

# Titel der Arbeit

## ggf. etwas länger

Bachelorarbeit

vorgelegt am 14. Februar 2024

Fakultät Wirtschaft und Gesundheit

Studiengang Wirtschaftsinformatik

Kurs ...

von

VORNAME NACHNAME

Betreuer in der Ausbildungsstätte:

DHBW Stuttgart:

⟨ Name des Unternehmens ⟩

⟨ Titel, Vorname und Nachname ⟩

⟨ Titel, Vorname und Nachname der Betreuerin ⟩

⟨ der/des wissenschaftlichen Betreuerin/Prüferin ⟩

⟨ Funktion der Betreuerin/des Betreuers ⟩

Unterschrift der Betreuerin/des Betreuers

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>VI</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation . . . . .	1
1.2 Problemstellung . . . . .	1
1.3 Zielsetzung(ohne gneau Metriken nennen, generell halten) . . . . .	1
1.4 Forschungsmethodik . . . . .	1
1.5 Aufbau der Arbeit . . . . .	1
<b>2 Aktueller Stand der Forschung und Praxis (generell auch wiedergeben von aktuell existierenden Lösungsmustern)</b>	<b>2</b>
2.1 Ressourcenverbrauch bei KI-Modellen . . . . .	2
2.1.1 Ressourcenverbrauch bei KI-Modellen . . . . .	2
2.2 Deep Neural Network - Boltzmann Maschinen (Erstmal DNN erklären generell) .	2
2.2.1 Konzept und Anwendung des Modells . . . . .	2
2.2.2 Aktuelle Probleme mit RBM/BM . . . . .	2
2.2.3 Energiefunktion . . . . .	2
2.2.4 Training von BMs . . . . .	2
2.3 Hardwarebeschleuniger . . . . .	3
2.3.1 Aktuelle Ansätze im Bereich KI und weitere Lösungen . . . . .	3
2.3.2 ISING Maschine/ Physikinspirierter Hardwarebeschleuniger . . . . .	3
2.4 Memristor Hopfield Network . . . . .	3
2.4.1 Memristor . . . . .	3
2.4.2 Hopfield Network . . . . .	3
2.4.3 Crossbar . . . . .	3
2.4.4 Output Hopfield Network . . . . .	3
2.4.5 Noisy HNN . . . . .	3
<b>3 Zielspezifikation und Darlegung der Forschungsmethodik</b>	<b>4</b>
3.1 Zielspezifikation (genauer als in Einleitung, Metriken erwähnen, Erfolg meiner Methode bewerten, Welcher Teil der Forschungsfrage wird beantwortet?) . . . . .	4
3.2 Design Science Research . . . . .	4
3.3 Zielsetzung(ohne gneau Metriken nennen, generell halten) . . . . .	4
3.4 Laborexperiment für die Umsetzung . . . . .	4
<b>4 Implementierung/Laborexperiment der Simulator Pipeline</b>	<b>5</b>
4.1 Zielsetzung und Forschungsmethodik . . . . .	5
4.2 Aufbau der Simulator Pipeline . . . . .	5
4.3 KI-Bibliothek Scikit-Learn . . . . .	5
<b>5 Evaluation der BM auf dem physikinspiriertem Hardwarebeschleuniger</b>	<b>6</b>
5.1 Zielsetzung und Forschungsmethodik . . . . .	6

5.1.1	Prediction Accuracy . . . . .	6
5.1.2	Troughput (Samples/Sec) . . . . .	6
5.1.3	Energieverbrauch (Energy/Operation) . . . . .	6
5.2	Vergleichen mit anderen Hardwarebeschleuniger, FPGA, GPU oder CPU aus der Literatur . . . . .	6
<b>6</b>	<b>Kritische Reflexion und Ausblick</b>	<b>7</b>
6.1	Evaluation der Erkenntnisse in Bezug auf die Zielsetzung der Arbeit . . . . .	7
6.2	Kritische Reflexion der Ergebnisse und Methodik . . . . .	7
6.3	Zielsetzung(ohne gneaue Metriken nennen, generell halten) . . . . .	7
6.4	Ergebnisextration für Theorie und Praxis (evtl. mit 6.4 Zusammenlegen) . . . . .	7
6.5	Ausblick . . . . .	7
	<b>Anhang</b>	<b>8</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>10</b>

# Abkürzungsverzeichnis

Ein Abkürzungsverzeichnis ist optional. Das Paket `acronym` kann weit mehr, als hier gezeigt.<sup>1</sup> Beachten Sie allerdings, dass Sie die Einträge selbst in sortierter Reihenfolge angeben müssen.

**CRM** Customer Relationship Management

**Ergänzende Bemerkung:** Eine im Text verwendete Abkürzung sollte bei ihrer ersten Verwendung erklärt werden. Falls Sie sich nicht selbst darum kümmern möchten, kann das das Paket `acronym` übernehmen und auch automatisch Links zum Abkürzungsverzeichnis hinzufügen. Dazu ist an allen Stellen, an denen die Abkürzung vorkommt, `\ac{ITIL}` zu schreiben.

