

Anleitung zur Abfassung eines **wissenschaftlichen Protokolls**

von: Thomas M. WEIGER

unter Mitarbeit von J. HASLETT, A. HERMANN, H. KERSCHBAUM,
A. LAMETSCHWANTDNER, M. PALZENBERGER, R. PATZNER

Universität Salzburg
Biowissenschaften
Hellbrunnerstr. 34
A-5020 Salzburg

E-mail: thomas.weiger@sbg.ac.at

1. ALLGEMEINES

Diese Anleitung soll Sie beim Erstellen eines wissenschaftlichen Protokolls unterstützen. Dabei können Sie basale Regeln erlernen, die es Ihnen ermöglichen, später Ihre Diplomarbeit zu schreiben bzw. eine wissenschaftliche Veröffentlichung (englisch: paper) für ein internationales Fachjournal zu verfassen. Diese Anleitung will Ihnen helfen, Ergebnisse in der wissenschaftlichen Gemeinschaft korrekt darzustellen.

Ausgangspunkt jeder wissenschaftlichen Untersuchung ist gewöhnlich eine gute Idee oder eine Hypothese, um ein Problem zu lösen, oder eine Frage an die Natur zu untersuchen. Danach sind exakt erhobene Daten Grundlage jeder guten Arbeit (garbage in, garbage out). **Führen Sie daher sehr sorgfältig Protokoll, während Sie die Untersuchung durchführen, vertrauen Sie nicht auf Ihr Gedächtnis.** Nach kurzer Zeit haben Sie meist Details vergessen, vor allem bei der Fülle von Versuchen, die Sie an einem Praktikumstag durchführen. Notieren Sie sich daher auch im Moment scheinbar nicht zentrale Parameter (z.B. Temperatur, pH-Werte der verwendeten Lösungen etc., wenn Sie ein physiologisches Experiment durchführen). Nur anhand eines während der Experimente penibel geführten Protokolls können Sie später herausfinden, was unter Umständen „schief gelaufen“ sein könnte, wenn die ausgewerteten Daten nicht den Erwartungen entsprechen. Manchmal wird auch von Gutachtern von Fachjournalen nach solchen Randdetails gefragt. Es ist hilfreich, diese dann im Protokoll nachlesen zu können.

Bei Gruppenarbeit sollten mehrere Personen, die nicht unmittelbar mit der Durchführung der Datenerhebung betraut sind, gleichzeitig Protokoll führen. Falls Ihnen nicht klar ist, was Sie protokollieren sollen, wird Ihnen Ihr Kursbetreuer gerne weiterhelfen.

Der sprachliche Stil eines wissenschaftlichen Protokolls

Wissenschaftliche Arbeiten sind kurz und prägnant. Vermeiden Sie seitenlange Monstersätze. Überlegen Sie stets, ob das, was Sie schreiben, wirklich in direktem Zusammenhang mit Ihren Untersuchungen steht. **Beeindrucken Sie mit Qualität und nicht mit Quantität.**

Gliedern Sie ihre Arbeit in Absätze: 1 Gedanke = 1 Absatz,

1 Absatz = 5 Sätze (Rahmen 4-6 Sätze)

Wenn Sie keine 5 Sätze in einem Absatz zusammenbringen ist der Gedanke nicht ausreichend. Wenn Sie mehr als 6 Sätze brauchen um einen Gedanken darzustellen, sind entweder 2 Gedankengänge darin die Sie trennen sollten, oder die sprachliche Gestaltung muss nachgeschärft werden.

Legen Sie Wert auf eine **präzise Sprache und sachgerechte Formulierung**. Das heißt, verwenden Sie wissenschaftliche Fachausdrücke. Ausdrücke wie „circa“, „mehr oder weniger“ und ähnliche Wörter sind nicht wissenschaftlich. Eine Formulierung wie: „Es wurde eine Speziallösung oder ein Spezialgerät verwendet“ ist ebenfalls zu ungenau. Beschreiben Sie statt des Wortes „spezial“ die genaue Zusammensetzung der Lösung beziehungsweise die genaue Bezeichnung des Gerätes oder seinen Aufbau.

In einem Satz zusammengefasst könnte man sagen: Verwenden Sie mehr Zeit auf sprachliche Korrektheit als auf „cooles Layout“ ihres Protokolls.

Jede **Abkürzung**, die Sie im Text oder in einer Formel verwenden, muss bei Ihrem ersten Erscheinen erklärt werden. Davon ausgenommen sind lediglich die offiziellen SI-Einheiten (The International System of Unit's). Beispiel: Der Buchstabe m steht für Meter oder die

Buchstaben cd stehen für Candela (Lichtintensität). Falls Sie viele Abkürzungen verwenden (mehr als 5), erstellen Sie am Anfang des Protokolls (vor dem Kapitel Einleitung) zusätzlich eine Liste mit allen Abkürzungen und ihren Bedeutungen. Zu viele Abkürzungen können jedoch den Lesefluss stören.

2. GLIEDERUNG EINER WISSENSCHAFTLICHEN ARBEIT

Jede wissenschaftliche Arbeit besteht zumindest aus folgenden Abschnitten: **Einleitung** (introduction), **Material und Methoden** (material and methods), **Ergebnisse** (results), **Diskussion** (discussion). Dazu kommt eine **Literaturliste** sowie eine **Zusammenfassung** (summary, abstract). Eine Zusammenfassung ist für ein einfaches Protokoll nicht notwendig (sie wird daher auch im Folgenden nicht weiter besprochen). Eine Masterarbeit, Dissertation oder wissenschaftliche Veröffentlichung enthält jedoch immer eine Zusammenfassung.

Die Logik hinter diesem System ist einfach:

- Welches Problem, welche Frage wurde studiert? Die Antwort findet sich in der „Einleitung.“
- Wie wurde die Frage, das Problem bearbeitet? Die Antwort steht in „Material und Methoden“.
- Welche Resultate wurden erzielt? Die Antwort liest man im Abschnitt „Ergebnisse“.
- Was bedeuten diese Resultate? Die Antwort findet sich in der „Diskussion“.

Diese Vorgangsweise hilft das Manuskript (und damit auch seine eigenen Gedanken) richtig zu organisieren. Ebenso hilft eine klare Gliederung dem Leser, die Arbeit leichter zu verstehen. Bauen Sie daher, schriftliche Protokolle immer nach dieser international üblichen Gliederung auf.

EINLEITUNG - oder - worum geht's eigentlich?

