

Project work

Alexander Kaier

Christoph Richard

2025-12-11

Necessary libraries

```
library(Biostrings)
library(seqinr)
library(stringr)
library(msa)
library(ggplot2)
library(ggmsa) # This one is not necessary
library(pwalign)
library(gplots)
library(dendextend)
library(phytools)
```

BLAST

You find a file called `database.fasta` on StudOn. This is the database fasta file you will use for the BLAST search. You will also find a file called `query_sequence.fasta`. This is the query sequence you will use for the BLAST search. Your first job is to turn the `database.fasta` into a BLAST database using the `makeblastdb` command in the terminal. Afterwards, run BLAST in the Linux terminal using the bash code we have also used in course:

```
blastp -query <QUERY_FILENAME> \
      -db <DATABASE_FILENAME> \
      -outfmt "7 delim= sacc length pident gaps score bitscore evalue" > <OUTPUT_FILENAME>
```

Interpret the results. What can you conclude from the output file? Which species does the sequence belong to? What gene is behind the protein sequence? Based on the biological function, would you expect the protein sequence to be conserved or not? Are all the hits in your search orthologs or would you suspect paralogs?

Extract the top 30 hits from the BLAST search. Based on the sequence identity percentage of these top hits and in all hits, would you re-run BLAST with a different substitution matrix? If yes, which one would you choose and why? Remember, there is no clear-cut “one is right everything else is wrong” answer to this question. You should justify your choice based on the information you have and your opinion about the fitting of the model to your research question. Also, if you deem another substitution matrix more appropriate, you should re-run BLAST with this matrix and extract the top 30 hits again!

Multiple sequence alignment

After you extracted the top 30 hits, extract the according sequences from the database fasta file. Before conducting MSA, think about whether it makes sense to rename your sequences prior to subsequent analyses.

You may use any help you want to get this done, but remember, in the end you have to understand the code you are writing and using. Also check out the tips below to see that you have to document the usage of AI-models or other computational tools for writing code in the documentation of the code.

Perform multiple sequence alignment. Use the `msa` function from the `msa` package with the ClustalW method. You can also use the `ggmsa` package to visualize the alignment. Alternatively, you can use a different visualization tool like the [alignment viewer](#).

Phylogenetic tree analysis

Given the MSA results, construct a distance matrix and visualize it using a heatmap. You can use the `dist.alignment` function from the `seqinr` package to calculate the distance matrix. Then, use the `heatmap.2` function from the `gplots` package to visualize the distance matrix. What do you see? Do you already observe any patterns regarding the conservation of the protein sequence? What can you say about the evolutionary relationship between the sequences? Don't forget to check out the manual page for the function to see how to toggle the parameters to get the best visualization for your purpose.

After constructing the distance matrix, check the four-point condition and the ultrametric property. Use the functions we defined in the lecture. Also, construct trees with the clustering algorithms we discussed in the lecture and used in the practical course. Compare the trees. Browse the literature to find out which clustering algorithm is most suitable for your research question. What do you observe? What can you conclude from the trees? Do your results overlap with published results?

Finally, discuss the limitations of your approach and make suggestions for future research. What would you do differently if you had more time, resources, or additional data? Also check your trees for robustness as seen in the lecture and discuss the results.

Tips for presentation and report:

