

Bachelorarbeit oder Masterarbeit

**Titel der Abschlussarbeit**

Vorname Nachname

24. April 2026

Begutachtung:  
Prof. Dr. Erich Schubert  
Name des Zweitgutachters

Technische Universität Dortmund  
Fakultät für Informatik  
Data Mining Arbeitsgruppe  
<https://dm.cs.tu-dortmund.de/>

In Kooperation mit:  
Fakultätsname  
Lehrstuhl-/Institutsbezeichnung



## **Kurzfassung**

An dieser Stelle bitte eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse (nicht jedoch der Struktur) des Dokuments. Was erfährt man, wenn man ihr Dokument gelesen hat, was ist der neue Beitrag? Das schreibt man sinnvoller am Ende, wenn die eigentliche Arbeit abgeschlossen ist, und man den gesamten Inhalt kennt.



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Themenfindung und Anmeldung</b>	<b>3</b>
2.1	Themen für Abschlussarbeiten . . . . .	3
2.2	Exposé . . . . .	3
2.3	Zeitplan . . . . .	4
2.4	Prozess . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Gestaltung der Arbeit</b>	<b>7</b>
3.1	Zielgruppe . . . . .	7
3.2	Sprache . . . . .	7
3.3	L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X-Vorlage . . . . .	8
3.4	Literatur . . . . .	8
3.5	Aufzählungen . . . . .	9
3.6	Schriftsatz und Typografie . . . . .	9
3.7	Tabellen . . . . .	10
3.8	Bilder und Grafiken . . . . .	10
3.9	Code und Pseudocode . . . . .	13
3.10	Formeln . . . . .	13
3.11	Kürzen . . . . .	14
<b>4</b>	<b>Bewertung von Abschlussarbeiten</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>17</b>
	<b>Literatur</b>	<b>19</b>
	<b>Einsatz von Künstlicher Intelligenz</b>	<b>21</b>



# 1 Einleitung

Sie können die Arbeit in Deutsch oder Englisch schreiben. Setzen sie dazu die korrekte Option am Anfang des Dokumentes, damit die Überschriften sowie die Silbentrennung entsprechend eingestellt werden.

Sinnvollerweise fängt die Arbeit mit einer Einleitung an, in der Sie den Kontext der Arbeit beschreiben. In folgenden Kapiteln werden in der Regel zunächst Vorarbeiten besprochen, dann die neue Methodik, Experimente und eine Zusammenfassung.

Beachten Sie den üblichen Schreibstil bei *wissenschaftlichen* Arbeiten. Zu **guter wissenschaftlicher Praxis** und Redlichkeit gehört insbesondere, dass Sie keine fremden Inhalte als ihre eigenen ausgeben. Wenn Sie sich auf fremde Beiträge beziehen, benennen Sie die Quellen und schreiben Sie so, dass *nicht* der Eindruck entsteht, dies wären ihre eigenen Leistungen. Insbesondere experimentelle Ergebnisse aus anderen Arbeiten sind – leider – oft mit Vorsicht zu genießen, und nicht immer reproduzierbar.

Das in der akademischen Literatur häufige „man“ (im Englischen einfacher „we“) ist in der Regel als „Autorinnen, Autoren, Leserinnen und Leser“ zu interpretieren, und bezeichnet nicht nur die Autorinnen und Autoren einer Quelle. Die erste Person ist nur üblich, wenn die Subjektivität einer Aussage betont werden soll. Verwenden Sie bei Quellen bevorzugt die echten *Namen*. Mit dem `\citeauthor{}` Kommando können Sie dabei peinliche Tippfehler vermeiden.

Allgemeine Hinweise zum Schreiben von Studien- und Abschlussarbeiten finden Sie unter anderem in folgenden beiden Lehrbüchern, auf die Sie über VPN zugreifen können sollten:

Marcus Deininger, Horst Lichter, Jochen Ludewig und Kurt Schneider. *Studienarbeiten*. 6. Aufl. vdf Hochschulverlag AG, Mai 2017. ISBN: 978-3-72-813812-5.  
URL: <https://elibrary.utb.de/doi/book/10.5555/9783728138125>

Rödiger Voss. *Wissenschaftliches Arbeiten: ... leicht verständlich!* utb GmbH, Juni 2022. ISBN: 978-3-83-858812-4. DOI: [10.36198/9783838588124](https://doi.org/10.36198/9783838588124)



## 2 Themenfindung und Anmeldung

Aktuelle und genauere Informationen: <https://cs.tu-dortmund.de/studium/im-studium/weitere-lehrveranstaltungen/abschlussarbeiten/>

### 2.1 Themen für Abschlussarbeiten

Abschlussarbeiten werden von einem/einer Professor\*in, einem/einer Juniorprofessor\*in oder einem habilitierten Mitglied der Fakultät für Informatik ausgegeben und betreut.

Themenvorschläge finden Sie auf den Webseiten der jeweiligen Arbeitsgruppen.

Sie können *eigene Themen vorschlagen*, auch mit externen Partnern. Sprechen Sie dazu thematisch passende Hochschullehrer\*innen an. Ob ein Thema die Anforderungen erfüllt entscheidet der/die jeweilige Hochschullehrer\*in.

Orientieren Sie sich an den Themenvorschlägen und den Themen abgeschlossener Arbeiten, um einen Eindruck zu bekommen wie hier die Erwartungen sind.

Für Abschlussarbeiten in Industriekooperationen ist ggf. ein längerer Vorlauf nötig, insbesondere wenn es um non-disclosure agreements (NDAs) und ähnliches geht, die von der Rechtsabteilung geprüft werden müssen. Für solche Arbeiten ist es allgemein empfehlenswert wenn sich zunächst die Industriepartner mit einem/einer Hochschullehrer\*in verständigen, *bevor* das Thema Studierenden angeboten wird, um keine unnötigen Wartezeiten zu verursachen.

