



FOM University of Applied Sciences for Economics and Management

university location Cologne

Bachelor Thesis

in the study course Business Informatics

to obtain the degree of

Bachelor of Science (B.Sc.)

on the subject

**Implementation of an AI-Supported Centralized Procurement Interface to
Enhance Procurement Processes in a Large-Scale Enterprise**

by

Dominik Fey

Advisor: Prof. Dr. Bernd Ulmann
Matriculation Number: 601373
Submission: October 4, 2024

Contents

List of Figures	III
List of Tables	IV
List of Abbreviations	V
List of Symbols	VI
1 Einleitung	1
1.1 Objective	1
1.2 Structure of the Paper	1
1.3 Technical Stack Relevance	1
1.3.1 Backend Technologies	1
1.3.2 Frontend Technologies	3
1.3.3 Deployment and Infrastructure Management	4
2 Informationen vom Thesis-Day	5
2.1 Pre-Anmeldephase	5
2.1.1 Vorüberlegungen	5
2.1.2 Anregungen finden	5
2.2 Anfertigungsphase	6
2.3 Post-Abgabephase	6
3 Latex-Details	8
3.1 Verwendete Software, Editor und Zusatzpakete	8
3.1.1 Windows 8+	8
3.1.2 Mac OSX und iOS	8
3.1.3 Online	8
3.2 Dokumentenklasse	8
3.3 Grafiken	9
3.4 Quellcode	9
3.5 Tabellen	11
3.6 Biblatex	11
3.6.1 Erklärung	11
3.6.2 Beispielfußnoten	12
3.7 Abkürzungen	12
3.8 Formeln	13

3.9 Symbole	13
3.10 Glossar	14
3.11 Listen und Aufzählungen	14
3.11.1 Listen	14
3.11.2 Aufzählungen	14
3.11.2.1 Tiefste Ebene 1	14
3.11.2.2 Tiefste Ebene 2	15
3.12 Skript zum Kompilieren	15
3.13 PlantUML	15
4 Fazit	15
Appendix	16

List of Figures

Figure 1: FOM-Vorgaben zur Thesis im Online-Campus	6
Figure 2: Titel der Abbildung hier	10

List of Tables

Table 1: Beispieltabelle 1	11
--------------------------------------	----

List of Abbreviations

OC FOM Online Campus

WYSIWYG What you see is what you get

List of Symbols

A	Aufrechter Buchstabe
\mathbb{N}	Menge aller natuerlichen Zahlen ohne die Null

Glossary

Glossar In einem Glossar werden Fachbegriffe und Fremdwörter mit ihren Erklärungen gesammelt.. 14

Glossaries Glossaries ist ein Paket was einen im Rahmen von LaTeX bei der Erstellung eines Glossar unterstützt.. 14

Sperrvermerk

Die vorliegende Abschlussarbeit mit dem Titel 'Implementation of an AI-Supported Centralized Procurement Interface to Enhance Procurement Processes in a Large-Scale Enterprise' enthält unternehmensinterne Daten der Firma Deutsche Telekom AG. Daher ist sie nur zur Vorlage bei der FOM sowie den Begutachtern der Arbeit bestimmt. Für die Öffentlichkeit und dritte Personen darf sie nicht zugänglich sein.

Cologne, October 4, 2024

(Ort, Datum)

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'H' followed by a series of loops and a final flourish.

(Eigenhändige Unterschrift)

1 Einleitung

Dies soll eine \LaTeX -Vorlage für den persönlichen Gebrauch werden. Sie hat weder einen Anspruch auf Richtigkeit, noch auf Vollständigkeit. Die Quellen liegen auf Github zur allgemeinen Verwendung. Verbesserungen sind jederzeit willkommen.

1.1 Objective

Kleiner Reminder für mich in Bezug auf die Dinge, die wir bei der Thesis beachten sollten und \LaTeX -Vorlage für die Thesis.¹

1.2 Structure of the Paper

Kapitel 2 enthält die Inhalte des Thesis-Days und alles, was zum inhaltlichen erstellen der Thesis relevant sein könnte. In Kapitel 3 Latex-Details findet ihr wichtige Anmerkungen zu \LaTeX , wobei die wirklich wichtigen Dinge im Quelltext dieses Dokumentes stehen (siehe auch die Verzeichnisstruktur in Abbildung).

