

Titel der Arbeit, bei Bedarf auch zweizeilig

Untertitel der Arbeit, auch mehrzeilig oder ganz weglassen.

Name:	Vorname Nachname
Matrikelnummer:	123 45678
Abgabedatum:	12.08.2021
Betreuer und Gutachter:	Name des Betreuers und ersten Gutachters Universität Rostock Fakultät
Gutachter:	Name des zweiten Gutachters Universität Musterstadt Fakultät

Zusammenfassung

Platz für eine kurze Zusammenfassung.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	III
Algorithmenverzeichnis	III
Verzeichnis der Listings	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
Symbolverzeichnis	VII
1. Einleitung	1
2. Die Faltung	2
2.1. Die Faltungsoperation	2
2.2. Motivation der Faltung	4
3. Weiteres Kapitel	6
3.1. Umgebungen und Formeln	6
3.2. Aufzählung und Nummerierung	7
3.3. Tabellen	7
3.4. Bilder	7
3.4.1. Einzelnes Bild	7
3.4.2. Mehrere Bilder	8
3.5. TikZ	8
3.5.1. Einfache Grafiken	9
3.5.2. Graphen und ähnliches	9
4. Ein letztes Kapitel	10
4.1. Weiteres Korollar	10
4.2. Pseudocode	10
4.3. Zitate	10
Literatur	12
A. Anhang	i
A.1. Listings	i
A.2. Biber	i

Abbildungsverzeichnis

2.1.	Es wird die Merkmalskarte $S \in \mathbb{R}^{3 \times 3}$ mit den Parametern $h, w = 5, k_h = k_w = 3, s_h = s_w = 1$ und $p_h = p_w = 1$	4
2.2.	Es wird die Merkmalskarte $S \in \mathbb{R}^{3 \times 3}$ mit den Parametern $h, w = 5, k_h = k_w = 3, s_h = s_w = 2$ und $p_h = p_w = 1$ berechnet.	5
3.1.	Vektorgrafiken sind toll. Scrolle mal in mich rein!	8
3.2.	Vergleich verschiedener Schnecken	8
3.3.	Beispiel eines mit TikZ erzeugten Bildes	9
3.4.	Datenreihen mittels TikZ visualisiert	9

Tabellenverzeichnis

3.1. Einfache Tabelle	7
3.2. Nicht mehr ganz so einfache Tabelle	7

Algorithmenverzeichnis

1.	How to write algorithms	10
----	-----------------------------------	----

Verzeichnis der Listings

A.1. C Code - direkt eingefügt	i
A.2. Java Code - über externe Datei eingefügt	i

Abkürzungsverzeichnis

RNN	Rekurrentes Neuronales Netz	6
-----	---------------------------------------	---

Symbolverzeichnis

\mathcal{C}	Confidence Matrix	6
---------------	-----------------------------	---

1. Einleitung

Es mag euch wundern, dass die Einleitung in einem separaten File abgelegt ist. Dies muss natürlich nicht so sein. Es könnte aber bei einer langen Abschlussarbeit durchaus die Übersichtlichkeit erhöhen, wenn ihr für verschiedene Kapitel einzelne Dateien anlegt und diese mittels

```
\input{<DateiName>}
```

oder

```
\include{<DateiName>}
```

einfügt.

Verwendet keine Umlaute oder Leerzeichen in Dateinamen.

`input` fügt den Text direkt an die Stelle des `input`-Befehls ein.

`include` fügt den Text auf einer neuen Seite ein.

2. Die Faltung

In diesem Kapitel wird erläutert, wie die Faltung (engl. *convolution*) bei CNNs zu verstehen ist und wie diese Operation bei diesen neuronalen Netzen motiviert wird. In diesem Zusammenhang werden Begriffe wie Merkmalskarten (engl. *feature maps*) und Filter (engl. *kernels*) eingeführt. Des Weiteren wird die Arithmetik der Faltungsoperation für zweidimensionale Eingaben, repräsentiert durch Matrizen, erklärt und das Verfahren *padding* beziehungsweise das Nutzen von *strides* erläutert. Das gesamte Kapitel wird mit konkreten Beispielen begleitet, um die verschiedenen Effekte der Faltungsoperation zu beleuchten.