### 2.2 Exposé

Es hat sich bewährt dass noch *vor der Anmeldung* ein Exposé erstellt wird.

Dieses kurze Dokument (ca. 2-4 Seiten) dient dazu, die Aufgabenstellung genauer festzulegen und zu dokumentieren, damit klar ist dass der/die Bearbeiter\*in des Themas dieses genauso verstanden hat wie der/die Aufgabensteller\*in.

Überlegen Sie sich in diesem Zuge auch, ob sie auf Englisch oder auf Deutsch schreiben wollen. Bedenken Sie, dass auf Deutsch schnell ein ziemlicher Kauderwelsch entsteht, da die Fachbegriffe auf Englisch sind, und es oft keine gängige Übersetzung gibt. Zudem fällt es den meisten leichter in Englisch einen einfachen Satzbau zu verwenden, während Sie in Deutsch zu unnötig komplizierten „Schachtelsätzen“ neigen.

## 2 Themenfindung und Anmeldung

Das Exposé sollte umfassen:

- Vorläufiger Titel der Arbeit
- Problemstellung und kurzer Stand der Forschung
- Forschungsfragen, die in der Arbeit beantwortet werden sollen und Konzept für einen Lösungsansatz der untersucht werden soll, Methodik
- ggf. Plan auf welchen Daten und wie die Ergebnisse evaluiert werden sollen
- Vorgehensweise und Zeitplan
- Startliteratur

Oft können Teile des Exposé später für die Ausarbeitung weiterverwendet werden.

Forschungsfragen sollen idealerweise **spezifisch** (konkret), **präzise**, **komplex** (nicht nur ja/nein), **machbar**, **verifizierbar oder falsifizierbar** und **relevant** für die Informatik sein.

Bei der Evaluation achten Sie insbesondere auf die Wahl von geeigneten „baselines“, einfachen Vergleichsverfahren mit denen Sie Referenzwerte etablieren können um die Ergebnisse besser einschätzen zu können.

Besprechen Sie das Exposé mit ihren Betreuer\*innen!

### 2.3 Zeitplan

Ihr Exposé sollte auch einen Zeitplan beinhalten. Das Zeitfenster für eine Bachelorarbeit beträgt 4 Monate (17 Wochen). Ein möglicher Zeitplan für eine empirische Arbeit ist in Tabelle 2.1 dargestellt. Bei einer Masterarbeit verlängern sich die Zeiträume entsprechend.

Planen Sie genug Puffer ein für Fehlersuche und um anschließend alle Experimente erneut starten zu können...

### 2.4 Prozess

Die Anmeldung einer Arbeit erfolgt (Stand Anfang 2024) in der Regel wie folgt:

1. Der/die Zweitgutachter\*in stellt den **Antrag auf Zweitbegutachtung** (mit Name des/der Student\*in sowie Titel).
2. Der Prüfungsausschuss (bei Standardfällen kommissarisch durch den/die Vorsitzende\*n) bestimmt die Gutachter\*innen.
3. Die zentrale Prüfungsverwaltung prüft die Zulassungsvoraussetzungen (Mindestzahl an ECTS, etc.) und erstellt den **Laufzettel**.
4. Der/die Erstgutachter\*in unterzeichnet den Laufzettel, damit beginnt die Bearbeitungszeit.
5. Gegen Ende der Bearbeitungszeit, auch nach Abgabe, halten Sie einen Abschlussvortrag im Oberseminar der Arbeitsgruppe.

Tabelle 2.1: Zeitplanvorschlag für eine empirische Arbeit

Wo.	Aufgabe	Textarbeit
1	Literaturrecherche	Verwandte Arbeiten schreiben
2	Literaturrecherche, Programmieren	Verwandte Arbeiten schreiben
3	Programmieren	Verwandte Arbeiten schreiben
4	Programmieren	Hauptteil schreiben
5	Programmieren	Hauptteil schreiben
6	Programmieren, Debugging	Hauptteil schreiben
7	Debugging, Programmieren	Hauptteil schreiben
8	Debugging, (Programmieren)	Hauptteil schreiben
9	Evaluation, Debugging	Verwandte Arbeiten, Hauptteil
10	Evaluation, Debugging	Verwandte Arbeiten, Auswertung
11	Evaluation, Plots	Auswertung schreiben
12	Evaluation, Plots, Evaluation überprüfen	Auswertung schreiben
13	Evaluation, Plots	Einleitung und Schlussfolgerungen
14	Feinschliff Plots	Text zur Grammatik und Rechtschreib- kontrolle an Freunde, Familie, etc.
15	Quellen überprüfen	Korrekturen und Feinschliff
16	Fertig	Korrekturen und Feinschliff
17	Fertig	Puffer

6. Die Abgabe erfolgt in Exabase. Hier laden Sie die PDF ihrer Arbeit, die Eidesstattliche Versicherung, und möglichst ein Archiv mit den relevanten Daten ihrer Arbeit (bspw. Quellcode, Protokolle, Skripte – alles was für die Reproduzierbarkeit nötig ist) hoch.
7. Die Gutachter\*innen bewerten die Arbeit und laden ein Gutachten in Exabase hoch.
8. Wenn die Gutachten vorliegen *und* Sie ihren Abschlussvortrag gehalten haben, ist die Prüfungsleistung abgeschlossen.



