



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
CHEMNITZ

Physikalisches Grundpraktikum für Studierende im Wirtschaftsingenieurwesen Wintersemester 2020/21



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
CHEMNITZ

Kontakt

Praktikumsleitung:

Dr. Martina Wanke

E-Mail: grundpraktikum@physik.tu-chemnitz.de

Telefon: 0371/531 – 32977

Webseite: www.tu-chemnitz.de/physik/PGP

Sprechzeiten: Mittwoch, 11:00 – 12:00 Uhr, nur nach Terminvereinbarung und mit Mund-Nasen-Schutz





- 2. Semesterwoche:
 - Einführungsveranstaltung am 23.10.2020 um 11:30 Uhr online (Link wird noch bekannt gegeben)
 - Einschreibung online in OPAL
(<https://bildungsportal.sachsen.de/opal/auth/RepositoryEntry/26509017092>)
- 14-tägig Praktikumstermine, 3 Versuche, in 2er-Gruppen in Präsenz.
Beginn voraussichtlich ab 06.11. bzw. 13.11.
- Das erfolgreich absolvierte physikalische Grundpraktikum ist Prüfungsvorleistung zur Klausur.
- Wichtigste Regel: **Halten Sie Kontakt!** Fragen Sie nach. Geben Sie Feedback. Das gilt für alle Lehrveranstaltungen, nicht nur das Praktikum.



Ablauf des Versuchstages:

- Vorab zu Hause: Einarbeiten in das Versuchsthema anhand der Anleitung und Literatur, Protokoll vorbereiten.
- Treffen zur Praktikumszeit vor dem Physikgebäude.
- BetreuerIn holt die Versuchsgruppen zum jeweiligen Versuch ab.
- Kurze Einweisung in den Versuchsplatz durch BetreuerIn, Möglichkeit für erste Rückfragen.
- Kontrolle der Vorbereitung: Antestat, max. 5 Punkte
- Selbständige Bearbeitung des Versuchs anhand der Anleitung/Aufgabenstellung & Fertigstellung des Protokolls innerhalb 3h.
- Abgabe des Protokolls beim Versuchsbetreuer, Bewertung max. 5 Punkte.



Je Versuch sind maximal zu erreichen:

- 5 Punkte für das Antestat
- 5 Punkte für das Protokoll

Ein Versuch ist erfolgreich absolviert, wenn:

- für Antestat und Protokoll jeweils mindestens 1 Punkt erreicht ist.

Das Praktikum ist erfolgreich absolviert und wird testiert, wenn

- alle Versuche absolviert sind
- Mindestens die Hälfte der erreichbaren Punkte erreicht sind.

Das erfolgreiche Abschließen des Praktikums wird durch die Praktikumsleitung an das Prüfungsamt gemeldet.



Weitere Hinweise:

- BetreuerIn ist dazu da, Ihre Fragen zu beantworten – nutzen Sie das!
Aber: Sie übernehmen nicht Ihre Vorbereitung!
- Es bietet sich an, die hergeleitete Fehlerformel (siehe gleich!) vom Betreuer prüfen zu lassen!
- **Eigenes Millimeter-Papier** ist für graphische Darstellungen erforderlich.
- Eine gute **Vorbereitung des Protokolls** spart Zeit im Praktikum!
- Bei Problemen und Fragen wenden Sie sich an die Praktikumsleitung – warten Sie damit nicht, bis das Praktikum vorbei ist!
- Für den persönlichen Nachweis der erreichten Punkte steht auf der Website ein Laufzettel zur Verfügung – lassen Sie sich für jeden Versuch die Punkte eintragen und abzeichnen!
Der Laufzettel ist Ihr Nachweis für Ihre erbrachten Leistungen. Legen Sie diesen Laufzettel in das Protokollheft ein.



