



universität
uulm

Here you can insert the title of your seminar paper

First Student

Second Student

Seminar: Einführung in die Algorithmik
Algorithmen in der Aussagenlogik und Beweiskomplexität

Betreuer: Jacobo Torán und Florian Wörz

23. März 2022

Zusammenfassung

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Hauptteil	3
2.1	Definitionen	3
2.2	Lemmata, Theoreme und Korollare mit und ohne Beweis	3
2.3	Formeln	4
2.4	Referenzen, Quellen, Literatur	5
2.5	Übersetzung der TeX-Datei in eine PDF-Datei	7
2.6	Weitere Formatbefehle	7
3	Abbildungen	8
4	Pseudocode	8
5	Tabellen	8
6	Ausblick	9
	Literatur	10

1 Einleitung

Eure Arbeit braucht eine *Einleitung*, welche dem Leser einen Überblick über das Thema gibt. Es bietet sich an hier auch „related work“ abzuhandeln – also wichtige Vorarbeiten, die man sich eventuell anschauen muss. Im Quelltext könnt ihr sehen, wie kursiv hervorgehoben wird (wir unterstreichen nichts!), sowie deutsche Anführungszeichen und Gedankenstriche gesetzt werden (immer als Halbgeviertstriche im Deutschen!).

2 Hauptteil

Danach geht es an den Hauptteil. Für gewöhnlich werden im Hauptteil zunächst die Formalismen abgehandelt. So müsst ihr hier z. B. relevante Definitionen liefern und könnt auch gleich das eine oder andere Lemma angeben (und i. d. R. beweisen). Beachte: Abkürzungen, wie z. B. werden mit halben Leerzeichen gesetzt! Evtl. könnt ihr euch ja hierfür eine eigene Abkürzung definieren. Danach verwendet ihr die eingeführten Begrifflichkeiten, um das Problem zu beschreiben und einen Lösungsansatz vorzustellen (oftmals in Form von evtl. mehreren Algorithmen).

2.1 Definitionen

Eine Definition wird normalerweise besonders gekennzeichnet (übertreibt dies nicht, Trivialitäten wie unten will man normalerweise nicht in einer wissenschaftlichen Arbeit sehen).

Definition 1 (Die natürlichen Zahlen und Summen). Im folgenden bezeichnen wir die *natürlichen Zahlen* mit dem Symbol \mathbb{N} . Die Zahl 0 ist nicht in \mathbb{N} enthalten. Die *Summe zweier natürlicher Zahlen* $a, b \in \mathbb{N}$ notieren wir mit $a + b$.

Hier beginnt ein neuer Absatz. Man sieht dies am Einzug. Definitionen können unter Umständen sehr lang werden. Wichtig ist, dass im Rahmen einer Definition alle verwendeten Symbole eingeführt werden. Normalerweise definiert man Begriffe, um diese im Text oder in Lemmata und Theoremen verwenden zu können. Wichtig ist ebenfalls eine Definition nicht mit einem Satz zu vermischen.

2.2 Lemmata, Theoreme und Korollare mit und ohne Beweis

Der Unterschied zwischen Lemmata, Theoremen, und Korollaren ist wie folgt.

Lemma 2. *Im Folgenden bezeichnen wir einen Hilfssatz, der eine vergleichsweise einfache Aussage oder Einsicht feststellt, als ein Lemma. Oftmals sind Beweise zu Lemmata nur wenige Zeilen lang.*

Wollen wir ein Lemma (oder andere Matheumgebungen wie Definition, Theorem, o. Ä.) besonders benennen, so ist dies auch möglich.

Lemma 3 (Lemma von Fatou). *Das Lemma von Fatou ist eine Aussage aus der Maßtheorie.*

Theorem 4. Weiterhin bezeichnen wir zentrale Aussagen, die zumeist lange und recht komplexe Beweise benötigen, als ein Theorem (oder einen Satz). Vergleichsweise häufig werden zum Beweisen von Theoremen diverse Lemmata angewendet.

Satz 5. Dies ist ein Satz. Ein Satz ist nicht ganz so wichtig wie ein Theorem. Theorem sind die zentralen Aussagen der Arbeit. Es sollte nur wenige Theoreme geben.

Bemerkung 6. Das ist eine Bemerkung. Sie ist aufrecht gesetzt.

Korollar 7. Zu guter Letzt bezeichnen wir einfache Aussagen, die sich direkt aus Theoremen oder Lemmata ergeben als Korollare. Korollare folgen oft als Spezialfälle von allgemeiner formulierten Sätzen.

