

Leitfaden zum Erstellen von Protokollen für die Pflanzenphysiologischen Übungen

Dieser Leitfaden soll es Ihnen leichter machen, die Hürde der wöchentlichen Protokolle zu überwinden. Verschiedene Praktika haben verschiedene Ansprüche an die Protokolle (das ist nun mal so) und es ist auch noch kein Meister vom Himmel gefallen. Wenn Sie sich an die hier aufgeführten Punkte halten, können Sie sicher sein, den formalen Ansprüchen an die Protokolle für die Pflanzenphysiologischen Übungen zu genügen. Wenn Sie außerdem verstanden haben, was Sie im Kurs gemacht haben, dürfte einem als „OK“ bewerteten Protokoll nichts mehr im Wege stehen. Andererseits dürfen Sie sicher sein, dass Ihr Protokoll nicht akzeptiert wird, falls Sie sich nicht mindestens an die aufgeführten Punkte halten.

Einigen von Ihnen werden die folgenden Anmerkungen unnötig, da selbstverständlich, finden. Unsere bisherigen Erfahrungen in der Betreuung dieser Übungen haben jedoch gezeigt, dass sie eben nicht für alle selbstverständlich sind.

Bitte lesen Sie diesen Leitfaden und halten Sie sich daran. Sie sparen sich (und uns) damit Arbeit!

Jeder Versuch sollte wie folgt gegliedert sein:

1. Einleitung

Umfang **maximal 1 Seite(!)**; die Einleitung sollte folgende Punkte enthalten:

- a. Grundlagen des Experiments
- b. Fragestellung

Also z.B. Einleitung zur chromatographischen Trennung von Chloroplastenfarbstoffen:

Als Chromatographie wird ein Trennverfahren bezeichnet, bei dem die unterschiedlichen Wanderungsgeschwindigkeiten einzelner Komponenten in einem System aus stationärer und mobiler Phase genutzt wird. Man unterscheidet zwischen.....

Im Folgenden sollen Chloroplastenfarbstoffe aus Spinatblättern extrahiert und mittels Dünnschichtchromatographie getrennt werden. Von bestimmten Farbstoffen werden nach der Trennung die Absorptionsspektren bestimmt.

2. Durchführung

Umfang **ca. ½ Seite**. In der Durchführung sollte weder das Skript abgeschrieben, noch nur auf das Skript verwiesen werden („Durchführung: siehe Skript“). Vielmehr sollte in **wenigen** Sätzen das experimentelle Vorgehen und dessen Zweck dargestellt werden.

Also z.B. Durchführung zur chromatographischen Trennung von Chloroplastenfarbstoffen:

Die Chloroplastenfarbstoffe werden aus Spinatblättern durch Mörsern in einem Aceton/Benzingemisch gewonnen und anschließend durch eine Zweiphasen-Flüssigkeitsextraktion in Benzin/Wasser extrahiert. Die Benzinphase mit den darin gelösten Farbstoffen....

3. Ergebnisse

Der Ergebnisteil lässt sich in zwei Teile gliedern:

- a. Darstellung *aller* Rohdaten
- b. Auswertung der Daten

Bei der Auswertung sind folgende Punkte zu beachten:

- I. Komplexere Rechnungen mit einem Beispiel ausführlich darstellen. Dabei nicht die Rechnung in *einer* Formel darstellen, sondern Schritt für Schritt erläutern. Nur so wissen Sie und wir, dass Sie die Rechnung tatsächlich verstanden haben. Die Darstellung der weiteren Ergebnisse, die mit dem gleichen Rechenweg erzielt werden, sollte dann tabellarisch erfolgen.

Also z.B. Berechnung des Chlorophyllgehalts (Versuch: Seneszensverzögerung durch Cytokinine):

~ **nicht:** $\frac{0,600 \times 5 \times 8}{34,2 \times 16} = 0,044 \text{ mg/Blattstück}$

Sondern:

$E_{652} = 0,600 \Rightarrow$ Chlorophyllkonzentration in Küvette:

$$\frac{E_{652}}{34,2} \text{ mg/ml} = \frac{0,600}{34,2} \text{ mg/ml} = 0,0175 \text{ mg/ml}$$

Der Küvetteninhalt wurde vorher 1:5 (= 1 + 4) verdünnt \Rightarrow Chlorophyllkonzentration in Lösung:

$$0,0175 \text{ mg/ml} \times 5 = 0,0875 \text{ mg/ml}$$

Die Blattstücke wurden zuvor in 8 ml Gesamtlösung aufgearbeitet \Rightarrow Chlorophyllgehalt in Gesamtlösung:

$$0,0875 \text{ mg/ml} \times 8 \text{ ml} = 0,700 \text{ mg}$$

Diese Chlorophyllmenge stammt aus 16 Blattstücken \Rightarrow Chlorophyllgehalt/Blattstück:

$$0,700 \text{ mg}/16 \text{ Blattstücke} = 0,044 \text{ mg/Blattstück}$$

II. Abbildungen. Jede Abbildung sollte dem Anspruch genügen, **alleine für sich** und ohne weitere Kenntnisse der experimentellen Einzelheiten **verständlich zu sein**. Dazu muss die Abbildung folgende Merkmale enthalten:

- a. Abbildungslegende. Ein Satz, der klarmacht, **was** dargestellt ist (nicht, **wie** es dargestellt ist!)