2.1. Die Faltungsoperation

In der Analysis ist die Faltung ein mathematischer Operator und liefert für zwei Funktionen f und g die Funktion $f * g$, wobei mit dem Sternchen die Faltungsoperation gemeint ist.

Definition 1 (Faltung). Für zwei Funktionen $f, g : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{C}$ ist die Faltung als

$$(f * g)(x) := \int_{\mathbb{R}^n} f(\tau)g(x - \tau)d\tau$$

definiert, wobei gefordert wird, dass das Integral für fast alle x wohldefiniert ist.

Bei klassischen neuronalen Netzen, siehe Kapitel ?? werden Eingabedaten durch eine Verkettung von affinen Transformationen verarbeitet. Typischerweise wird die Eingabe als Vektor dargestellt und mit einer Matrix multipliziert, gegebenenfalls mit einem Biasvektor manipuliert und schließlich so die Ausgabe generiert. Bilder-, Audio- oder Videoaufnahmen besitzen jedoch mehrere Merkmale in unterschiedlichen Achsen. Oft sind solche Eingabedaten im Bereich des Machine-Learnings als mehrdimensionale Arrays abgelegt, welche eine oder mehrere Achsen repräsentieren, wobei die Ordnung dieser eine Rolle spielt. Bei digitalisierten Bildern sind das beispielsweise die Höhe und Breite des Bildes, bei Audioaufnahmen gibt es nur eine Achse, und zwar die Zeitachse. Hinzu kommen Kanalachsen als weitere Verfeinerung der Daten, zum Beispiel besitzen RGB-Farbbilder drei Kanäle der Farben rot, grün und blau.

Diese speziellen Eigenschaften können bei affinen Transformationen nicht berücksichtigt werden. Alle Merkmale sowie Achsen werden gewissermaßen gleich behandelt und die wesentliche topologische Struktur kann so nicht zum Vorteil ausgenutzt werden. Hier soll nun die sogenannte diskrete Faltung Abhilfe schaffen.

Definition 2 (Diskrete Faltung). Für zwei Funktionen $f, g : D \rightarrow \mathbb{C}$ mit einem diskreten Definitionsbereich $D \subseteq \mathbb{Z}^n$ ist die diskrete Faltung als

$$(f * g)(n) := \sum_{k \in D} f(k)g(n - k)$$

definiert. Hier wird über dem gesamten Definitionsbereich D summiert. Ist D beschränkt, werden f beziehungsweise g durch Nullen fortgesetzt.

Besonders bei der Bildverarbeitung wird oft die diskrete Faltung als lineare Operation verwendet.

Definition 3 (Matrixfaltung, vgl. [gruening]). Für gegebene Matrizen $X \in \mathbb{R}^{h \times w}$ und $K \in \mathbb{R}^{k_h \times k_w}$ seien

$$h_l = \begin{cases} \lfloor k_h/2 \rfloor & , k_h \text{ ungerade} \\ k_h/2 - 1 & , \text{sonst} \end{cases}, \quad w_l = \begin{cases} \lfloor k_w/2 \rfloor & , k_w \text{ ungerade} \\ k_w/2 - 1 & , \text{sonst} \end{cases}.$$

Die Matrixfaltung $K * X \in \mathbb{R}^{h \times w}$ ist als

$$(K * X)_{i,j} := \sum_{l=-h_l}^{\lfloor k_h/2 \rfloor} \sum_{m=-w_l}^{\lfloor k_w/2 \rfloor} K_{l+h_l+1, m+w_l+1} X_{i+l, j+m} \quad \forall i \in [h], j \in [w] \quad (2.1)$$

mit $X_{i,j} = 0$ für $i \notin [h]$ und $j \notin [w]$ definiert.