OPAL-Kurs zum Austausch von Informationen zum Praktikum bzw. Seminar:

Physikalisches Grundpraktikum (Wirtschaftsingenieurwesen)

<https://bildungsportal.sachsen.de/opal/auth/RepositoryEntry/26509017092>

- **Einschreibung** in die 2er Gruppen **im OPAL-Kurs**
 - Schreiben Sie sich bitte zusammen mit Ihrem/r Wunschpartner/in ein.
 - Möglichst der/die gleiche Partner/in wie in allen anderen Lehrveranstaltungen
 - Formblätter zum 1. Praktikumstermin:
 - Hygieneregeln Physikalisches Grundpraktikum BSc WS2021
 - Arbeitsschutzunterweisung
 - Formblatt_Praesenzveranstaltung_DSB_RMK
- Bitte vollständig ausgedruckt, ausgefüllt und unterschrieben mitbringen.



Einzelnen herunterladen auf der Praktikumshomepage

www.tu-chemnitz.de/physik/PGP

→ Praktikumsgruppen

→ Tab „Wirtschaftsingenieurwesen“.

Auf der Homepage des Praktikums finden sich auch allgemeine Informationen zu

- Versuchsdurchführung, Protokollführung, und Fehlerbetrachtung.
- Versuchsbelegung
- aktuelle Hinweise
- diese Folien



Offene Fragen zum Praktikumsablauf?

→ Bitte melden!

Im Versuch bei der Betreuung oder per Email, Telefon, ...



Grundsätzliches:

- Arbeit in 2er-Gruppen. Jede Gruppe führt ein gemeinsames Protokoll! Das Protokoll wird von beiden Versuchspartnern gemeinsam verantwortet!
- Protokolle sind Dokumente und Belege Ihrer Arbeit:
 - Verwendung von Praktikumsheften, gebunden, DIN – A4
 - Beschriften: Name & Studiengang! außen auf dem Umschlag
 - Laufzeiten (Vorbereitung – Versuch – Korrektur) beachten
 - Alle Darstellungen etc. sind einzukleben.
 - keine „Lose-Blatt-Sammlung“
 - Bleistift nur für Skizzen und graphische Darstellungen.
- Zweckmäßig: Laufzettel dem Protokoll beilegen



Versuch 1: Versuchstitel

Versuchsgruppe: Name 1, Name 2

Datum:

Arbeitsplatz:

Betreuer:

Aufgabenstellung

Übernehmen der Aufgabenstellung von der Versuchsanleitung



1. Versuchsziel

- maximal 3 Sätze. Größere Abhandlungen sind nicht erforderlich, und werden auch bei der Bewertung nicht berücksichtigt.

2. Grundlagen

- benötigte **Gleichungen** (bezeichnen, fortlaufend nummerieren), verwendete **Größen** benennen.
- Zahlenwerte von verwendeten **Konstanten** angeben.
- Dieser Abschnitt ist **vor dem Versuchstag vorzubereiten** und ggf. vorzuweisen → **OHNE VORBEREITUNG KEIN VERSUCH!**
- Evtl.: Herleitung der Gleichungen zur Berechnung der Messunsicherheit. Der Gang der Herleitung soll erkennbar sein! Es bietet sich an, die hergeleitete Fehlerformel vom Betreuer prüfen zu lassen!



2. Versuchsdurchführung

- Messprinzipien, Apparaturen, Schaltungen usw. skizzieren und/oder kurz beschreiben (nach Möglichkeit vorbereiten – spart Zeit am Praktikumstag)
- Eintragung von Messdaten in geeignete Tabellen
→ direkt während des Versuches, Übertragen von „Schmierzetteln“ ist unnötige, zusätzliche Arbeit, Falscheintragungen werden problemlos ordentlich gestrichen (ggf. kommentieren) und entspricht nicht der guten wissenschaftlichen Praxis.
- Alles, was Sie zur Auswertung & Diskussion brauchen **könnten**, muss notiert sein – was nicht protokolliert ist, wird i.a. vergessen...



