

# Praktikum Werkstoffwissenschaft

## *Hinweise zur Protokollführung – Protokollgliederung und -inhalt*

### 1 Hinweise

- a. Nach dem Lesen Ihres Protokolls sollte ein Kommilitone in der Lage sein, den Versuch in der praktizierten Weise wiederholen zu können. Das beinhaltet sowohl die Durchführung aller Messungen als auch deren Auswertung. An diesem Anspruch messen sich der erforderliche Protokollumfang und die Klarheit der Ausführungen. Dazu zählt natürlich auch die optische (Gliederung, Schriftbild) und die sprachliche Darstellung (Verwendung von Fachbegriffen).
- b. Vor Beginn der Versuchsdurchführung müssen bereits das Deckblatt und der Anfang des Protokolls (Vorbereitungsaufgaben) vorliegen. Die Vorbereitungsfragen müssen also schriftlich (und selbstverständlich inhaltlich) bearbeitet worden sein. Es empfiehlt sich, vor dem Versuch bereits die eventuell benötigten Tabellen/Graphen anzufertigen.
- c. Die Protokolle können sowohl handschriftlich als auch elektronisch erstellt (PC) werden. Bei einer handschriftlichen Ausarbeitung ist auf Lesbarkeit und Übersichtlichkeit zu achten!
- d. Auf jedem Protokollblatt sind die Namen der Durchführenden und die Seitenzahl/Gesamtseitenzahl zu vermerken (z.B. in der Fußzeile)!
- e. Graphische Darstellungen müssen entweder mit Millimeterpapier oder am PC mit Hilfe entsprechender Software erfolgen. Freihandzeichnungen von Koordinatenachsen o.ä. sind nicht zulässig. Dies gilt auch für das Messprotokoll! Bezeichnen Sie die Achsen inkl. Maßeinheiten, achten Sie auf angepasste Skalierungen der Achse! Zu jedem Diagramm bzw. jeder Abbildung gehört ein Titel bzw. Kurzbeschreibung, was dargestellt wird („Abbildung 1: Abhängigkeit der ... von ...“).
- f. Während der Versuchsdurchführung ist das Messprotokoll dokumentenecht anzufertigen. Es dürfen also nur Kugelschreiber verwendet werden (kein Bleistift). Es wird nichts radiert, sondern nur (durch)gestrichen.
- g. Alle Endergebnisse sind ausschließlich mit der verantwortbaren Ziffernlänge und dem entsprechenden Fehler auf Basis einer Fehlerrechnung anzugeben (sinnvolles Runden!).
- h. Eine Diskussion der Ergebnisse (inkl. Fehlereinflüsse) hat in **jedem** Fall zu erfolgen, auch wenn die Ergebnisse nicht den erwarteten Zusammenhängen entsprechen.
- i. Bei Verwendung von Abbildungen z.B. aus Lehrbüchern bzw. der Angabe von Literaturwerten ist zwingend eine Quelle gemäß der entsprechenden Normvorgaben für Literaturdaten anzugeben (Lehrbuch, Webseite, Tafelwerk etc.).
- j. Protokollnachbesserungen sind als Anhang mit der Überschrift „Nachbesserung zum Versuch ...“ an das bestehende zurückgegebene Protokoll anzufügen.
- k. Wenn ein Protokoll in Form eines Prüfberichts gefordert ist, so hat dieses entsprechend den Vorgaben für die Form des Prüfberichts in der Versuchsanleitung zu erfolgen. Ein Nichtbeachten dieser äußeren Form hat eine Aufforderung zur Nachbesserung des Protokolls zur Folge.

