

Leitfaden

Stand 21.09.2017

für die Erstellung eines wissenschaftlichen Protokolls

Im Rahmen Ihres Studiums werden Sie eine Vielzahl von Protokollen anfertigen. Diese Protokolle dienen der Dokumentation und Diskussion Ihrer experimentellen und theoretischen Ergebnisse. Dabei entspricht ein solches Protokoll in seinem Aufbau einer wissenschaftlichen Publikation. Dieser Leitfaden soll Ihnen mit praktischen Hinweisen bei der Anfertigung eines Protokolls helfen.

**Ziel des
Leitfadens**

Der Leitfaden gibt Ihnen Antworten auf folgende Fragen:

**Inhalte des
Leitfadens**

1. **Wie ist ein Protokoll aufgebaut?**
2. **Welche Formalien sind beim Layout, den Abbildungen und Tabellen und ggf. bei Formeln zu beachten?**
3. **Welche Ausdrucksweise ist für ein Protokoll anzuwenden?**
4. **Wie gehe ich mit Literaturstellen richtig um?**

Auf der letzten Seite des Leitfadens finden Sie eine Checkliste, die Ihnen helfen soll, Ihr Protokoll formal richtig zu verfassen sowie weiterführende Literatur zur Erstellung von wissenschaftlichen Arbeiten.

1. Wie ist ein Protokoll aufgebaut?

**Übersicht der
Struktur**

1. **Titelblatt**
2. **Inhaltsverzeichnis**
3. **Abkürzungs- und Symbolverzeichnis**
4. **Einleitung**
5. **Material und Methoden**
6. **Ergebnisse und Diskussion**
7. **Zusammenfassung**
8. **Literaturverzeichnis**
9. **Anhang**

Auf dem Titelblatt sollten folgende Informationen enthalten sein:

Titelblatt

- Titel des Praktikums
- Gruppennummer und Datum des Versuches
- Institut und Betreuer
- Namen der Mitglieder der Gruppe mit Matrikelnummer und Studiengang
- der Verfasser/Ansprechpartner für das Protokoll sollte mit E-Mail-Adresse ggf. Telefonnummer benannt werden
- Unterschriften aller Gruppenmitglieder, um das Einverständnis aller mit dem vorliegenden Protokoll zu dokumentieren



Protokoll zum verfahrenstechnischen Labor

- Versuchstitel -

Gruppe: 12
Datum: 23.11.2012
Institut: ICTV
Betreuer: Dipl.-Ing. N. Wellner

Ansprechpartner der Gruppe für dieses Protokoll
Name: Max Mustermann
E-Mail: m.mustermann@tu-braunschweig.de

Mit meiner Unterschrift erkläre ich, dass ich mit dem gesamten Inhalt des Protokolls einverstanden bin und den Leitfaden zur Protokollerstellung beachtet habe.

Name, Vorname	Matrikel- Nummer	Studiengang	Unterschrift	Note

Abbildung 1: Beispiel für ein Deckblatt mit allen notwendigen Informationen

Um die Gliederung einer umfangreichen wissenschaftlichen Publikation sichtbar zu machen, ist ein Inhaltsverzeichnis unverzichtbar. Es vermittelt dem Leser einen ersten Einblick in das Thema der Arbeit. Hierfür empfiehlt es sich, die von den Textverarbeitungsprogrammen angebotenen Hilfen zur Erstellung eines Verzeichnisses zu verwenden.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen sollten grundsätzlich in möglichst geringer Zahl eingesetzt werden. Doch gerade im wissenschaftlichen Bereich gibt es eine Vielzahl von Abkürzungen, die verwendet werden, um unter anderem den Lesefluss zu erhöhen. Die Abkürzungen sind dann in einem Verzeichnis zu erläutern. Nicht aufzuführen sind im Duden aufgeführte Standards wie etc. oder z. B.

Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

Symbole sind dabei eine besondere Form von Abkürzungen und sollten in einem eigenen Verzeichnis aufgeführt werden (Tabelle 1 und 2). Dabei wird das Symbolverzeichnis dem Abkürzungsverzeichnis direkt nachgestellt. Es werden alle verwendeten Konstanten und Variablen aufgeführt. Mit Ausnahme von Indices werden diese sowohl im Verzeichnis als auch im Fließtext immer kursiv dargestellt.

Tabelle 1: Beispiel für ein Abkürzungsverzeichnis



Abkürzung	Erläuterung
ATP	Adenosintriphosphat
OD	Optische Dichte
...	...