1.3 Technical Stack Relevance

The selection of a robust and integrated technical stack is pivotal for the successful implementation of sophisticated software solutions, particularly when developing a chatbot designed to understand and fulfill complex customer needs. The project presented in this bachelor's thesis involves the creation of a chatbot that leverages Natural Language Processing (NLP) to interpret customer inquiries and match them with relevant items from a supplier catalog. To achieve this, the backend relies on Python and Haystack, while the frontend utilizes Vue and Vuetify, and the deployment is managed through containerization and orchestration technologies like Docker and Kubernetes.

1.3.1 Backend Technologies

Python and Haystack

¹ syedQuestionAnsweringChatbot2021.

Python serves as the backbone of the application due to its extensive ecosystem and its ability to seamlessly integrate various libraries and frameworks that facilitate rapid prototyping and the development of complex data-driven functionalities. Its prominence in the fields of machine learning and data science makes it an ideal choice for implementing a chatbot that requires advanced natural language understanding (NLU) capabilities. Specifically, Python's compatibility with NLP frameworks like Haystack ensures that the chatbot can parse user inputs and perform context-aware semantic searches. This capability is crucial for accurately interpreting customer needs and mapping them to appropriate products or services in the supplier catalog.

The integration of Haystack within this project serves as a cornerstone for the development of an intelligent, search-driven chatbot, which is designed to address the intricate nature of customer inquiries. Haystack, a robust open-source Natural Language Processing (NLP) framework, employs a sophisticated Reader-Retriever architecture that harmonizes the capabilities of both information retrieval and deep semantic understanding. This dual approach capitalizes on advanced NLP methodologies to enhance the chatbot's performance in extracting pertinent information from extensive datasets(**krishnamoorthyEvolutionReadingComprehension2021**).

Notably, rather than utilizing the standard BERT model, this implementation leverages OpenAI's GPT-4 model within the Haystack framework. This allows the system to engage in nuanced contextual interpretation, thereby significantly improving the precision of semantic searches. The choice of GPT-4 is particularly advantageous in question-answering scenarios, as it allows the chatbot to comprehend the subtleties of customer queries and generate responses that are not only contextually relevant but also demonstrate a high degree of language understanding.²

Moreover, Haystack's modular architecture and extensible Application Programming Interfaces (APIs) offer a high degree of flexibility, facilitating seamless integration within the chatbot's overall architecture. This ensures that the processes of searching and retrieving supplier catalog data are executed with optimal accuracy and efficiency. Consequently, Haystack's inclusion in the technical stack is not merely contributory to the current system's capabilities but also establishes a solid foundation for prospective advancements and refinements in the chatbot's functional repertoire.

PostgreSQL

The backend system also incorporates PostgreSQL as its database solution. PostgreSQL's support for complex queries and its capability to handle structured data are essential for

² **syedQuestionAnsweringChatbot2021**.

managing and accessing the supplier information and product details stored within the system. The integration of PostgreSQL ensures that the chatbot can quickly and efficiently retrieve the necessary data, thereby reducing latency and enhancing the overall user experience.

Monitoring and Observability

For monitoring and observability, the project employs Langfuse and OpenTelemetry, which provide comprehensive tracing and metrics collection across the microservices architecture. This is particularly relevant given the experimental nature of the prototype, where understanding system performance and identifying potential bottlenecks are crucial for iterative development and refinement. By utilizing these tools, the project gains valuable insights into the behavior of the chatbot, allowing for continuous improvement and optimization.

FastAPI and uv

FastAPI serves as the web framework for the backend, offering a high-performance environment that supports asynchronous programming. This choice is particularly relevant for the chatbot, as it enables handling multiple concurrent requests with minimal overhead, ensuring that the application remains responsive even under heavy loads. The project also leverages the `uv` package for dependency management and deployment configuration. `uv` simplifies the process of configuring Python dependencies and allows for a smoother deployment process by ensuring compatibility and consistency between various package versions.