Bemerkung 1. Die Matrixfaltung kann durch viele weitere Parameter genauer spezifiziert werden. Sogenannte *strides* bestimmen die Reduktion bei der Faltung von X in der Höhe h beziehungsweise Breite w . Für strides $s_h, s_w \in \mathbb{N}$ ist die Matrixfaltung als

$$(K * X)_{i,j} := \sum_{l=-h_l}^{\lfloor k_h/2 \rfloor} \sum_{m=-w_l}^{\lfloor k_w/2 \rfloor} K_{l+h_l+1, m+w_l+1} X_{i \cdot s_h + l, j \cdot s_w + m} \quad \forall i \in [h], j \in [w].$$

Für $s_h = s_w = 1$ ergibt sich die Standardvariante wie in 2.1.

Im Folgenden werden konkrete Beispiele für verschiedene zweidimensionale Faltungen, welche in dieser Arbeit im Fokus stehen, gegeben. Dabei sind die Eingabe $X \in \mathbb{R}^{h \times w}$ und der Filter $K \in \mathbb{R}^{k_h \times k_w}$ immer als Matrizen zu verstehen. Das Ergebnis der Faltung wird als Merkmalskarte bezeichnet. Es sei angemerkt, dass oft $k_h = k_w$ sowie k_h ungerade gewählt wird, z.B. $k_h = 3$ oder $k_h = 5$. Die Größe der Merkmalskarte wird durch die Parameter

- h, w : Die Höhe und Breite der Eingabe,
- k_h, k_w : Die Abmessungen des Filters,
- s_h, s_w : Die Wahl der strides,
- p_h, p_w : Die Größe des zero paddings

beeinflusst. Mit zero padding ist gemeint, dass künstliche Nullen um Randpixel der Eingabe X eingefügt werden, damit die Berechnung mit dem Filter um jene Pixel gelingt. In Abbildung 2.1 ist die Berechnung einer einfachen zweidimensionalen Matrixfaltung dargestellt. Ein vorher festgelegter Filter (grau) bewegt sich über die Eingabe (blau) und berechnet jeweils die Einträge der Ausgabe (grün). Ein Beispiel für das Verwenden von zero padding wird in Abbildung 2.2 gezeigt.

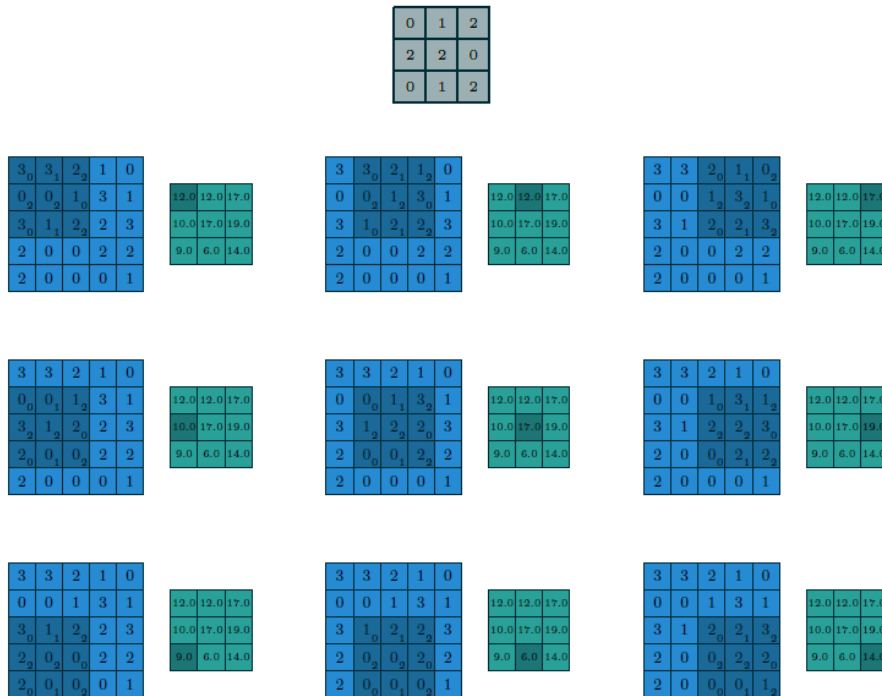


Abbildung 2.1.: Es wird die Merkmalskarte $S \in \mathbb{R}^{3 \times 3}$ mit den Parametern $h, w = 5, k_h = k_w = 3, s_h = s_w = 1$ und $p_h = p_w = 1$.