In der Einleitung wird das wissenschaftliche Problem (Fragestellung) definiert, das untersucht wurde. Das ist nicht immer ganz leicht. Man muss dazu selbst verstanden haben, warum diese Arbeit, dieses Experiment wichtig ist. Versuchen Sie dem Leser zu erklären, warum gerade diese Untersuchungen so interessant sind (im Journalismus würde man sagen: Versuchen Sie einen Aufhänger für Ihre Story zu finden). Machen Sie die LeserInnen neugierig auf das, was noch folgt. Zitieren Sie bereits in der Einleitung Literatur, die auf das Problem hinführt. Zeigen Sie auch den Hintergrund der Untersuchung auf. Sie helfen dem Leser dadurch, die Arbeit besser verstehen und einordnen zu können, ohne umständlich ältere Literatur lesen zu müssen. All dies soll den Leser letztendlich auf die Definition des Problems hinführen, mit der die Einleitung gewöhnlich endet.

MATERIAL UND METHODEN - oder - womit habe ich was gemacht?

Dieser Abschnitt dient dazu, die kompletten Details der verwendeten Untersuchungsmethoden anzugeben. **Damit sollte es anderen ExperimentatorInnen prinzipiell möglich sein, das Experiment zu wiederholen.** Die Reproduzierbarkeit von Ergebnissen hängt wesentlich von einer sorgfältigen Beschreibung des Versuchsaufbaus sowie der Versuchsdurchführung ab.

Geben Sie in diesem Kapitel zuerst an, welche Objekte Sie untersuchten, welche Geräte und Hilfsmittel Sie verwendet haben. Für manche Details dürfen Sie - wenn möglich - auf eine frühere Arbeit verweisen, in der ein Gerät in allen Einzelheiten beschrieben ist. Die LeserInnen müssen Ihrer Arbeit aber trotzdem klar entnehmen können, unter welchen Bedingungen welche Daten erhoben wurden.

Untersuchungsobjekte

Bei Organismen wird die Art oder eine andere taxonomische Gruppe wie zum Beispiel die Familie angegeben. Beachten Sie dabei die international üblichen Regeln für die Angabe wissenschaftlicher Namen von Organismen aus dem Tier- und Pflanzenreich: Genus und Spezies werden unterstrichen oder kursiv geschrieben. Am Beispiel Stubenfliege: *Musca domestica* (Diptera, Muscidae).

Bei Labortieren und im Labor gehaltenen Pflanzen führt man zusätzlich ihre Herkunft und die Kontrollbedingungen, unter denen sie gehalten wurden (Tag- Nachtrhythmus, Futter), an. Für eine Zellkultur führt man die genaue Bezeichnung der kultivierten Zellen, deren Herkunft und die Standard-Kulturbedingungen an.

Bei Freilandarbeiten folgt eine kurze Beschreibung der Untersuchungsorte. Nach einer nachvollziehbaren Lokalisation (zB: GPS Koordinaten, denn nicht alle werden ohne weitere Angaben wissen, wo der „Glanspitz“ liegt) werden für die Fragestellung relevante abiotische und biotische Eigenschaften des Standortes (Geologie, Klima, vorherrschende Vegetation etc.) angeführt.

Geräte

Für die verwendeten Geräte geben Sie nicht nur die Art des Gerätes wie z.B.: „Verstärker“ an, sondern auch das verwendete Modell sowie den Hersteller. Beispiel: Patch clamp Verstärker EPC-7 (List-Medical/Darmstadt). Wenn sie mehrere Geräte zu einem Versuchsaufbau verbunden haben, dann beschreiben Sie diese Verbindungen beziehungsweise Verschaltungen. Hier kann eine kleine schematische Skizze für die LeserInnen sehr wertvoll sein.

Chemikalien

Wenn Sie bei Ihren Untersuchungen Chemikalien verwenden, geben Sie diese mit ihrem vollen wissenschaftlichen Namen und deren Ursprung an. Beispiel: Kaliumchlorid KCl (Sigma, St. Louis, USA). Wenn Sie in ihrem Experiment Lösungen verwenden, geben Sie auch deren genaue Zusammensetzung an. Also nicht nur: Als Badlösung wurde eine Ringerlösung verwendet, sondern: Badlösung: 140 mM NaCl, 5mM KCl, 2mM CaCl₂, 1mM MgCl₂, 20 mM HEPES (N-2-Hydroxyethylpiperazine-N'-2-Ethanesulfonic acid), pH 7,2

Durchführung

Nach dem WOMIT beschreiben Sie, WAS Sie damit gemacht haben, also die methodische Durchführung Ihrer Experimente. Wie sind Sie konkret vorgegangen, um die Daten zu erheben? Beschreiben sie nicht, was „man“ theoretisch machen könnte, sondern was Sie tatsächlich gemacht haben.

Bei Laborexperimenten werden Sie normalerweise (aber nicht immer) den Versuchsablauf chronologisch beschreiben - so wie Sie ihn durchgeführt haben.

Datenaufnahme

Lassen Sie den Leser wissen, welche **Merkmale** (Variablen) Sie an Ihren Untersuchungsobjekten erhoben haben, zum Beispiel: Strom, Spannung, Temperatur, Lichtintensität, Beschattung, Artenzahl, Anzahl von Individuen etc. Definieren Sie die Variablen eindeutig (z.B. nicht „Größe“ eines Tieres, sondern „Standardlänge“). Oft ist eine ausführliche Erläuterung notwendig, um eine Variable zweifelsfrei (nachvollziehbar!) zu definieren.

Bei dynamischen Vorgängen wird auch der **Zeitpunkt** der Datenerhebung von Bedeutung sein. Daten können z.B. isochron erhoben werden (immer zum selben Zeitpunkt im Ablauf vergleichbarer Experimente) oder es werden die Maximalwerte biologischer Vorgänge unabhängig vom Zeitpunkt des Auftretens ermittelt. Im Freiland haben tages- und jahreszeitliche Rhythmen natürlich ganz besondere Bedeutung für die Untersuchung. Machen Sie daher ausreichende Angaben dazu.

Geben Sie hier auch den **Stichprobenumfang** für jede Beobachtung und die Anzahl der Wiederholungen bei jedem Experiment an.

Datenanalyse

Dann beschreibt man, wie man die Daten analysiert und miteinander verglichen hat. Die besten Daten nutzen nichts, wenn sie nicht nach allen Regeln der Kunst ausgewertet werden. Führen Sie an, ob Sie a) die Rohdaten miteinander vergleichen b) die Rohdaten umgewandelt haben und nun so genannte transformierte Daten verwenden (zum Beispiel durch Umwandlung der Rohdaten in Prozentangaben, oder durch Logarithmierung der Rohdaten etc.) oder c) Daten aus statistischen Analysen miteinander vergleichen (zum Beispiel Mittelwerte oder Mediane).

