

# MERKBLATT, SoSe 2021

für das Praktikum der Physik für Zahnmediziner  
(22. MÄRZ 2021)

## PRAKTIKUMSZIELE

Sinn des Praktikums ist es, Sie mit den physikalischen Grundlagen vertraut zu machen, die Sie für ein erfolgreiches Studium der Physiologie benötigen. Inhalt von Vorlesung und Praktikum sind daher in detaillierter Absprache mit den Verantwortlichen der Medizinischen Fakultät ausgewählt worden.

### I. ALLGEMEINER ABLAUF DES PRAKTIKUMS

Das Praktikum besteht aus einer Begleitvorlesung, zehn Versuchsterminen und einer Hausaufgabe. Ein Versuchstermin besteht i. d. R. aus mehreren Teilversuchen. Jeder Studierende muss unter Anleitung eines Betreuers ein wissenschaftliches Protokoll anfertigen. Die Vorbereitung für jeden Versuchstermin findet zu Hause statt. Die physikalischen Grundlagen zum Versuch werden anhand der Versuchsanleitungen studiert und das erste Kapitel des Protokolls vorbereitet (Vorprotokoll). Wegen der Corona-Pandemie findet das Praktikum **ONLINE** statt (per Videokonferenz). Die Versuchstermine entnehmen Sie aus **OpenCampus**. Die Durchführung der Versuche entfällt größtenteils. Stattdessen bekommt jeder Studierende elektronisch während jedes Praktikumstermins für den entsprechenden Versuch einen individuellen Datensatz. Am Versuchstag fertigt jeder Studierende ein Laborprotokoll an (Kapitel Laborprotokoll). Als experimentelle Ergebnisse werden die Daten aus dem individuellen Datensatz verwendet. Danach wertet der Studierende den Versuch mit den **eigenen Messwerten selbständig** aus (Kapitel Auswertung).

Das gesamte Protokoll (Vorprotokoll, Laborprotokoll und Auswertung) ist in der Regel vor dem Beginn des folgenden Versuchstermins zur Korrektur abzugeben. Die Abgabe erfolgt elektronisch in Form von einem PDF-File (die Ausarbeitung scannen oder abfotografieren, die einzelnen Bilder in einer Word-Datei einbinden, als PDF-File exportieren und das PDF-File elektronisch an den zuständigen Betreuer schicken). Die Filegröße ist auf 50 MB begrenzt. Es wird **dringend** empfohlen, die Auswertung am Versuchstag durchzuführen. Schließlich stehen die Betreuenden am Versuchstag Ihnen zur Verfügung.

Im Physikpraktikum werden die Regeln für gute wissenschaftliche Praxis der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) angewendet: Jeder **Plagiatsversuch**, d. h. die Benutzung fremder Messwerte für die eigene Auswertung, das Abschreiben von fremden Protokollen und Auswertungen wird mit **Ausschluss** aus dem Praktikum geahndet!

### II. ORGANISATORISCHES

Sie sollten per E-Mail erreichbar sein und finden Informationen und Anleitungen zum Praktikum unter [www.physik.uni-muenchen.de/studium/praktikum/](http://www.physik.uni-muenchen.de/studium/praktikum/). Richten Sie Mitteilungen oder Anfragen unter Angabe Ihrer Gruppenbezeichnung bitte an [georgi.rangelov@physik.uni-muenchen.de](mailto:georgi.rangelov@physik.uni-muenchen.de).

#### II.A. Gruppeneinteilung und Versuchsplan

Das Praktikum findet wöchentlich statt. Ihre individuelle Zugehörigkeit zu einer der fünf Teilgruppen wird von Ihrer Fakultät bestimmt. An jedem Praktikumstag werden fünf Versuche parallel durchgeführt, d.h. dass jede Gruppe einen eigenen Versuchsplan hat und nicht alle mit demselben Versuch beginnen können. Ihren individuellen Versuchsplan entnehmen Sie bitte rechtzeitig vor Praktikumsbeginn aus der Rubrik *Versuchstermine* auf der Praktikumswebseite.

#### II.B. Erforderliches Zubehör

- a) Aktuelle Version der Versuchsanleitungen
- b) Zwei Protokollhefte (DIN A4, kariert mit Rand) versehen mit dem Praktikums-Deckblatt (letzteres kann von der Praktikumswebseite heruntergeladen werden)
- c) Millimeterpapier (DIN A4, linear)
- d) Lineal (Länge: 30 - 40 cm), Geo-Dreieck und Zirkel
- e) Nichtprogrammierbarer wissenschaftlicher Taschenrechner
- f) Rechner (Smartphone nicht ausreichend!!!)
- g) Windows Rechner (Mac mit dual Boot oder Virtuell mit Parallels)
- h) Optische Linse mit mind. 2 dpt., oder Lupe.