2.2. Motivation der Faltung

.. Sie nutzt wichtige Konzepte zur Optimierung von Machine-Learning-Verfahren wie spärliche Konnektivität (engl. *sparse connectivity*), *Parameter Sharing* und *äquivariante Repräsentation*, vgl. [goodfellow]. Spärlicher Konnektivität bedeutet, dass die Ausgabeeinheit auf einer bestimmten Schicht nur durch wenige Eingabeeinheiten beeinflusst wird. Dies ist bei CNNs typisch, da meist die verwendeten Filter viel kleiner als die Eingabe ist. Noch mehr erklären + Abbildung

Mit Parameter Sharing ist die Nutzung von gleichen Parametern für mehrere Funktionen im neuronalen Netz gemeint. In herkömmlichen Feed-Forward-Netzen wird jedes Element der Gewichtsmatrizen für die Berechnung der Aktivierungen der jeweiligen Schichten verwendet. Anschließend werden diese Gewichte dann nicht mehr gebraucht.

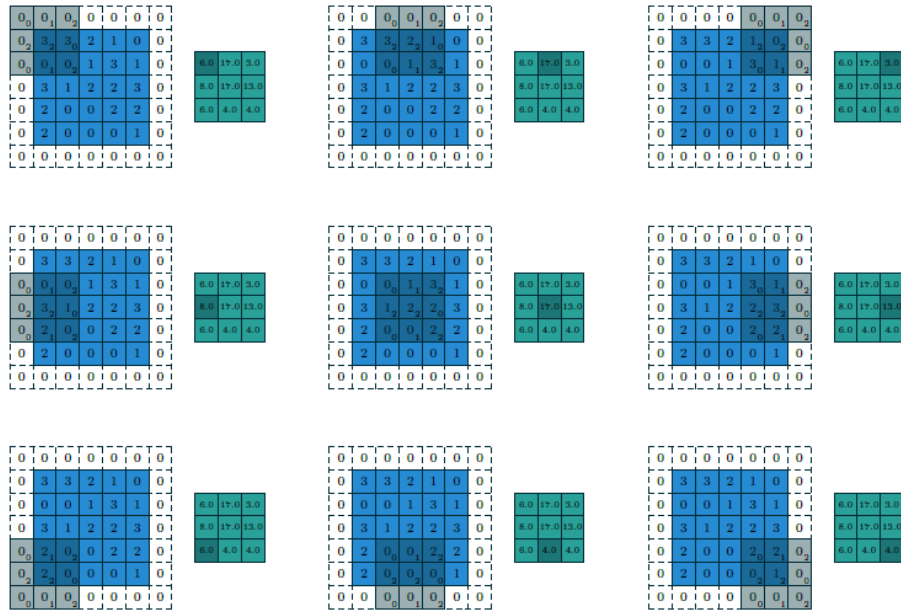


Abbildung 2.2.: Es wird die Merkmalskarte $S \in \mathbb{R}^{3 \times 3}$ mit den Parametern $h, w = 5, k_h = k_w = 3, s_h = s_w = 2$ und $p_h = p_w = 1$ berechnet.

Im Zusammenhang von CNNs bedeutet Parameter Sharing während der Faltungsoperation, dass nur eine bestimmte Menge von Parametern erlernt werden müssen. Noch mehr erklären + Abbildung

3. Weiteres Kapitel

Hier wird dies und das vorgestellt. Unter anderem Fußnoten.¹

3.1. Umgebungen und Formeln

Definition 4. ... heißt Rekurrentes Neuronales Netz (RNN).

Bemerkung 2. Bei jeder weiteren Verwendung der Abkürzung wird nur die Kurzform angezeigt: RNN.