Fast immer muss eine statistische Analyse durchgeführt werden. Erläutern Sie die eingesetzten Verfahren und ob Sie „parametrische“ oder „nicht parametrische“ (verteilungsfreie) Tests angewandt haben. Geben Sie Quellen für alle Verfahren an.

Haben Sie ein Softwarepaket zur Analyse eingesetzt, dann geben sie hier den Namen der Software, die Versionsnummer und den Hersteller an.

Anmerkung

Geben Sie in diesem Abschnitt nur die nackten Tatsachen zur Methodik an. Haben Sie Verbesserungsvorschläge oder gar Grund, die Brauchbarkeit der Methode anzuzweifeln, so ist dies im Abschnitt „Diskussion“ auszuführen.

ERGEBNISSE - oder - welche Resultate haben die Experimente erbracht.

Im Gegensatz zu manch verbreiteter Unsitte sollten sich in diesem Abschnitt **keine methodischen Details** finden. Aber der Ergebnisteil ist auch nicht nur eine reine Abschrift Ihres Protokolls, das Sie während der Versuche mitgeschrieben haben. Besonders im Ergebnisteil gilt: Achten Sie auf **äußerste Präzision, sowie eine klare und vor allem einfache Darstellung**, denn die Ergebnisse sind das, was Sie anderen eigentlich mitteilen wollen.

Darstellung der Daten

Im Ergebnisteil werden die Messdaten entweder als Rohdaten oder in einer transformierten Form, sowie dazugehörige Berechnungen und statistische Analysen präsentiert. Umfangreiche Rohdatenlisten beeinträchtigen allerdings die Übersichtlichkeit und werden sinnvollerweise im Anhang platziert. An ihre Stelle treten Graphiken und statistische Kennwerte.

Zu beachten ist, dass die Werte immer in der richtigen, international üblichen Einheit angegeben werden. Zumeist werden die SI-Einheiten verwendet.

Der rote Faden

Es macht einen guten Eindruck, wenn sich im Aufbau des Ergebnis-Teils ein logisches experimentelles Vorgehen widerspiegelt. Also - welche Frage ist zuerst untersucht worden, was ist dabei herausgekommen. Dann wird man überlegen, welche neue Frage sich davon ableiten lässt, wie wurde sie bearbeitet und was waren die Ergebnisse. Eine solche logische Ordnung entspricht vielleicht nicht immer dem chronologischen Arbeitsablauf, macht es aber leichter, die Bearbeitung des Problems zu verstehen.

Zum Beispiel: In einem Projekt wird die Wirkung von Alkohol auf einen Ionenkanal untersucht. Zuerst wird die Beobachtung zur Wirkung der Substanz beschrieben, z.B. eine Steigerung der Kanalaktivität. Dann ergibt sich logisch daraus die Frage nach dem Wirkungsmechanismus. Nun führt man die Ergebnisse der dafür relevanten Experimente auf, leitet daraus eine eventuell nächste Frage ab und so weiter.

Mit einem Wort: die LeserInnen danken es Ihnen, wenn sie anhand eines „roten Fadens durch den Ergebnis-Teil geführt werden.

Abbildungen und Tabellen

Oft ist es angebracht, die Daten in Form von Graphiken oder Tabellen aufzubereiten bzw. auf Originalabbildungen und Originalaufzeichnungen zu verweisen. Um den Überblick nicht zu verlieren, ist es notwendig, Abbildungen und Tabellen voneinander getrennt durchzunummerieren. Alle Abbildungen müssen im Text erwähnt und kurz besprochen werden. Wenn im Text auf eine Abbildung verwiesen wird, führt man die entsprechende Abbildungsnummer an. Eine Angabe wie: „siehe Abbildungen im Anhang“ ist nicht sehr hilfreich. Für LeserInnen ist es dann schwierig, die passende unter möglicherweise zahlreichen Abbildungen zu finden. Richtig heißt es: „siehe Abbildung 5 im Anhang“. Am besten ist es jedoch, die Abbildungen nicht im Anhang zu platzieren, sondern möglichst nahe dort wo sie erstmals im Text erwähnt werden. Abbildungen sind ebenso wie Tabellen konsekutiv durchzunummerieren.

Jede Abbildung oder Tabelle muss mit einer Legende versehen werden, in der erklärt wird, worum es in dieser Abbildung oder Tabelle geht. Worauf verweist ein eventuell eingezeichneter Pfeil oder Stern in der Abbildung, was bedeuten die verwendeten

Symbole (Beispiel: ◆ = Kontrolle, ○ = Alkohol)? Falls Sie Abbildungen aus anderen Arbeiten einfügen oder modifizieren, so muss darauf in der Abbildungslegende verwiesen werden.

Berechnungen

Im Ergebnisteil werden auch die Berechnungen aus den Rohdaten eingearbeitet. Beispiel: In eine Zelle ist ein Spannungspuls injiziert worden. Man hat den dazu fließenden Strom gemessen und möchte nun den Widerstand der Zellmembran ausrechnen. Hier gibt man das erste Mal die entsprechende Formel an, nach der die Berechnung durchgeführt wurde. Formeln werden durch Ziffern in runder Klammer neben der Formel durchnummeriert. Beispiel:

$$U = R \cdot I \quad (1)$$

Im Weiteren kann man sich immer wieder auf Formel (1) beziehen, ohne sie jedes Mal neu angeben zu müssen. Wichtig: vergessen Sie nicht, jedes Symbol einer Formel beim ersten Mal zu erklären (in unserem Beispiel: U = Spannung, R= Widerstand, I = Strom).

Statistik

Unterziehen Sie Ihre Daten abschließend einer statistischen Analyse. Nur so können Sie die Signifikanz der Ergebnisse (besteht ein statistisch bedeutsamer Unterschied zwischen Kontrollwert und Versuchswert?) richtig beurteilen.

Literaturzitate werden in den Ergebnissen nur in Ausnahmefällen angeführt. Eine Diskussion der Resultate oder Vergleiche mit anderen Arbeiten sind hier nicht angebracht. Das ist dem nächsten Teil der Arbeit vorbehalten.