## 2 Gliederung des Protokolls

0. vollständig ausgefülltes Deckblatt
  - Download unter [www.tu-ilmenau.de/wt/lehre/praktika/](http://www.tu-ilmenau.de/wt/lehre/praktika/)
1. Versuchsziel
  - In wenigen Sätzen ist das Ziel des Versuchs zusammenzufassen („Ziel des Versuches ist das Kennenlernen/Verstehen von...“)
2. Vorbereitungsaufgaben
  - Darstellung der Antworten zu den Vorbereitungsaufgaben (inkl. der Aufgabenstellung)
3. Messprotokoll
  - Zusammenstellung der während der Versuchsdurchführung erstellten, aufgenommenen bzw. berechneten Messwerte, zumeist in Form von Wertetabellen oder Graphen
  - Messwerte sind in einer entsprechenden Form zu notieren (leserlich und strukturiert). „Schmier-“ oder „Hilfszettel“ sind unzulässig.
  - Zu jedem Messwert ist die Einheit zu notieren! Zu jedem Messwert/Messtabelle ist ein Fehler zu notieren (Ablesefehler, Gerätefehler, Schwankungen).
  - Dies sollte als Übung für die spätere eigene wissenschaftliche Arbeit idealerweise schon dokumentenecht und entsprechend den Regeln zur Führung eines Laborbuches erfolgen.
4. Auswertung und Ergebnisse
  - Die in der Praktikumsanleitung vorgegebene Untergliederung zur Versuchsauswertung ist dabei einzuhalten!
  - Berechnung(en)/Darstellung(en) der Ergebnisse entsprechend der Aufgabenstellung.
  - Einleitende Sätze, was gemessen wurde und daraus berechnet wird, sind obligatorisch.
  - Die erzielten Ergebnisse sind abschließend mit den entsprechenden Fehlerangaben deutlich abgehoben zu beschreiben.
  - Jede Größe hat eine Einheit, jeder Graph bzw. dessen Achsen benötigen eine eigene Beschriftung mit Angabe der entsprechenden Größe und der entsprechenden Einheit. Achten Sie auf die Verwendung der richtigen Einheiten und berücksichtigen Sie mögliche Einheitenpräfixe (Mega-, Kilo-, Milli-, Mikro-, Nano...)
  - Die Fehlerrechnung muss nachvollziehbar beschrieben werden (einfacher Mittelwert oder gewichtetes Mittel, ggf. Formel der Fehlerfortpflanzung angeben). Fehler sind sinnvoll anzugeben!
5. Diskussion
  - Hier sind die Besonderheiten, Schwierigkeiten oder Auffälligkeiten bei der Versuchsdurchführung anzugeben.
  - Die Ergebnisse sind im Kontext der werkstoffwissenschaftlichen Messmethode, der benutzten gerätetechnischen Ausstattung und des getätigten Messaufwands zu bewerten und Fehlereinflüsse (zu groß oder zu klein, warum? Gründe für mögliche Abweichungen? ) abzuschätzen. Dazu muss man sich natürlich vorher die Frage stellen, ob das, was berechnet wurde, ein (physikalisch) sinnvolles Ergebnis ist.
  - Bei Vergleich mit Literaturwerten: Woher kommen die Werte (Quellenangabe)?
  - Die Diskussion sollte mindestens eine halbe DIN A4 Seite umfassen, bei den meisten Versuchen deutlich mehr (je nach Vorgabe der Versuchsanleitung / des Betreuers)

# Protokoll zum Versuch... (Versuchskurzbezeichnung)

## 1 Versuchsziel

Ziel dieses Versuches ist das Kennenlernen der Zusammenhänge/Abhängigkeiten von... und ... mit Hilfe des ...-Verfahrens.

## 2 Vorbereitungsaufgaben

- 1.1. Aufgabenstellung 1  
..... Antwort zu Aufgabe 1 .....
- 1.2. Aufgabenstellung 2  
..... Antwort zu Aufgabe 2 .....
- 1.3. Aufgabenstellung 3  
..... Antwort zu Aufgabe 3 .....
  
- ... usw.

## 3 Messprotokoll

*Zusammenstellung der während der Versuchsdurchführung erstellten, aufgenommenen bzw. berechneten Messwerte und Graphen im Original; neu geschriebene Messprotokolle nach der Versuchsdurchführung sind unzulässig. Das Messprotokoll ist dabei dokumentenecht zu erstellen, d.h. mit Kugelschreiber, nicht mit Bleistift oder Füllfederhalter!*

Aufgabenstellung 1:

in Durchstrahlungsanordnung: Messung von ... in Abhängigkeit von ...