Tabelle 2: Beispiel für ein Symbolverzeichnis

Symbol	Bezeichnung	Einheit
S	Substratkonzentration	[g L ⁻¹]
<i>t</i> _{Start}	Startzeit	[h]
...

Abkürzungen sind beim ersten Erscheinen im Text genau zu bezeichnen und können dann im weiteren Verlauf der Arbeit verwendet werden. Symbole sind im Text auszuschreiben (Tabelle 3).

Tabelle 3: Beispiel für die Verwendung von Symbolen im Text

„In der Abbildung ist die C_{Glucose} über <i>t</i> aufgetragen.“		„In der Abbildung ist die Glucosekonzentration über die Zeit aufgetragen.“	
--	---	--	---

Die Einleitung sollte kurz und präzise (ca. 1/3 bis höchstens 1 Seite) wiedergeben, welche Fragestellung(en) im Rahmen der Arbeit bearbeitet werden. Sie umfasst eine kurze Darstellung der Gesamtproblematik und die Einordnung des Versuchs in diese. Alle nicht von Ihnen stammenden Aussagen müssen durch eine Quellenangabe kenntlich gemacht werden. Siehe hierzu auch Punkt 4 „Wie gehe ich richtig mit Literaturstellen um?“

Einleitung

Der Abschnitt mit dem Titel „Material und Methoden“ soll alle Angaben beinhalten, die benötigt werden, um die Versuche problemlos nachzuvollziehen. Hierzu gehört eine **kurze** Erläuterung des Versuchsaufbaus, Angaben über die verwendeten Materialien und Chemikalien (falls abweichend von dem im Laborskript gemachten Angaben) und insbesondere eine prägnante Beschreibung der Versuchsdurchführung mit den verwendeten analytischen Methoden.

Material und Methoden

Sollten Abweichungen vom Skript im Versuchsablauf aufgetreten sein, sind diese hier zu dokumentieren. Dieser Textteil wird durchgehend in der Vergangenheitsform verfasst und dient dazu, dass Dritte den Versuch auf Grundlage des Protokolls wiederholen können.

In dem anschließenden Abschnitt einer wissenschaftlichen Arbeit werden die Ergebnisse in Textform dargestellt. Dabei erleichtert ein einleitender Satz für den jeweiligen Abschnitt das Verständnis des Lesers. Zur Veranschaulichung der Messwerte sind Tabellen und Abbildungen sinnvoll eingesetzt. Im Text muss dabei kurz auf die Darstellungen bzw. einzelne Messwerte eingegangen werden, indem die wichtigsten Aspekte hervorgehoben werden. Bei Berechnungen und Herleitungen müssen die verwendeten Gleichungen dargestellt und die benutzten Messergebnisse sowie Stoffdaten angegeben werden. Für die Nachvollziehbarkeit seitens des Betreuers ist es hilfreich, Zwischenergebnisse anzugeben und die Rechnung detailliert an einem Messwert vorzustellen. Bei mehrfach auftretenden Berechnungen empfiehlt es sich, die Ergebnisse in Tabellenform zusammenzufassen.

Ergebnisse und Diskussion

Der Ergebnis- und Diskussionsteil sollten nicht voneinander getrennt werden. Für einen besseren Lesefluss ist es günstig, Versuchsergebnisse dort zu diskutieren, wo sie dargestellt werden. Die Ergebnisse werden hier kritisch interpretiert. Dazu sind die erwarteten Ergebnisse, die mit Hilfe von Literaturstellen begründet werden, den Messergebnissen gegenüberzustellen. Für Praktikumsberichte sollten vor allem die Vorlesungsinhalte bei der Diskussion der Ergebnisse berücksichtigt werden. Wenn die Messergebnisse von den Erwartungen abweichen, sollten Sie mögliche Fehler diskutieren. Dies können z.B. Probleme der Versuchsdurchführung oder Ungenauigkeiten der Messgeräte sein.

Nach der Diskussion der einzelnen Ergebnisse erfolgt in der Regel noch eine abschließende Diskussion über alle Messergebnisse. In dieser sollte die in der Einleitung angegebene Fragestellung beantwortet werden. Der Aufbau dieses Kapitels gliedert sich also in Versuchsteile, die jeweils motiviert, beschrieben, mit den Erwartungen verglichen und diskutiert werden. Am Ende des Kapitels erfolgen dann noch eine übergreifende Diskussion und ein Fazit.