### III. INHALT

Das Praktikum der Physik besteht aus 10 Versuchen (zehn verschiedene Termine) und einer Hausaufgabe. Die physikalischen Grundlagen der Versuche werden in einer Begleitvorlesung eingeführt.

### III.A. Begleitvorlesung

In der Vorlesung werden die physikalischen Gebiete Mechanik, Elektrizitätslehre, Wellenlehre, Wärmelehre, Atomphysik und Optik behandelt. Es werden auch die Grundlagen der Fehlerrechnung diskutiert. Die Vorlesung findet in Form einer Sprechstunde (Diskussionsrunde) als Zoom Videokonferenz statt. Sie müssen den Stoff jedes Vorlesungstermins vorher gründlich bearbeitet haben, um in der Diskussion richtig teilnehmen zu können.

### III.B. Hausaufgabe

Die Anleitung **AMW - Auswerten von Messwerten** vermittelt die Grundlagen der Fehlerrechnung und des Zeichnens von Graphen, die Sie bereits zum ersten Versuch beherrschen sollten. Die darin enthaltenen Aufgaben sind einzeln von jedem Teilnehmer als Hausaufgabe auf karierte DIN A4 Blätter zu bearbeiten und sollten spätestens vor dem Beginn des ersten Praktikumstages elektronisch an den zuständigen Betreuenden zugeschickt werden. Keine Abgabe der Hausaufgabe bis spätestens zum Beginn des ersten Praktikumstages bedeutet mangelhafte Vorbereitung für den ersten Versuch, d. h. eine Teilnahme am ersten Versuchstag ist nicht möglich.

### III.C. Versuche

Die Teilnehmer jeder Gruppe führen an jedem Praktikumstag einen der folgenden 10 Versuche durch:

**EKG** - Grundlagen der Elektrokardiographie  
**ZEL** - Grundlagen zellulärer Erregbarkeit  
**SIG** - Akustische und elektrische Signale  
**SON** - Sonographie  
**ROE** - Röntgenstrahlung  
**FLU** - Flüssigkeiten  
**KAL** - Kalorimetrie  
**GAS** - Ideale Gase/Phasenübergänge  
**LIN** - Abbildung durch Linsen  
**OPT** - Optik-Grundversuch

## IV. VORBEREITUNG ZUR BEGLEITVORLESUNG

Sie müssen sich auf jeden Vorlesungstag vorbereiten, indem Sie den Vorlesungsstoff vor dem Vorlesungstermin gründlich studieren. Die Vorlesungsvideos sind auf der Praktikumswebseite zu finden. Es werden regelmäßig kurze MC-Testate angeboten, die Ihre Vorbereitung überprüfen werden. Jedes MC-Testat wird mit maximal zwei Punkten bewertet.

## V. VORBEREITUNG ZUM PRAKTIKUM

Sie müssen sich auf jeden Versuch vorbereiten (**AUCH AM ERSTEN PRAKTIKUMSTAG**), indem Sie die Ver-

suchsanleitung vor dem Versuchstermin gründlich studieren. Die Anleitungen enthalten die technischen Grundlagen, die Beschreibung der Experimente sowie die Aufgaben für die Auswertung. Da zum Zeitpunkt des Praktikums nicht alle Versuchsinhalte in den Grundvorlesungen behandelt wurden, sind in den Anleitungen auch die physikalischen Grundlagen enthalten. Eine vollständige und aktuelle Version befindet sich im Internet (siehe II).

Der zweite Teil der Vorbereitung ist ein **Vorprotokoll** zu fertigen. Am Praktikumstag werden, als zweites Kapitel Ihres Protokolls, nur die Messwerte eingetragen. Im Onlinebetrieb gilt die Vergabe des Datensatzes als Vortestat (Antestat 1).