Eine einfacher Hilfssatz kann wie folgt aussehen.

Lemma 8. Seien $a, b \in \mathbb{N}$ und sei $c := a + b$, so ist $c \geq a$ und $c \geq b$.

Beweis. Wir führen einen Beweis durch Widerspruch unter der Annahme $c < a$ (der Fall $c < b$ folgt analog). Dann wäre

$$c < a \iff a + b - a < 0 \iff b < 0. \quad (1)$$

Widerspruch zur Voraussetzung mit $b \in \mathbb{N}$ wegen Definition 4. Man beachte die Referenz auf die Definition und das „Beweisendezeichen“ auf der rechten Seite (wird automatisch generiert). Die Referenznummer binden wir mit einer Tilde an das Wort „Definition“, um einen Zeilenumbruch an dieser Stelle zu verhindern! Die Referenz ist klickbar und rot eingefärbt. \square

Theoreme und Korollare können in analoger Weise gesetzt werden. Möchte man einen Beweis weglassen (weil zu trivial oder kein Platz) so lässt man einfach die Beweisumgebung weg.

Ganz wichtig: Text in Definitionen, Beispielen, etc. wird aufrecht gesetzt (mit dem zu definierenden Wort kursiv); Text in Sätzen, Lemmata, Theoremen, etc. wird kursiv gesetzt.

2.3 Formeln

Das Textsatzsystem L^AT_EX wurde entwickelt, um die wissenschaftliche Textverarbeitung zu erleichtern. Dazu gehört, dass man Formeln in angemessener Art und Weise setzen kann. Dies kann wie folgt geschehen (zweizeilig):

$$\mathcal{H}_{T,n} = \frac{1}{n} \ln \left[\sum_{\nu \in \mathbb{S}^n} e^{-E_{SK}(\nu)/T} \right] \quad (2)$$

$$= \frac{1}{n} \ln \left[\sum_{\nu \in \mathbb{S}^n} \exp \left(\frac{1}{T} \sum_{\{i,j\} \in C} J_{i,j} \nu_i \nu_j + \frac{M}{T} \sum_{i=1}^n \nu_i \right) \right]. \quad (3)$$

Oder aber:

$$\pi = 4 \cdot \arctan(1) \approx 3.14159265359. \quad (4)$$

Jetzt eine unnummerierte Gleichung (bitte nur Gleichungen nummerieren, die auch referenziert werden):

$$\text{Text im Gleichungsmodus: } a_1 \cdot \dots \cdot a_n = \prod_{i=1}^n a_i.$$

Und hier unser eigens definierter Operator (siehe Quellcode):

$$\operatorname{arsinh} x = \log(x + \sqrt{x^2 + 1}).$$

Wir benutzen Klammern nur, wenn es nötig ist.

Man beachte: Es ist auch möglich logische Operationen oder Quantoren zu verwenden.

$$F \in \text{SAT} : \iff \exists \alpha : \forall C \in F : \exists \ell \in C : \alpha(\ell) = 1. \quad (5)$$

Hier etwas Logik:

$$F = (v_1 \vee v_2 \vee v_3) \wedge (\neg v_1 \vee \neg v_2 \vee \neg v_3).$$

Wichtig: Für ein „ell“ schreiben wir im Mathemodus niemals l (Verwechslungsgefahr!), sondern ℓ . Manchmal ist es hilfreich, wenn man eine Formel im Text referenziert. Beispielsweise zeigt Gleichung (4) wie man mit jeder halbwegs modernen Programmiersprache die Kreiszahl π näherungsweise bestimmen kann. Für die Referenz einer Gleichung benutzt man `\eqref{label}` – damit werden direkt die runden Klammern gesetzt.

Mathematische Ausdrücke in einem Fließtext können durch zwei \$ Zeichen eingebunden werden. So wird die Formel $f(n) = \sum_{i=1}^n i$ durch den Ausdruck `$f(n)=\sum_{i=1}^n i$` erzeugt. Soll die Formel vom Fließtext abgehoben werden, wie zum Beispiel

$$f(n) = \sum_{i=1}^n i,$$

kann das durch `\begin{equation*} ... \end{equation*}` gewonnen werden.

Analog erfolgt die Verwendung von Lemmata, Definitionen, usw.:

```
\begin{lemma}[optional mit Titel]
Hier steht das Lemma.
\end{lemma}
```

Sicherlich sind viele weitere Dinge über L^AT_EX zu erwähnen. Das Internet wird aber die meisten Fragen beantworten können. Wie genau z. B. die Befehle für bestimmte Symbole sind, könnt ihr im Internet nachsehen¹. Siehe beispielsweise <https://de.wikipedia.org/wiki/Hilfe:TeX>.

