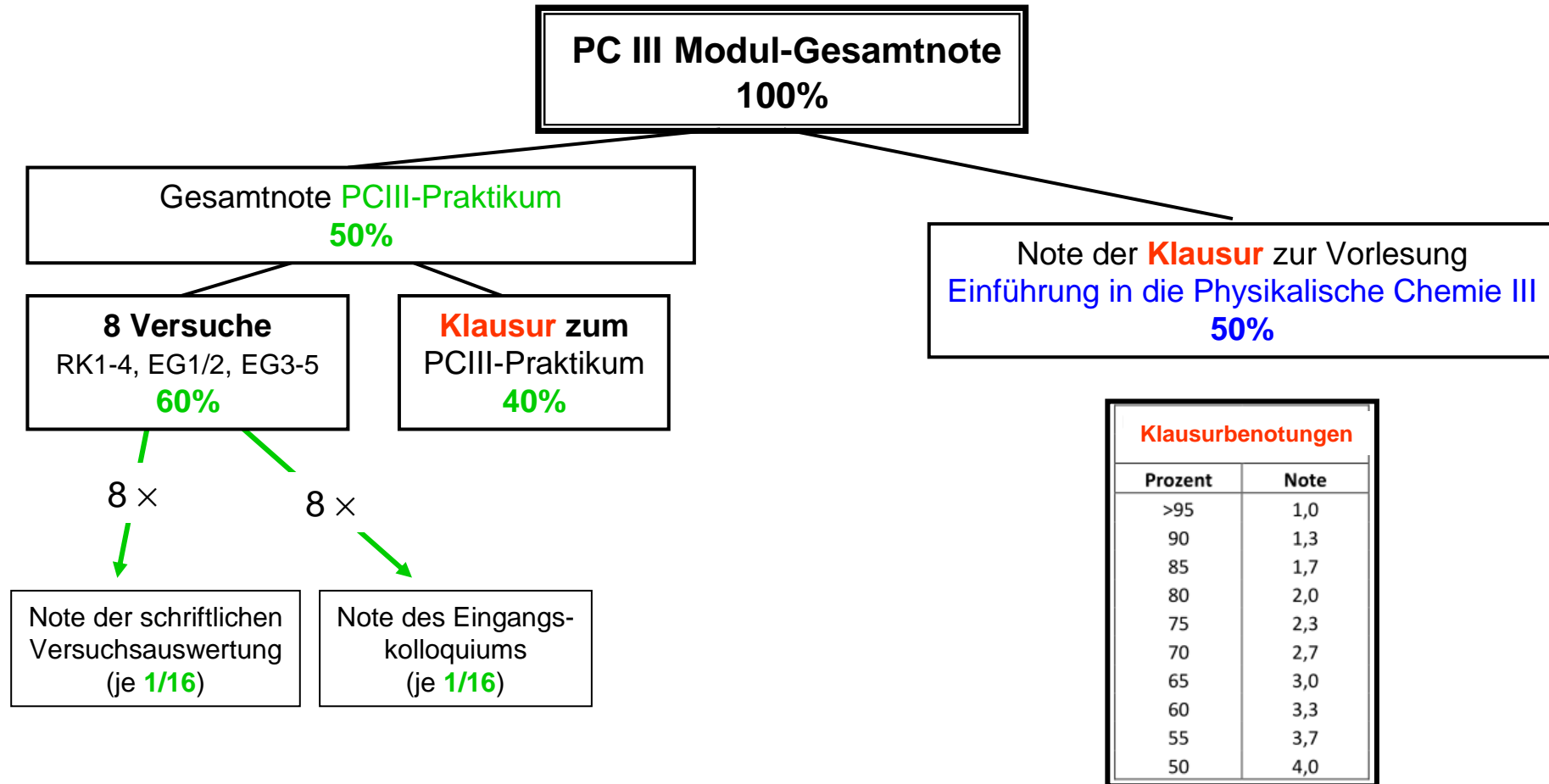


Handreichung zum **Modul PCIII** und dem Physikalisch-
Chemischen Fortgeschrittenenpraktikum (**PCIII-Praktikum**) des
Bachelor-Studiengangs Chemie (100%)

(für das Wintersemester 2017/18 und Sommersemester 2018)