Presentation

General tips

- **Find a narrative.** A presentation that consists of a series of unrelated facts is not engaging. Instead, find a narrative that ties the facts together. For example, you could start with a question that you will answer during the presentation. Or you might say you were interested in a protein sequence you encountered. At every point you should let the audience know **why** you are telling them what you are telling them. Also, don't forget to conclude in the end what all the results tell you in terms of methods used, results obtained, and the biological question you were interested in.
- **Use visuals.** Visuals are more engaging than text. Use images, graphs, and diagrams to illustrate your points. Some bullet points are fine, but don't overdo it. The slides should not be a script of what you are saying.
- **Share the talking time as equally as possible.** If you are uncomfortable at presenting, the goal is to not let the audience know that. Practice is key, also for talking in front of people.
- **Practice.** Practice your presentation several times. This will help you to remember what you want to say and to be more confident. You can practice in front of a mirror, with a friend, or by recording yourself. It sounds silly, but it works. The audience will know if you are not prepared and give the talk for the first time in front of them.
- **Be prepared for questions.** The discussions and info from the practical course is important, as well as the lecture. Questions regarding the theoretical background of the methods you used are likely to come up. Be prepared for that.
- **Not knowing the answer to every question is okay.** Sometimes, the examiners want to know where the limit of your knowledge is, and that is not a bad thing. If you don't know the answer, say

so, but show that can think about the question and give an educated opinion. Just shrugging your shoulders and saying “I don’t know” without a “... but I think...” is never a good idea.

- **Be aware of your body language.** Stand up straight, make eye contact, and use gestures. This will make you appear more confident and engaging. Also, reflect on your body language. Don’t walk side to side or back and forth too much. It is distracting. If you are nervous, try to stand still and take a deep breath. Position yourself such that you do not need to turn 180 degrees to see the screen and the audience. Don’t stand between the screen and the audience. Try to make yourself comfortable. Think about it not as an examination procedure but as a possibility to present your research and have a vivid discussion with your peers.

Content design

- **Title slide:** Include the title of your presentation, your name, and the date. You should also include the name of the course.
- **Introduction:** Start with an introduction that explains what you are going to talk about. This should include a brief overview of the topic and why it is important.
- **Slide numbers:** Include slide numbers on each slide. This will help the audience to refer to certain slides if they have questions.
- **Scientific design:** You may compare your results with published literature. You can show figures from an external source. However, **everything you show that was not produced by you needs a clear reference.** This includes figures, tables, and text. If you are unsure if you need to reference something, do it. It is better to over-reference than to under-reference.
- **Conclusion:** End with a conclusion that summarizes the main points of your presentation. This should include a brief overview of the results and how to interpret them. You may also include any recommendations or suggestions for future research or focus on the limitations of your approach.

Report

Content tips

- **Focus.** For a given limit of page numbers, you may want to focus the discussion on the most important points. You decide where to put the focus. But do not forget to mention all the important/necessary mathematical aspects of your analysis.
- **Introduction:** The introduction should provide background information on the topic of the report. It should also include a statement of the purpose of the report.
- **Methods:** The methods section should describe the procedures used to collect and analyze the data. It should be detailed enough that someone else could replicate the study (you do not need to produce version numbers).
- **Results:** The results section should present the findings of the study. This can be done using tables, figures, and graphs. The results should be presented in a logical order and should be clearly labeled. Every figure or table **must be referred to** in the text.
- **Discussion:** The discussion section should interpret the results of the study. It should also compare the results to previous research and discuss the implications of the findings. You should also discuss any limitations of the methods used and results obtained. Discuss alternative approaches.
- **Conclusion:** The conclusion should summarize the main points of the report in a short and concise manner. It should also include any recommendations or suggestions for future research. This should be no longer than a page.

- **References:** The references section should include all the sources cited in the report. The references should be listed in alphabetical order, by the author's last name or in numerical order of appearance in the text. See existing publications for possible formats and choose the one you like most.
- **Appendices:** The appendices should include any additional information that is relevant to the report but not essential to the main text. This part should include your code (that is well-documented by comments). **If you have used computation aid for the creation of code, mention it in the code documentation.** It should also include any additional figures or tables that were not included in the main text, because it would distract from the main results and the flow of the text. **The appendix does not contribute to the number of pages of the main document.**