Bemerkung 3. Die Verwendung des Symbolverzeichnisses ist analog der des Abkürzungsverzeichnisses, siehe Confidence Matrix (\mathcal{C}).

Annahme 1. Eine kluge Annahme ...

Hilfssatz 1. Ein kluger Hilfssatz ...

Satz 1. Ein kluger Satz ...

Korollar 1. Ein kluges Korollar ...

Proposition 1. Eine kluge Proposition ...

Problem 1. Ein schweres Problem ...

Beispiel 1. Ein anschauliches Beispiel ...

Definition 5. Seien $a, b \in \mathbb{C}$ definiere

$$a + b \tag{3.1}$$

als ...

Auf Formeln kann nun verwiesen werden (siehe (3.1)). Formeln können natürlich auch im normalen Text $a^2 + b^2 = c^2$ auftauchen.

$$\left. \begin{array}{l} a^2 + b^2 = c^2 \\ f = b - a \end{array} \right\} \text{ ohne Sinn} \tag{3.2}$$

$$\tag{3.3}$$

¹Dies ist eine Fußnote.

3.2. Aufzählung und Nummerierung

Für Literaturverzeichnisse siehe Kapitel 4.3, eine einfache Aufzählung geht so:

- Eins
- Zwei
- Viele

3.3. Tabellen

... gibt es viele verschiedene, z. B. Tab. 3.1 und Tab. 3.2.

Tabelle 3.1.: Einfache Tabelle

Column 1	Column 2	Column 3	Column 4
Nein	Softmax	85.0 %	87.0 %
Nein	Linear	88.8 %	85.9 %
Ja	Softmax	80.0 %	89.1 %
Ja	Linear	84.6 %	89.8 %

Tabelle 3.2.: Nicht mehr ganz so einfache Tabelle

	source prior	abs		prior		da	
	source posterior	path	ctc	path	ctc	path	ctc
gAP	normed	94.81	94.89	95.36	95.42	94.99	95.04
	unnormed	94.77		91.73	91.87	92.58	
mAP	normed	89.71	89.90	89.58	89.76	89.63	89.82
	unnormed	89.42		88.59	88.89	89.13	
gNDCG	normed	96.72	96.78	96.78	96.83	96.73	96.77
	unnormed	96.69		96.34	96.41	96.46	
mNDCG	normed	90.77	90.97	90.66	90.85	90.70	90.89
	unnormed	90.61		89.96	90.25	90.36	

3.4. Bilder

3.4.1. Einzelnes Bild

Das ist Text. Das ist Text. Das ist Text über Abb. 3.1. Das ist Text.²

²Dieser Textteil ist von wesentlicher Bedeutung

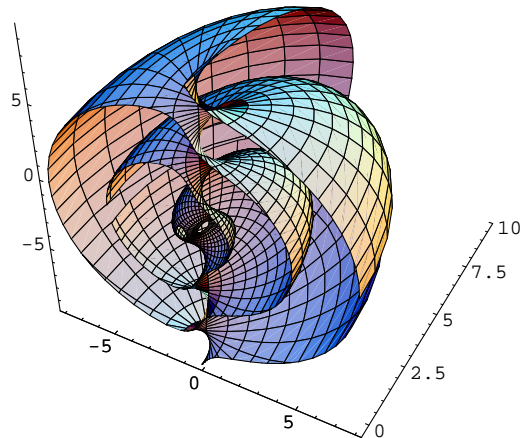
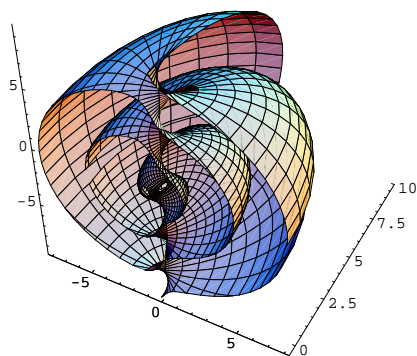
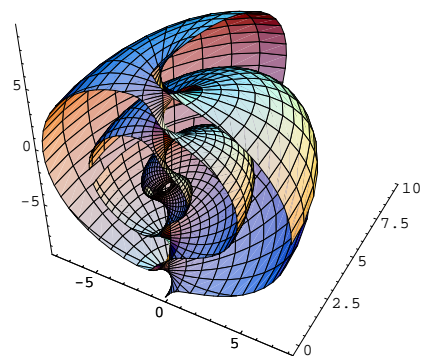