2.4 Referenzen, Quellen, Literatur

In einem wissenschaftlichen Artikel müssen alle Quellen, mit denen der Autor gearbeitet hat, klar angegeben werden. Weiterhin müssen alle wesentlichen Aussagen (wie Lemmata, Theoreme, oder Abbildungen) mit einer Quelle belegt

¹Lohnenswert ist auch nach „Detexify L^AT_EX handwritten symbol recognition“ zu googeln. Das ist übrigens eine Fußnote!

werden (falls der Autor diese Aussage nicht selbst erarbeitet hat). Das simple Kopieren von Bildern ist in der Regel nicht zulässig. Das „Belegen mit einer Quelle“ erfolgt durch ein Zitat. Es kann bisweilen vorkommen, dass man mehr als eine Quelle angeben muss.

Theorem 9 (Cook-Levin Theorem, [1, 2]). *Die Sprachen SAT und k -SAT (mit $k \geq 3$) sind NP-vollständig.*

Soll eine Aussage im Fließtext belegt werden so genügt es das Zitat an das Ende des Satzes oder des Paragraphen zu stellen [1]. Quellen referenziert man mit `\cite{...}`. Das Literaturverzeichnis ist hier in der externen Datei `references.bib` hinterlegt. Der Inhalt der Datei:

```
@inproceedings{Cook71TheComplexityOf,
author    = {Stephen A. Cook},
title     = {The Complexity of Theorem-Proving Procedures},
booktitle = {Proceedings of the 3rd Annual {ACM} Symposium
              on Theory of Computing ({STOC}~'71)},
pages     = {151\nobreakdash--158},
year      = {1971},
url       = {https://doi.org/10.1145/800157.805047},
doi       = {10.1145/800157.805047},
}

@article{Levin73UniversalSearchProblems,
author    = {Levin, Leonid A.},
title     = {Universal Search Problems},
journal   = {Problems of Information Transmission},
number    = {3},
volume    = {9},
pages     = {115\nobreakdash--116},
year      = {1973},
}

@book{ST12SAT,
author    = {Uwe Sch{\o}ning and
              Jacobo Tor{\a}n},
title     = {Das Erf{\u}llbarkeitsproblem {SAT} --
              Algorithmen und Analysen},
series    = {Mathematik f{\u}r Anwendungen},
volume    = {1},
publisher = {Lehmann},
year      = {2012},
}
```

Das Literaturverzeichnis ist dann am Ende der Arbeit eingebunden. Hier ein Beispielzitat für ein Buch: [3]. Um Literaturangaben zu bekommen empfiehlt sich <https://dblp.uni-trier.de/>. Die Einträge kann man als BibTeX exportieren. Der Originaleintrag für [1] sieht zum Beispiel wie folgt aus:

```
@inproceedings{DBLP:conf/stoc/Cook71,
author    = {Stephen A. Cook},
```

```

title      = {The Complexity of Theorem-Proving Procedures},
booktitle  = {Proceedings of the 3rd Annual {ACM} Symposium
              on Theory of Computing,
              May 3-5, 1971, Shaker Heights, Ohio, {USA}},
pages      = {151--158},
year       = {1971},
crossref   = {DBLP:conf/stoc/STOC3},
url        = {https://doi.org/10.1145/800157.805047},
doi        = {10.1145/800157.805047},
timestamp  = {Mon, 26 Nov 2018 15:05:57 +0100},
biburl     = {https://dblp.org/rec/conf/stoc/Cook71.bib},
bibsource  = {dblp computer science bibliography, https://dblp.org}
}

```

Wie man sieht sind oft „unnötige“ Informationen wie `timestamp`, `biburl`, `bibsource` enthalten. Man sollte auf jeden Fall den `booktitle` bei Proceedings (Konferenzbände) in ein einheitliches Format bringen. Wir verwenden das folgende, bewährte Format (für eine Konferenz im Jahre 1999):

```

Proceedings of the nth Conference on Some Topic
({GROSSBUCHSTABENABKUERZUNG}~'99)

```

Insbesondere lassen wir den Austragungsort und das Austragungsdatum der Konferenz weg.

