

# Checkliste für empirische, quantitative Arbeiten in der Ökologie

Prof. J. Metz, Universität Hildesheim, AG Vegetationsökologie & Naturschutz

Stand 04.03.2021

„The author’s job is to make the reader’s job easy.“ (J. Shivel, 2012, Writing Science)

Wissenschaftliche Arbeiten müssen für Leser\*innen die eigene Untersuchung in Theorie, Methodik, Ergebnissen und Schlussfolgerungen effizient mitteilen. Deshalb folgen sie einem standardisierten Aufbau (Einleitung, Methoden, Ergebnisse, Diskussion) und erfüllen gleichzeitig 3 einander widerstrebende Ansprüche:

Alle wichtigen Inhalte sind **vollständig** enthalten; sie sind so kurz, **effizient** und mit so wenig Text, Abbildungen und Tabellen wie möglich; und doch für Leser\*innen so leicht **verständlich** und nachvollziehbar wie möglich.

Die folgende Checkliste soll Sie bei dieser Aufgabe unterstützen. Sie erhebt jedoch explizit keinen Anspruch auf Vollständigkeit und **ersetzt nicht** Ihr eigenständiges Nachdenken, Prüfen und Entscheiden.

Die Checkliste **ergänzt** die „Richtlinien zum Verfassen von Abschlussarbeiten“ der Abteilung Biologie, ohne sie zu ersetzen. Beachten Sie unbedingt auch die dort aufgeführten Hinweise.

## Allgemeine Form der Arbeit

- Die allgemeine Erscheinungsform und Formatierung der Arbeit ist sauber, einheitlich und ansprechend:
  - Die Randbreite ist einheitlich & auch bei großen Abbildungen und Tabellen nicht überschritten.
  - Formatierungen von Teilüberschriften, Seitenzahlen, Absätzen etc. sind sauber, einheitlich und lesefreundlich.
  - Gleiches gilt für Deckblatt, Inhalts- & Abbildungsverzeichnis, Selbständigkeitsklärung sowie für alle übrigen Teile der Arbeit.
- Rechtschreibung & Grammatik sind einwandfrei.
- Alle Begriffe und alle Variablennamen werden in der gesamten Arbeit einheitlich und präzise verwendet. Denn einheitliche Begriffe fördern die Eindeutigkeit des Textes. Vermeiden Sie unnötige, mehrdeutige Synonyme (nicht: Samengewicht, Samenmasse, Samengröße für dieselbe Variable).
- Der Satzbau ist klar & prägnant. Sätze sind nicht unnötig lang, verschachtelt, schwer verständlich. Die allermeisten Sätze sind unter 2 Zeilen lang. Sätze über 3 Zeilen sind sehr selten; prüfen Sie, diese zu teilen.
- Ersetzen Sie möglichst passive durch aktive Konstruktionen:
  - Aktiv: „*B. didyma* produzierte durchschnittlich 23,5 ( $\pm 2,3$  SE) Samen.“
  - Passiv: „Durchschnittlich wurden 23,5 ( $\pm 2,3$  SE) Samen von *B. didyma* produziert.“
- Nutzen Sie Verben, vermeiden Sie deren unnötige Substantivierung:
  - Substantivierung: „Die Samenproduktion von *B. didyma* betrug durchschnittlich 23,5 ( $\pm 2,3$  SE) Samen.“

- Jedoch sind Substantivierungen stärker, um Aspekte definiert zu benennen, insbesondere mit etablierten Begriffen („Das Absterben von Fichten infolge des Klimawandels ...“ statt: „Fichten sterben infolge des Klimawandels ab...“).
- Der wissenschaftliche Name einer Art (Gattungsname und Artname) ist stets kursiv geschrieben. Verwenden Sie bei der ersten Nennung einer Art deren vollständigen wissenschaftlichen Namen, wenn nötig mit Unterart (z.B. *Carabus violaceus purpurascens*). Im Anschluss können Sie den Namen dieser Art im Text abkürzen (*C. violaceus*), um den Lesefluss zu verbessern.
- Literaturverzeichnis & Zitationsstil sind vollständig, korrekt, einheitlich. Sie folgen einem wissenschaftlichen Standard mit Autorennamen und Jahreszahl, z.B. dem Format einer selbstgewählten, angesehenen Fachzeitschrift. Ungeeignet für Masterarbeiten sind extrem verknappte, nummerierte Zitierweisen wie in Nature und Science.