Abbildung 3.1.: Vektorgrafiken sind toll. Scrolle mal in mich rein!

3.4.2. Mehrere Bilder



(a) Schnecke 1



(b) Schnecke 2

Abbildung 3.2.: Vergleich verschiedener Schnecken

Die Schnecke aus Abb. 3.2a ist hübscher anzusehen als die aus Abb. 3.2b.

3.5. TikZ

TikZ bietet ein mächtiges Werkzeug Grafiken selber zu erzeugen.

3.5.1. Einfache Grafiken

Es gibt viele, viele Tutorials und Beispiele die leicht im Internet zu finden sind. Aber ein Beispiel sei an dieser Stelle trotzdem eingefügt, siehe Abb. 3.3.

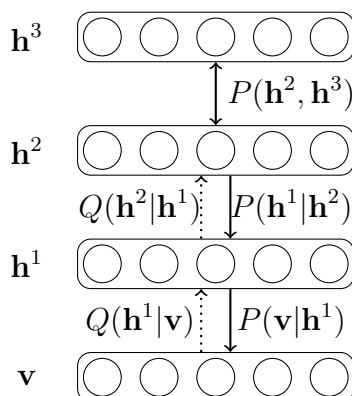


Abbildung 3.3.: Beispiel eines mit TikZ erzeugten Bildes

3.5.2. Graphen und ähnliches

Wer keine Lust hat z. B. Achsenbeschriftungen eines Matlab-Plots auf Font etc. des \LaTeX -Dokuments anzupassen, kann Datenreihen auch einfach mittels TikZ darstellen, siehe dazu Abb. 3.4. Es ist natürlich auch möglich aus z. B. Matlab oder Gnuplot Tikz Grafiken zu exportieren!

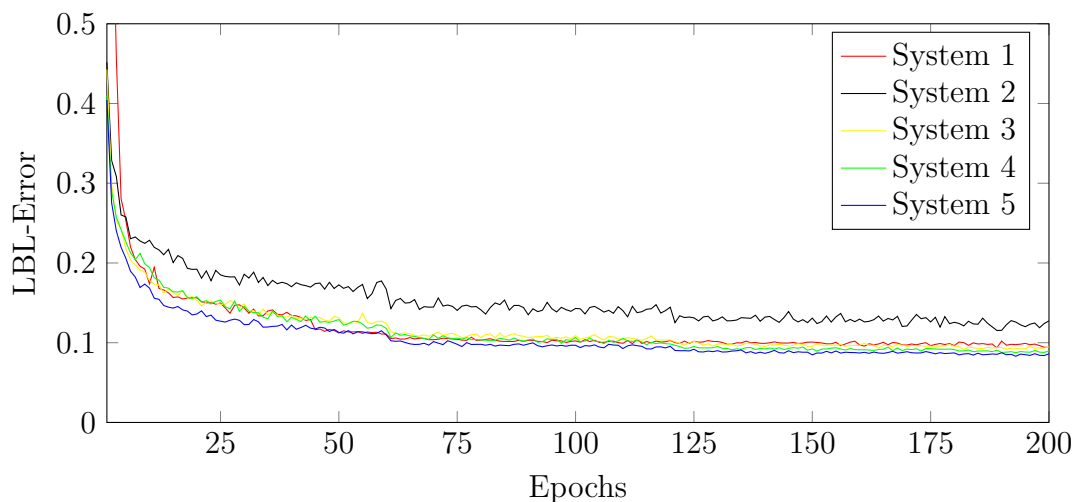


Abbildung 3.4.: Datenreihen mittels TikZ visualisiert

4. Ein letztes Kapitel

Korollar 2. *Wird für die Festlegung ...*

4.1. Weiteres Korollar

In diesem Abschnitt ...