3. Auswertung

- Berechnung der gesuchten Größen aus den Messdaten unter Verwendung der in den Grundlagen genannten Gleichungen (referenzieren mit Gleichungs-Nr.)
- Für jeden Rechenschritt: einmaliges exemplarisches Einsetzen (inkl. Einheitenrechnung!)
- Anfertigung graphischer Darstellungen, wenn **gefordert** oder **sinnvoll**
- Deutung der angefertigten Diagramme, ggf. verbaler Vergleich mit erwarteten Kurvenverläufen
- ggf. Betrachten der Fehlereinflüsse der Messgrößen,
- kritische Betrachtung von Messabweichungen und Fehlereinflüssen



4. Fehlerbetrachtung

- Angabe (und ggf. Begründung) der (systematischen und zufälligen) Komponenten der Messunsicherheiten jeder einzelnen Messung
- Berechnung der Unsicherheit der gesuchten Größen mittels der in den Grundlagen hergeleiteten Fehlerformeln
- einmaliges exemplarisches Einsetzen (inkl. Einheitenrechnung!)
- ggf. Fehlerbeiträge einzelner Messgrößen als Zwischenergebnis angeben



5. Ergebnisse und Diskussion

- Zusammenstellung der in der Aufgabenstellung geforderten Ergebnisse, gerundet und mit Fehlerangaben

$$U = (2.5 \pm 0.3) \text{ V}, \Delta U/U = 12 \%$$

- Einschätzung der Messergebnisse, evtl. Vergleich zwischen den Ergebnissen oder mit Tabellenwerten...



Offene Fragen zur Protokollführung?

→ Bitte melden!

Im Versuch bei der Betreuung oder per Email, Telefon, ...

Hygieneplan (das Wichtigste in Kürze)

- Bei Symptomen bleiben Sie bitte zu Hause und schicken ein ärztliches Attest (Kopie), bevor Sie wieder am Praktikum teilnehmen dürfen.
- Durchführung der Versuche maximal in 2er Gruppen.
- 2er Gruppe soll für alle Lehrveranstaltungen in diesem Semester (nicht nur das Praktikum) dieselben 2 Personen umfassen.
- Halten Sie auch innerhalb der Gruppe einen Abstand von 1,5 m ein.
- Tragen Sie einen Mund-Nasen-Schutz, solange Sie sich im Gebäude aufhalten.
- Zugang zu den Praktikumsräumen nur nach Aufforderung/Abholung. (Vereinbaren Sie einen Termin (Tel., Email). Kommen Sie pünktlich zum Praktikumstermin.)



Hygieneplan (das Wichtigste in Kürze)

- Waschen Sie sich vor dem Versuch die Hände mit Seife und desinfizieren Sie sie.
 - Reinigen Sie nach dem Versuch die Geräte und Flächen, die Sie für den Versuch benötigen. Berühren Sie bitte nichts weiteres.
 - Folgen Sie dem Wegeplan.
 - Lüften Sie, wenn möglich; mindestens vor und nach dem Versuch.
 - Bleiben Sie möglichst an Ihrem Versuchsplatz. Toilettenpause ist natürlich erlaubt.
-
- Achten Sie auf sich!



Allgemeines I

- Geräte und Einrichtungen des Praktikumlabor sind bedacht und sachgerecht zu behandeln.
- Es wird nur am jeweiligen Versuchsplatz und nur in der für den Versuch vorgesehenen Weise gearbeitet. Geräte bleiben nur so lange wie für den Versuch erforderlich in Betrieb.
Bsp.: Wasserkocher
- Tische und Stühle sind keine Leitern...