### **Zusammenfassung / Abstract (ggf. auch Titel, wenn selbst formuliert)**

- Sie fasst die wichtigsten Aspekte aus Einleitung, Methode, Ergebnisse, Diskussion bzw. Schlussfolgerung zusammen.
- Sie ist prägnant in möglichst kurzen Sätzen formuliert und ohne Literaturangaben.
- Üblich sind 250-300, maximal 350 Wörter.
- Klären Sie mit Ihren Betreuer\*innen, ob ein zusätzliches englisches (bzw. deutsches) Abstract gefordert wird.

### **Einleitung**

- Die bisherige wissenschaftliche Theorie & Empirie zur Untersuchung wird dargestellt und leitet stringent auf das Ziel der Untersuchung hin.
- Dabei werden das übergeordnete Thema sowie alle relevanten Teilaspekte der Untersuchung in jeweils 1(-2) separaten Absätzen dargelegt. Hinweis: Die Teilaspekte entsprechen meist den verschiedenen x-Variablen (predictors) der Untersuchung.
- Die Reihenfolge der Absätze & Teilaspekte ist logisch vom Allgemeineren zum Spezielleren. Vermeiden Sie Wiederholungen (ein Teilaspekt erscheint verstreut in mehreren Absätzen) und Rückbezüge („Wie bereits erwähnt, ...“).
- Alle Absätze haben ein klares übergeordnetes Thema und eine klare übergeordnete Aussage.
- Der Inhalt der Absätze ist wissenschaftlich anspruchsvoll. Zitiert werden vorrangig primäre Forschungsartikel, allgemeine Lehrbücher eher/nur bei grundlegenden Aussagen.
- Die Absätze legen den Forschungsstand zu den Teilaspekten vollständig dar, d.h. die aktuelle Theorie und Empirie.
- Die Argumentation ist klar und ökologisch fundiert; Fachbegriffe werden korrekt verwendet.
- Die Hypothesen/Fragen am Ende sind klar und vollständig für alle Teilaspekte formuliert. Sie sind konkret empirisch überprüfbar (mit der Untersuchung).

### **Material & Methoden**

- Allgemeiner Anspruch: Die Untersuchung ist nachvollziehbar & wiederholbar für externe Ökolog\*innen.

- Der Inhalt ist v.a. logisch und nicht unbedingt chronologisch geordnet. Vermeiden Sie daher, lediglich Ihre Arbeitsschritte nacheinander aufzuzählen.
- Gute Balance der Details: keine banalen/unnötigen sowie keine fehlenden notwendigen Details.
- Beginnen Sie mit: Leser\*innen können Ihr/e Untersuchungsgebiet, -system, -arten grundlegend verstehen und einordnen für das Ziel Ihrer Untersuchung; vermeiden Sie lange Ausführungen darüber hinaus.
- Versuchsaufbau/Design und Replikation sind vollständig & klar beschrieben.
- Die Erhebung/Messung aller relevanten Parameter & Teilaspekte ist präzise beschrieben (oft sinnvoll: wann, was, womit, wie?).
- Orientieren Sie sich an Methoden, die im jeweiligen Fachgebiet verbreitet sind. Abweichungen von diesen Standards können Sie fachlich begründen.
- Alle statistischen Modelle sind präzise, vollständig und eindeutig beschrieben (mit allen x- und y-Variablen, ggf. random factors); ggf. sind Datentransformationen & Voraussetzungen für Tests benannt.
- Alle statistischen Modelle und Tests sind korrekt gewählt & angewendet.