Korollar 3. *Wird für die Festlegung ...*

Bemerkung 4. Eine vollständige ...

4.2. Pseudocode

In vielen Fällen ist es notwendig, Programmteile als Pseudocode darzustellen. Algorithmus 1 stellt ein einfaches Beispiel dar. Es gibt weitere Pakete zur Darstellung von Pseudocode, `algorithm` + `algpseudocode` sei an dieser Stelle erwähnt.

Data: this text

Result: how to write algorithm with L^AT_EX2e
initialization;

```
while not at end of this document do
  read current;
  if understand then
    go to next section;
    current section becomes this one;
  else
    go back to the beginning of current section;
  end
end
```

Algorithmus 1: How to write algorithms

4.3. Zitate

Umfangreichen Quellenangaben sollte man in einer Literaturdatenbank pflegen. Um diese in L^AT_EX zu verwenden bietet sich das Paket `biblatex` mit dem Sortierprogramm `Biber` an, da es gewisse Vorteile gegenüber dem klassischen Bib_TE_X besitzt. Die Verweise liegen in einer separaten Datei (hier: `literatur.bib`) und werden mit

`\addbibresource{<nameDerDatei>}`

eingefügt. Zitiert wird dann mittels

`\cite{key}`

was in unserem Beispiel dann so aussieht [1].

ACHTUNG: Beim ändern der `.bib`-Datei und/oder der Zitate muss mehrfach compiliert werden, damit die änderungen auch wirksam werden. Sicher geht man, wenn man die folgende Reihenfolge beachtet:

1. \LaTeX
2. Biber
3. \LaTeX
4. \LaTeX

Eine genauere Beschreibung findet Ihr im Anhang A.2.

Literatur

- [1] Otto Forster. „Analysis 1“. In: *Vieweg, Braunschweig* (1983).

Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt und ohne fremde Hilfe verfasst habe. Dazu habe ich keine außer den von mir angegebenen Hilfsmitteln und Quellen verwendet und die den benutzten Werken inhaltlich und wörtlich entnommenen Stellen habe ich als solche kenntlich gemacht.

Rostock, den 12.08.2021

Vorname Nachname

A. Anhang

A.1. Listings

Listing A.1: C Code - direkt eingefügt

```
1 #include <stdio.h>
2 #define N 10
3 /* Block
4  * comment */
5
6 int main()
7 {
8     int i;
9
10    // Line comment.
11    puts("Hello world!");
12
13    for (i = 0; i < N; i++)
14    {
15        puts("LaTeX is also great for programmers!");
16    }
17
18    return 0;
19 }
```

Listing A.2: Java Code - über externe Datei eingefügt

```
1 public class HelloWorld {
2     public String SayHello() {
3         return "Hello World!";
4     }
5 }
```

A.2. Biber

Bib \LaTeX mit Biber

Bib \LaTeX

- Formatierungen von Zitaten und Literaturverzeichnis mit \LaTeX -Befehlen
- biblatex unterstützt:
 - unterteilte Bibliographien (nach Kapitel, Überschrift, Typ, Schlüsselwort)
 - mehrere Bibliographien in einem Dokument
 - stellt mehrere Zitierstile zur Auswahl bereit
 - ersetzt folgende Einzelpakete: babelbib, bibtopic, bibunits, chapterbib, cite, inlinebib, mlbib, multibib, splitbib
- Kompatibilitätsmodus zu natbib und mcite/mciteplus
- FAQ zu biblatex
<http://projekte.dante.de/DanteFAQ/LiteraturverzeichnisMitBiblatex>

Biber

- biber ist ein backend bibliography processor für biblatex
- biber ist bibtex-Ersatz speziell für biblatex
- Vorteile:
 - löst alle bibtex-Probleme (richtige Sortierung da Unicodeunterstützung, Speicherbedarf, Kodierungen etc.)
 - <http://www.ctan.org/pkg/translation-biblatex-de>, S. 47

