

Leitfaden für gelungene Laborprotokolle

Wir wissen selbst nur zu gut, wie schwierig es sein kann, gute Laborprotokolle zu schreiben. Dieser Leitfaden soll euch helfen, ein Gefühl dafür zu bekommen, wie ein gutes Protokoll aussehen kann, ist jedoch nicht verpflichtend einzuhalten oder keine Garantie für eine gute Bewertung. Besonders knifflig ist, dass verschiedene Betreuer unterschiedliche Anforderungen an Protokolle stellen – daher ist es wichtig, die spezifischen Angaben, die ihr meist im jeweiligen Skript findet oder vom jeweiligen Betreuer bekommt, zu befolgen.

1. Sprache

Ein Protokoll ist in einer sachlichen, objektiven und passiven Sprache zu verfassen – falls ihr etwas bewerten oder eure Meinung kundtun wollt/sollt, so könnt ihr dies in der Diskussion machen.

Ob ihr euer Protokoll im Telegrammstil oder in ausformulierten Sätzen schreiben solltet, ist von der Präferenz des Betreuers abhängig.

2. Aufbau

Der Aufbau eines Protokolls kann beispielsweise wie folgt aussehen:

1. Titel: Je nach Labor-/Aufgabenstellung z.B. den Namen des Experiments, den „Namen“ des Labortages oder z. B. Labortag 1: „Name“.

2. Geräte und Chemikalienliste (häufig als Aufzählung): Hier folgt eine Zusammenfassung aller Geräte und Chemikalien, die ihr verwendet habt. Bei den Chemikalien ist es wichtig, Konzentrationen und gegebenenfalls Volumina mitanzugeben. Bei den Geräten sollt ihr die wichtigsten nennen – ein Glasstab oder eine Pinzette gehören zur Grundausrüstung eines jeden Chemikers und müssen hier nicht explizit genannt werden. Bei Messinstrumenten (z. B. Photometer, Gaschromatographen) sollten der Gerätehersteller und der Name angegeben werden (z.B. ALPHA FT-IR Spectrometer von Bruker).

3. Zusammenfassung: Zu Beginn schreibt ihr eine Zusammenfassung des Labortages. Diese sollte in gekürzter Version eine Aufgabenstellung und Ergebnisse bzw. Erkenntnisse beinhalten und relativ kurz/prägnant sein. Die Länge hängt wiederum vom Betreuer ab.

Manche Betreuer verlangen einen Abstract, der meistens auf dem Deckblatt oder zwischen Deckblatt und Inhaltsverzeichnis platziert wird. Dies wird eher bei Laboren in höheren Semestern benötigt (z.B. LU aus Molekularer Analytik und Spektroskopie).

4. Aufgabenstellung/Ziel: Formuliert das Ziel, das ihr am jeweiligen Tag/ beim jeweiligen Experiment erreichen wollt.

5. Durchführung: Ihr beschreibt, was ihr im Labor gemacht habt. Wichtig: Alle Abweichungen von der zur Verfügung gestellten Durchführung müssen dokumentiert werden.

Manchen Betreuern reicht es, hier auf das Skript zu verweisen. Bitte vorher abklären!

6. Ergebnisse: Die Daten, die ihr im Labor gesammelt habt, müsst ihr auch auswerten. Eure Rechnungen sollten hervorgehoben werden und nachvollziehbar sein (Angabe von Formeln und

Einheiten, Beschreibung der Größen). Sehr gern gesehen werden Tabellen, die die Ergebnisse kurz zusammenfassen. Wenn es gewünscht oder notwendig ist, könnt ihr Diagramme zur Veranschaulichung erstellen und diese einfügen.

7. Diskussion: Ergebnisse müssen erklärt oder mit Literaturwerten verglichen werden. Sämtliche Fehler, die im Labor gemacht wurden, müssen genannt und diskutiert werden. Beachtet dabei den Unterschied zwischen zufälligen und systematischen Fehlern!

! Merke: Ein Protokoll MUSS NICHT immer alle Punkte beinhalten – vor allem Punkt 2 und 3 werden nicht von jedem Betreuer verlangt.

3. Rahmen

Wenn ihr ein längeres Protokoll am Computer schreibt (dies gilt also nicht unbedingt für das Grundlagenpraktikum im ersten Semester) solltet ihr um das Protokoll herum einen Rahmen bauen – dazu gehören Deckblatt, Inhaltsverzeichnis, Anhang...

3.1. Deckblatt: Falls ihr euer Protokoll am Computer verfasst, solltet ihr ein Deckblatt mit dem Namen des Labors, dessen LV-Kennzeichnungsnummer, eurem Namen, Laborplatz, eurer Laborgruppe und Matrikelnummer erstellen. Datum bzw. Studienjahr ist ebenfalls anzugeben.