Parameter: T = 295 K, Kanal = 950, Probennummer: 1

Dicke [mm]	Intensität [cps]
0	503
0,02	428
0,04	369
0,06	344
0,08	299
...	...

Aufgabenstellung 2:

Anordnung in Reflexion: Messung von ... in Abhängigkeit von ...

Parameter: T = 298 K, Kanal = 675, Probennummer: 2

Dicke [mm]	Intensität [cps]
0	203
0,04	150
0,08	113
0,12	95
0,16	83
...	...

## 4 Auswertung / Ergebnisse mit Fehlerbetrachtung

- Klare Darstellung der Ergebnisse (in Diagrammen bzw. in Worten)!

Aufgabenstellung 1:

In Abbildung 1 sind die gemessenen Daten der detektierten Intensität  $I$  in Abhängigkeit von der durchstrahlten Schichtdicke  $d$  graphisch dargestellt. Mit Hilfe dieser Darstellung lässt sich .... am einfachsten erkennen/bestimmen und mögliche Fehlereinflüsse dokumentieren.

Die Regression der Messdaten in Abbildung 1 ergab folgenden funktionalen Zusammenhang:

$$I \text{ [cps]} = 498,30 \text{ [cps]} e^{-4,9564 \text{ [1/mm]} \cdot d \text{ [mm]}}, \quad R^2 = 0,9836$$

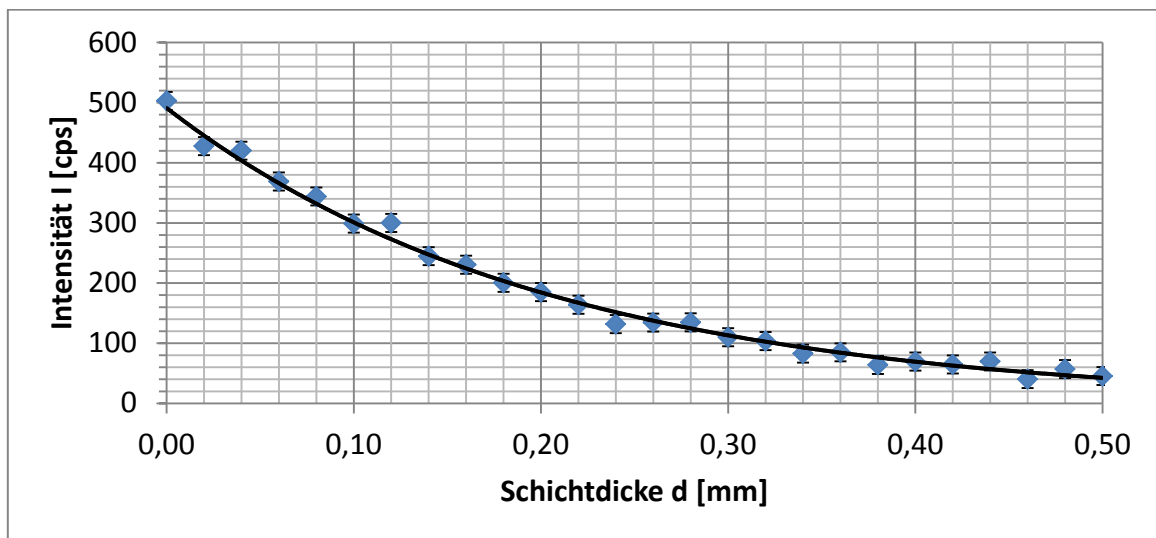


Abbildung 1: Graphische Darstellung der Messergebnisse nach Aufgabe 1. Es zeigt sich ein ... Zusammenhang zwischen der Schichtdicke  $d$  und der gemessenen Intensität  $I$ . Die Linie entspricht einer Regression nach Formel (x.y) und die erhaltenen Ergebnisse sind in Tabelle ... (oder im Text oder Formel) angegeben.

