

## Anmerkungen zu den „Laborübungen Physik“ Studiengänge Biotechnologie/Chemieingenieurwesen

Die Materialien zum Labor stehen im Internet unter folgender Adresse:

[www2.hs-esslingen.de/work/Fachbereich-g/physik/download/\\_public/physik/physiklabor/physiklabor.html](http://www2.hs-esslingen.de/work/Fachbereich-g/physik/download/_public/physik/physiklabor/physiklabor.html)

Die Bearbeitung jedes Versuchs umfasst im Wesentlichen die folgenden drei Schritte:

### 1. Versuchsvorbereitung (vor dem Labortermin)

- Schriftliche Unterlagen zur Anleitung sind elektronisch verfügbar (website der HE).
- Verwendung von Lehrbüchern ist hilfreich (Bibliothek, auch als e-book verfügbar).
- Selbstständige Recherche darüber hinaus kann unterstützen (Internet).

### 2. Versuchsdurchführung (am Versuchstag im Labor)

- **Kurztest** auf Verständnis der physikalischen Grundbegriffe und Grundlagen
- **Dokumentation** der eigenen Arbeiten im Labor in einem **Messprotokoll**

*Ziel: Nachprüfbare Rechenschaft über den Versuch ablegen. Dies erfordert die direkte Eintragung von Ergebnissen. Also keine fliegenden Blätter anlegen und danach in Schönschrift ein neues „Messprotokoll“ verfassen. Dabei können Übertragungs- und Schreibfehler entstehen! Das originale, während des Versuchs erstellte Messprotokoll muss alle wesentlichen Daten enthalten und **für Außenstehende verständlich** sein:*

- Namen der Beteiligten, Nummer der Gruppe, Titel des Versuchs, Datum
- Dokumentation von Messprinzipien und Messung: Messwerte, Einheiten, Tabellen
- Versuchsablauf und Ergebnisse
- Überlegungen zu Fehlerquellen und Messunsicherheiten
- Wahl normgerechter Bezeichnungen, Größenbuchstaben und Einheiten.
- Verwendung übersichtlicher Tabellen, gegebenenfalls mit Zusatzspalten für Zwischenergebnisse. Zwei Beispiele dafür:
  - Messung der Viskosität  $\eta$  in Abhängigkeit von der Temperatur  $\vartheta$  in °C (CELSIUS): Die Auswertung erfordert Umrechnen auf die absolute Temperatur  $T$  in K (KELVIN) und danach die Berechnung des Kehrwerts der absoluten Temperatur  $1/T$
  - Ermittlung der spezifischen Ladung des Elektrons, gemessen wird dabei der Strom  $I_S$  durch ein HELMHOLTZ-Spulenpaar: Zur Auswertung wird daraus die magnetische Flussdichte  $B$  und schließlich noch ihr Quadrat  $B^2$  berechnet.

**Das Messprotokoll ist am Ende des Versuchstags für ein Vor-Testat vorzulegen.**

**Das Messprotokoll ist dem jeweiligen Laborbericht beizufügen!**

### 3. Erstellung des Laborberichts (nach dem Versuchstermin)

Jede Studierendengruppe gibt pro Versuch **einen** Laborbericht (Ausarbeitung) ab. Dieser wird als Gruppenarbeit bewertet. **Abgabetermin** ist jeweils der nächstfolgende Praktikumstag, also in der Regel der gleiche Wochentag der nächsten Woche. Verspätete Abgabe führt zur Nichtanerkennung des Versuchs. Eventuell notwendige Zeitverlängerungen sind zwingend vor dem Abgabetermin abzusprechen.

Merkmale einer guten Ausarbeitung (eines Berichts, einer Studienarbeit ... ) sind:

- Sie ist einer dritten Person verständlich
- Sie enthält die wichtigen Punkte in kompakter Darstellung
- Der Autor selbst kann nach vier Wochen die Einzelschritte nachvollziehen.

Der Laborbericht kann mit einem beliebigen Textverarbeitungsprogramm erstellt werden. Die Abgabe erfolgt in zwei Versionen:

1. Ausgedruckt auf **Papier** *für Bewertung / Korrektur*
2. **Elektronisch als \*.pdf-Datei** *zur Plagiatskontrolle*

Tabellen und Grafiken können elektronisch erstellt werden.

### Aufbau des Laborberichts

1. Ausgefülltes **Deckblatt**
2. **Ziele** des Versuchs, **ohne die Anleitung abzuschreiben**;
3. **Kurze** Erläuterung des Messprinzips und der Messanordnung (Handskizze);
4. Nachvollziehbare **Auswertung** mit Erklärung der verwendeten Formeln, grafischen Darstellungen, Rechnungen, Tabellen, ausführlicher **Abschätzung der Messunsicherheiten / Fehlerrechnung** (wenn nicht anders gefordert).
  - Abschätzung Messunsicherheit meist über Größtfehler (ideal bei Potenzgesetzen).
  - Fehlerrechnung mit statistischen Verfahren (bei vielen gleichwertigen Messdaten!)
5. Zusammenfassung: **Ergebnisse immer mit Fehlergrenzen angeben**;
6. **Bewertung** und kritische Diskussion der Ergebnisse
  - Liegt ein Literaturwert innerhalb der ermittelten Fehlergrenzen?
  - Passen die Ergebnisse zusammen?  
(Beispiel POHLsches Drehpendel: Sein Dämpfungsgrad  $\vartheta$  wird auf drei verschiedene Arten bestimmt: (1) aus der Abklingkurve, (2) aus der 3 dB-Breite bei Resonanz und (3) aus der Resonanzüberhöhung. Die Werte sollten übereinstimmen)
  - **Eventuelle Abweichungen zum erwarteten Resultat diskutieren!**
7. Liste der Quellen zu den verwendeten Zitaten;
8. **Originales Messprotokoll.**