Design tips

- **Software:** When working with mathematical formulas, it is recommended to use LaTeX for writing the report. LaTeX is a typesetting system that is widely used in academia for writing scientific documents. It allows you to easily create mathematical formulas and equations, as well as format the document in a professional manner. If you are not familiar with LaTeX, there are many online resources and tutorials available to help you get started. Alternatively, you may use Word or similar software, but make sure that the formatting is consistent and professional. Overleaf is a free online platform (registration required) where you can very quickly get started with LaTeX without installing anything on your computer.
- **Title page:** Include the title of the course, your names, the date.
- **Table of contents:** List all paragraphs and sub-paragraphs with their page numbers. This helps the reader to orient themselves in the report.
- **Figures and tables:** Use figures and tables to present data. Make sure to label each figure and table clearly and to refer to them in the text.
- **Citations:** Make sure to cite all sources used in the report. This includes both direct quotes and paraphrased information.
- **Language:** Use clear and concise language. Avoid jargon and technical terms unless they are necessary for the report.
- **Proofread:** Make sure to proofread the report for spelling and grammatical errors. It may be helpful to have someone else read the report as well.
- **Length:** The length of the report **should be 5-10 pages, excluding table of contents and appendices.** Make sure to not differ too much from that guideline. If you have additional information, consider putting it in the appendix. Keeping to the page limit is a good exercise in being concise and to the point.
- **References:** Make sure to include a list of references at the end of the report. This should include all sources cited in the report.
- **Appendices:** If you include any appendices, make sure to refer to them in the main text of the report.
- **Introduction:** The introduction should provide background information on the topic of the report. It should also include a statement of the purpose of the report and an overview of the methods used.
- **Methods:** The methods section should describe the procedures used to collect and analyze the data. It should be detailed enough that someone else could replicate the study.
- **Results:** The results section should present the findings of the study. This can be done using tables, figures, and graphs. The results should be presented in a logical order and should be clearly labeled.
- **Discussion:** The discussion section should interpret the results of the study. It should also compare the results to previous research and discuss the implications of the findings.

- **Conclusion:** The conclusion should summarize the main points of the report. It should also include any recommendations or suggestions for future research.
- **References:** The references section should include all the sources cited in the report. The references should be listed in alphabetical order by the author's last name.
- **Appendices:** The appendices should include any additional information that is relevant to the report but not essential to the main text. This could include raw data, calculations, or additional figures.

BLAST

Auf StudOn findet ihr eine Datei mit dem Namen `database.fasta`. Dies ist die Datenbank-Datei, die ihr für die BLAST-Suche verwenden werden. Ihr findet auch eine Datei mit dem Namen `query_sequence.fasta`. Das ist die Sequenz, die ihr für die BLAST-Suche verwenden werdet. Zunächst müsst ihr aus der Datenbank-Datei eine BLAST-Datenbank erstellen, indem ihr den Befehl `makeblastdb` im Terminal verwendet. Führt anschließend BLAST im Linux-Terminal mit dem Bash-Code aus, den wir im Kurs auch verwendet haben:

```
blastp -query <QUERY_FILENAME> \
      -db <DATABASE_FILENAME> \
      -outfmt "7 delim= sacc length pident gaps score bitscore evalue" > <OUTPUT_FILENAME>
```

Interpretiert die Ergebnisse. Was könnt ihr aus der Ausgabedatei schließen? Zu welcher Spezies gehört die Sequenz? Welches Gen kodiert für die Proteinsequenz? Basierend auf der biologischen Funktion, würdet ihr erwarten, dass die Proteinsequenz konserviert ist oder nicht? Sind alle Treffer in eurer Suche Orthologe oder würdet ihr paraloge Sequenzen vermuten?

Multiples Sequenzalignment

Benutzt die 30 besten Hits aus der BLAST-Suche für die weitere Analyse. Basierend auf dem Prozentsatz der Sequenzidentität dieser Hits und aller Hits, würdet ihr BLAST mit einer anderen Substitutionsmatrix erneut ausführen? Wenn ja, welche würdet ihr wählen und warum? Denkt daran, dass es keine beste Antwort auf diese Frage gibt. Ihr solltet eure Wahl auf der Grundlage der Informationen, die ihr habt, und eurer Meinung über die Eignung des Modells für eure Forschungsfrage rechtfertigen.