## 3 Gestaltung der Arbeit

### 3.1 Zielgruppe

Die Zielgruppe einer Arbeit sind in der Regel Studierende im gleichen Studienverlauf wie Sie. Inhalte aus dem Pflichtstudium oder vorausgesetzten Modulen können Sie daher als bekannt voraussetzen, und für diese sind auch meist keine Quellenangaben notwendig (bspw. QuickSort können Sie ohne Quellenangabe nennen). Bei einer Seminararbeit können Sie auch Grundlagen aus dem Rahmenthema als bekannt voraussetzen. Bei Abschlussarbeiten können Sie auch Vertiefungsmodule der Arbeitsgruppe als Grundwissen ansehen, dass sie nicht wiederholen müssen.

Versuchen Sie ihre Arbeit so zu erstellen, dass sie einen *Mehrwert* für diese Zielgruppe liefert, und für diese *gut verständlich* ist. Die Betreuer\*innen hingegen werden in der Regel die Originalquellen kennen oder bevorzugen. Um den Rückgriff auf diese zu vereinfachen, sollten sie wie üblich zitiert sein.

### 3.2 Sprache

Laden Sie die passenden Sprachpakete mit babel. Das letztgenannte Sprachpaket legt dabei die Hauptsprache der Arbeit fest. Mit der korrekten Sprache werden bestimmte Überschriften (bzw. „Literaturverzeichnis“) richtig erzeugt, der Anführungszeichenstil angepasst, und insbesondere die *korrekte Silbentrennung* aktiviert.

You can temporarily switch the language to obtain correct hyphenation in other languages. Simply use an otherlanguage environment. This also affects quotes and citations, e.g., “Deininger et al. [Dei+17]” is now quoted differently.

Es mag ihnen auf den ersten Blick einfacher *erscheinen*, auf Deutsch zu schreiben. Da aber ein Großteil der Quellen und Fachbegriffe auf Englisch ist, kommt dann schnell ein ziemlicher Kauderwelsch heraus, auch bekannt als „Denglisch“. Des Weiteren neigen die meisten auf Deutsch zu „Schachtelsätzen“, worunter die Lesbarkeit stark leidet, während es auf Englisch den meisten leichter fällt, einen einfacheren Satzbau zu verwenden. Viele der Schwierigkeiten mit geschlechtergerechter Sprache entfallen ebenfalls, wenn Sie auf Englisch schreiben, insbesondere wenn man auf den Plural (they statt he/she) ausweichen kann. Eine sogenannte „Generalklausel“ erfüllt nicht das Ziel, sprachinduzierte Stereotype aufzulösen. Für Sie besteht aber aktuell wohl keine Verpflichtung zum Gendern, lediglich eine Empfehlung, und daher wird dies nicht bei der Benotung berücksichtigt.<sup>1</sup> Es empfiehlt sich dennoch, dies zu üben.

---

<sup>1</sup>Siehe: <https://gleichstellung.tu-dortmund.de/themen/geschlechtergerechte-sprache/>

Wenn Sie später einmal eine wissenschaftliche Arbeit international veröffentlichen wollen – beispielsweise Teile ihrer Masterarbeit – wird dies auf Englisch erfolgen müssen, damit sie auch gelesen wird. Daher ist es eine gute Übung, bereits bei Seminar- und Bachelorarbeiten auf Englisch zu schreiben. Zudem gibt es für Englisch meist die besseren Werkzeuge bspw. zur Grammatikprüfung.

Auf jeden Fall sollten Sie in ihrem Editor eine *Rechtschreibprüfung* installieren und einsetzen! Es empfiehlt sich auch, schwierige Sätze mit einer Grammatikprüfung zu validieren. Auch Verwandte, Bekannte und Mitstudierende können helfen, Fehler zu finden. Rechtschreib- und Grammatikfehler hinterlassen immer einen schlechten ersten Eindruck.

### 3.3 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Vorlage

Mit Hinblick auf die Anforderungen der Disziplin, insbesondere Formelsatz und Quellenangaben, ist L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X derzeit Mittel der Wahl. Auch wenn manche Studierende eine Konvertierung von Markdown nach L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X bevorzugen, so gewinnt man damit nur sehr wenig – die in Markdown möglichen Formatierungen sind auch in L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X kein großer Mehraufwand, und der Umweg über Markdown bietet hier nahezu keine Vorteile.

### 3.4 Literatur

Legen Sie bereits *beim Lesen* eine Literaturdatenbank an, sinnvollerweise im Bibtex-Format. Saubere Bibtex-Einträge finden Sie für einen Großteil der Informatik-Literatur auf <https://dblp.org/>. Das Open-Source Werkzeug JabRef (<https://jabref.org/>) kann bequem aus DBLP importieren. Nichts ist ärgerlicher, als wenn Sie eine verwendete Quelle selbst nicht mehr wiederfinden!

*Kopieren Sie nicht aus anderen Werken.* Wörtliche Zitate sind in der Informatik eher unüblich. Wenn Sie wirklich etwas aus einer Quelle übernehmen (bspw. eine Grafik), fügen Sie **immer als erstes die Quellenangabe** ein, dann vergessen Sie das nicht. Wörtliche Übernahmen setzen Sie *sofort in Anführungszeichen*. Auch ein automatisches Paraphrasieren ist *nicht empfehlenswert*. Sie sollen zeigen, dass Sie die Quelle verstanden haben, nicht dass Sie Strg+C kennen. Plagiate sind nicht akzeptabel! Geben Sie dazu die Inhalte mit ihren eigenen Worten wieder – dann kann man beim genauen Lesen bspw. nachvollziehen, warum Sie zu einem anderen Ergebnis gekommen sind.

biblatex (mit biber) ist eine modernere und konfigurierbare Alternative zu dem klassischen bibtex, das Sie in vielen Anleitungen noch finden. Deswegen setzen wir in dieser Vorlage auf biblatex.