3.2. Inhaltsverzeichnis

Protokolle, die für einen längeren Laborblock geschrieben werden, sollten ein Inhaltsverzeichnis enthalten.

3.3. Anhang: Falls ihr große Tabellen in eurem Protokoll habt, die den Fließtext stören, könnt ihr für diese einen Anhang machen und im Protokoll auf diesen verweisen. Als Beispiel: wenn ihr eine Graphik aus einer Tabelle erstellt habt und beides im Haupttext überflüssig erscheint, kommt die Tabelle in den Anhang.

3.4. Ein längeres Protokoll beinhaltet oft auch Referenzen von Internetseiten oder wissenschaftlichen Arbeiten. Diese müssen als Quelle angegeben werden und sind entweder unter dem Block, in der Fußzeile oder als eigener Punkt am Ende des Protokolls anzugeben. (Auch bei kopierten Grafiken sollte eine Referenz angegeben werden.)

4. Layout

Das Erste, das man von eurem Protokoll wahrnimmt, ist das Layout, weshalb dieses ordentlich und professionell aussehen sollte. Zu einem ordentlichen Layout gehören:

- Seitenzahlen
- Text im Blocksatz
- Kopfzeile mit Namen, Matrikelnummer, Laborplatz/-gruppe
- Einheitliche Formatierung
- Rechnungen und Reaktionsgleichungen hervorheben
- Ladungen sollten hochgestellt werden – z.B. Ca^{2+}
- Indexpunkte sollten tiefgestellt werden – z.B. H_2O
- Gebt nur signifikante Stellen an (außer Zwischenergebnisse - diese genau)
- Mittelwerte immer mit Fehler (z. B. Standardabweichung) angeben (z.B. $5.25 \pm 2.45 \text{ mm}$)

- Die Standardabweichung hat die gleiche Anzahl an Nachkommastellen.

In Tabellen:

- Alle zusammengehörigen Zahlen sollten die gleiche Anzahl an signifikanten Stellen haben.
- Achtet darauf, dass alle Tabellen das gleiche Format haben – gleiche Zeilenhöhe, Schriftart, Randdicke etc.
- Achtet darauf, dass eine Tabelle nicht auf zwei Seiten aufgeteilt ist.

In Grafiken:

- Bei Trendlinien: Geradengleichung und Bestimmtheitsmaß angeben
- Auf die Größe und das einheitliche Aussehen achten
- Auch bei Grafiken solltet ihr die Signifikanz bei den Werten der Achsenbeschriftung an die Werte anpassen.

5. Weitere Tipps

Wenn ihr Tabellen und Grafiken einfügt, solltet ihr diese mit Abbildungs- bzw. Tabellenbeschriftungen versehen, die aussagekräftig sind. Bei Grafiken ist oftmals dann ein Titel sinnlos, da die Abbildungsbeschriftung alles darüber aussagt. Es gilt: Abbildungsbeschriftungen unterhalb der Abbildung, Tabellenbeschriftungen oberhalb der Tabelle.

Ihr solltet niemals Reaktionsgleichungen vergessen oder falsch schreiben → Punkteabzug!

Die Einheiten von Größen (sofern sie nicht einheitslos sind) sollten immer angegeben werden, da diese essentiell sind (z.B. „5 mL ... werden hinzugegeben“). Zusätzlich kann durch ein geschütztes Leerzeichen zwischen Wert und Einheit ein möglicher Zeilenumbruch dazwischen unterdrückt werden.

6. No-Gos

Rechtschreib- und Grammatikfehler sollten sich nicht in eurem Protokoll einschleichen. Ein Vorteil ist es daher, das Protokoll schon einige Tage vor Abgabetermin (und nicht in der Nacht davor) fertigzustellen, um genügend Zeit zu haben, um dieses nochmals durchzulesen und Fehler auszubessern. Fehlende Einheiten in Rechnungen sind genauso unbeliebt wie fehlende Reaktionsgleichungen.

Grundsätzlich schreibt man Laborprotokolle zu Hause nach dem Labor. Damit ihr euch an alle Details erinnern könnt, solltet ihr im Labor während der Arbeit eine Mitschrift erstellen. Alles Wichtige muss in eurem Protokoll enthalten sein (informiert euch beim Betreuer!), jedoch solltet ihr nichts Überflüssiges hinzufügen, nur um die Länge zu strecken.

Die Ausführung mancher Details ist euch selbst überlassen; wichtig ist nur, dass ihr es einheitlich macht – z.B. V_{HCl} , $V(\text{HCl})$, Volumen HCl oder bei Tabellenspalten- oder Achsenbeschriftung c in mol/l, $c / \text{mol/L}$, $c [\text{mol/L}]$, $c \text{ mol L}^{-1}$.

Habt ihr Vorschläge oder Ergänzungen? Dann schickt uns ein Mail unter iv@chemiegraz.at 😊

Eure IV Chemie