## VI. ABLAUF EINES VERSUCHSTERMINS

### a) Überprüfung der Vorbereitung:

Das Vorprotokoll sollten Sie vor Beginn des Versuchstermins elektronisch an den zuständigen Betreuenden zugeschickt haben. Die entsprechenden Kontaktdaten werden Ihnen von den verantwortlichen Betreuenden mit der Einladung zu der Videokonferenz zugeschickt. Gerne können Sie das Vorprotokoll schon eher schicken. Vor Versuchsbeginn überprüft der Betreuende die Protokollvorbereitung (Vorprotokoll). Diese Überprüfung findet per E-Mail oder während einer Videokonferenz statt. Bei fehlender oder mangelhafter Vorprotokollvorbereitung darf der Versuch an diesem Praktikumstag nicht absolviert werden und muss an einem späteren Termin nachgeholt werden.

b) *Vortrag*: Der Betreuer bestimmt die Studierenden der Praktikumsgruppe, die zu einem zugewiesenen Themenbereich ein fünfminütiges Referat vortragen. Sie können sich inhaltlich an der Stichwortliste zum Versuch orientieren (siehe Praktikums-Website). Während des Vortrags sind keinerlei Hilfsmittel (eigene Notizen o.ä.) zulässig. Der Vortrag wird mit maximal zwei Punkten bewertet. Werden null Punkte erzielt, gilt der gesamte Versuch als nicht bestanden – ebenso bei Verweigerung des Vortrags.

### c) Versuchseinweisung:

Die Betreuer geben per Videokonferenz Hinweise zum Versuchsablauf, stellen das Zubehör vor und sind Ihre Ansprechpartner während des Versuchs.

### d) Versuchsdurchführung:

Eine Versuchsdurchführung ist wegen des Onlinebetriebs nicht im vollen Umfang möglich. Stattdessen bekommt jeder Studierende elektronisch zum **Ende** jedes Praktikumstermins für den entsprechenden Versuch einen individuellen Datensatz. Um eine gewisse Vorstellung über die Durchführung zu bekommen, wird die Durchführung der Teilversuche anhand von Lernvideos mit den Betreuenden besprochen. In einigen Fällen sind „Versuche daheim“ vorgesehen, die Sie selber **VOR** dem Versuchstag durchführen sollten, um die Ergebnisse mit dem zuständigen Betreuenden besprechen.

### e) Protokollierung:

Am Versuchstag fertigt jeder Studierende ein Laborprotokoll (Kapitel Laborprotokoll) an. Als experimentelle Ergebnisse werden die Daten aus dem individuellen Datensatz und falls vorhanden aus dem „Versuch daheim“ verwendet. Tragen Sie direkt alle Ergebnisse aus Ihrem Datensatz handschriftlich und dokumentenecht in Ihr Protokollheft ein (d. h. die Einträge mit Kugelschreiber

machen, Bleistift kann nur für die Skizzen benutzt werden). Diese Regelung gilt übrigens auch für die Prüfung. Ihr Laborprotokoll darf keine Lücken für nachträgliche Eintragungen aufweisen.

*f) Vorbereitungskontrolle am Arbeitsplatz:*

Die Betreuer können z.B. per E-Mail stichprobenartig kontrollieren, ob der Sinn der Versuchsdurchführung verstanden wurde. Wer vollkommen unvorbereitet angetroffen wird, muss den Versuch wiederholen.

*g) Beendigung des Praktikums:* Das Ende des Versuchstermins wird mit dem Abschicken der Datensätze seitens des Betreuenden bestätigt (Antestat 2). Sie sollen den Empfang des Datensatzes sofort bestätigen. Spätere Reklamationen werden nicht berücksichtigt und Sie gelten als am Versuchstag nicht teilgenommen. Sie dürfen auch nach dem Antestat in der Videokonferenz teilnehmen und z. B. Ihre Auswertung beginnen.

## VII. HINWEISE ZUM PROTOKOLL

Ihre Niederschriften sollten so übersichtlich und gut leserlich gestaltet sein, dass ein Außenstehender die Durchführung und Auswertung ohne die Anleitung nachvollziehen kann:

*a) Vollständigkeit:*

Falls Teilversuche ohne Rücksprache mit dem Betreuer fehlen, muss der gesamte Versuch wiederholt werden. Ein unvollständiges Protokoll wird nicht korrigiert.

*b) Reproduzierbarkeit:*

Ihr Protokoll sollte alle Informationen enthalten, die nötig sind, eine Wiederholung des Experiments auch ohne Anleitung zu ermöglichen (siehe Musterprotokoll, Praktikums-Webseite). Ihr Protokoll sollte so kurz wie möglich und so ausführlich wie notwendig sein.