2.5 Übersetzung der TeX-Datei in eine PDF-Datei

Ein pdf-Dokument wird z. B. mit einer Kommandozeile durch den Befehl

```
pdflatex ausarbeitung.tex
```

generiert. Damit alle Referenzen korrekt aufgelöst werden (wie bspw. die Referenz auf die Definition oben oder die Referenz auf eine Quelle), ist in der Regel eine zweifache Übersetzung notwendig. `TeXstudio` oder ähnliche Programme machen euch das Leben leichter!

2.6 Weitere Formatbefehle

Eine Aufzählung lässt sich realisieren z. B. mit:

1. Erstens
2. Zweitens

Bulletpoints mit

- Erstens
- Zweitens

Eine Description mit

Stichwort Text.

Anderes Stichwort Wichtiger Text.

3 Abbildungen

Man kann in L^AT_EX ganz bequem Abbildungen einsetzen.



Abbildung 1: Testunterschrift. Lots-of-text wird von L^AT_EX automatisch umgebrochen und mit ausreichendem Abstand zum Folgetext versehen.

Solche Bilder wie in Abbildung 1 gezeigt müssen nicht im JPG-Format vorliegen. Man kann auch PNG, PDF, etc. verwenden. Weitere Informationen findet man z. B. auf der Seite https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Floats,_Figures_and_Captions. Solltet ihr Abbildungen aus anderen Arbeiten oder dem Internet übernehmen wollen, so *müsst* ihr diese selber nachzeichnen. Einfach copy-and-paste ist aus Urheberrechtsgründen nicht erlaubt. Referenzieren müsst ihr die Quelle in jedem Fall.

4 Pseudocode

Weiterhin kann man ganz bequem Pseudocode einsetzen. Siehe hierzu Algorithmus 1. Eine vollständige Einführung findet sich in der Dokumentation <https://ctan.org/pkg/algorithm2e> von Algorithm2e.

Verwendet im Pseudocode bitte keine Terminationssymbole wie „;“ oder Ähnliches. Der Mensch ist kein Compiler! Zudem soll Pseudocode die wesentliche Idee hinter einem Algorithmus verdeutlichen. Setzt bitte keine Programme die man tatsächlich kompilieren kann!

5 Tabellen

Tabellen kann man wie folgt setzen.

Head1	Head2	Head3	Head4	Head5	Head6	Head7
1	stuff	aoeuc	eoiaeo	aoeuaoeua	1234567890	Text.
2	stuff	3&4c	eoiaeo	3&4c	eoiaeo	3&4c

Tabelle 1: Stuff.

Auch hier gilt: Solltet ihr Tabellen aus anderen Arbeiten übernehmen wollen so *müsst* ihr diese selber nachbauen und dann *unbedingt referenzieren*.


```
Data: Artikel
Result: Wie viele Abschnitte verstanden wurden
Initialisierung:
 $u := 0$ 
der erste Abschnitt wird der momentane Abschnitt
while nicht am Dokumentende angelangt do
  lese den momentanen Abschnitt
  if Abschnitt verstanden then
    gehe zum nächsten Abschnitt
    der nächste Abschnitt wird der momentane Abschnitt
    erhöhe den Verständniszähler  $u := u + 1$ 
  else
    | gehe zurück zum Anfang des Abschnitts
  end
end
return  $u$ 
```

Algorithm 1: Der Studenten-Artikel-Lese-Algorithmus.

Sind wir ehrlich, müssen wir uns eingestehen: Die obige Tabelle ist hässlich!
Daher verwendet ihr am besten `booktabs`.²

6 Ausblick

Am Schluss der Ausarbeitung kommt gegebenenfalls ein Ausblick. Hier kann zum Beispiel auch auf Schwächen und Stärken des Ansatzes eingegangen werden. Offene Fragen und mögliche Weiterentwicklungen sind angebracht.

²Siehe die Präsentation <https://www.inf.ethz.ch/personal/markusp/teaching/guides/guide-tables.pdf>.

Literatur

- [1] Cook, Stephen A.: *The Complexity of Theorem-Proving Procedures*. In: *Proceedings of the 3rd Annual ACM Symposium on Theory of Computing (STOC '71)*, Seiten 151–158, 1971. <https://doi.org/10.1145/800157.805047>.
- [2] Levin, Leonid A.: *Universal Search Problems*. Problems of Information Transmission, 9(3):115–116, 1973.
- [3] Schöning, Uwe und Jacobo Torán: *Das Erfüllbarkeitsproblem SAT – Algorithmen und Analysen*, Band 1 der Reihe *Mathematik für Anwendungen*. Lehmann, 2012.