DISKUSSION - oder - die Bedeutung der Ergebnisse

Die Diskussion ist wohl der am schwierigsten zu schreibende Abschnitt. Vielfach zerstören AutorInnen durch eine mangelhafte Diskussion ihre ganze Arbeit, obwohl die Ergebnisse vielleicht interessant und richtig sind. Eine zu lange Diskussion weist oft darauf hin, dass sich die Autoren nicht ganz sicher sind, was ihre Ergebnisse eigentlich bedeuten. Versuchen Sie daher nicht alles in einem konfusen Wirrwarr zu ersticken. Beziehen Sie sich immer konkret auf Ihre gewonnenen Ergebnisse. Eine zu kurze Diskussion von zwei, drei Sätzen lässt oft den Schluss zu, dass sich die AutorInnen nicht richtig mit der Materie befasst haben. Es gilt also auch hier ein ausgewogenes Mittelmaß zu finden. Man sollte immer die Tatsache im Auge behalten: **Die Ergebnisse werden hier diskutiert und nicht noch einmal wiederholt.**

Wie fange ich eine Diskussion an?

Ihr Vorlesungswissen oder die Interpretation des Übungsleiters wird manchmal einer ersten Orientierung dienen, wo Sie mit der Diskussion beginnen sollen. Von dort ausgehend, werden Sie versuchen sich relevante Literatur zum Thema zu besorgen.

Goldene Regeln, um eine gute Diskussion zu schreiben

- 1) Zeigen Sie, inwieweit Ihre Ergebnisse und Interpretationen mit Ergebnissen in der Literatur übereinstimmen oder auch ihr widersprechen. In Anfängerübungen wird die Literatur meist Lehrbücher oder z.B. das „Spektrum der Wissenschaft“ umfassen; in fortgeschrittenen Lehrveranstaltungen des zweiten Studienabschnitts werden sie auch Originalarbeiten aus Fachjournalen verwenden.
- 2) Zeigen Sie auf, welche Punkte Ihrer Ergebnisse nicht zum bisherigen Kenntnisstand passen. Definieren Sie ungelöste Probleme und diskutieren Sie mögliche Ursachen. Gehen Sie auf Fehlerquellen in ihrer Untersuchung ein und machen Sie Verbesserungsvorschläge. Versuchen Sie nie, Unstimmigkeiten zu vertuschen.
- 3) Versuchen Sie, Prinzipien, Beziehungen zu bereits Bekanntem und generelles - soweit es aus den Ergebnissen folgt - darzustellen.
- 4) Vergewissern Sie sich, dass Sie die richtigen Schlüsse aus Ihren Untersuchungen ziehen.
- 5) Zeigen Sie ruhig auch mögliche theoretische Implikationen, die sich aus Ihrer Arbeit ergeben auf, und beschreiben Sie mögliche praktische Anwendungen, die sich aus ihren Daten ergeben; stellen Sie also einen möglichen Praxisbezug her.
- 6) Eine kurze kompakte Konklusion am Ende soll noch einmal die wichtigsten Schlüsse zusammenfassen.

Mit einem Satz: Zeigen Sie in Ihrem Übungsprotokoll durch intensive Auseinandersetzung mit der Literatur, dass Sie **die Materie studiert und die Bedeutung der Experimente verstanden** haben.

Literatur richtig im Text zitieren

Verwenden Sie am besten ein Literaturverwaltungsprogramm wie das von der Universität zur Verfügung gestellte Programm Endnote, oder nutzen Sie ebenso gute frei am Netz verfügbare Zitiersoftware wie z.B.: Zotero www.zotero.org Als Zitierregel und Stil verwenden Sie bitte die Regeln des Chicago Manual of Style (author date) http://www.chicagomanualofstyle.org/tools_citationguide.html https://www.chicagomanualofstyle.org/tools_citationguide/citation-guide-2.html Diese Zitierweise ist z.B.: in Zotero schon vordefiniert.

Bei manueller Erstellung der Literaturliste beachten Sie folgende Regeln:

Bis zu 2 Autoren werden namentlich im Text mit Angabe des Publikationsjahres erwähnt. Beispiel: „Wie schon ANDERSON und WHITE (1986) zeigten....“. Mehr als 2 Autoren werden durch den Zusatz „et al.“ nach dem Erstautor angezeigt. Man schreibt dann zum Beispiel: „ARMSTRONG et al. (1996) beschreiben.....“

Manchmal kann es der Satzbau erfordern, dass die Autorennamen nicht direkt als Subjekt in den Satz eingefügt werden können. Dann wird die Literaturstelle folgendermaßen angegeben: „C6-glioma Zellen unterscheiden sich in Ihrer Physiologie entsprechend Ihrer Passagenanzahl (GOYA et al., 1996)“.

Wenn Sie mehrere Arbeiten zur gleichen Thematik zitieren, dann reihen Sie die Literaturzitate nach dem Erscheinungsjahr.

Für Übungen gilt zusätzlich folgendes: Falls das ausgegebene Skriptum zitiert wird, heißt es nicht einfach „siehe Skriptum“ sondern richtig: „siehe Skriptum Tierphysiologische Übungen I (2019) Seite 34-36“. Das gleiche gilt, wenn Sie gängige Lehrbücher zur Interpretation Ihrer Daten heranziehen also: „ECKERT (1994) Seite 145-146“. (Beachten sie aber: Bei der Abfassung von Diplomarbeiten oder wissenschaftlichen Publikationen in Fachjournalen werden Seitenangaben nicht angeführt, dies gilt nur bei der Zitation von Skriptum und Lehrbüchern, nicht aber Originalarbeiten in Übungsprotokollen).

LITERATUR

Falls Sie kein automatisches Literaturverwaltungsprogramm wie oben angeführt verwenden, sondern die Literaturliste manuell erstellen, dann und nur dann folgen Sie bitte den nachfolgenden Hinweisen in Ergänzung zum Chicago Manual of Style (author date)

In der Literaturliste werden **nur jene Literaturstellen angeführt, die auch im Text erwähnt** worden sind. Es sollte allerdings auch nichts fehlen, was in den vorhergehenden Kapiteln zitiert wurde.

Ordnen Sie die in Ihrer Literaturliste angeführte Literatur alphabetisch nach dem Namen der jeweiligen Erstautoren. Ein Lehrbuch oder eine Arbeit, die Sie mehrfach zitiert haben, müssen Sie in der Literaturliste nur einmal anführen.

Regeln zu Reihung der Autoren

- 1) Grundsätzlich werden die Literaturzitate alphabethisch angeordnet.
- 2) Wenn ein Autor Alleinautor ist und mehrere Arbeiten von ihm zitiert werden, dann erfolgt die Anordnung innerhalb dieses Blocks nach dem Publikationsjahr der einzelnen Arbeiten.