Nachdem ihr die 30 besten Hits extrahiert habt, zieht euch die entsprechenden Sequenzen aus der Datenbank-Datei. Bevor ihr das MSA durchführt, stellt sicher, dass ihr die Sequenzen in der MSA-Eingabedatei umbenennt, sodass sie der von Carl von Linné eingeführten binominalen Nomenklatur entsprechen (Gattung_Art). Ihr könnt jede Hilfe verwenden, die ihr möchtet, um dies zu erreichen, aber denkt daran, dass ihr am Ende den Code verstehen müsst, den ihr schreibt und verwendet. Außerdem müsst ihr für den Bericht (schaut euch dazu die Tips unten an) angeben, ob ihr computergestützte Hilfe wie KI-Modelle verwendet habt.

Führt anschließend MSA aus. Benutzt dafür die `msa` Funktion aus dem `msa` Paket mit der ClustalW-Methode. Ihr könnt auch das `ggmsa` Paket verwenden, um das Alignment zu visualisieren. Alternativ könnt ihr auch ein anderes Visualisierungstool wie den [Alignment Viewer](#) verwenden.

Phylogenetische Bäume

Konstruiert eine Distanzmatrix anhand der MSA Ergebnisse. Visualisiert die Distanzmatrix mit einem Heatmap. Benutzt dafür die `dist.alignment` Funktion aus dem `seqinr` Paket, um die Distanzmatrix zu berechnen. Verwendet anschließend die `heatmap.2` Funktion aus dem `gplots` Paket, um die Distanzmatrix zu visualisieren. Was könnt ihr erkennen? Seht ihr bereits Muster bezüglich der Konservierung der Proteinsequenz? Was könnt ihr über die evolutionäre Beziehung zwischen den Sequenzen sagen? Vergesst nicht, die Hilfeseite für die Funktion zu checken, um zu sehen, wie ihr die Parameter umschalten könnt, um die beste Visualisierung für euren Zweck zu erhalten.

Nachdem ihr die Distanzmatrix berechnet habt, überprüft die *four-point*-Bedingung und die Ultrametrik der Daten. Benutzt die Funktionen, die wir im Praktikum definiert haben. Konstruiert auch Bäume mit den Clustering-Algorithmen, die wir in der Vorlesung diskutiert und im Praktikum verwendet haben. Vergleicht die Bäume. Durchsucht die Literatur, um herauszufinden, welcher Clustering-Algorithmus für eure Forschungsfrage am besten geeignet ist. Was könnt ihr beobachten? Was könnt ihr aus den Bäumen schließen? Stimmen eure Ergebnisse mit veröffentlichten Ergebnissen überein? Ways würdet ihr anders machen, wenn ihr mehr Zeit hättet? Was würdet ihr anders machen, wenn ihr mehr Ressourcen hättet? Was würdet ihr anders machen, wenn ihr mehr Daten hättet? Überprüft außerdem die Limitationen eures Ansatzes und macht Vorschläge für zukünftige Forschung. Was könnt ihr über die Robustheit eurer Bäume bei den gegebenen Distanzen sagen?

Tipps für Präsentation und Bericht:

Präsentation

Allgemeint

- **Erzählt eine Geschichte.** Eine Präsentation, die eine zusammenhanglose Aneinanderreihung von Fakten darstellt, ist nicht ansprechend. Findet stattdessen ein Narrativ, die die Fakten verbindet. Ihr könntet beispielsweise mit einer Frage beginnen, die ihr während der Präsentation beantworten werdet. Oder ihr könntet sagen, dass ihr an einer Proteinsequenz interessiert wart, die ihr gefunden habt. An jedem Punkt solltet ihr das Publikum wissen lassen, **warum** ihr das erzählt, was ihr gerade erzählt. Vergesst auch nicht, am Ende zusammenzufassen, was euch die Ergebnisse in Bezug auf die verwendeten Methoden, die erhaltenen Ergebnisse und die biologische Frage, die euch interessiert hat, sagen.
- **Schwerpunkt.** Bei einer zeitlichen Begrenzung sollt eure Präsentation sich auf die wichtigsten Punkte konzentrieren. Ihr entscheidet, worauf ihr den Fokus legen wollt.
- **Arbeitet graphisch.** Visualisierungen sind ansprechender als Text. Nutzt Bilder, Graphen und Diagramme, um eure Punkte zu veranschaulichen. Einige Stichpunkte sind in Ordnung, aber übertreibt es nicht. Die Folien sollten kein Skript sein, von dem ihr ablest.
- **Share the talking time as equally as possible.** If you are uncomfortable at presenting, the goal is to not let the audience know that. Practice is key, also for talking in front of people.
- **Teilt euch die Redezeit gleichmäßig auf.** Falls euch das Präsentieren schwer fällt, dann ist das Ziel, das nicht dem Publikum zu zeigen. Übung ist elementar, auch für das Sprechen vor einem Publikum.
- **Übung.** Übt eure Präsentation mehrmals. Das hilft euch dabei, euch zu erinnern, was ihr sagen wollt und selbstbewusster zu sein. Ihr könnt vor einem Spiegel, mit einem Freund oder indem ihr euch aufnehmt. Es klingt albern, aber es funktioniert. Das Publikum wird merken, wenn ihr nicht vorbereitet seid und den Vortrag zum ersten Mal vor ihnen haltet.
- **Bereitet euch auf Fragen vor.** Die Informationen und Diskussionene aus dem Praktikum und der Vorlesung sind wichtig. Fragen zum theoretischen Hintergrund der Methoden, die ihr verwendet habt, sind wahrscheinlich. Bereitet euch darauf vor.
- **Man muss nicht alles wissen.** Manchmal wollen die Prüfer wissen, wo die Grenze eures Wissens liegt und das ist nicht schlimm. Wenn ihr die Antwort nicht wisst, sagt das, aber zeigt, dass ihr über die Frage nachdenken könnt und eine fundierte Meinung abgeben könnt. Einfach mit den Schultern zu zucken und zu sagen “Keine Ahnung” ohne ein “... aber ich denke...” ist nie eine gute Idee.
- **Achtet auf eure Körpersprache.** Steht aufrecht, sucht Augenkontakt und nutzt Gesten. Das macht euch selbstbewusster und ansprechender. Reflektiert auch eure Körpersprache. Lauft nicht zu viel hin und her. Das ist ablenkend. Wenn ihr nervös seid, versucht still zu stehen und tief durchzuatmen. Positioniert euch so, dass ihr nicht 180 Grad drehen müsst, um den Bildschirm und das Publikum zu sehen. Steht nicht zwischen dem Bildschirm und dem Publikum. Macht es euch gemütlich und entspannt euch. Betrachtet das ganze nicht als eine Prüfungssituation in der ihr durch die Mangel

genommen werdet, sondern als eine Möglichkeit, eure Forschung zu präsentieren und mit anderen Leuten über die Themen zu diskutieren.