Im Vergleich mit der Formel (x.y) zeigt sich folgender Zusammenhang bei den in der Regression ermittelten Vorfaktoren:

$$I_0 = 498,30 \text{ cps} \pm 6,35 \text{ cps}$$

$$\mu = 4,9564 \text{ mm}^{-1} \pm 0,0994 \text{ mm}^{-1}$$

- Einheitenbetrachtung ! Achten Sie auf die Verwendung korrekter Einheiten, insbesondere bei Verwendung von Einheitenvorsätzen (z.B. mm und cm und m)!

Die angegebenen Fehlerbalken für die Intensität resultieren aus der statistischen und stochastischen Verteilung der Messergebnisse bei wiederholten Messungen nach erfolgtem Abzug des Nulleffekts. Da die Intensität nur ganzzahlige Werte counts per second (Impulse pro Sekunde) annehmen kann, ist die Angabe von Nachkommastellen in diesem Fall zwar mathematisch durch die Regression bedingt korrekt, physikalisch aber nicht sinnvoll.

Die Einzelschichtdicke  $d_0 = 0,02 \text{ mm}$  wurden während es Versuchs nicht bestimmt, sondern vom Versuchsbetreuer vorgegeben. Deren Fehlereinfluss wird hier also vernachlässigt. Abschätzend kann der Schichtdickenfehler im Bereich <...>...von...bis... angenommen werden.

Die graphische Darstellung zeigt ein asymptotisches Verhalten der Intensität  $I$  für größer werdende Werte der Schichtdicken  $d$ . Die deutliche Abhängigkeit entspricht den Erwartungen, da nach Formel (x.y) und der Regression in Abbildung 1, ein solcher exponentieller Zusammenhang zu erwarten war. Werkstoffwissenschaftlich betrachtet lässt sich dieser Zusammenhang wie folgt erklären: Die Abnahme der Intensität  $I$  aufgrund der zunehmenden Schichtdicke  $d$  wird im Werkstoff durch folgende Effekte hervorgerufen: .... Der Vergleich mit den Ergebnissen von Probe ... zeigt, dass...

Wie in Praktikumsaufgabe ... gefordert, kann nun aus den im Diagramm 1 bestimmten Werten mittels der Formel (x.z) die Halbwertsdicke  $d_{1/2}$  bestimmt werden. Dabei zeigt sich, dass die Halbwertsdicke  $d_{1/2}$  inkl. Fehlerberücksichtigung im Bereich von ... bis ... liegt, und damit im Vergleich zu dem theoretisch erwarteten Wert [1,2,3] zu groß/klein/in erwarteter Größenordnung ausfällt.

- Erläuterung von erkannten Abhängigkeiten und deren Bedeutung z.B. auf die Gefügestruktur des Werkstoffs
- Diskussion der Ergebnisse im Zusammenhang mit der Aufgabenstellung (Dabei kann die Nummerierung der Praktikumsaufgaben verwendet werden)

Aufgabenstellung 2:

...

usw.

- Beispielsätze:  
„Aus den Messwerten kann mit Hilfe der Formel (xy) die gesuchte Größe  $z$  berechnen. Dabei zeigt sich, dass...“
- „Aus den Messwerten und deren graphischer Darstellung lässt sich folgender Zusammenhang erkennen...“  
„Die Werte für ... sind für das verwendete Material zu klein/zu groß. Möglicher Fehlereinflüsse, die zu dieser Abweichung geführt haben, könnten.....sein.“
- „Abweichungen zu den erwarteten Ergebnissen beruhen auf folgenden Fehlern:...“

## 5 Diskussion der erhaltenen Ergebnisse

Die erhaltenen Ergebnisse stimmen/stimmen nicht mit den Literaturwerten [1,2,3] überein. Mögliche Ursachen liegen in ... .

Der Versuch könnte durch folgende Maßnahmen verbessert werden.....

## 6 Quellenangaben

Beispiele:

- [1] Schatt, Worch; Werkstoffwissenschaft, Wiley-VCH, 10. Auflage 2011
  - [2] Merkel, Thomas; Taschenbuch der Werkstoffe, Hanser-Verlag, 7. Auflage 2008
  - [3] Macherauch, Zoch; Praktikum in Werkstoffkunde, Vieweg+Teubner Verlag, 11. Auflage 2011
- ...siehe jeweilige Versuchsanleitung