Beispiel: MÜLLER, D. (1968):
 MÜLLER, D. (1972):
 MÜLLER, D. (1996):

- 3) Wenn der gleiche Autor als Erstautor einer Autorengruppe mit wechselnden Koautoren mehrmals zitiert wird, dann erfolgt die Reihung innerhalb dieses Blocks alphabethisch anhand des Zweit- oder Drittautors und nicht anhand des Publikationsjahres.

Beispiel: MÜLLER, D., W.HUBER & C. MAIER (1996):
 MÜLLER, D., C. MAIER & W. HUBER (1992):

- 4) Hat ein Autor oder eine Autorengruppe, mit der genau gleichen Abfolge der Autoren, im gleichen Jahr mehrere Arbeiten publiziert, die zitiert werden, dann wird an die Jahreszahl ein kleines „a“, „b“ „c“ und so weiter angehängt.

Beispiel: MÜLLER, D. (1996,a):
 MÜLLER, D. (1996,b):
 MÜLLER, D. (1996,c):

Dieses „a“, „b“ oder „c“ richtet sich nach dem erstmaligen Zitieren der jeweiligen Arbeit im Text. Auch im Text steht dann entsprechend: Müller (1996,a) zeigt.....

Das genaue Layout einer Literaturliste (ob das Erscheinungsjahr in Klammer steht oder nicht, wo welche Interpunktationen gesetzt werden) variiert von Fachjournal zu Fachjournal. Daher gibt es diesbezüglich keine allgemein gültige Regel. Für die Übungsprotokolle in ihrem Studium halten Sie sich bitte an untenstehendes Muster.

Beispiel für eine manuell erstellte Literaturliste:

1 Autor	<p>Literatur</p> <p>ARTER, H.E. (1989): Effects of eutrophication on species composition of freshwater mussels (Mollusca, Unionidae) in Lake Halwil (Aargau, Switzerland). <i>Aquat. Sci.</i> 51: 87-99.</p> <p>BANARESCU, P. & P. JOSEPH (1930): Zoogeography of fresh waters. Vol. I. General distribution and dispersal of freshwater animals. 2. Auflage. 321 Seiten. Aula Verlag, Wiesbaden.</p> <p>GRIFFITH, R.W., D.D. SCHLOESSER, J.H. LEACH & W.P. KOVALAK (1991): Distribution and dispersal of the zebra mussel (<i>Dreissena polymorpha</i>) in the Great Lakes region. <i>Can. J. Fish. Aquat. Sci.</i> 48: 1381-1388.</p> <p>ZUPPAN, H. (1963): Frösche. In: Grzimeks Tierleben (Hrsg.: B. GRZIMEK) Band IV Fische und Amphibien, pp. 511-517. Kindler Verlag, Zürich.</p>
2 Autoren	
>2 Autoren	
im Buch	

Beachten Sie bei englischen Titeln: Groß- und Kleinschreibung wie im normalen Text

Zitation von Webpages

Wie bei Druckwerken, ist die exakte Verortung des jeweiligen Zitats anzugeben. Jedes Zitat muss daher mit der genauen [URL](#) gekennzeichnet werden. Es reicht nicht aus, nur die jeweilige Einstiegsseite (Homepage) anzugeben, wenn von Folgeseiten zitiert wird. Als Internetadresse des Dokuments sollte möglichst eine normierte und langzeitgesicherte Adresse, ein sog. Persistent Identifier verwendet werden, z.B. eine [URN](#) oder eine [DOI](#). Über den Stand der Information gibt das Datum der letzten Revision sowie eventuelle Angaben zur Version des Dokuments Auskunft. Wenn beides dem Dokument nicht zu entnehmen ist, sollte in der Quellenangabe das Datum des eigenen Downloads angeführt werden.

Beispiel für eine Online Zeitschrift:

Pavenski, Katerina, Kathryn E. Webert, and Mindy Goldman. 2008. "Consequences of transfusion of platelet antibody: a case report and literature review." *Transfusion* 48, no. 9: 1981- 1989. [doi:10.1111/j.1537-2995.2008.01796.x](https://doi.org/10.1111/j.1537-2995.2008.01796.x)
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1537-2995.2008.01796.x/pdf>

Beispiel für eine Webpage

Statistisches Bundesamt Deutschland (2006): Fast 30% aller Kinder kamen 2005 außerehelich zur Welt, [online] <http://www.destatis.de/presse/deutsch/pm2007/zdw4.htm> [25.01.2007].

Literaturquellen und Internet

Es dürfen nur Quellen verwendet werden die wissenschaftlichen Standards genügen! Das gilt sowohl für Texte als auch Bildmaterial.

Das heißt Wikipedia und Co. können Ihnen vielleicht mal einen ersten Anhaltspunkt geben sind aber als Quellen in Protokollen nicht zugelassen.

Quellen die wissenschaftlichen Standards entsprechen sind:

- a) Lehrbücher der Biologie, die in den Bibliotheken der Universität vorhanden sind. Verwenden Sie bitte immer nur die neuste Auflage, da sich Inhalte über die Zeit auch ändern, bzw. nicht mehr dem Stand der Forschung entsprechen.
- b) Datenbanken wie www.pubmed.com (die wichtigste biomedizinische Datenbank) bzw. weitere Datenbanken die Sie auf folgender Seite der Universitätsbibliothek finden:

http://rzblx10.uni-regensburg.de/dbinfo/dbliste.php?bib_id=ubsb&colors=31&ocolors=8&lett=f&gebiet=e=5.

Der Zugriff über die dort angezeigten Fachartikel erfolgt am besten von einem Rechner mit einer IP Adresse der Universität also zB: von einem Bibliotheksrechner, da von hier alle für die Universität lizenzierten Artikel heruntergeladen und gelesen werden können, während von zu Hause nur jene Artikel aufgehen die kostenlos verfügbar sind.

- c) Webpages von Universitäten und Forschungsinstituten
- d) Webpages von wissenschaftlichen Gesellschaften wie zB: <https://www.mpg.de/de> oder <http://www.sfn.org/> oder <http://www.heart.org/HEARTORG/> etc.
- e) Webpages aus denen im Impressum klar hervorgeht, dass sie unter wissenschaftlicher Leitung stehen zB: <https://www.dasgehirn.info/> oder <http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/>

3. GRAPHIKEN

Vielfach wird es notwendig sein, die gewonnenen Daten als Graphik darzustellen. In einer Graphik soll man sozusagen auf den ersten Blick sehen, was in einem Experiment geschehen ist.