Kontrollieren Sie das Literaturverzeichnis! Hier finden sich oft peinliche Fehler. So war in einem Literaturverzeichnis durch einen nicht korrigierten Parsing-Fehler von Google Scholar die fehlerhafte Autorenangabe „Petra Stein-Sven Vollnhals“ statt der korrekten Angabe „Petra Stein und Sven Vollnhals“.

Mit den Kommandos `\textcite{}` und `\parencite{}` können Sie Quellen zitieren. Dabei ist bei der Verwendung als Subjekt in einem Satz die Verwendung von Beispiel: Deininger u. a. [Dei+17] bzw. am Ende eines Satzes [Vos22].

Das Kommando `\fullcite{}` erlaubt auch eine komplette Angabe im Fließtext (siehe oben), was sich aber nur für herausragende Quellen anbietet (bspw. die Hauptquelle einer Seminar- oder Bachelorarbeit).

Quellenangaben mit `\textcite{}` kommen an die richtige Stelle im Satzbau, oftmals ist dies das Subjekt am Anfang des Satzes. Ein Satz sollte ohne die Klammern immer noch Sinn ergeben, daher sollte `\parencite{}` nur verwendet werden, wenn es grammatikalisch nicht mitgelesen werden muss. Quellenangaben die sich nur auf einen Begriff beziehen direkt hinter diesen. Beziehen sie sich jedoch auf den ganzen Satz, so kommen sie in der Regel vor das Satzzeichen. Manche Autor\*innen nutzen Quellenangaben nach dem letzten Satzzeichen, wenn sie sich auf den gesamten Absatz beziehen.

Internetquellen sind mit Vorsicht zu handhaben, denn die Webseiten können sich jederzeit ändern. Deswegen müssen Sie das Zugriffsdatum mit angeben. Idealerweise sichern sie eine Kopie der Seite, entweder bei ihren Unterlagen oder mit einem Archivdienst wie <https://web.archive.org/> oder <https://archive.is/>. Zudem lassen sich Autor\*innen nicht immer klar identifizieren. Sind Autor\*innen genannt, beispielsweise bei einem Zeitungsartikel, dann *müssen* Sie diesen aber auch in der Quellenangabe nennen. Wikipedia *hat* ein Zitationswerkzeug, mit dem Sie einen Link zu einer spezifischen Version der Seite erstellen können, kann aber dennoch Fehler in den BibTeX-Einträgen enthalten.

### 3.5 Aufzählungen

Da dies keine PowerPoint-Präsentation ist, werden sie selten Aufzählungen benötigen.

- einfach mehrere `\items` erstellen
- auch nicht komplizierter als Markdown...

Natürlich gibt auch nummerierte Aufzählungen.

1. Eins
2. Zwei

Aus Platzgründen ist es oftmals aber geschickter, Aufzählungen im Text eingebettet zu verwenden: (1)~Eins, (2)~Zwei.

### 3.6 Schriftsatz und Typografie

Weder im Deutschen noch im Englischen macht man Leerzeichen von Satzzeichen. Nach einem Satzzeichen wird ein größerer Abstand verwendet, dies macht aber  $\LaTeX$  automatisch. Um das zu verhindern – bspw. bei Abkürzungen – können Sie entweder `.{}` verwenden, oder ein geschütztes Leerzeichen `~`. Geschützte Leerzeichen sind des weiteren hilf-

reich (1) vor Quellenangaben, d.h., `\parencite{}`, (2) bei um einen Zeilenumbruch innerhalb von logischen Einheiten zu verhindern (bspw. in 3-Dimensionen.), oder um unschöne Umbrüche am Ende eines Satzes oder in einer Aufzählung zu verhindern (bspw. (1) vor Quellenangaben). Leere Klammern `{}` sind auch bei Makros oft hilfreich um Ambiguitäten zu vermeiden. Möchten Sie den Zeilenumbruch bspw. in einem Algorithmenamen vermeiden, so können Sie mit `\mbox{QuickSort}` einen Umbruch verhindern.

Unterschieden wird zwischen einem Bindestrich (data-set), der mathematischen Operation ( $a - b$ ), einem Gedankenstrich (–), und einem langen Strich (—). Um Text zu betonen nutzen Sie vorwiegend `\emph{}` statt **Fettdruck**, während Unterstriche als veraltet gelten. Mit `\enquote{}` können Sie korrekte Anführungszeichen setzen, „auch wenn diese ‚geschachtelt‘ sind.“ Apostrophe sind im Deutschen fast nur als Auslassungszeichen richtig, nicht bei jedem Genitiv oder gar Plural.

## 3.7 Tabellen

In Tabelle 3.1 sehen Sie ein Beispiel für eine Tabelle als Fließobjekt auf der Seite. Aufgrund der Platzierungslogik von  $\LaTeX$  ist es meist geschickt, die Tabelle am Anfang des Abschnitts in dem sie verwendet werden soll einzufügen.

Tabelle 3.1: Tabellen haben ihre Beschreibung in der Regel oben (Bilder unten), und es werden nur sparsam Linien verwendet.

Links	Rechts	ausgerichtete Zahlen
links	rechts	123.45 ms
links	rechts	3.45 s

Mit den Buchstaben `bth` können Sie die Platzierung steuern. Die „here“ (h) Platzierung ist dabei eher ungewöhnlich. Fließobjekte am Anfang (t) oder Ende (b) einer Seite spart in der Regel Platz aufgrund der nötigen Abstände vor und nach eines Fließobjektes. Und gerade bei größeren Tabellen kann eine „here“ Platzierung einen Seitenumbruch nötig machen. Bei einer echten Verwendung im Text kann es passender sein, nur ein `tabbing` einzusetzen. Versehen Sie jede Tabelle mit einem `\label{tab:uniqueid}`, dann erhalten Sie mit `Tabelle~\ref{tab:uniqueid}` eine automatische Referenz darauf.