1.3.2 Frontend Technologies

On the frontend, Vue.js and Vuetify are utilized to create an intuitive and responsive user interface. The decision to use Vue.js stems from its reactive nature and modular architecture, which align with the need for a maintainable and easily extensible codebase. Vuetify complements Vue.js by providing a set of pre-built components that adhere to material design principles, ensuring that the user interface is both visually appealing and functionally consistent. This combination is particularly effective for developing a chatbot interface that needs to present complex data in an accessible manner, while also allowing for dynamic updates based on user interactions.

1.3.3 Deployment and Infrastructure Management

Deployment is managed through a combination of Docker, Kubernetes, and Terraform. Docker's role in containerizing the application ensures that the entire software stack can be encapsulated and deployed consistently across various environments. This is essential for a project like this, where different iterations of the prototype may need to be tested in different setups. Kubernetes, in turn, provides the orchestration needed to manage these containers, allowing for automated scaling and high availability. The use of Terraform as an infrastructure-as-code tool ensures that cloud resources can be provisioned and managed efficiently, providing a stable and reproducible deployment environment.

In summary, each component of the technical stack has been carefully selected to meet the unique requirements of the chatbot project. The combination of Python and Haystack provides robust NLP capabilities for understanding and processing user inputs, while FastAPI support real-time interactions. PostgreSQL ensures efficient data management, and Langfuse and OpenTelemetry offer the necessary monitoring tools. On the frontend, Vue.js and Vuetify deliver a responsive and interactive user interface, and the deployment stack, comprised of Docker, Kubernetes, and Terraform, guarantees scalability and reliability. This cohesive selection of technologies forms a solid foundation for the development of a chatbot that not only meets the functional requirements but also adheres to best practices in software engineering.

2 Informationen vom Thesis-Day

Siehe auch Wissenschaftliches Arbeiten³. Damit sollten alle wichtigen Informationen abgedeckt sein ;-)⁴ Hier gibt es noch ein Beispiel für ein direktes Zitat⁵

2.1 Pre-Anmeldephase

2.1.1 Vorüberlegungen

Trichtermethode: Man beginnt mit der eigentlichen Konklusion und überlegt dann, welche allgemeinen Teile dafür benötigt werden.

Welchen Mehrwert soll die Arbeit bieten⁶? Auch darüber nachdenken, wie die Arbeit einen selbst weiter bringen kann. Studienverlauf prüfen. Welche Vorlesungen hat mich besonders interessiert? Wo liegen meine Stärken etc.

1. Themenfindung
2. Literaturrecherche
3. Gliederung/Motivationspapier erstellen
4. Betreuerwahl (siehe Liste im FOM Online Campus (OC))
5. Anmeldung (ab 141 Credits möglich)

2.1.2 Anregungen finden

- www.diplom.de
- www.hausarbeiten.de
- Datenbanken aus Tools and Methods
- etc.

³ Balzert.2008.

⁴ Balzert.2008.

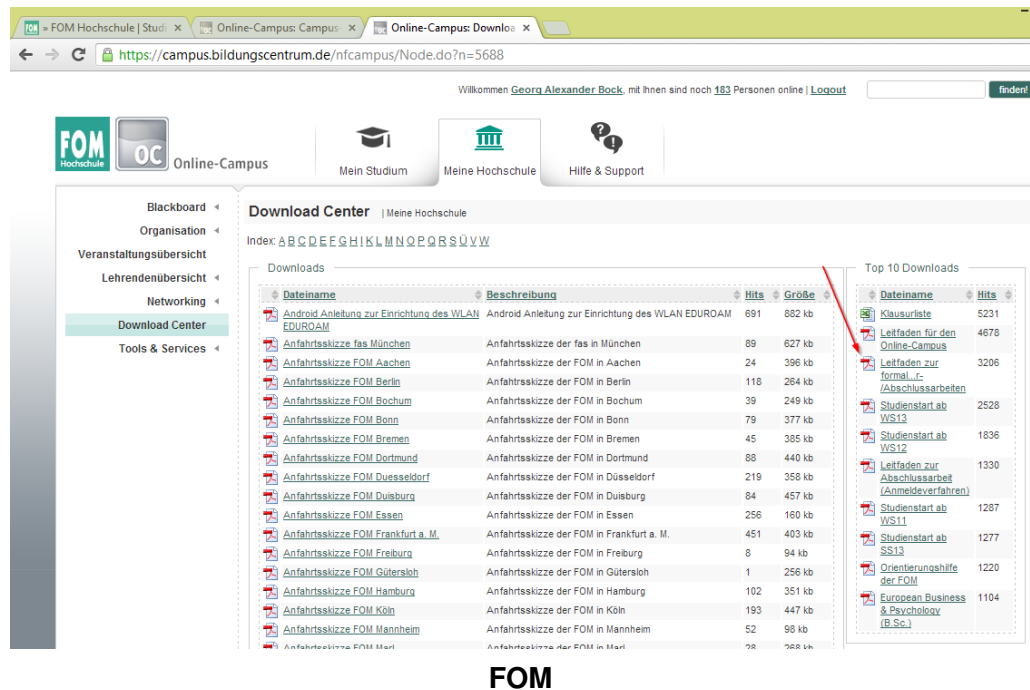
⁵ Balzert.2008.