*c) Strukturiertheit:*

Ihr Protokoll sollte gut strukturiert sein, um die Nachvollziehbarkeit Ihres Experiments (siehe Musterprotokoll) zu gewährleisten. Es sollte deshalb folgendes enthalten:

### VII.A. Vorprotokoll (Vorbereitung zu Hause)

- Protokollkopf: Titel des Versuchs, Name des Praktikanten, Datum
- Titel und Versuchsziele der Teilversuche (falls aus dem Titel nicht ersichtlich)
- Schematische Skizzen der Versuchsanordnungen
- Erläuterung der Messmethoden
- Beschreibung der geplanten Durchführung
- Beschreibung der geplanten Auswertung mitsamt zu verwendenden Formeln

### VII.B. Laborprotokoll (Protokollierung während der Versuchsdurchführung)

- Titel der Teilversuche
- Schilderung qualitativer Beobachtungen (evtl. Interpretationen)
- Erläuterung verwendeter Bezeichnungen
- Messreihen in übersichtlichen Tabellen mit Zeilen- und Spaltenbezeichnungen!

- Messwerte stets mit Angaben der Messunsicherheiten
- Werte physikalischer Größen stets mit Einheiten
- Relevante Literatur- und Herstellerangaben.

## VII.C. Nachbereitung

*a) Auswertung:*

Jeder Studierende muss eine Auswertung mit den eigenen Messwerten anfertigen. Die Auswertung ist direkt hinter dem Protokolleintrag, auf einer neuen Heftseite, zu beginnen.

*b) Protokollabgabe und Bewertung:*

Das Protokoll mit der vollständigen Auswertung muss spätestens um 15 Uhr am folgenden Praktikumstermin zur Korrektur abgegeben werden. Die Abgabe erfolgt elektronisch in Form von einem PDF-File (Die Ausarbeitung scannen oder abfotografieren, die einzelnen Bilder in einer Word-Datei einbinden, als PDF-File exportieren und das PDF-File elektronisch an den zuständigen Betreuer schicken). **Die Filegröße ist auf 50 MB begrenzt.** Die Abgabe und Korrektur der Auswertung des letzten Versuchs findet spätestens am Nachholtermin (NT) statt. Eine spätere Abgabe und Korrektur von Auswertungen ist nicht mehr möglich.

Für ein fehlerfreies Protokoll mit Auswertung erhalten Sie 2,0 Punkte. Bei der Korrektur wird angemerkt, was nicht vorhanden oder falsch ist. Die Bewertung (Abtestat) erfolgt in Schritten von 0,1 Punkten. Eine verspätete Abgabe führt zu einem Punktabzug von 0,2 Punkten pro Versuchstermin. Der Betreuer kann bei der Rückgabe des Protokolls den Studierenden zu allen Teilen der Auswertung befragen und ggf. eine Neuanfertigung oder Nachbesserungen verlangen. Ist das Laborprotokoll nicht in Ordnung, ist der gesamte Versuch zu wiederholen. Im Fall einer Nachbesserung bleiben Protokoll und Auswertung zunächst unbewertet und die Abgabe gilt als nicht termingerecht. Eine verbesserte Auswertung muss am nächsten Termin erneut abgegeben werden. Das Ende einer erfolgreichen Auswertung wird abgestempelt und durch Unterschrift des Betreuers bestätigt (Abtestat).

## VIII. HINWEISE ZUR AUSWERTUNG

Für die Auswertung gelten im Hinblick auf Vollständigkeit, Reproduzierbarkeit und Strukturiertheit analoge Kriterien wie beim Protokoll. Insbesondere ist folgendes zu beachten[1]:

- Titel und Versuchsziele der Teilversuche
- Gleichungen: Damit Ihre Resultate nachvollzogen werden können, sind zuerst immer die verwendeten Gleichungen anzugeben.
  - Größengleichungen: Damit erkennbar wird, mit welchen Messwerten Sie gerechnet haben, müssen Zwischenschritte durch Einsetzen von Messwerten mit Einheiten angegeben werden.
  - Diagramme: Messreihen sind i. d. R. durch Diagramme grafisch darzustellen. Diese sind, wenn nicht anders angegeben, blattfüllend zu zeichnen (DIN A4), Achsen müssen beschriftet und Ausgleichskurven sinnvoll eingezeichnet werden. Die Messwerte sind mit Fehlerbalken einzuzeichnen. Diagramme sind mit Titel des zugehörigen Teilversuchs zu beschriften.

- Grafische Auswertung: Wenn Sie Zahlenwerte aus Ihren Diagrammen ablesen, muss die Konstruktion der Werte erkennbar sein. Die abgelesenen Werte sind in der Konstruktion anzugeben.