Allgemeines II

- Die Abfalltrennung ist einzuhalten (insbesondere Glasscherben, Lösungsmittel, evtl. durch Gerätebruch freiwerdende Substanzen).
- Jacken, Taschen, Helme etc. können am Versuchsplatz abgelegt werden. Achten Sie darauf, dass abgelegte Gegenstände keine Unfallgefahr darstellen (Wege freihalten) und das Experimentieren nicht behindern.
- Essen und Trinken aus offenen Gefäßen ist im Praktikumslabor untersagt. Bei Bedarf ist eine kurze Pause im Foyer oder außerhalb des Physikgebäudes einzulegen. Zulässig ist das Trinken aus fest verschließbaren Flaschen.
- Eine Schwangerschaft muss der Praktikumsleitung (auch der TU Chemnitz) vor dem Praktikum bekannt gegeben werden, um den Mutterschutz einhalten zu können.



Brandschutz

- Rauchverbot in allen Gebäuden der TU Chemnitz – also auch hier...
- Besondere Vorsicht beim Umgang mit brennbaren Flüssigkeiten – auch deren Dämpfe können sich entzünden.
- Elektrische Heiz- und Wärmegeräte sind so zu benutzen, dass keine benachbarten Gegenstände entzündet werden. Auf ausreichenden Wasserstand im Wasserkocher achten.
- Bei Feuersalarm: Versuch sofort beenden, Bekleidung und Wertsachen mitnehmen, Gebäude verlassen.
Sammelplatz: Parkplatz gegenüber Physik-Gebäude



Feuer in den Praktikumsräumen:

- Rettungsmaßnahmen unter Beachtung des Selbstschutzes
- nach Möglichkeit Brandbekämpfung (Selbstschutz)
- Fenster und Türen schließen
- Raum und Gebäude verlassen
- Meldung: Notruf **112** und Wachdienst **44111**/ Havariedienst **44112** bzw. **Brandmelder** im Foyer

übliche Angaben: Wo? / Was? / Wer? / Personen in Gefahr?



Elektrische Anlagen

- Spannungen über 42 V können lebensgefährlich sein
- Auf-, Um- und Abbau von Schaltungen nur im spannungslosen Zustand. Anlegen von Spannungen an aufgebaute Schaltungen erst nach Abnahme durch den Betreuer.
- nicht benötigte Geräte sind auszuschalten.
- Fest verlegte Leitungen dürfen nicht verändert werden.
- In **Notfällen**: **Notaus-Taster** im entsprechenden Raum benutzen.

Unfälle

- Unfälle sind generell meldepflichtig.
- 1. Hilfe-Kästen befinden sich in den Praktikumsräumen P002 und P006
- Größere Arbeitsunfälle: BfAU melden



Ionisierende Strahlung

- Versuche mit radioaktiven Präparaten & Röntgengeräten:
Manipulation an Quellen ist verboten!
- Essen, Trinken, Gebrauch von Kosmetika ist untersagt!
- Hände waschen nach dem Versuch.
- Eine Schwangerschaft muss vor dem Versuch mit ionisierender Strahlung der Praktikumsleitung angezeigt werden.



offene Fragen zur Sicherheitsbelehrung?

offene Fragen zum Strahlenschutz?

→ Bitte melden!

Hier im Seminar oder per Email, Telefon, ...



Offene Fragen zur Sicherheitsbelehrung?
Offene Fragen zum Strahlenschutz?

Nein?

Dann: Unterschrift! 😊



Messen

- Vergleichen der Eigenschaften eines Probekörpers mit einem geeigneten Normal bzw. einer Normalverkörperung.
- Bsp. Längenmessung:
 - das Normal ist das Urmeter
 - jedes Lineal, Stahlmaßstab, Messschieber etc. ist eine Normalverkörperung, die am Normal zu eichen ist.

Dem Messvorgang ist eigen, dass er **stets fehlerbehaftet** ist:

Merksatz: „Wer misst, misst Mist“ 😊

Einteilung der möglichen Messfehler in drei Kategorien:

grobe Fehler

systematische Fehler

zufällige Fehler



Grobe Fehler:

- Falsches oder nachlässiges Ablesen
- Ungeeignete Messverfahren
- Ungewöhnliche äußere Störungen
→ sind vermeidbar!