Die Zusammenfassung muss für sich alleine gelesen verständlich sein. Hierbei sollte die Fragestellung der Arbeit formuliert und die wesentlichen Ergebnisse entsprechend übersichtlich dargestellt werden. Dieser kurze und präzise formulierte Textteil sollte $\frac{1}{2}$ bis max. 1 Seite umfassen.

Zusammenfassung

Das Literaturverzeichnis enthält alle in der Arbeit zitierten Literaturstellen. Wie diese Zitate im Text aussehen könnten und welche Angaben für eine vollständige Quellenangabe notwendig sind finden Sie unter der Frage 4 „Wie gehe ich mit Literaturstellen richtig um?“

**Literatur-
verzeichnis**

Im Anhang sind alle Dokumente, die zur Vollständigkeit des Protokolls notwendig sind, zu hinterlegen. Das kann folgende Punkte umfassen:

Anhang

- Originalmessprotokolle
- evtl. Tabellen
- umfangreiche mathematische Herleitungen
- Programmverzeichnisse (nur eigens geschriebene Auswertesoftware)
- alles, was den Lesefluss des Hauptartikels stören würde

2. Welche Formalien sind beim Layout, den Abbildungen und Tabellen und ggf. bei Formeln zu beachten?

Das gesamte Protokoll ist im Blocksatz zu verfassen, wobei die Schrift einheitlich und nicht kleiner als Größe 10 pt. sein sollte. Als Richtwert sollte Schriftgröße 11 pt. verwendet werden. Für den Zeilenabstand ist 1,5-zeilig zu wählen und der Rand sollte sowohl links als auch rechts 2,5 cm betragen. Mit Ausnahme des Deckblatts sollten alle Seiten des Protokolls mit Seitenzahlen nummeriert sein.

Layout

Diese formalen Vorgaben erleichtern das Korrekturlesen der Protokolle und ermöglichen es notwendige Anmerkungen an die entsprechenden Stellen zu setzen.

Für die Darstellung von Daten können Sie zwischen Tabellen oder Abbildungen wählen. Bei der Wahl der Darstellung Ihrer Messwerte sollten Sie darauf achten, was Sie zeigen möchten.

**Abbildungen
und Tabellen**

Tabelle 4: Wachstum von *C. glutamicum* auf Glucose, gemessen anhand der optischen Dichte (660 nm) über der Kultivierungszeit

<u>Zeit [h]</u>	<u>Optische Dichte (660 nm)</u>	<u>ln (OD660)</u>
0,18	1,352	0,302
1,10	1,442	0,366
1,57	1,608	0,475
...

Alternativ kann diese Tabelle auch anhand einer Graphik dargestellt werden.

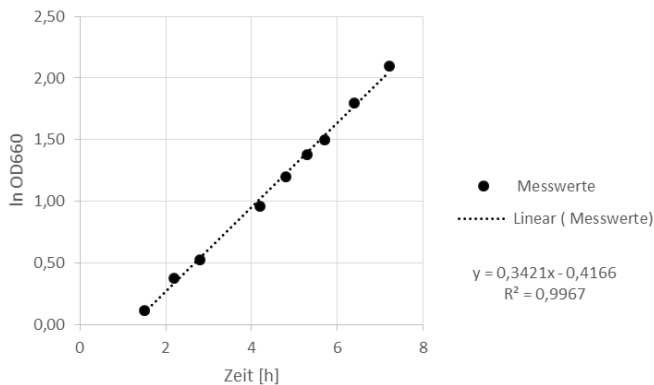


Abbildung 2: Wachstum von *C. glutamicum* auf Glucose – Auftragung der optischen Dichte über der Kultivierungszeit

Bei der Beschriftung von Tabellen ist darauf zu achten, dass sie eine Überschrift erhalten (Tabelle 4) und Abbildungen eine Unterschrift (Abbildung 2). Für beides gilt, dass sie jeweils fortlaufend nummeriert werden. Die Über- bzw. Unterschriften sollen kurz wiedergeben, was in der Tabelle oder der Abbildung dargestellt ist. Dabei sind die Beschriftungen so zu wählen, dass die Tabelle oder Abbildung ohne Verweise auf den Protokolltext verständlich sind. Auf alle Tabellen und Abbildungen ist im Text einzugehen und entsprechend zu verweisen (siehe Abbildung 2).