1) Berechnung der PCIII-Praktikumsnote und der PCIII-Modul-Gesamtnote.....	1
2) Umfang und Inhalt des PCIII-Praktikums.....	2
3) Ausführungszeitraum des PCIII-Praktikums.....	3
4) Anmeldung, Gruppen- und Versuchseinteilung.....	3
5) Voraussetzungen für eine Praktikumsteilnahme.....	4
6) Fachliche Anforderungen für eine erfolgreiche PCIII-Praktikumsteilnahme...	5
7) Ablauf der Versuchsausführung.....	6
8) Vorgaben und Anforderungen an die zu erbringenden Leistungen.....	7
9) Bewertungskriterien für das Eingangskolloquium.....	11
10) Bewertungskriterien für die Versuchsauswertungen.....	12

1) Berechnung der PCIII-Praktikumsnote und der PCIII-Modul-Gesamtnote



2) Umfang und Inhalt des PCIII-Praktikums

- Das PCIII-Praktikum besteht aus **8 Versuchen**, die die beiden Themengebiete **Reaktionskinetik** und **Elektro- und Grenzflächenchemie** umfassen.

RK1 Enzymkinetik (Enzymatisch katalysierte Reaktionen, Michaelis-Menten-Kinetik)
RK2 Arrhenius-Aktivierungsenergie (Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit der Esterverseifung)
RK3 Entfärbung von Kristallviolett (Spektrokinetische Messung von Reaktionsgeschwindigkeiten, Spektralphotometrie, primäre Salzeffekte)
RK4 Photochemische Kinetik (Blitzlichtphotolyse zur Untersuchung schneller photochemischer Elementarprozesse)

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)

- Am Ende des 5. FS findet **eine Klausur** zum PCIII-Praktikum statt, in der die im Rahmen der 8 Praktikumsversuche erworbenen vertieften Kenntnisse auf den Themengebieten **Reaktionskinetik** und **Elektro- und Grenzflächenchemie** geprüft werden. Es gilt der übliche Klausurennotenschlüssel (siehe Seite 1). **Die Teilnahme an der Klausur zum PCIII-Praktikum ist erst möglich, nachdem alle 8 Praktikumsversuche erfolgreich absolviert wurden!**

3) Ausführungszeitraum des PCIII-Praktikums

Gemäß dem Modulhandbuch des Bachelor-Studiengangs Chemie werden alle 8 Versuche des PCIII-Praktikums von den Studierenden zusammenhängend im 5. Fachsemester (FS) ausgeführt. Ein erfolgreich absolviertes **PCI-Modul (3. FS)** und **PCII-Modul (4. FS)** stellen dabei die **Eingangsvoraussetzungen für die Teilnahme am PCIII-Praktikum dar.***

*** Ausnahmeregelung:** Auf ausdrücklichen Wunsch der Studierenden erlaubt das Physikalisch-Chemische Institut, dass 4 Versuche (namentlich EG1/2, EG3, RK2 und RK3) des PCIII-Praktikums bereits im 3. bzw. 4. FS (parallel zu den Veranstaltungen des PCI-Moduls bzw. PCII-Moduls) vorgezogen ausgeführt werden dürfen. Diese Ausnahmeregelung gilt nur für Studierende, die vor (!) der ersten vorgezogenen Versuchsausführung die Module Mathematik (Modul M: Mathematik für Naturwissenschaftler Teil 1 und Teil 2) und Physik (Modul PI und PII inkl. dem Physikalischen Praktikum) erfolgreich absolviert haben!

- **Diese Ausnahmeregelung (= Möglichkeit des Vorziehens der Versuche EG1/2, EG3, RK2 und RK3 in das 3. bzw. 4. FS) gilt zunächst für das Wintersemester 2017/18 und das Sommersemester 2018.**

- **Die im Modulhandbuch festgelegten Eingangsvoraussetzungen für die Teilnahme am PCIII-Praktikum im 5. FS (siehe Seite 4) bleiben davon unberührt!**

4) Anmeldung, Gruppen- und Versuchseinteilung

- Die Ausführung der Versuche erfolgt in **Zweier-Gruppen** gemäß der vorab von den SemestersprecherInnen in Zusammenarbeit mit den Studierenden erstellten **Gruppen- und Versuchstermin-Einteilungsliste**.
- Eine Eintragung in die **Gruppen- und Versuchstermin-Einteilungsliste** ist nur unter Angabe einer offiziellen studentischen E-Mail-Adresse gültig.
- Eine Eintragung in die **Gruppen- und Versuchstermin-Einteilungsliste** der SemestersprecherInnen gilt als vorläufige Anmeldung zum Praktikum (siehe nächste Seite).