~ also nicht: Abbildung 1: Darstellung der Extinktion gegen die Wellenlänge

| sondern: Abbildung 1: Absorptionsspektren von Chlorophyll a und b.

- b. Achsenbeschriftung. An jeder Achse muss stehen, was und in welcher Einheit es dargestellt ist (Zeit in min, oder Zeit [min], Konzentration in M, Gewichtsverlust in Gramm, Extinktion als E_{xxx} , usw.). Übrigens, an der **X-Achse** werden die **gegebenen** Parameter dargestellt (Zeit, Konzentration, Wellenlänge, usw.), an der **Y-Achse** die **gemessenen** Parameter (Extinktion, Gewichtsänderung, Photosyntheserate, usw.).

- c. Achsenskalierung. Die Achsenausdehnung beider Achsen sollten \pm den größten Werten entsprechen. Wenn der Nullpunkt einer Achse nicht benötigt wird, kann die Achse auch beim niedrigsten Wert beginnen.

- d. Bei Abbildungen mit mehreren Graphen müssen diese beschriftet werden.

Folgende Abbildungen wurden mit den gleichen Daten erstellt:

Richtig:

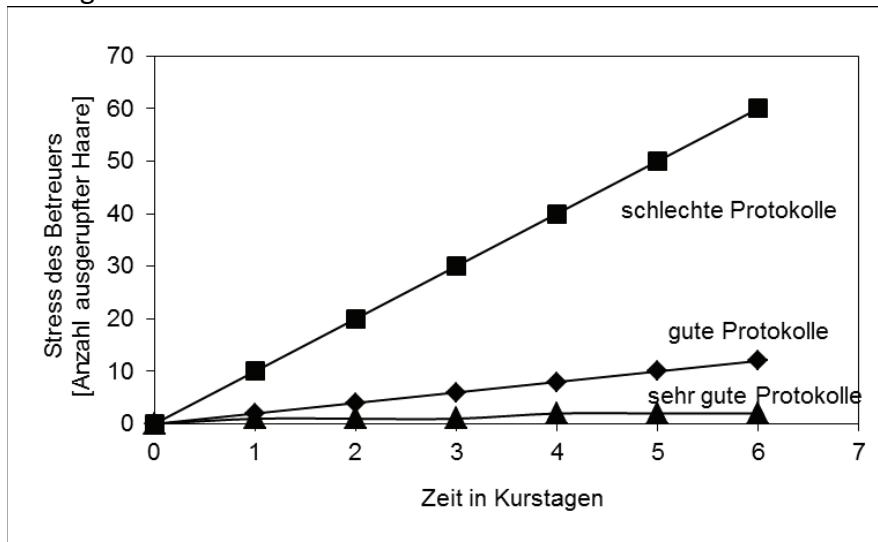
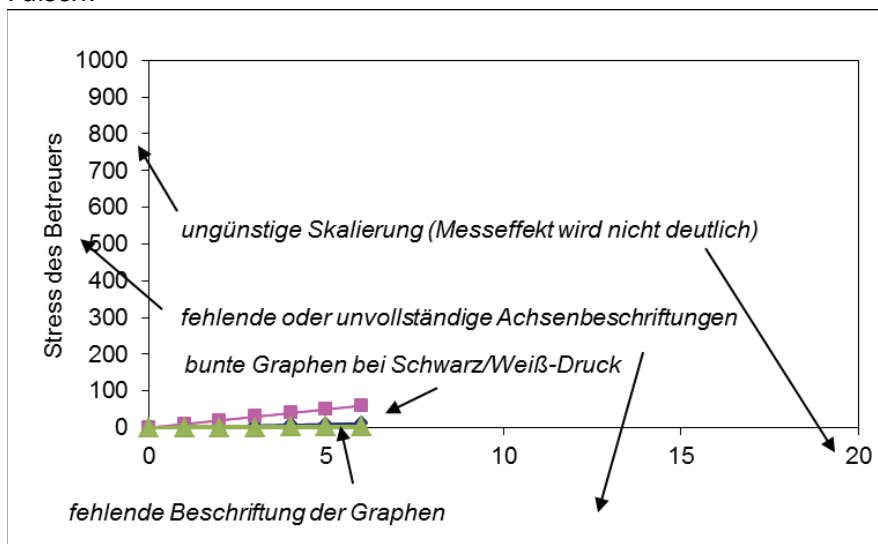


Abbildung 1: Stress des Betreuers bei der Korrektur von PPÜ-Protokollen.