Layout

Ein gutes Graphiklayout berücksichtigt verschiedene Aspekte. Die Daten sollten möglichst kompakt dargestellt sein und wichtige Informationen „auf einen Blick“ transportieren. Dabei darf die Übersichtlichkeit nicht unter der Menge der dargestellten Details leiden. Im Vordergrund steht bei einer wissenschaftlichen Graphik **die Informationsvermittlung und nicht das „Beeindrucken“**. Alle Werte sollten daher gut ablesbar und interpretierbar sein. Vermeiden Sie Verzerrungen, die beim Betrachter unbewusst zu einer falschen Interpretation führen. Geschickt eingesetzte Inserts und Piktogramme können die Informationsaufnahme erleichtern, sollten aber ausschließlich diesem Zweck dienen.

Müssen zusammengehörige Informationen auf mehrere Graphiken aufgeteilt werden, so ist darauf zu achten, dass die Vergleichbarkeit erhalten bleibt. Dies betrifft die Skalierung der Achsen (siehe unten) wie auch die verwendeten Symbole und Linienarten. Wenn möglich sollten zusammengehörige Graphiken auch auf einer oder gegenüberliegenden Seiten im Manuskript angeordnet werden, um den optischen Vergleich zu erleichtern.

Werkzeuge

Verfallen Sie nicht dem Glauben, dass „der Computer (die Software) schon weiß“, welche Graphik für Ihre Daten richtig ist. Die meisten Graphikprogramme wurden für die Bedürfnisse der Wirtschaft und nicht für jene der Wissenschaft entwickelt (z.B. Excel)! Aber auch wissenschaftlich orientierte Software (Sigmaplot, SPSS, ...) kann nicht wissen, was Ihre Daten ausdrücken und welche Graphik für die Analyse Ihrer Fragestellung geeignet ist. Widerstehen Sie vor allem der 3D-Versuchung - es geht in erster Linie um eine klare Darstellung der Daten und erst sekundär um ein „zugkräftiges“ Layout. Eine dreidimensionale Darstellung erschwert durch die räumliche Verzerrung das Ablesen der Werte, manchmal wird es sogar unmöglich.

Welche Diagrammart?

Zur richtigen Wahl der Diagrammart braucht es oft den Hintergrund basaler statistischer Kenntnisse. Sie hängt wesentlich von folgenden Kriterien ab:

- Art der Variablen: nominal (qualitative Merkmale wie Farbe: „rot“, „grün“, „blau“),
ordinal (semiquantitative Merkmale die in einer Reihenfolge
angeordnet werden wie Größe: „klein“, „mittel“, „groß“)
metrisch (quantitative Merkmale wie Strom, Temperatur)
- Einzeldaten (Rohdaten oder transformierte Daten) oder statische Kennwerte (Mittelwert)
- Anzahl der Werte (Stichprobenumfang)
- Art des Zusammenhanges zwischen den Werten auf der y- und der x-Achse

Wenn sie statistische Kennwerte verwenden, so ist es unumgänglich sie richtig zu kombinieren. Insbesondere der viel verwendete Mittelwert sollte nie ohne ein Maß für Streuung (z.B. Standardabweichung, standard deviation, SD) oder Schätzfehler (Standardfehler, standard error, SE oder Vertrauensgrenzen, confidence interval, CI) eingesetzt werden. Welches der beiden gewählt wird, hängt von der Fragestellung ab - und nicht von der „hübscheren“ Länge!

Balkendiagramme (bar charts)

Ein Balkendiagramm wird zumeist dann verwendet, wenn Häufigkeiten von nominalen und ordinalen Variablen dargestellt werden sollen.

Beispiel für eine nominale Variable: Sie untersuchen die Farben der Schmetterlinge im Stubaital. Sie finden 40 grüne, 20 rote und 10 gelbe Tiere. Die Höhe der Balken entspricht dann der Anzahl der Tiere.

Beispiel für eine ordinale Variable: Sie untersuchen die Altersverteilung einer Tierart und tragen die Anzahl von larvalen, juvenilen, subadulten und adulten Tieren in Form von Balken auf. Die Höhe eines Balkens entspricht dann der Anzahl von Tieren in einer bestimmten Altersklasse.

Wenn es darum geht, Mittelwerte mehrerer Gruppen graphisch zu vergleichen, dann wird auch auf das Balkendiagramm zurückgegriffen. Vergessen Sie in diesem Fall nicht, SD oder SE aufzutragen.

Beispiel: Es wurde der Effekt von 4 verschiedenen Pharmaka auf den maximalen Kaliumstrom gemessen. Mittelwert und SD oder SE werden als Säulen mit Balken dargestellt.

Punkt- oder Liniendiagramme (line chart)

Für die Darstellung von Mittelwerten können an die Stelle der Säulen im Balkendiagramm auch einfache Symbole (=Punkte) treten. Natürlich wird man auch in dieser Art der Darstellung SD oder SE einzeichnen.

Ein Liniendiagramm wird man dort einsetzen, wo ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen den Datenpunkten besteht. Verbinden Sie die einzelnen Datenpunkte nur, wenn es Sinn macht, das heißt auch wirklich eine Zusammengehörigkeit besteht, zum Beispiel die Veränderung einer Variablen mit der Zeit.

Beispiel: Der Effekt eines Pharmakons auf den Blutdruck von ProbandInnen wird vor Applikation sowie 2, 4, 6 und 8 h nach der Applikation erfasst.

Kreisdiagramme (pie charts)

Kreisdiagramme sind ähnlich wie Balkendiagramme für die Darstellung von Häufigkeiten geeignet. Sie machen dann Sinn, wenn der Anteil weniger Gruppen (bis maximal 10) am Ganzen hervorgehoben werden soll. Verwenden Sie Kreisdiagramme **nur** für nominale Variablen.

Beispiel: Sie untersuchen die Augenfarbe der Studenten in den tierphysiologischen Übungen I. Die Anteile (Prozent) der einzelnen Augenfarben (grau, blau, braun, grün, andere) an der Stichprobe werden als Kreissektoren dargestellt.

Histogramme (histograms)

Im Histogramm lässt sich die „**statistischen Verteilung**“ der Werte - eine wichtige Eigenschaft einer metrischen Variablen - erkennen. Rein optisch gleicht das Histogramm auf den ersten Blick dem Balkendiagramm. Sie können es jedoch von diesem unterscheiden, da in einem Histogramm die einzelnen Balken legerweise nicht durch

Abstände getrennt sind, sondern direkt aneinandergrenzen. Man verwendet es wenn Verteilungen studiert werden sollen.