- Endergebnisse: Wenn Sie eine physikalische Größe berechnen, ist das Resultat als Endergebnis zu kennzeichnen. Endergebnisse sind stets mit der richtigen Anzahl signifikanter Ziffern und richtig gerundet anzugeben.

- Fehlerangaben: Geben Sie Endergebnisse mit Unsicherheit an. Die Größe dieser Unsicherheit muss begründet sein, entweder durch Fehlerrechnung, durch eine graphische Methode oder durch eine plausible Überlegung.

- Fehlerrechnung: Damit Ihre Fehlerrechnung nachvollzogen werden kann, sind zuerst immer die verwendeten Formeln anzugeben. Damit erkennbar wird, mit welchen Werten Sie gerechnet haben, müssen Zwischenschritte mit eingesetzten Werten angegeben werden.

- Diskussion: Ihre Endergebnisse sind stets kurz zu diskutieren und oft mit Literatur- oder Herstellerwerten zu vergleichen. Letztere sind explizit in der Diskussion zu nennen. Zu einer Diskussion gehören u. U. auch kritische Bemerkungen und mögliche Vorschläge zur Verbesserung des Experiments.

- Interpretation: Qualitative Beobachtungen müssen in der Auswertung physikalisch erklärt werden (sofern dies noch nicht im Laborprotokoll erfolgt ist).

## IX. VERSPÄTUNG UND ABWESENHEIT

Pünktlichkeit ist geboten. Sie müssen für ein potentiell Gespräch anwesend sein. Falls Sie nach der Besprechungsphase erscheinen, gilt der Versuch als nicht absolviert.

Falls Sie an einem Versuchstermin verhindert sein sollten, wenden Sie sich frühzeitig an die Praktikumsleitung. Ein Nachholtermin wird zum Semesterende angeboten, an ihm kann nur ein Versuch nachgeholt werden.

## X. SCHEINVERGABE UND BENOTUNG

Alle Bewertungen im Praktikum werden in den Gruppenlisten festgehalten. Vergewissern Sie sich am letzten

Praktikumstermin, dass alle bis dahin vorliegenden Abtestate in Ihrer Gruppenliste eingetragen sind.

Zur Leistungskontrolle im Praktikum wird eine **Prüfung** abgehalten, die aus Fragen zu den Versuchen und der Begleitvorlesung besteht und mit maximal 40 Punkten bewertet wird. Bei der Prüfung dürfen keine Hilfsmittel, außer den unter II.d) und II.e) angegebenen, benutzt werden. Das Verwenden von gedruckten Formelsammlungen, schriftlichen Notizen oder in Rechnern gespeicherten Informationen ist nicht erlaubt.

Die Bedingungen für die Vergabe eines Scheins sind:

a) Vorlage der Abtestate der Hausaufgabe und aller vorgeschriebenen Versuche in einem Semester.

b) Absolvieren von mindestens zwei Vorträgen.

c) Aus den Punktezahlen für die zehn Protokolle (mit Auswertungen) und für die Hausaufgabe wird die mittlere Punktezahl berechnet. Der Mittelwert wird mit fünf multipliziert. Dieser gewichtete Mittelwert (Protokollpunkte) muss mehr als 50 % der maximal erreichbaren Wert betragen (max. 10 Punkte).

d) Aus den Punktezahlen für die MC-Testate wird die mittlere Punktezahl berechnet. Der Mittelwert wird mit 2,5 multipliziert (max. 5 MC-Punkte).

Genauso wird aus den Punktezahlen für die Vorträge die mittlere Punktezahl berechnet. Der Mittelwert wird mit 2,5 multipliziert (max. 5 Vortragspunkte).

Die Summe aus den MC-Punkten und der Vortragspunkte muss mehr als 50 % der maximal erreichbaren Wert betragen (max. 10 Punkte).

e) Um für die Prüfung zugelassen zu werden, müssen Sie die Bedingungen aus a), b), c) und d) erfüllen.

f) Die drei gewichteten mittleren Punktezahlen aus a), c) und d) werden zum Prüfungsergebnis addiert. Die Gesamtpunktzahl aus den Leistungen in Praktikum und Prüfung muss mehr als 50 % der maximal erreichbaren Gesamtpunktzahl betragen. Reicht sie nicht aus, genügt i.d.R. das Wiederholen der Prüfung. Aus der Gesamtpunktzahl wird eine Note berechnet, sie erscheint aber nicht unbedingt auf dem Praktikumschein. Benotete Scheine werden nur nach Absprache mit dem Praktikumsleiter ausgegeben.

---

[1] Die gleichen Regeln sind bei der Prüfung zu beachten!