Content design

- **Titelfolie:** Die Titelfolie soll den Titel der Präsentation (oder des Kurses), eure Namen sowie das Datum beinhalten.
- **Einführung:** Beginnt mit einer kleinen Einführung, die erklärt, worüber ihr sprechen werdet. Das sollte eine kurze Übersicht über das Thema und warum es wichtig ist, beinhalten.
- **Folienzahl:** Achtet darauf, Folienzahlen zu haben. Das hilft euch und dem Publikum, sich zu orientieren, falls spezifische Fragen aufkommen.
- **Wissenschaftliche Darstellung:** Ihr könnt eure Ergebnisse mit Publikationen vergleichen. Ihr könnt auch Figuren von externen Quellen zeigen. Allerdings **muss alles, was nicht von euch produziert wurde, klar referenziert werden**. Das beinhaltet Figuren, Tabellen und Text. Wenn ihr euch unsicher seid, ob ihr etwas referenzieren müsst, dann tut es. Es ist besser, zu viel zu referenzieren, als zu wenig.
- **Zusammenfassung:** Beendet die Präsentation mit einer Zusammenfassung, die die Hauptpunkte eurer Präsentation zusammenfasst. Das sollte eine kurze Übersicht über die Ergebnisse und eurer Interpretation beinhalten. Ihr könnt auch Empfehlungen oder Vorschläge für zukünftige Forschung machen oder euch auf die Limitationen eures Ansatzes konzentrieren.

Bericht

Inhaltliche Ratschläge

- **Schwerpunkt.** Bei einer Seitenzahlbegrenzung kann die Diskussion eures Berichts sich auf die wichtigsten Punkte konzentrieren. Ihr entscheidet, worauf ihr den Fokus legen wollt.
- **Einführung:** Die Einführung sollte Hintergrundinformationen zum Thema des Berichts liefern. Sie sollte auch eine Aussage über den Zweck des Berichts enthalten.
- **Methoden:** Der Methodenteil sollte die Verfahren beschreiben, die zur Datenerhebung und -analyse verwendet wurden. Er sollte detailliert genug sein, dass jemand anderes die Studie replizieren könnte (ihr müsst keine Versionsnummern der Software angeben).
- **Ergebnisse:** Der Ergebnisteil sollte die Ergebnisse der Studie präsentieren. Dies kann mit Tabellen, Figuren und Graphen geschehen. Die Ergebnisse sollten in einer logischen Reihenfolge präsentiert werden und klar gekennzeichnet sein. Jede gezeigte Tabelle oder Grafik **muss** im Text referiert werden.
- **Diskussion:** Der Diskussionsteil sollte die Ergebnisse der Studie interpretieren. Er sollte auch die Ergebnisse mit früheren Forschungen vergleichen und die Implikationen der Ergebnisse diskutieren. Ihr solltet auch die Limitationen der verwendeten Methoden und der Ergebnisse diskutieren. Diskutiert alternative Ansätze.
- **Zusammenfassung:** Die Zusammenfassung sollte die Hauptpunkte des Berichts kurz und prägnant zusammenfassen. Sie sollte auch Empfehlungen oder Vorschläge für zukünftige Forschung enthalten. Der Teil sollte nicht länger als eine Seite sein.
- **Literaturverzeichnis:** Das Literaturverzeichnis sollte alle im Bericht zitierten Quellen enthalten. Die Referenzen sollten in alphabetischer Reihenfolge nach dem Nachnamen des Autors oder in numerischer Reihenfolge des Auftretens im Text aufgeführt werden. Schaut euch bestehende Publikationen für mögliche Formate an und wählt das Format aus, das euch am besten gefällt.
- **Anhänge:** Die Anhänge sollten alle zusätzlichen Informationen enthalten, die für den Bericht relevant sind, aber nicht zum Haupttext gehören. Dieser Teil sollte euren Code (der gut durch Kommentare dokumentiert ist) enthalten. **Wenn ihr bei der Erstellung des Codes KI-Modelle verwendet habt,**

erwähnt es in der Code-Dokumentation. Er sollte auch alle zusätzlichen Figuren oder Tabellen enthalten, die nicht im Haupttext enthalten waren, da sie von den Hauptergebnissen und dem Textfluss ablenken würden. **Der Anhang trägt nicht zur Anzahl der Seiten des Hauptdokuments bei.**