Für Graphiken ist insbesondere auf die Benennung der verwendeten Zeichen zu achten. Für diese muss eine Legende vorhanden sein, die jedes verwendete Symbol erläutert (Abbildung 2). Ergänzend können die Zeichen in der Bildunterschrift erklärt werden (Abbildung 3). Ein besonders wichtiger Punkt ist die Achsenbeschriftung, die unter Angabe der Messgröße mit der entsprechenden Einheit erfolgen sollte. Um die Lesbarkeit der Graphiken zu gewährleisten ist für die Achsenbeschriftungen und Legenden eine Schriftgröße von mindestens 10 pt. zu wählen. Gleiches gilt für die verwendeten graphischen Symbole.

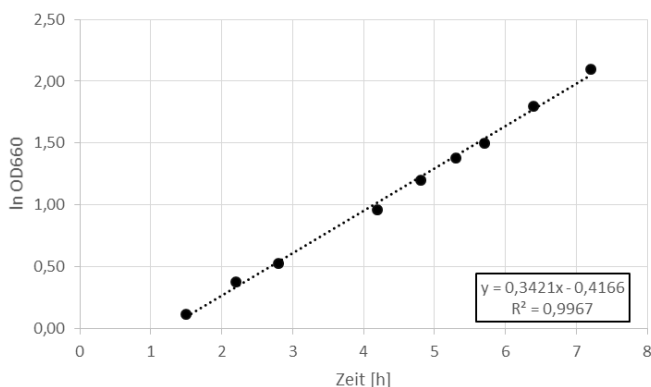


Abbildung 3: Wachstum von *C. glutamicum* auf Glucose - Auftragung der optischen Dichte über die Kultivierungszeit. Schwarze Punkte: für Auswertung berücksichtigte Messreihe, schwarze Linie: lineare Trendlinie für aus-gewertete Messreihe mit Formel und Regression angegeben

Achten Sie bitte im gesamten Protokoll auf ein einheitliches Layout von Tabellen und Abbildungen.

Formeln sind insbesondere im Ergebnisteil relevant, da sie die Rechenwege nachvollziehbar machen. Formeln sollten unter Berücksichtigung der IUPAC- bzw. SI-Nomenklatur möglichst übersichtlich geschrieben werden.

Formeln

$$X = X_0 \cdot e^{\mu_{\max} \cdot (t-t_0)} \quad (1)$$

Zur besseren Übersicht werden Formeln (1) im Textfluss eingezogen und in runden Klammern durchnummeriert.

Zahlen von eins bis zwölf werden in der Regel in Textform ausgeschrieben, dies gilt nicht für Messgrößen wie z. B. 10 mg. An Satzanfängen werden Zahlen ausgeschrieben.



Zahlen im Text

3. Welche Ausdrucksweise ist für ein Protokoll anzuwenden?

In einem Protokoll sollte ein verbindlicher, wissenschaftlich präziser Schreibstil verwendet werden. Verwenden Sie keine unnötigen Füllwörter ("also, gar, so") und auch keine umgangssprachlichen Redewendungen, ebenso keinen Laborjargon ist (Tabelle 5).

Ausdrucksweise



Tabelle 5: Beispiel für eine gute und eine schlechte Ausdrucksweise

„Einen Fermenter Anwerfen“		„Einen Bioreaktor in Betrieb nehmen“	
----------------------------	---	--------------------------------------	---

Wertungen wie „leider“, „gut“, „mega“, „schlecht“ haben in der wissenschaftlichen Sprache nichts zu suchen. Fragen Sie sich stets, ob der Satz eindeutig ist. In Protokollen finden sich häufig Aneinanderreihungen von Aussagesätzen: Subjekt-Prädikat-Objekt. Um hier den Lesefluss zu erleichtern und das Verständnis zu erhöhen, sollten Formulierungen wie „daher“, „aus diesem Grunde“, „..., so dass...“ verwendet werden.

Die Nutzung der 1. Person („ich“ oder „wir“) oder auch „man“ ist zu vermeiden. Es ist darauf zu achten, dass sich „wurde“ nicht zu häufig wiederholt (Tabelle 6).

Tabelle 6: Beispiel für die Umschreibung von wurde

„Es wurde ein Versuch zur Lebendzellzahlbestimmung durchgeführt. Dabei wurde festgestellt, dass...“		„Die Bestimmung der Lebendzellzahl ergab...“	
---	---	--	---

4. Wie gehe ich mit Literaturstellen richtig um?

Jede Aussage, die Sie aus der Literatur entnommen haben, muss durch eine entsprechende Quellenangabe belegt werden. Dabei bedeutet ein Zitat keine wörtliche Wiedergabe des Textes, sondern der inhaltlichen Aussage. Im Text gibt es verschiedene Möglichkeiten, ein solches Zitat zu kennzeichnen, jedoch müssen Sie sich für eine der möglichen Zitationsformen entscheiden. Zwei Beispiele sind in Tabelle 7 dargestellt.