Zufällige Fehler:

- Messtechnisch nicht erfassbare Änderungen der Maße und Messgeräte sowie Umwelteinflüsse auf die Messung
- Unvermeidbar, bewirken Streuung der Einzelmessungen einer Messreihe.

Systematische Fehler

- Unvollkommenheit der Messgeräte und Maße („Garantiefehler“)
- Bestimmtes Vorzeichen und bestimmte Größe, treten bei Messung unter gleichen Bedingungen in gleicher Weise auf.
- z.T. korrigierbar (z.B. Auftrieb bei der Wägung)



Für jede gemessene Größe kann eine **Messunsicherheit** angegeben werden:

$$\Delta x = \Delta x_{sys} + \Delta x_{zuf}$$

Systematischer Fehler: Angabe der Garantiefehlergrenzen durch den Hersteller, vgl. Praktikumshomepage und Aushänge in den Laborräumen

Zufälliger Fehler: sinnvolle Abschätzung erforderlich → kurz Begründen (Stichpunkt!)

- Halbe Skalenteilung
- Reaktionszeit
- Streuung von Messreihen

Problem: oftmals interessieren nicht die direkt messbaren Größen...



Messwerte x, y, \dots mit Unsicherheiten $\Delta x, \Delta y, \dots$

Daraus wird die gesuchte Größe $F = F(x, y, \dots)$ berechnet.

→ Wie groß ist dann ΔF ?

Lösungsweg: die Funktion in eine Taylorreihe entwickeln...

$$F(x + \Delta x, y + \Delta y, \dots) = F(x, y, \dots) + \frac{\partial F}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial F}{\partial y} \Delta y + \dots$$

Man erhält schließlich eine Formel für den Größtfehler:

$$\Delta F = \left| \frac{\partial F}{\partial x} \Delta x \right| + \left| \frac{\partial F}{\partial y} \Delta y \right| + \dots$$



Beispiel:

Bestimmung der Erdbeschleunigung g aus der Schwingungsdauer eines mathematischen Pendels

Schwingungsdauer: T

Pendellänge: l

$$g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2}$$

$$\Delta g = \left| 4\pi^2 \frac{\Delta l}{T^2} \right| + \left| -8\pi^2 \frac{l}{T^3} \Delta T \right|$$

$$\frac{\Delta g}{g} = \left| \frac{\Delta l}{l} \right| + \left| 2 \frac{\Delta T}{T} \right|$$



Messwerte müssen gerundet werden – der Größtfehler gibt die Rundungsstelle vor!

1. Schritt: Runden des Fehlers:

- Suchen der 1. Stelle (von links, Komma nicht beachten!) ungleich 0.
dies ist die Rundungsstelle, wenn sie größer als 2 ist
ansonsten ist es die nächstfolgende Stelle.
- Fehler werden **immer aufgerundet!**

2. Schritt: Runden des Messergebnisses

- Gleiche Stellenanzahl wie der Messfehler
- Runden nach den üblichen Regeln

3. Schritt: Ergebnisangabe:

- $U = (2.5 \pm 0.3) \text{ V}$, $\Delta U/U = 12 \%$
- $I = (80 \pm 4) \text{ m}$, $\Delta I/I = 5 \%$
- $t = (1.58 \pm 0.14) \text{ s}$, $\Delta t/t = 0.9 \%$



erster Termin:

Fr, 06.11. (KW 45 - ungerade Kalenderwoche)

Fr, 13.11. (KW 46 - gerade Kalenderwoche)

Informationen & Versuchsplan & Einschreibung:

<https://bildungsportal.sachsen.de/opal/auth/RepositoryEntry/26509017092>

www.tu-chemnitz.de/physik/PGP → Praktikumsgruppen → Wirtschaftsingenieurwesen.

Versuchsbelegung im ersten Termin:

Gruppen 1 – 7: V12

Mitzubringen sind:

Arbeitsschutzunterweisung

Hygieneregeln_Physikalisches_Grundpraktikum_BSc_WS2021

Formblatt_Praesenzveranstaltung_DSB_RMK