5) Voraussetzungen für eine Praktikumsteilnahme im 5. FS

- **Voraussetzung** für die Teilnahme am PCIII-Praktikum im 5. FS sind gemäß dem Modulhandbuch des Bachelor-Studiengangs Chemie die erfolgreich absolvierten Module PCI (3. FS) und PCII (4. FS).
⇒ (siehe auch nächste Seite!)
- Am Tag der ersten Versuchsausführung (im 5. FS) bestätigen die Studierenden vor Versuchsbeginn persönlich und verbindlich durch ihre Unterschrift im Büro des PC-Praktikums (INF 504), dass sie die obigen 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/praktikumsordnung_pciii.html

6) Fachliche Anforderungen für eine erfolgreiche PCIII-Praktikumsteilnahme

Die **fachlichen Kompetenzen** auf den Gebieten der Mathematik, Physik, Chemie und physikalischen Chemie, die im Rahmen des PCIII-Praktikums benötigt und auch erwartet werden, ergeben sich aus den im BSc-Chemie-**Modulhandbuch** definierten **Qualifikationszielen**, die die Studierenden durch das erfolgreiche Absolvieren der **Module des 1.-4. FS** vor Beginn des PCIII-Praktikums bereits erreicht haben!

Modulhandbuch: http://www.uni-heidelberg.de/md/chemgeo/studium/chemie_bachelor/modulhandbuch_bscchem.pdf

Hierbei handelt es sich insbesondere um die folgenden bereits erworbenen Fähigkeiten:

- zum eigenständigen abstrakten und logischen Denken (→ **Modul M**),
- mathematische Prinzipien zur Lösung naturwissenschaftlicher Fragestellungen erfolgreich einsetzen zu können (→ **Module M, PCI, PCII**),
- physikalische und physikalisch-chemische Experimente und deren Resultate selbständig sowohl schriftlich als auch verbal interpretieren und quantifizieren zu können (→ **Module PI, PII, PCII**),
- zum selbstständigen experimentellen Arbeiten: Messwert-Erfassung, quantitative Auswertung und Fehlerrechnung, Abfassen von wissenschaftlichen Versuchsprotokollen (→ **Module PII, PCII**),
- erlernte Konzepte und Modelle (der Thermodynamik, der Kinetik, der chemischen Gleichgewichte der Elektrochemie und Quantenmechanik) zur Beschreibung chemischer Vorgänge anzuwenden (→ **Module ACI, PCII**),
- chemische und physikalisch chemische Experimente sicher auszuführen und die Ergebnisse in wissenschaftlicher Form protokollieren zu können (→ **Module ACII, PCII**).

7) Ablauf der Versuchsausführung

- Die Versuche werden von den Praktikums-Gruppen an den in der **Versuchstermin-Einteilung** festgelegten Terminen – gemäß der Praktikumsordnung – ausgeführt.
- Bedingung für die Versuchsausführung ist das **Bestehen des zugehörigen Eingangskolloquiums**.
- Zu jedem der 8 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 per E-Mail (an ihre in der Gruppeneinteilungsliste aufgeführte studentische E-Mail-Adresse).

Versuchsanleitungen: http://www.uni-heidelberg.de/md/chemgeo/pci/motzkus/praktikum/pc3_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_pciii.html

Pro Versuch sind die folgenden Leistungen in der Reihenfolge i-iii) zu erbringen:

- i) Erfolgreiches Absolvieren eines **Eingangskolloquiums** mit individueller Benotung der Leistungen der Studierenden (Benotung siehe Seite 11). Die Vereinbarung des Termins hierzu erfolgt via E-Mail-Anfrage an den Versuchsbetreuer.
- ii) Versuchsausführung: Während (!) der laufenden **Versuchsausführung** muss ein **ausführliches Messprotokoll** angefertigt werden, das 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).