Beispiel: Die Verteilung des Körpergewichts in einer Mauspopulation wird als Histogramm dargestellt.

Box- and Whisker-Plots

Diese Art der Darstellung enthält wertvolle Informationen, ist jedoch nicht ganz einfach zu verstehen. Falls Sie diese Art der Graphik anwenden sollen, wird Ihnen dies die Kursleitung mitteilen und sie Ihnen erklären. Es soll daher hier nur kurz ein paar Hinweise gegeben werden.

Werden die Werte einer metrischen Variablen in Abhängigkeit von einer nominalen Variablen (Faktor) dargestellt werden, so ist diese Art der Darstellung von Vorteil. Die Box reicht von der 1. bis zu 3. Quartile, darin wird der Median eingezeichnet, die Whisker („Schnurrhaare“) reichen von Minimum bis Maximum mit Ausnahme von Extremwerten. Auf diese Art werden die Rohdaten nicht so stark verdichtet wie über Mittelwert und SD und die Form der Verteilung ist noch erkennbar. Dies ist besonders für nicht normalverteilte Daten wichtig.

Beispiel: Der Cadmiumgehalt in Regenwürmern auf 4 verschiedenen Standorten wird dargestellt.

Streudiagramme (scatter plots)

Zur Darstellung der Abhängigkeit zwischen zwei metrischen Variablen verwenden Sie ein Streudiagramm. Es sieht in Vielem dem Punkt- oder Liniendiagramm ähnlich. Die einzelnen Messwerte werden als Symbole (Punkte) aufgetragen. Zur Darstellung verschiedener Gruppen können unterschiedliche Symbole verwendet werden.

Beispiel: Der Zusammenhang zwischen der Anzahl der Individuen dreier Schneckenarten pro Flächeneinheit (Abundanz) und der Bodenfeuchtigkeit wird dargestellt.

Was auf welche Achse

Üblicherweise wird die so genannte „unabhängige“ (eingestellte, vorgegebene) Größe auf der x-Achse, die „abhängige“ (darauf reagierende) Größe auf der y-Achse aufgetragen. Vielfach gibt es jedoch fachspezifische Konventionen, wie die Daten auf x- und y-Achse angeordnet werden (in der Elektrophysiologie ist es z.B. üblich, bei sogenannten I-V-Diagrammen die Spannung (V) auf der x-Achse und den Strom (I) auf der y-Achse aufzutragen, ganz unabhängig davon, welche Variable Sie gemessen haben). Fragen Sie Ihre Kursleitung, wenn Sie unsicher sind, wie Sie die Daten auftragen sollen.

Wie skaliere ich eine Graphik richtig

Wenn man sich für eine Form der Graphik entschieden hat und weiß, was auf welcher Achse aufzutragen ist, muss man sich mit der Skalierung der Achsen beschäftigen. Das ist ein äußerst kritischer Punkt in der Gestaltung einer Graphik. Man kann **bei falscher Skalierung seine Ergebnisse verzerren, Information verlieren oder Unterschiede vortäuschen**, die nicht relevant sind.

Die Skalierung einer Graphik orientiert sich zunächst immer am Maximalwert der eingetragen werden soll. Beispiel: Wenn die Werte auf der y-Achse von 5 bis 89 schwanken, dann wird man die y-Achse von 0 bis 95 skalieren. Der Maximalwert soll

nämlich nicht mit dem Ende der Achse zusammenfallen. Falsch wäre es die y-Achse von 0 bis 200 zu skalieren. Damit würde eine Verzerrung eintreten und man könnte möglicherweise bedeutsame Unterschiede nicht mehr erkennen. Außerdem besteht die Graphik dann hauptsächlich aus einer leeren weißen Fläche.

Wenn man mehrere Graphen des gleichen Typs anfertigen muss und diese vergleichbar sein sollen, dann orientiert man sich wieder am Maximalwert. Dieses Mal aber am Maximalwert aller Daten. Nach diesem Maximalwert wird nun der erste Graph skaliert. Alle folgenden Graphen zeichnet man nun mit exakt der gleichen Skalierung. Man darf also nicht mehr die automatische Skalierung der Graphiksoftware verwenden, sondern muss sie manuell vornehmen und für jeden Graphen auf den gleichen Wert einstellen. Hier kann es durchaus passieren, dass einmal etwas mehr weiße Fläche in einer Graphik entsteht. In so einen Fall wird man das zugunsten der besseren Vergleichbarkeit in Kauf nehmen.

Kurvenanpassung

In manchen Fällen werden Sie eine „Kurve fitten“. Das heißt Sie versuchen, ein theoretisches Modell in Form einer Gleichung an die Datenpunkte anzupassen, z.B. eine Dosis-Wirkungs-Kurve, oder eine Regressionsgerade.

Beschriftungen und Abbildungslegende

Jede Achse in einer Graphik muss (!) mit der **dargestellten Variablen** und deren **Maßeinheit** beschriftet werden. Es reicht nicht darauf zu verweisen, dass dies ja ohnehin irgendwo im Text erwähnt ist. Ebenso ist es sinnvoll, bei Balken- und Punktdiagrammen sowie Box und Whiskerplots für die dargestellten Gruppen nach Möglichkeit aussagekräftige Bezeichnungen zu verwenden anstatt von Codes oder Abkürzungen, die an anderer Stelle des Textes erklärt werden, also zum Beispiel: nicht Q. sondern Quinidine.

Die Zeichengrößen für die Symbole und Beschriftungen einer Graphik sollten so gewählt werden, dass sie auch ohne Lupe leicht lesbar sind.

Legende

Jede Abbildung muss auch eine **Legende** haben. Darin wird erklärt, was auf der Graphik zu sehen ist. Wenn die Erklärung der verwendeten Symbole nicht schon als Insert in die Graphik eingefügt wurde, werden sie ebenfalls in der Legende angeführt. Verweisen Sie für die Erklärung einer Graphik nur in Ausnahmefällen auf den Text. Im Idealfall kann man beim Durchblättern Ihrer Arbeit aus den Graphiken und deren Legenden die Quintessenz herauslesen, ohne sich in den Text zu vertiefen. Im Zeitalter der Informationsflut wird diese Strategie immer wichtiger.

4. SONSTIGES

Schenken Sie auch der Sprache, in der Sie das Protokoll verfassen, ein wenig Ihrer Aufmerksamkeit. Korrigieren Sie Grammatik und Rechtschreibung - die automatische Rechtschreibkorrektur ihrer Textverarbeitung kann Ihnen dabei helfen.