## 3.8 Bilder und Grafiken

Bilder können in  $\LaTeX$  mit dem Kommando `\includegraphics` eingebunden werden. Dabei bieten sich für `pdflatex` die Dateiformate `.png`, `.jpg` und `.pdf` (für Vektorgrafiken) an. Bilder werden in der Regel als Fließobjekt in einer `\figure`-Umgebung platziert, im Gegensatz zu Tabellen steht hierbei die `\caption` aber unterhalb. Die Verwendung von `\label` und `\ref` ist analog.

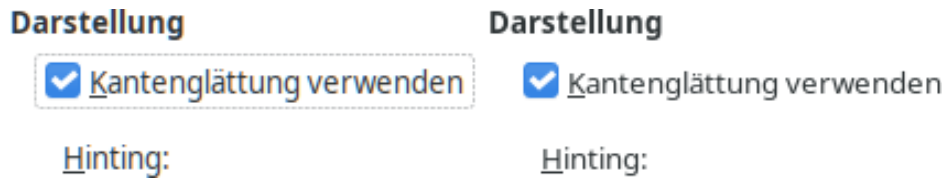


Abbildung 3.1: Screenshots sehen eigentlich immer unscharf aus, aber gerade Subpixel-Antialiasing (links) führt zu unschönen Farbschlieren.

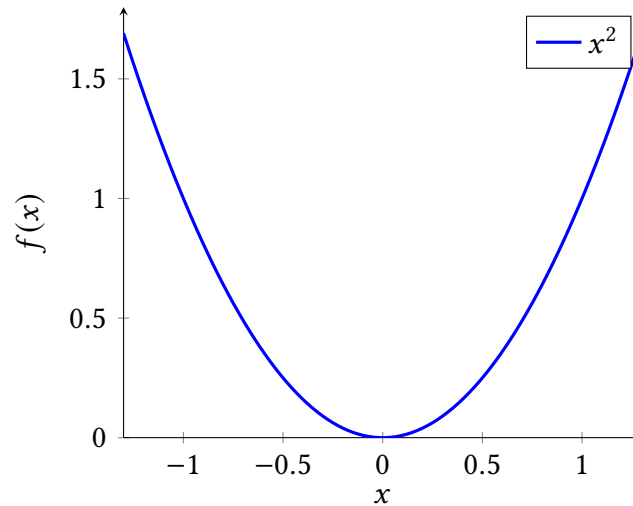


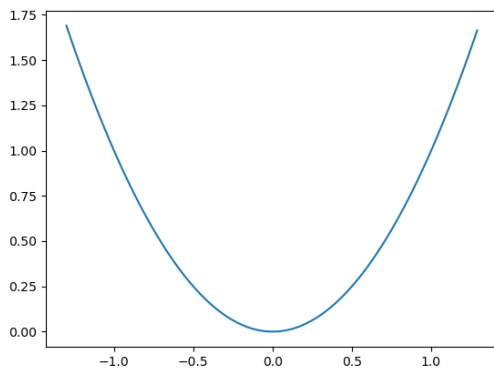
Abbildung 3.2: Diagramm einer Parabel mit pgfplots, wodurch die Schriften und -größen des Dokuments verwendet werden.

Achten Sie unbedingt auf eine ausreichende Bildqualität! Ein Bildschirmfoto sieht oftmals gedruckt auf einmal sehr schlecht aus, insbesondere ein Bildschirmfoto von Text. Wenn ihr System dabei Subpixel-Antialiasing einsetzt können unerwünschte Farbschlieren entstehen (vgl. Abbildung 3.1). Überlegen Sie, ob sie nicht das gewünschte Material (1) als Text, (2) als Vektorgrafik, oder (3) hochauflösend erstellen können. Bspw. können Sie im Browser den Zoom erhöhen bevor Sie einen Screenshot einer Webseite machen.

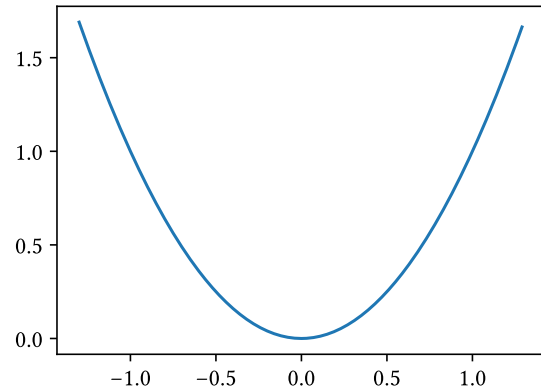
Mit den Paketen `tikz` und `pgfplots` lassen sich auch komplexe Grafiken und Diagramme in  $\LaTeX$  selbst „programmieren“. Abbildung 3.2 zeigt eine Parabel mit `pgfplots`, die so erzeugte Grafik ist konsistent mit dem Rest des Dokuments. Ein wesentlicher Vorteil dabei ist, dass dann die Schriften im Dokument konsistent sind, und man beispielsweise mathematische Formeln problemlos in Beschriftungen verwenden kann.

Aber auch mit Python's `matplotlib` kann man gute Qualität erzielen. Man sollte dann die Schriftart, Schriftgröße, und Größe des Bildes passend einstellen, und im PDF-Format ausgeben. Den Qualitätsunterschied können Sie in Abbildung 3.3 sehen. `Matplotlib` kann auch direkt nach `.tex` ausgeben, bspw. für die `pgfplots` Bibliothek.