Einbinden von Biber in Editoren

- **TexWorks** in aktueller Version bereits enthalten
- **TeXnicCenter**
über `Ausgabe\Ausgabeprofile` definieren... im genutzten Profil, z.B. Latex -> PDF
C:\Program Files\MiKTeX 2.9\miktex\bin\x64\bibtex.exe durch
C:\Program Files\MiKTeX 2.9\miktex\bin\x64\biber.exe ersetzen

Ablauf

1. pdflatex foo.tex
2. biber foo.bcf
3. pdflatex foo.tex
4. pdflatex foo.tex

In **TexWorks** nacheinander ausführen (evtl. Anzeige per Hand aktualisieren). In **TeXnicCenter** werden 1. und 2. zusammen ausgeführt. Dann sind noch zwei Durchläufe (3. und 4. erforderlich).

Erläuterungen zum Ablauf

- in foo.tex muss biblatex mit `backend=biber` geladen sein, damit foo.bcf geschrieben wird
- *.bcf steht für `biber control file` und enthält Anweisungen
(welche bib-Datei, welche Sortierung usw.)

Literaturverwaltungsprogramm Citavi

Die Universität Rostock hat eine Campuslizenz Citavi erworben. Mit Citavi verwalten Sie Ihre Literatur, recherchieren in Fachdatenbanken und Bibliothekskatalogen, arbeiten Literatur inhaltlich auf, sammeln Zitate, organisieren Wissen, konzipieren Texte, planen Aufgaben und erstellen automatisch Literaturverzeichnisse in unterschiedlichen Zitationsstilen.

Durch die Campuslizenz haben alle Studierenden und Lehrenden unserer Hochschule die Möglichkeit, dieses leistungsfähige Programm kostenlos zu nutzen.

Weitere Details findet man unter:

<https://www.itmz.uni-rostock.de/anwendungen/software/rahmenvertraege/citavi/>

Erzeugung einer *.bib-Datei mit Citavi:

- Datei / Exportieren
- auswählen was exportiert werden soll
- beim ersten Mal Exportfilter hinzufügen: BibLatex (auswählen)
- Dateinamen angeben und Exportvorlage bei Bedarf speichern
- fertig

Beispiel einer *.tex-Datei mit Nutzung der Literaturdatenbank test1.bib

```
\documentclass[parskip=half]{scrartcl}
\usepackage[utf8]{inputenc} %select encoding
\usepackage[T1]{fontenc} % T1 Schrift Encoding
\usepackage{lmodern} % Schriftfamilie lmodern
\usepackage[ngerman]{babel}% dt. Sprache
\usepackage[babel, german=quotes]{csquotes} % einfache Handhabung von quotations

\usepackage[backend=biber]{biblatex} %biblatex mit biber laden
\ExecuteBibliographyOptions{
    sorting=nyt, %Sortierung Autor, Titel, Jahr
    bibwarn=true, %Probleme mit den Daten, die Backend betreffen anzeigen
    isbn=false, %keine isbn anzeigen
    url=false %keine url anzeigen
}
\addbibresource{test1.bib} %Bibliographiedateien laden

\begin{document}
TEXT mit Beispielen, s.~\cite{Mittelbach.2013}

\printbibliography %hier Bibliographie ausgeben lassen
\end{document}
```

Beispiel einer Literaturdatenbank test1.bib

% This file was created with Citavi 6.3.0.0

```
@book{Mittelbach.2013,
  author = {Mittelbach, Frank and Goossens, Michel and Braams, Johannes},
  year = {2013},
  title = {The LATEX companion},
  edition = {2. ed., 12. print},
  publisher = {Addison–Wesley},
  isbn = {978–0201362992},
  language = {eng},
  location = {Boston, Mass.},
  series = {Addison–Wesley series on tools and techniques for computer typesetting},
  abstract = {},
  pagetotal = {1090}
}
```