Um Worthäufungen zu vermeiden, kann ein Thesaurus verwendet werden zB: in MS Word das Wort markieren und mit der rechten Maustaste darauf klicken dann Option Synonyme anklicken. Wichtige Begriffe (Fachtermini, sinntragende Worte) sollten aber in wissenschaftlichen Abhandlungen konsequent gleich verwendet werden. Zum Beispiel sollten die gleichbedeutenden Begriffe Alkohol und Ethanol nicht abwechselnd verwendet werden, sondern nur ein Terminus, der aber durchgehend. Dies erleichtert den LeserInnen die Aufnahme Ihrer Gedankengänge, auch wenn dadurch die „literarische Qualität“ der Arbeit etwas leidet.

Setzen Sie Interpunktionszeichen und Leerstellen richtig (Tab. 1). Ein Leerzeichen wird nach Interpunktionszeichen (,;:?!), aber nicht davor gesetzt. Beachten Sie den Unterschied zwischen Gedankenstrich (es ist kalt - vor allem im Winter) und Bindestrich (Winter-Kälte).

Tab. 1 Beispiele für häufige Fehler bei der Verwendung von Leerstellen

falsch	richtig
(1953)	(1953)
1mm, 2%	1 mm, 2 %
Beispiel :	Beispiel:
St.Wolfgang	St. Wolfgang
1-2	1 bis 2
2+3	2 + 3
Fischzucht - Anlage	Fischzucht-Anlage
„ sprechen „	„sprechen“

Das Dezimaltrennzeichen ist im Deutschen ein Komma, im Englischen dagegen ein Punkt. Das Tausendertrennzeichen ist dagegen im Deutschen ein Punkt und im Englischen ein Komma (Tab. 2). Vermeiden Sie daraus resultierende Verwirrungen.

Tab. 2 Dezimaltrennzeichen

deutsch	englisch
0,01	0.01
1.000 (tausend)	1,000

Weniger gängige Abkürzungen (o.ä., d.h., s.o., ...) sollte man ausschreiben. Bleiben können sehr gebräuchliche wie usw. Circa (ca.) kann gut durch 'etwa' oder 'ungefähr' ersetzt werden.

5. SCHLUSSBEMERKUNG

Versuchen Sie ihr Protokoll nach diesen Richtlinien zu schreiben. Trennen Sie klar nach Material und Methoden, Ergebnissen sowie Diskussion. Manches mag Ihnen vorerst als überflüssig, umständlich oder gar als Schikane erscheinen. Beachten Sie aber, dass das Abfassen von Protokollen eine kleine Vorübung auf das Schreiben Ihrer Bakkalaureatsarbeit, Masterarbeit oder Dissertation ist bzw. einer späteren Veröffentlichung ist. Sie sollten die wissenschaftlich international üblichen Regeln zum Abfassen von Arbeiten genauso erlernen wie z.B. die Technik, eine histologische Färbung durchzuführen.

Sollten Sie noch offene Fragen haben, scheuen Sie sich nicht, die Kursleitung zu kontaktieren und nachzufragen.

Falls Sie Verbesserungsvorschläge zu diesem Skriptum haben, wenden Sie sich bitte an Thomas M. WEIGER via-E-mail (thomas.weiger@sbg.ac.at).

6. WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Beachten Sie für Ihr weiteres Studium auch die angloamerikanische Literatur zu diesem Thema. Gerade auf dem Gebiet der Präsentation naturwissenschaftlicher Arbeiten sind uns unsere dortigen Kollegen weit voraus. Die Bücher sind durchwegs in leicht verständlichem Englisch geschrieben und didaktisch oft besser aufbereitet als die deutschen.

BRISCOE, M.H. (1996): Preparing scientific illustrations: a guide to better posters, presentations, and publications. Springer, New York. 204 pp.

CAREY, S.S. (1994): A beginner's guide to scientific method. Wadsworth Publ., Belmont. 124 pp.

EBEL, H.F. & C. BLIEFERT (1994): Diplom- und Doktorarbeit. VCH Weinheim. 227 pp.

HAWKINS C. & M. SORGI (1985): Research: how to plan, speak, and write about it. Springer, Berlin. 184 pp.

LAMPRECHT J. (1992): Biologische Forschung: von der Planung bis zur Publikation. Parey, Berlin. 156 pp.

LOBBAN C.S. & M. SCHEFTER (1992): Successful lab reports: a manual for science students. Cambridge Univ. Press. 106 pp.

Diese und weitere relevante Monographien können in der Naturwissenschaftlichen Fakultätsbibliothek Salzburg am Standort NW L -> 01.6.0 eingesehen werden.

7. FACHSPEZIFISCHE HINWEISE

a) In der Physiologie

Wenn Originalaufzeichnungen (zum Beispiel Schreiberaufzeichnungen) in das Protokoll integriert werden, (im Übrigen immer eine gute Idee), ist darauf zu achten, dass eine korrekte Skalierung angebracht wird (x- und y-Achse). Das gilt besonders für Schreiberaufzeichnungen. Man muss also schon während des Experimentes daran denken und sich notieren, was eine Einheit am Schreiberpapier darstellt. Eventuell muss man den Schreiber vor Beginn des Experimentes eichen. Fehlt die Skalierung, lassen sich die Experimente nicht mehr auswerten oder vergleichen. Am besten ist es, wenn man das Schreiberpapier gleich am Ende der Aufzeichnung mit Datum, Skalierung, Bezeichnung des Experiments und Applikationszeitpunkt von Substanzen, sowie deren Konzentration beschriftet.

Gleichartige Daten aus verschiedenen Wiederholungen des gleichen Experiments, sollte man zusammenfassen. Dies ist oft nur nach dem Normalisieren der Werte möglich, da biologische Systeme nicht wie Maschinen funktionieren und z.B. die Maximalantwort einer individuellen Zelle im Vergleich zu einer anderen Zelle in absoluten Beträgen höchst unterschiedlich sein kann. Man kann jedoch leicht angeben, um wie viel Prozent eine bestimmte Versuchsbedingung den Messwert verändert und so einzelne Zellen miteinander vergleichen. Wenn Rohdaten normalisiert werden, das heißt in Prozente umgerechnet werden, ist folgendes zu beachten: Man muss angeben worauf sich 0 % und 100 % beziehen (zum Beispiel: 0 % = kein Effekt, 100 % = maximaler Effekt).