### 3 Gestaltung der Arbeit



(a) Einfacher Python-Plot, Ergebnis



(b) PDF Python-Plot, Ergebnis

```
import numpy as np, matplotlib.pyplot as plt
x = np.arange(-1.3, 1.3, .01)
plt.plot(x, x**2)
plt.savefig("bilder/pyplot1.png")
```

(c) Einfacher Python-Plot

```
import numpy as np, matplotlib.pyplot as plt
plt.rcParams["font.family"] = ["Linux Libertine 0", "sans-serif"]
plt.rcParams["font.size"] = 12
plt.rcParams["figure.figsize"] = (4,3) # inches
x = np.arange(-1.3, 1.3, .01)
plt.plot(x, x**2)
plt.tight_layout()
plt.savefig("bilder/pyplot2.pdf")
```

(d) Verbesserter Python-Plot

Abbildung 3.3: Qualitätsunterschiede bei Matplotlib.

### 3.9 Code und Pseudocode

Für Programmcode und Pseudocode gibt es zahlreiche Lösungen. Probieren Sie aus, welcher Ansatz ihnen am Besten gefällt. Das Python-Programm `pygments` kann Quellcode in verschiedenen Sprachen formatieren (siehe Abbildung 3.3), und auch als  $\LaTeX$ -Fragment ausgeben. Das Paket `minted` ruft automatisch `pygmentize` auf, was aber die Laufzeit erhöht und die Option `-shell-escape` benötigt. Daher kann es elegant sein, Code-Fragmente automatisch mit einer klassischen Makefile und `pygmentize` zu übersetzen und lediglich bei `\input` einzubinden. Das Paket `listings` scheint hier etwas einfacher zu nutzen zu sein.

Bei *wissenschaftlichen* Arbeiten ist allerdings meist *Pseudocode* zu bevorzugen, eine Abschlussarbeit soll eben *keine Softwaredokumentation* sein. Während im Bereich Software-Engineering hier das Einbinden von echtem Code von Interfaces passend sein kann, wird bei algorithmischen Arbeiten sicherlich ein Pseudocode passender sein, der die algorithmischen Aspekte sichtbar macht und Implementierungsdetails abstrahiert.

Für Pseudocode sind auch die Pakete `algorithmicx`, `algpseudocode` und `algorithm2e` populär. Wählen Sie eine Lösung die Ihnen optisch und von der Syntax gefällt.

### 3.10 Formeln

$\LaTeX$  ist insbesondere bekannt für den hervorragenden Formelsatz.

$$\sum_{i=1}^N \frac{1}{i} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots$$

ist die harmonische Reihe. Für  $N \rightarrow \infty$  gilt

$$\sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{i} \rightarrow \infty .$$

Durch Verwendung der `align*` Umgebung sind die Formeln mit `&` aneinander ausgerichtet.

Der Mathemodus sollte dabei nicht für *Kursivdruck* (*Kursivdruck?*) missbraucht werden. Der Ausdruck `$abc$` ist gleichbedeutend mit `$a b c$`, das Produkt der drei Variablen  $a$ ,  $b$  und  $c$ . Text und Funktionsnamen in Formeln können je nach Kontext mit `\text{natürliche Sprache}`, `\mathrm{name}` oder `\operatorname{operator}` formatiert werden (vgl. `funktion_1`, `funktion_1`, `funktion_1` – der Unterschied zwischen den letzten drei hängt von den eingestellten Schriften sowie dem Kontext ab). Für häufige Notation bietet es sich dabei an, eigene Makros zu definieren:

```
\newcommand{\argmin}{\operatorname*{arg\,min}}
\newcommand{\argmax}{\operatorname*{arg\,max}}
\newcommand{\norm}[1]{\lVert #1 \rVert}
\newcommand{\sprod}[2]{\left\langle #1, #2 \right\rangle}
```

um bequemer folgendes Ergebnis zu erhalten:

$$\arg \min_x \|x\|$$
$$\|x\|^2 = \langle x, x \rangle$$

Makros erlauben es insbesondere, die Notation nachträglich noch leicht anzupassen.

## 3.11 Kürzen

Spätestens wenn Sie einmal eine eigene Publikation schreiben wollen, werden Sie eine Seitenzahlbegrenzung erfüllen müssen. Typischerweise haben Konferenzen eine maximale Seitenzahl (begrenzte früher die Druckkosten, heute begrenzt das hauptsächlich den oft enormen Aufwand der Gutachter\*innen).

Ein paar Tricks mit denen man  $\LaTeX$ -Dokumente oft kürzer bekommt:

- Platzierung von Grafiken und Tabellen: wenn diese im Fließtext „schwimmen“, so kommt in der Regel oben *und* unten ein Abstand hinzu. Die – übliche! – Platzierung oben oder unten auf der Seite (mit [tb]) spart oft eine Zeile.
- Suchen Sie nach kurzen Zeilen am Ende von Paragraphen. Oft kann bereits das Entfernen oder Tauschen von einem Wort ausreichen, um eine Zeile zu sparen
- Ungünstige Spalten- und Seitenumbrüche. Viele Stile vermeiden Witwen- und Waisenzeilen. Das Kürzen um eine Zeile kann durch Kaskadierungseffekte dann schon einen erheblichen Unterschied machen, wenn so mehrere Zeilen und ein Paragraphenabstand auf die vorherige Seite rutschen. Achten Sie auf vergrößerte Abstände bei Überschriften und Formeln, sowie am Ende einer Spalte, diese weisen oft darauf hin, dass ein Kürzen an dieser Stelle mehrere Zeilen von der nächsten Seite holen kann.
- Formeln sind schwer umzuberechnen. Hier kann es manchmal helfen mit kleinen Änderungen etwas Platz zu sparen, bspw. mit `\nolimits` und `\textstyle`:

$$\sum_{x=1}^N \frac{1}{x} \text{ vs. } \sum_{x=1}^N \frac{1}{x} \text{ vs. } \sum_{x=1}^N \frac{1}{x}$$