⁶ Diese Fußnote hat inhaltlich keinen Sinn. Es soll nur ein langer Text generiert werden, dass dieser Vermerk über zwei Zeilen reicht und bündig dargestellt wird.

2.2 Anfertigungsphase

Die Anmeldung ist mittlerweile jeden Mittwoch möglich.

Figure 1: FOM-Vorgaben zur Thesis im Online-Campus



Laut Herrn Keller sollte der Umfang der Thesis (für eine gute Note) eher im Bereich der 60 Seiten liegen. Wie immer ist das vermutlich mit dem Betreuer abzustimmen. Die Liste der Dozenten, die Abschlussarbeiten betreuen, findet sich auch im OC.

Zeit zur Erstellung der Thesis 2-4 Monate.

Es müssen zwei gedruckte Arbeiten abgegeben werden. Flüchtige Quellen als PDF ausgeben lassen und auf CD abgeben. Thesis zusätzlich digital einreichen. Beim Binden der Thesis auf Qualität achten. Haptik und erster Eindruck sind in der Bewertung 'auch' wichtig. Arbeiten können in jedem FOM Studienzentrum abgegeben werden.

2.3 Post-Abgabephase

Nach Abgabe ca. 2 Wochen bis zum Kolloquium.

Kolloquium:

- Dauer: 30 Minuten

- Präsentation (manche Prüfer wollen eine, andere nicht)
- Betreuer vorher fragen was er möchte
- Es gibt einen Frageteil, dieser bezieht sich auf die Arbeit, kann aber auch darüber hinaus gehen.
- Der Tag des Kolloquiums steht auf der Endbenotung
- Thesis und Kolloquium sind zwei getrennte Prüfungsbereiche. Für beide gibt es nur zwei Versuche.
- Am Tag des Kolloquiums erhält man die Bestätigung, ob bestanden oder nicht

3 Latex-Details

3.1 Verwendete Software, Editor und Zusatzpakete

3.1.1 Windows 8+

- MikTeX: 2.9, 32-bit
- Biblatex: 3.5, Zusatz: Biber.exe
- Editor: TexStudio (kann ich empfehlen), Notepad++

3.1.2 Mac OSX und iOS

- MacTeX: <https://tug.org/mactex>
- Editor: TeXPad <https://www.texpadapp.com>

3.1.3 Online

Overleaf ist eine Online-Anwendung mit der Ihr direkt im Browser an eurer Thesis schreiben könnt. Bis 1GB Größe und maximal 60 Einzeldateien könnt ihr Overleaf kostenlos nutzen: <https://www.overleaf.com/>

3.2 Dokumentenklasse

Eigentlich hatte Prof. Finke empfohlen die Dokumentklassen 'Book' oder 'Report' für die Erstellung der Bachelor-Thesis zu verwenden, da diese über weitere Gliederungsebenen verfügen. Ich verwende dennoch eine leicht modifizierte Komaskript-Klasse 'scrartcl', mit der Erweiterung um eine Ebene. Siehe (skripte/weitereEbene.tex). Das Skript stammt irgendwo aus dem Netz und übersteigt meine \LaTeX -Fähigkeiten. Dadurch kann ich über eine weitere Ebene in der Arbeit verfügen, ohne mich mit der Modifikation von Kapitel-Seiten rumschlagen⁷ zu müssen. Diese Quelle ist nur zur Demonstration und hat keinen inhaltlichen Bezug hierzu. Es werden übrigens nur die Quellen im Literaturverzeichnis angezeigt, die auch referenziert sind.