!Beachten Sie bei i-iii) unbedingt die in der Praktikumsordnung vorgegebene Frist für die Abgabe der Versuchsauswertung!

8) Vorgaben und Anforderungen an die zu erbringenden Leistungen

- Das PCIII-Praktikum gilt erst als bestanden und abgeschlossen, wenn alle 8 Versuche und die Klausur zum PCIII-Praktikum bestanden wurden.
- Ein nicht bestandener Praktikumsversuch kann erst im folgenden Semester wiederholt werden.
- Eine Teilnahme an der Klausur zum PCIII-Praktikum ist erst nach Bestehen aller 8 Versuche möglich.
- Die Klausur zum PCIII-Praktikum kann einmal wiederholt werden.

Leistung i): Eingangskolloquium

- Das Eingangskolloquium (Dauer ca. 45-60 min) wird mit den zuständigen VersuchsbetreuerInnen ausgeführt.
- Im Eingangskolloquium sollen die Studierenden vor der Versuchsausführung zeigen, dass sie vertiefte Kenntnisse zum theoretischen Hintergrund des Versuchs sowie über dessen praktische Umsetzung in experimenteller Form (inkl. der verwendeten Analyse- und Auswerteverfahren) besitzen.
- Im Eingangskolloquium wird die Fähigkeit der Studierenden zur analytischen und verbalen Wiedergabe des erarbeiteten Fachwissens im Rahmen einer wissenschaftlichen Diskussion überprüft.
- Die Leistungen der Studierenden im Eingangskolloquium werden gemäß der auf Seite 11 ausgeführten Kriterien individuell benotet.
- Die erlangten Noten werden den Studierenden am Ende des Eingangskolloquiums mitgeteilt und begründet.
- Ein mit „mangelhaft“ (Note 5.0) bewertetes Eingangskolloquium kann einmal wiederholt werden. In der Notenberechnung wird nur die Note des zweiten (bestandenen) Eingangskolloquium herangezogen
- Wird auch das zweite Eingangskolloquium mit „mangelhaft“ (Note 5.0) bewertet, so gilt der Versuch als nicht bestanden. ⇒ Versuchswiederholung im Folgesemester.

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, dass 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.

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).**

9) Bewertungskriterien für das Eingangskolloquium

1,0	}	Eine hervorragende Leistung, die den Anforderungen an eine wissenschaftliche Diskussion in besonderem Maße entspricht. Sehr gute und tiefgehende Kenntnisse über die theoretischen und praktischen Aspekte des Versuchs. Sehr gute Leistungen bei der eigenständigen Anwendung von bereits erlernten mathematischen, physikalischen und chemischen Konzepten auf Problemstellungen aus dem Bereich der Physikalischen Chemie.
1,3		
1,7	}	Eine gute Leistung, die den Anforderungen an eine wissenschaftliche Diskussion voll entspricht. Gute Kenntnisse über die theoretischen und praktischen Aspekte des Versuchs sind vorhanden. Die Fähigkeit, erlernte allgemeine mathematische, physikalische und chemische Konzepte zusammenzuführen und erfolgreich auf Problemstellungen aus der Physikalischen Chemie anwenden zu können, zeichnet sich bereits klar ab.
2,0		
2,3		
2,7	}	Eine befriedigende Leistung, die den durchschnittlichen Anforderungen an eine wissenschaftliche Diskussion entspricht. Wesentliche Grundkenntnisse über die theoretischen und praktischen Aspekte des Versuch sind vorhanden. Allgemeine 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 erarbeiten und umsetzen zu können.
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. Ausreichende Grundkenntnisse über die theoretischen und praktischen Aspekte des Versuch sind vorhanden. Allgemeine Kenntnisse über mathematische, physikalische und chemische Konzepte sind zum Teil nur lückenhaft vorhanden. Eine Zusammenführung und Anwendung dieser Konzepte auf physikalisch-chemische Aufgabenstellungen gelingt nur mit Hilfe.
4,0		
5,0		Eine mangelhafte Leistung, die aufgrund von erheblichen Verständnis- und Kenntnis-Defiziten in den Teilbereichen Mathematik, Physik und allgemeiner Chemie, den Anforderungen an eine physikalisch-chemische Problemdiskussion noch nicht entspricht!

10) 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.