## 4 Bewertung von Abschlussarbeiten

An der Fakultät für Informatik wird derzeit keine schematisierte Bewertung eingesetzt, sondern die Gutachterinnen und Gutachter bewerten die Arbeit in einem Gutachten. Dabei können sie individueller auf die etwaigen Besonderheiten der Arbeiten eingehen (bspw. Probleme bei den Themenstellungen berücksichtigen). Aber auch je nach Typ der Arbeit können hier unterschiedliche Gewichtungen entstehen. Bei theoretischen Arbeiten, empirischen Arbeiten, oder Literaturarbeiten werden unterschiedliche Gewichtungen der einzelnen Aspekte notwendig sein.

Im Folgenden finden Sie eine Übersicht über typische Faktoren, die die Bewertung beeinflussen. Eine ausführlichere Diskussion der Anforderungen und Bewertungskriterien finden Sie beispielsweise bei Voss [Vos22], Deininger u. a. [Dei+17] oder Boles [Bol21].

**Eigeninitiative und Selbständigkeit** Arbeiten, die von Studierenden in hoher Autonomie vorangetrieben werden, werden in der Regel besser bewertet als Arbeiten bei denen eine große Unterstützung durch die Betreuenden notwendig ist. Keinesfalls sollten Sie aber auf regelmäßige Treffen verzichten! Hiermit ist gemeint dass sie proaktiv die Arbeit voranbringen, und die Betreuenden werden sich freuen wenn Sie jede Woche Fortschritte berichten. Dies beginnt oft schon bei der Themenfindung – viele sehr gute Arbeiten beginnen mit eigenen Ideen der Studierenden.

Eine Arbeit, die mit Ach und Krach nur die Mindestanforderungen bei einem einfachen erreicht, wird natürlich anders bewertet werden als eine Arbeit die über die gesetzten Ziele hinausgegangen ist, oder ein besonders schweres Thema in Angriff genommen hat.

**Systematische und wissenschaftliche Arbeitsweise** Für eine wissenschaftliche Arbeit sollen Sie zielgerichtet vorgehen, beispielsweise Forschungsfragen stellen, diese bearbeiten, und anschließend mit geeigneten Experimente die Ergebnisse kritisch validieren. Auch in ihrer Ausarbeitung sollte eine klare Struktur erkennbar sein, die das wissenschaftliche Vorgehen nachvollziehbar macht. Experimente sind geeignet automatisiert, so dass sie leicht repliziert und auf neue Datensätze angewendet werden können.

Vielen hilft es dabei, bereits beim Exposé Forschungsfragen zu formulieren und geeignete Experimente zu konzipieren diese zu verifizieren oder zu falsifizieren. Auch ein Zeitplan – mit ausreichendem Puffer am Ende der Bearbeitungszeit – ist dabei hilfreich. Die Betreuenden helfen Ihnen dabei sicher gerne.

**Recherche und Dokumentation** Es soll nachvollziehbar sein, dass Sie die Aufgabenstellung verstanden, und nötige Vorarbeiten recherchiert haben. In der Arbeit soll dokumentiert sein, wie Sie zu ihren Schlüssen gekommen sind. Dazu werden die nötigen Schritte logisch und verständlich, aber dennoch prägnant und zielführend präsentiert, gegebenenfalls durch geeignete Beispiele und Abbildungen unterstützt. In der Regel werden Sie dazu weitere relevante Literatur identifizieren müssen. Bei einer Arbeit deren Fokus auf Literatur liegt, sind hier die Ansprüche natürlich wesentlich höher, als bei einer Arbeit bei der die Literatur weitgehend vorgegeben ist!

**Wissenschaftliche Form** Aussagen sind durch korrekte Quellenangaben belegt, dabei ist die Herkunft der Ideen anhand der Quellenangaben und des Literaturverzeichnisses leicht nachvollziehbar („lege artis“, nach den „Regeln der Kunst“ der Informatik). Bei Bedarf werden Aussagen angemessen kritisch hinterfragt, diskutiert, und verifiziert bevor sie übernommen werden. Fachbegriffe (bspw. effizient, effektiv, signifikant, skalierbar) werden angemessen eingesetzt und ggf. belegt. Der Schreibstil und die Sprache entsprechen den Anforderungen einer wissenschaftlichen Arbeit, die Ausarbeitung ist sauber und gut lesbar. Die Lesenden werden mitgenommen und motiviert den Ausführungen der Arbeit zu folgen.

Negativ hingegen fallen Arbeiten auf, bei denen beispielsweise die Einleitung im auf Hochglanz polierten und mit Superlativen gespickten ChatGPT-Stil geschrieben ist („meticulously“, „intricate“, und „commendable“ sind beispielsweise Wörter die ChatGPT übermäßig verwendet),<sup>1</sup> der Hauptteil dafür dann voller Rechtschreib- und Grammatikfehler ist, und keine zwei Formeln die gleiche Notation verwenden. Viele Quellen sind Internetquellen fragwürdiger Qualität, und es ist nicht klar welche Aussagen damit belegt werden sollen, und ob die Quellen diese Aussagen überhaupt untermauern können.