⁷ Tanenbaum.2003.

3.3 Grafiken

Das Paket `\usepackage{float}` ermöglicht es die Grafiken und Tabellen an der Stelle im Text zu positionieren, wo diese im Quelltext stehen (Option H). Ansonsten würde \LaTeX diese dort unterbringen, wo es typographisch sinnvoll wäre - das wollen wir ja nicht ;-).

Die Breite der Grafiken am Besten relativ zum Text angeben.

3.4 Quellcode

Quellcode kann auf unterschiedliche Arten eingebaut werden. Zum einen kann es hier durch direktives Einbinden in der Kapitel-Datei geschehen.

```
1 | % Hier wird aufgezeigt, wie man eine Grafik einbindet, es wird also in der PDF
   |     angezeigt,
2 | % da es in einem Quellcode-Listing steht.
3 | % Auch wenn es hier faelschlicherweise als LaTeX-Befehl angezeigt wird.
4 | \includegraphics[width=0.9\textwidth]{sup}
```

Bei längeren Quellcode-Listings empfiehlt es sich jedoch auf eine externe Datei im Ordner Quellcode zu verlinken und diese einzubauen:

```
1 | <!-- So können Tabs definiert werden -->
2 | <ul class="tabs">
3 |     <li class="tab-title">
4 |         <div class="tab-content">
5 |             </div>
6 |     </li>
7 | </ul>
```

Statt dem Package `Istlisting`, welches direkt auf Tex basiert, kann auch das Package `minted` verwendet werden. Dieses Package basiert auf `python-pygments` und unterstützt weit mehr Sprachkonstrukte als `Istlisting`. Um das Paket zu verwenden muss es eingebunden werden und zusätzlich `python-pygments` installiert sein. (Dies ist mit im Dockerfile vorhanden. Für die anderen Compile-Methoden, wie das native verwenden von Tex Live findet sich hier die Installationsanleitung für das `minted` Paket: <https://ctan.org/pkg/minted?lang=de>)

Damit das kompilieren ohne Python trotzdem möglich ist, ist die Funktion standardmäßig ausgebaut. Deshalb muss zusätzlich in der Datei

```
thesis_main.tex \usepackage{minted}
```

wieder einkommentiert werden.

Minted lässt sich dann ganz ähnlich zu `Istlisting` verwenden:

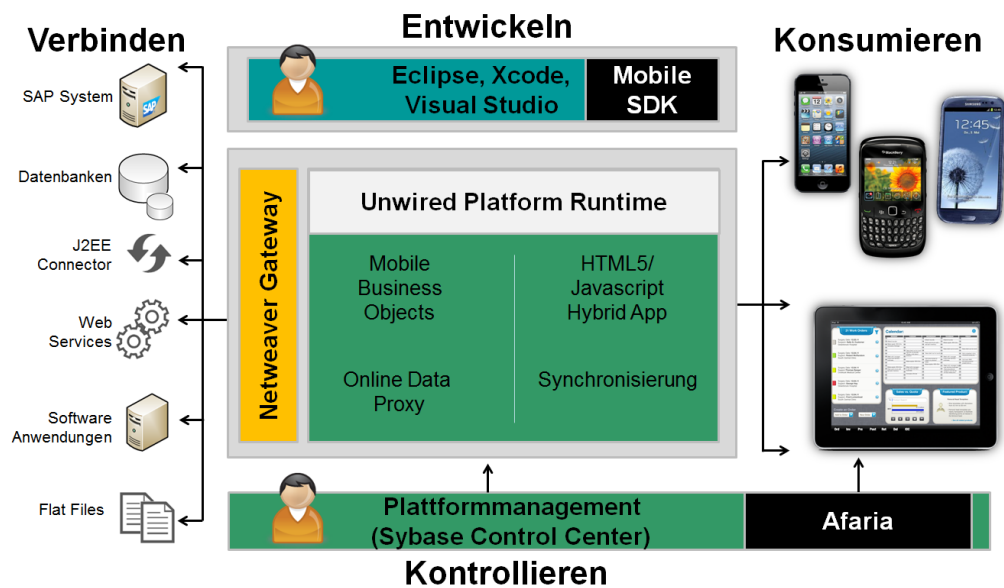
```

1      \begin{minted}{c}
2          int main() {
3              printf("hello, world");
4              return 0;
5          }
6      \end{minted}