Das Ergebnis sieht wie folgt aus:

- erstmalige Verwendung von `\ac{ITIL}` ergibt: **ITIL!** (**ITIL!**),
- weitere Verwendung von `\ac{ITIL}` ergibt: **ITIL!**

Wo benötigt, kann man mit dem Befehl `\acl{ITIL}` wieder die Langfassung ausgeben lassen: **ITIL!**.

Falls man die Abkürzungen durchgängig so handhabt, kann man durch Paket-Optionen (in `_dhbw_preamble.tex`) erreichen, dass im Abkürzungsverzeichnis nur die tatsächlich verwendeten Quellen aufgeführt werden (Option: `printonlyused`) und zu jedem Eintrag die Seite der ersten Verwendung angegeben wird (Option: `withpage`).

---

<sup>1</sup>siehe <http://ctan.org/pkg/acronym>

# Abbildungsverzeichnis

1	Mal wieder das DHBW-Logo. . . . .	9
---	-----------------------------------	---

# Tabellenverzeichnis

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation

## 1.2 Problemstellung

## 1.3 Zielsetzung(ohne genaue Metriken nennen, generell halten)

## 1.4 Forschungsmethodik

## 1.5 Aufbau der Arbeit

## 2 Aktueller Stand der Forschung und Praxis (generell auch wiedergeben von aktuell existierenden Lösungsmustern)

### 2.1 Ressourcenverbrauch bei KI-Modellen

#### 2.1.1 Ressourcenverbrauch bei KI-Modellen

Nachhaltigkeit

Stromverbrauch

Rechenleistung begrenzt, KI-Modelle wachsen schneller als verfügbare Leistung

### 2.2 Deep Neural Network - Boltzmann Maschinen (Erstmal DNN erklären generell)

#### 2.2.1 Konzept und Anwendung des Modells

#### 2.2.2 Aktuelle Probleme mit RBM/BM

#### 2.2.3 Energiefunktion

#### 2.2.4 Training von BMs

Markov-Chain-Monte-Carlo-Verfahren

Metropolis Hastings

Contrastive Divergence



## 2.3 Hardwarebeschleuniger

### 2.3.1 Aktuelle Ansätze im Bereich KI und weitere Lösungen

Asics

Quantencomputing

### 2.3.2 ISING Maschine/ Physikinspirierter Hardwarebeschleuniger

Konzept (mit Energiefunktion), Probleme der Digitalrechner bzw. Unterschied zu Digitalrechner

Aktuelle Anwendung

Potentielle Einsatzgebiete für KI-Modelle

Parallelen Energiefunktion BM und ISING Maschine

## 2.4 Memristor Hopfield Network

### 2.4.1 Memristor

### 2.4.2 Hopfield Network

### 2.4.3 Crossbar

### 2.4.4 Output Hopfield Network

### 2.4.5 Noisy HNN

### 3 Zielspezifikation und Darlegung der Forschungsmethodik

3.1 Zielspezifikation (genauer als in Einleitung, Metriken erwähnen, Erfolg meiner Methode bewerten, Welcher Teil der Forschungsfrage wird beantwortet?)

3.2 Design Science Research

3.3 Zielsetzung(ohne genaue Metriken nennen, generell halten)

3.4 Laborexperiment für die Umsetzung

## 4 Implementierung/Laborexperiment der Simulator Pipeline

### 4.1 Zielsetzung und Forschungsmethodik

### 4.2 Aufbau der Simulator Pipeline

### 4.3 KI-Bibliothek Scikit-Learn

## 5 Evaluation der BM auf dem physikinspiriertem Hardwarebeschleuniger

### 5.1 Zielsetzung und Forschungsmethodik

#### 5.1.1 Prediction Accuracy

#### 5.1.2 Troughput (Samples/Sec)

#### 5.1.3 Energieverbrauch (Energy/Operation)

### 5.2 Vergleichen mit anderen Hardwarebeschleuniger, FPGA, GPU oder CPU aus der Literatur

## 6 Kritische Reflexion und Ausblick

6.1 Evaluation der Erkenntnisse in Bezug auf die Zielsetzung der Arbeit

6.2 Kritische Reflexion der Ergebnisse und Methodik

6.3 Zielsetzung(ohne gneae Metriken nennen, generell halten)

6.4 Ergebnisextration für Theorie und Praxis (evtl. mit 6.4 Zusammenlegen)

6.5 Ausblick

# Anhang

## Anhangverzeichnis

Anhang 1	So funktioniert's . . . . .	9
Anhang 1/1	Wieder mal eine Abbildung . . . . .	9

## Anhang 1: So funktioniert's

Um den Anforderungen der Zitierrichtlinien nachzukommen, wird das Paket `tocloft` verwendet. Jeder Anhang wird mit dem (neu definierten) Befehl `\anhang{Bezeichnung}` begonnen, der insbesondere dafür sorgt, dass ein Eintrag im Anhangsverzeichnis erzeugt wird. Manchmal ist es wünschenswert, auch einen Anhang noch weiter zu unterteilen. Hierfür wurde der Befehl `\anhangteil{Bezeichnung}` definiert.

In Anhang 1/1 finden Sie eine bekannte Abbildung und etwas Source Code in ??.

### Anhang 1/1: Wieder mal eine Abbildung



Abb. 1: Mal wieder das DHBW-Logo.

# Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Thema: *Mein Titel* selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Ich versichere zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

(Ort, Datum)

(Unterschrift)