Designtipps

- **Schreibprogramm:** Beim Arbeiten mit mathematischen Ausdrücken und Formeln wird die Benutzung von LaTeX empfohlen. LaTeX ist ein Textsatzsystem, das in der Wissenschaft weit verbreitet ist. Es ermöglicht euch, mathematische Formeln und Gleichungen einfach zu erstellen und das Dokument professionell zu formatieren. Wenn ihr mit LaTeX nicht vertraut seid, gibt es viele Online-Ressourcen und Tutorials, die euch den Einstieg erleichtern. Alternativ könnt ihr auch Word oder ähnliche Software verwenden, stellt jedoch sicher, dass die Formatierung konsistent und professionell ist. Overleaf ist eine kostenlose Online-Plattform (Registrierung erforderlich), auf der ihr sehr schnell mit LaTeX beginnen könnt, ohne etwas auf eurem Computer installieren zu müssen.
- **Titelseite:** Wie in der Präsentation sollte die Titelseite den Titel des Berichts, eure Namen und das Datum enthalten.
- **Inhaltsverzeichnis:** Listet alle Abschnitte und Unterteilungen des Berichts mit Seitenzahl auf. Dies hilft dem Leser, sich zu orientieren.
- **Abbildungen und Tabellen:** Verwendet Abbildungen und Tabellen, um Daten zu präsentieren. Achtet darauf, jede Abbildung und Tabelle klar zu beschriften und im Text darauf zu verweisen.
- **Referenzen:** Achtet darauf, alle im Bericht verwendeten Quellen zu zitieren. Dies umfasst sowohl direkte Zitate als auch paraphrasierte Informationen.
- **Sprache:** Verwendet klare und prägnante Sprache. Vermeidet Fachjargon und technische Begriffe, es sei denn, sie sind für den Bericht notwendig.
- **Korrekturlesen:** Achtet darauf, den Bericht auf Rechtschreib- und Grammatikfehler zu überprüfen. Es kann hilfreich sein, wenn jemand anderes den Bericht ebenfalls liest.
- **Länge:** Die Länge des Berichts **sollte 5-10 Seiten betragen, ohne Inhaltsverzeichnis und Anhänge.** Achtet darauf, nicht zu sehr von dieser Richtlinie abzuweichen. Wenn ihr zusätzliche Informationen habt, überlegt, sie im Anhang zu platzieren. Die Einhaltung der Seitenbegrenzung ist eine gute Übung, um prägnante Berichte schreiben zu lernen.
- **Literaturverzeichnis:** Stellt sicher, dass am Ende des Berichts eine Liste der Referenzen enthalten ist. Diese sollte alle im Bericht zitierten Quellen enthalten. Die Literaturlistung sollte einer klaren Struktur unterliegen.
- **Anhänge:** Wenn ihr Anhänge einfügt, stellt sicher, dass im Haupttext des Berichts darauf verwiesen wird.
- **Einführung:** Die Einführung sollte Hintergrundinformationen zum Thema des Berichts liefern. Sie sollte auch eine Aussage über den Zweck des Berichts und einen Überblick über die verwendeten Methoden enthalten.
- **Methoden:** Der Methodenteil sollte die Verfahren beschreiben, die zur Datenerhebung und -analyse verwendet wurden. Er sollte detailliert genug sein, dass jemand anderes die Studie replizieren könnte.
- **Ergebnisse:** Der Ergebnisteil sollte die Ergebnisse des Projekts präsentieren. Dies kann mit Tabellen, Abbildungen und Grafiken erfolgen. Die Ergebnisse sollten in einer logischen Reihenfolge präsentiert und klar gekennzeichnet sein.
- **Diskussion:** Der Diskussionsteil sollte die Ergebnisse der Studie interpretieren. Er sollte auch die Ergebnisse mit früheren Forschungen vergleichen und die Implikationen der Ergebnisse diskutieren.
- **Zusammenfassung:** Die Zusammenfassung sollte die Hauptpunkte des Berichts zusammenfassen. Sie sollte auch Empfehlungen oder Vorschläge für zukünftige Forschung enthalten.