## Grafische Darstellungen

**“Ein Bild sagt mehr als tausend Worte“** – ein (angeblich) chinesisches Sprichwort

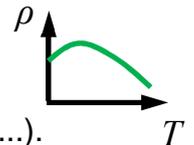
Zur Auftragung der Messdaten ist zu verwenden (und die Wahl zu begründen)

- Einfaches Millimeterpapier bei linearen Zusammenhängen
- Einfach logarithmisches Papier bei Exponentialgesetzen
- Doppelt logarithmisches Papier bei Potenzgesetzen
- Die Diagramme im Laborbericht können elektronisch erstellt werden

**Abbildungen** durchgängig nummerieren ( " ... ist dargestellt in Abb. ...") und auch mit **Bildunter(-über)schriften** versehen. Diese **kurz und bündig, aber aussagekräftig !**  
Achtung: Sie enthält **nicht** das Ziel des Versuchs sondern beschreibt die Abbildung !

## Diagramme

- Auftragung der abhängigen Variable (Ordinate, vertikale Achse) als Funktion der unabhängigen Variablen (Abszisse, horizontale Achse), zum Beispiel:
  - Dichte  $\rho$  als Funktion der Temperatur  $T$
  - Zähigkeit  $\eta$  als Funktion der reziproken absoluten Temperatur  $T^{-1}$ , ...).
- Sinnvoller Maßstab um das Blattformat möglichst vollständig auszunutzen
- Sinnvolle Achsenteilung (z.B. 10, 20, 50 oder 100er Schritte)
- Einheiten und Achsenbeschriftung
- Wichtige Parameter angeben (z.B. Temperatur, Luftdruck, ... ).
- Messpunkte deutlich einzeichnen, falls nötig mit verschiedenen Farben, Symbolen.
- Fehlerbalken für eine Einzelmessungen abschätzen und einzeichnen.
- Theoretischen Verlauf deutlich absetzen von Messpunkten.
- Ausgleichsgerade zeichnen – Mittelung über Messfehler.
- Steigungsdreieck einzeichnen und auswerten – Einheiten nicht vergessen.
- Hohe Informationsdichte in der Legende zur Grafik.



## Anmerkung zur Beschriftung von Achsen und Tabellenspalten:

Physikalische Größe  
SI – Einheit

Beispiele:  $\frac{v}{\text{m s}^{-1}}$ ;  $\frac{C_{mv}}{\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}}$

Eckige Klammern um die Einheiten sind nicht normgemäß und daher **nicht zulässig!**

## Bewertung

Zur Erstellung des Berichtes haben sie 1 Woche Zeit. Verlängerungen müssen vor Ablauf der Frist vereinbart werden!

Für jeden Laborbericht können Sie **100 Punkte** erwerben. **Zum Bestehen des Labors sind 70 % der insgesamt erreichbaren Punkte notwendig!** (wären drei Laborberichte gefordert, bräuchten Sie 210 Punkte). Das Labor wird nicht benotet.

Nach Rückgabe kann der Bericht **einmal** verbessert und wieder abgegeben werden. **Bei einer „perfekten“ Korrektur kann maximal die Hälfte der Restpunktzahl erreicht werden.** (z.B.: 50 von 100 nach der ersten Abgabe, dann max. 75 von 100 erreichbar).

**Bitte die Verbesserungen mit einer anderen Farbe** im alten Bericht **durchführen**

Bewertungskriterien		Punkte	Punkte
<b>Äußere Form</b> (Seiten nummeriert, Messprotokoll angeheftet ... )		<b>/10</b>	
<b>Inhalt: Bericht ist ohne Anleitung verständlich</b> (z.B.: Ziele des Versuchs, Durchführung klar nachvollziehbar, <i>kurzer</i> beschreibender Text, übersichtliche Berechnungen, Grafiken an der benutzten Stelle einfügen oder eindeutigen Verweis geben...)		<b>/30</b>	
<b>Grafische Darstellungen</b> (z. B. Achsenbeschriftungen, Überschrift)		<b>/10</b>	
<b>Einheiten berücksichtigen</b>		<b>/10</b>	
<b>Messwerte und Fehler sinnvoll runden und angeben</b> (im Endergebnis alle Fehler mit 1 signifikanten Stelle angeben)		<b>/20</b>	
<b>Ergebnisse bewerten</b> (z. B. an Hand einer Fehlerbetrachtung, Vergleich mit Literaturwert, Vergleich zweier unterschiedlicher Messungen, Fehler kommentieren...usw.)		<b>/20</b>	
$\Sigma$		<b>/100</b>	
<b>Abzüge</b> (z. B. Unvollständigkeit falsche Berechnungen) <b>&amp; Bonuspunkte</b>			
$\Sigma$			

**Derzeit besteht das Labor aus folgenden Teilleistungen:**

	Anforderung	Wertung	Punkte
<b>6 Versuche</b>	Berichte	Team	0 ... 100
<b>1 Kurzreferat</b> (insgesamt ca. 15')	Vortrag, auf die Teampartner aufgeteilt, so dass jede(r) vorträgt	Individuell	Größere „Stufen“ ... / 60 / 80 / 100
<b>1 Testat</b>	Lösung von Aufgaben zum Thema „Fehlerrechnung und Diagramme“	Individuell	0 ... 100

*maximal erreichbare Punktzahl*                      **800**

*Mindestpunktzahl zum Bestehen des Labors*                      **560**