Falsch:



4. Diskussion

Vollkommen falsch: „Die Ergebnisse entsprechen den Erwartungen.“

Ebenso falsch: „Die Ergebnisse entsprechen nicht den Erwartungen. Der Grund dafür ist in Pipettierfehlern zu suchen.“

Worum geht es in der Diskussion? Die Ergebnisse sollen im Zusammenhang dargestellt und erklärt werden. Kurz gesagt, in der Diskussion sollen folgende zwei Fragen behandelt werden:

1. Was wurde gemessen?

2. Warum ist das so?

Für den Fall, dass einzelne oder alle Ergebnisse nicht mit den „Erwartungen übereinstimmen“ sollten die erwarteten Ergebnisse dargestellt und mögliche Ursachen für die Abweichung gesucht werden.

Beispiel: Diskussion zur chromatographischen Trennung von Chloroplastenfarbstoffen:

Die Carotinbande ist am weitesten gewandert ($R_f=0.xxx$). Carotine sind reine Kohlenwasserstoffe und daher sehr unpolar, d.h. bei dem gegebenen Trennsystem aus einer polaren stationären Phase und einer unpolaren mobilen Phase sollten diese tatsächlich weit wandern. Im Vergleich zu den Carotininen sind die Chlorophylle polarer, da sie polare Gruppen ($-C=O$, $-COO^-$, $-CHO$) enthalten. Die R_f -Werte von Chlorophyll a und b sind $R_f=xxx$ bzw. xxx . Die höhere Wanderungsgeschwindigkeit des Chlorophyll a im Vergleich zu Chlorophyll b lässt sich durch erklären. ...

5. Allgemeines

Es sollte sich von selbst verstehen, dass die Protokolle keine Eselsohren, Kaffeeplecken, Brandflecken u.ä. enthalten sollten. Falls Sie Ihr Protokoll mit einem Computer schreiben (muss nicht!), sind unbedingt (!!) folgende Regeln zu beachten:

- gedruckt heißt nicht unbedingt *leserlich*. Also: Standardschriftart verwenden (Arial, Times oder ähnliche), Größe 12-Punkt (Times) oder 11-Punkt (Arial), Zeilenabstand 1.5fach, korrekte Hoch-/Tiefstellung (nicht $NaH^{14}CO_3$ sondern $NaH^{14}CO_3$), Sonderzeichen verwenden, wenn nötig (α , β , χ , Δ , \rightarrow , \Rightarrow , \pm , \emptyset , usw.). Heranrückungen: $^{14}_6C$ statt $^{14}_6C$, Formeleditor: $c = \frac{\Delta E}{\epsilon \times d}$
- gedruckt heißt auch noch lange nicht *richtig*. Also: Rechtschreibkontrolle verwenden, Protokoll ausdrucken, Korrekturlesen, korrigierte Version neu ausdrucken, **erst dann abgeben!**

Die Protokolle sind in Heften oder Schnellheftern anzufertigen oder zu heften. Keine losen Blatt-sammlungen in einer Klarsichthülle!

Anmerkung für die Betreuer

Fehler nicht nur markieren, sondern auch Korrekturen vorschlagen bzw. skizzieren. Falls ein Protokoll wiederholt werden muss, sämtliche zu korrigierende Teile auflisten. Ein Protokoll sollte nicht als „OK“ bewertet werden, wenn **ein** schwerer bzw. **mehrere** leichte Fehler bemängelt werden.

„Schwere Fehler“:

- Mangelnde äußere Form: unleserliche Schrift, lose Blattsammlung, Geschmiere. Falls sofort erkennbar, solche Protokolle gar nicht erst annehmen (gilt aber als abgegeben!)
- Protokoll nicht vollständig: Fehlende Abbildungen, Tabellen, Rohdaten, Auswertungen, Diskussionen (!) usw.
- Falsche Rechnung: d.h. falsche Rechenwege. Einfache Rechenfehler ($1 + 2 = 4$) sollten als leichte Fehler bewertet werden, falls sie das Ergebnis nicht stark verfälschen.
- Nichtverstehen: aus Einleitung oder Diskussion wird klar, dass das Experiment nicht verstanden wurde, bzw. die Ergebnisse wurden falsch interpretiert.

„Leichte Fehler“:

- einfache Rechenfehler: s.o.
- Fehler in Abbildungen: fehlende Beschriftungen, ungünstige Skalierung, zu viele Daten in einer Abbildung. Abbildungsfehler werden summiert, d.h. eine einzelne stark fehlerhafte Abbildung kann zur Wiederholung führen.
- schlechter Stil: Ich-Erzähler, subjektive Bewertungen („hat gut geklappt“), unwissenschaftliche Ausdrucksweise („Der R_f -Wert von Kakao...“), starke Mängel im sprachlichen Ausdruck, massive Rechtschreibfehler.