**Im Text
zitieren**

Tabelle 7: Beispiel für die Angabe von Literaturstellen im Textverlauf

Name-Datum-System	Lycophin und Rhodophin sind nur zwei von drei Carotinoiden des <i>Chromatium warmingii</i> [Liaaen-Jensen und Schmidt, 1963].
Nummernsystem	Lycophin und Rhodophin sind nur zwei von drei Carotinoiden des <i>Chromatium warmingii</i> [1].

Bei der Verwendung des Name-Datum-System ist zusätzlich eine Unterscheidung nach der Anzahl der Autoren zu treffen, wie in Tabelle 8 zu erkennen ist.

Tabelle 8: Beispiele für die Angabe von Literaturstellen mit unterschiedlicher Anzahl an Autoren

Bei einem Autor	[Liaaen-Jensen, 1963]
Bei zwei Autoren	[Liaaen-Jensen und Schmidt, 1963]
Bei mehreren Autoren	[Schmidt et al., 1963]

Alle im Protokoll enthaltenen Literaturstellen müssen im Literaturverzeichnis enthalten sein. Sie werden bei der Verwendung des Name-Datum-Systems in alphabetischer Reihenfolge angegeben. Bei Nutzung des Nummernsystems erfolgt die Reihung chronologisch. Um eine Literaturstelle eindeutig zuzuordnen sind Angaben zu Autor, Titel, Journal etc. notwendig. Diese sind mit einem Beispiel in Tabelle 9 aufgeführt. Auch hier gilt: Sie müssen alle notwendigen Informationen zur Literatur nach einem einheitlichen System angeben.

**Literatur-
angabe im
Literatur-
verzeichnis**

Tabelle 9: Notwendige Angaben für das Zitieren verschiedener Literaturarten

Literaturart	Notwendige Angaben	Beispiel
Skripte	Autor/Institut (Jahreszahl) Titel des Labors, Universität	Institut für Bioverfahrenstechnik (2015) Kultivierung von <i>Corynebacterium glutamicum</i> im Schüttelkolben, TU Braunschweig
Buch	Autoren (Jahreszahl) Auflage, Titel, Verlag	Chmiel H. (2005) 2.Auflage, Bioprozesstechnik, Spektrum Akademischer Verlag
Zeitschriften- artikel	Autoren (Jahreszahl) Titel, Journal: Volume (ggf. Ausgabe) Seitenzahl.	Liaaen Jensen S., Schmidt K. (1963) Die Carotinoide der Thiorhodacea, Archiv der Mikrobiologie: 46(2)138-149.

Internet-dokument	Autoren (Jahreszahl), Titel, Institution	Bundesministerium für Ernährung (2014), Roadmap Bioraffinerien
Internetseite	Internetseite (Datum des letzten Zugriffs)	www.tu-braunschweig.de (letzter Zugriff: 26.09.2016)

Texte im Internet haben gegenüber gedruckten Formaten einige Nachteile, wie zum Beispiel die Gefahr der Verfügbarkeit oder mögliche inhaltliche Änderungen. Daher ist für wissenschaftliche Arbeiten bei der Wahl der Literaturquelle immer die gedruckte Form zu bevorzugen.

Checkliste zum Schreiben eines Protokolls

Checkliste

- Sind alle Informationen auf dem Titelblatt enthalten?
- Haben alle Gruppenmitglieder auf dem Titelblatt unterschrieben?
- Weist Ihr Protokoll die formal korrekte Struktur auf?
- Ist Ihr Protokoll sachlich, präzise und vollständig?
- Sind die Abbildungen und Tabellen beschriftet und jeweils fortlaufend nummeriert?
- Sind die Messwerte vollständig, ausgewertet, im Ergebnis- und Diskussionsteil dargestellt sowie erörtert?
- Sind die Rechenwege dokumentiert und nachvollziehbar dargestellt?
- Ist das Literaturverzeichnis vollständig?
- Sind alle Rohdaten im Anhang dokumentiert?

Wo finde ich weitere Informationen zu diesem Thema?

Hans F. Ebel und Claus Bliefert (2009), 4. Auflage
 Bachelor-, Master- und Doktorarbeiten: Anleitungen für den naturwissenschaftlich-technischen Nachwuchs
 Wiley, Weinheim

Weiterführende Literatur