## Ergebnisse

- Die Ergebnisse werden prägnant und präzise dargestellt; sie werden noch nicht interpretiert oder diskutiert.
- Die Anzahl, Anordnung & Inhalt der Graphiken und Tabellen entspricht den Hypothesen und dem Ziel der Arbeit und sind logisch gut nachvollziehbar. Weitere, nicht zwingend notwendige Abbildungen und Tabellen können sich im Anhang befinden.
- Daten werden vorrangig als Graphik dargestellt; nur selten sind Tabellen geeigneter. Keine doppelte Darstellung von Daten als Tabelle und Graphik.
- Aufbau und Inhalt der einzelnen Graphiken sind intuitiv, präzise, vollständig und möglichst einheitlich (Aufbau, Achsenbeschriftung, Legende, gewählte Symbole & Farben, Fehlerbalken, Schriftgröße, etc.).
- In Graphiken zeigt die y-Achse die *abhängige* Variable (response).
- Tabellen sind übersichtlich und intuitiv aufgebaut. Ihr Inhalt ist vollständig (z.B. Teststatistiken mit df/df, F-, p-Werten). Nachkommastellen sind sinnvoll gerundet.
- Ähnliche Inhalte werden in einer Tabelle zusammengefasst: z.B. 4 gleiche statistische Auswertungen für 4 Parameter (y-Variablen) in einer statt in 4 Tabellen. Dies erleichtert Leser\*innen auch den Vergleich der Parameter.
- Tabellen- & Abbildungstexte sind prägnant und informativ. Sie erklären Leser\*innen in 1-2(3) Sätzen die Abbildung/Tabelle, ohne Kenntnis des Haupttextes vorauszusetzen.
- Der Haupttext beschreibt vollständig und in logischer Reihenfolge alle relevanten Ergebnisse für die Hypothesen/Ziele der Arbeit. Er ist durchgängig in der Vergangenheitsform geschrieben, denn die Untersuchung ist abgeschlossen.
- Der Haupttext trifft vor allem ökologische Aussagen. Er verweist dabei (meist nur in Klammern) auf die entsprechende Abbildung und statistischen Ergebnisse/Ergebnistabelle, die diese ökologische Aussage belegen.
  - nicht: „Niederschlag hatte einen signifikanten Effekt ( $F_{1,37}=21,36$ ,  $p<0.001$ ).“
  - sondern: „Die Artenzahl stieg mit der Niederschlagsmenge ( $F_{1,37}=21,36$ ,  $p<0.001$ ; Abb. 1).“

- Thematisch ähnliche Ergebnisse sind prägnant zusammengefasst:
  - Nicht: „Art A produzierte mehr Samen (...) Art B produzierte weniger Samen (...) Art C produzierte (...) Art D ... “
  - Sondern: „Drei von vier untersuchten Arten (B, C und D) produzierten weniger Samen bei Beweidung als bei Mahd; nur A zeigte den umgekehrten Trend (Tab. 2; Abb. 3a-d).“

## Diskussion

- Sie spiegelt die Einleitung: Alle wichtigen Themen der Diskussion sind in der Einleitung thematisiert – und umgekehrt.
- Alle relevanten Teilaspekte/Hypothesen werden diskutiert, meist jeweils in einem separaten Absatz. Die Gewichtung/Länge kann nach Bedeutung & Klarheit der Teilergebnisse variieren.
- Die Reihenfolge der Absätze & Teilaspekte ist logisch und leicht nachvollziehbar. Die wichtigsten/klarsten Ergebnisse werden möglichst zuerst diskutiert. Vermeiden Sie Wiederholungen (ein Teilaspekt ist verstreut auf mehrere Absätze) sowie Rückbezüge („Wie bereits erwähnt, ...“).
- Alle Absätze haben ein klares Thema und eine klare übergeordnete Aussage/Schlussfolgerung.
- Der Inhalt ist wissenschaftlich anspruchsvoll und auf dem aktuellen Forschungsstand der Theorie & Empirie. Zitiert werden v.a. primäre Forschungsartikel.
- Die Untersuchungsergebnisse werden anhand des aktuellen Forschungsstands (zum Teilaspekt) bewertet – und umgekehrt anhand der eigenen Ergebnisse der Forschungsstand.
- Besonders hier zeigen Sie eigene ökologische Überlegungen und Schlussfolgerungen.
- Der Inhalt bleibt dennoch klar bei den Themen der Untersuchung (kein Abschweifen und unbegründetes Spekulieren).
- Die Argumentation ist klar und ökologisch fundiert; Fachbegriffe werden korrekt verwendet.
- Der letzte Absatz zieht (oft) ein Fazit. Hier werden die wichtigsten Aussagen der Arbeit noch einmal zusammengefasst und in den größeren Kontext der Arbeit eingeordnet.
- Klären Sie mit Ihren Betreuer\*innen vorab, ob außerdem eine Methodenkritik am Ende der Diskussion erforderlich ist. Oft ist dies nicht der Fall. Stattdessen gilt allgemein: Sie fokussieren Ihre Arbeit auf jene Aspekte, deren Ergebnisse in Methodik und Untersuchungsdesign korrekt und zuverlässig sind; vermeiden Sie Behauptungen oder Ergebnisdarstellungen jenseits davon.