Schlussendlich wird aber jede Arbeit durch die Gutachter:innen individuell gewürdigt, und diese können hier auf individuelle Besonderheiten Rücksicht nehmen.

---

<sup>1</sup>Zum Einsatz von ChatGPT beachten Sie auch die Eidesstattliche Versicherung, die sie unterzeichnen müssen, und den Abschnitt „KI-Schreibwerkzeuge und wissenschaftliches Fehlverhalten“ im Rechtsgutachten von Salden [Sal23] sowie die Handreichung zu ChatGPT der TU Dortmund, <https://digitale-lehre.tu-dortmund.de/tools/chatgpt/>.

## **5 Zusammenfassung und Ausblick**

Fassen Sie ihre Ergebnisse nochmal zusammen, und geben Sie einen Ausblick was Sie weiter untersuchen würden, wenn Sie mehr Zeit dafür hätten.



## Literatur

- [Bol21] Dietrich Boles. *Leitfaden zur Durchführung von Bachelor-Abschlussarbeiten*. Universität Oldenburg. 2021. URL: <https://uol.de/f/2/dept/informatik/download/studium/Leitfaden-Bachelorarbeit.pdf>.
- [Dei+17] Marcus Deininger, Horst Lichter, Jochen Ludewig und Kurt Schneider. *Studienarbeiten*. 6. Aufl. vdf Hochschulverlag AG, Mai 2017. ISBN: 978-3-72-813812-5. URL: <https://elibrary.utb.de/doi/book/10.5555/9783728138125>.
- [Sal23] Peter Salden. *Didaktische und rechtliche Perspektiven auf KI-gestütztes Schreiben in der Hochschulbildung*. Techn. Ber. 2023. DOI: [10.13154/294-9734](https://doi.org/10.13154/294-9734).
- [Vos22] Rödiger Voss. *Wissenschaftliches Arbeiten: ... leicht verständlich!* utb GmbH, Juni 2022. ISBN: 978-3-83-858812-4. DOI: [10.36198/9783838588124](https://doi.org/10.36198/9783838588124).



# Einsatz von Künstlicher Intelligenz

Den Einsatz von KI sollten Sie unbedingt vorab mit dem Betreuer absprechen!  
Manche Dozierende wünschen sich so eine Deklaration auch am *Anfang* der Arbeit.

Beim Erstellen dieser Arbeit kamen Werkzeuge mit künstlicher Intelligenz in folgendem Umfang und in folgenden Teilen der Arbeit zum Einsatz:

Tabelle 1: Erklärung zur Nutzung generativer KI-Systeme nach Beitragsbereichen

Beitragsbereich	Eingesetzte KI-Systeme	Beschreibung der Verwendungsweise und Einhaltung guter wissenschaftlicher Praxis
Konzeption		
Erhebung und Auswertung der Literatur		
Datenerhebung		
Aufarbeitung der Daten		
Auswahl der Methodik		
Programmierung	Copilot	teilweise Inline-Codevorschläge nach Prüfung übernommen
Analyse und Auswertung		
Interpretation der Ergebnisse		
Erstellung von Visualisierungen		
Strukturierung des Texts		
Formulierung von Text	ChatGPT	Kapitel 1, Entwurf der Einleitung
Überarbeitung von Text	Grammarly, DeepL	Grammatik- und Rechtschreibprüfung für die gesamte Arbeit
Andere Beiträge		bspw. Bildgenerierung

Sie können Bereiche hinzufügen, präzisieren oder nicht anwendbare Bereiche entfernen. Wichtig ist, dass Sie *transparent* den *Umfang* der Nutzung deklarieren, bspw. mit einer solchen Transparenzerklärung. Damit schützen Sie sich vor Vorwürfen, bei der Arbeit gegen die Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis verstoßen zu haben.

Ich erkläre dass ich die generierten Inhalte umfänglich verifiziert habe, und für alle durch den Einsatz von generativer KI verursachten inhaltlichen Fehler die wissenschaftliche Verantwortung übernehme.

Eine Nichtangabe der Nutzung von KI stellt ggf. den Einsatz unerlaubter Hilfsmittel (vgl. Eidesstattliche Versicherung!) dar, und kann dazu führen dass die Abschlussarbeit mit ungenügend bewertet wird, und Sie im schlimmsten Fall diese auch nicht wiederholen können (siehe bspw. Urteil <https://www.rv.hessenrecht.hessen.de/bshe/document/LARE26000432>).

## Weitere verwendete Hilfsmittel

Folgende weitere Hilfsmittel wurden beim Erstellen der Arbeit eingesetzt:

- Texteditor, Rechtschreibprüfung, Grammatikprüfung im üblichen Umfang müssen nicht erwähnt werden.
- Entwicklungsumgebung, Versionskontrollsystem etc. müssen im Normalfall ebenfalls nicht erwähnt werden, KI-Funktionen allerdings schon.
- Programmiersprachen, -Versionen, etc., sofern nicht vorne bereits erwähnt, können Sie hier natürlich aufzählen, aber es ist viel eleganter wenn Sie den verwendeten Quellcode mit abgeben, inkl. README um ihre Ergebnisse zu reproduzieren – das reicht.

Wenn die Liste leer ist, können Sie diesen Abschnitt natürlich auch weglassen. Im Zweifelsfalle die Betreuer\*innen fragen!

## Eidesstattliche Versicherung

Laden Sie die aktuelle Erklärung vom Dezernat 4.3 herunter, und unterzeichnen Sie diese.

<https://www.tu-dortmund.de/eidesstattliche-versicherung>

Sie können die Datei dann hier per `\includepdf{Eidesstattliche_Versicherung.pdf}` einbinden (siehe source).