```

Da der Pfad zu den Abbildungen im Hauptdokument definiert wurde, muss hier nur noch der Name des Bildes ohne Dateiendung stehen (sup).

Figure 2: Titel der Abbildung hier



Quelle: Eigene Darstellung

3.5 Tabellen

Table 1: Beispieltabelle 1

Abkürzung	Beschreibung	Berechnung
MEK	Materialeinzelkosten	
MGK	Materialgemeinkosten	+ ↑ *
FEK	Fertigungseinzelkosten	
FGK	Fertigungsgemeinkosten	+ ↑ *
SEKF	Sondereinzelkosten der Fertigung	
= Herstellungskosten		
VwGK	Verwaltungsgemeinkosten	+ ↑ *
VtGK	Vertriebsgemeinkosten	+ ↑ *
SEKVt	Sondereinzelkosten des Vertriebes	
= Selbstkosten		
+ Gewinnaufschlag		
+ Rabatte		
= Nettoverkaufspreis (NVP)		
+ Umsatzsteuer		
= Bruttoverkaufspreis (BVP)		

Beckert.2012

3.6 Biblatex

3.6.1 Erklärung

Von den vielen verfügbaren Literatur-Paketen habe ich mich für Biblatex entschieden. Die Anforderungen der FOM sollten hiermit erfüllt sein. Ich habe bisher nur Einträge '@book' getestet. Wie immer steckt der Teufel hier im Detail und es wird sich später herausstellen, ob Biblatex eine gute Wahl war. Die Anpassungen hierfür liegen unter skripte/modsBiblatex. Ich verwende das Backend Biber, welches bib-Dateien in UTF-8 verarbeiten kann.

In der für den Leitfaden 2018 aktualisierten Version sind außerdem Beispiele für 'online',⁸ also Webseiten, und 'article',⁹ also wissenschaftliche Artikel, enthalten.

Laut Leitfaden sollen maximal 3 Autoren genannt werden und danach mit 'et. al.' bzw. 'u.a.' ergänzt werden. Damit im Literaturverzeichnis auch nur max. 3 Autoren stehen, muss man beim Füllen der literatur.bib-Datei darauf achten auch nur 3 einzutragen. Weitere Autoren kann man einfach mit 'and others' ergänzen. Siehe Eintrag für 'Balzert.2008'. Zitiert man

⁸ [website:angular:aboutAngular](#).

⁹ Decker2009.

dann diese Werk, werden auch in der Fussnote alle Autoren korrekt genannt wie in dieser Fußnote¹⁰ zu sehen ist.

Hat man dagegen mehr als 3 Autoren in der bib-Datei hinterlegt, stehen im Literaturverzeichnis alle drin. In der Fussnote dagegen, steht nur einer¹¹, was dem Leitfaden widerspricht.

Die Anzahl von 3 wird übrigens über die Option ‘maxcitenames=3’ des biblatex-Packages gesetzt. Man muss selbst schauen, dass die Anzahl der Autoren in den Bib-Dateien mit der Optionseinstellung übereinstimmt.

3.6.2 Beispielfußnoten

Diese Fussnote soll zeigen, wie mit einem ‘von’ vor dem Namen des Autors umgegangen wird¹². Man muss für die korrekte Sortierung eines solchens Namens im Literaturverzeichnis einen ‘sortkey’ setzen.

Diese Fussnote soll zeigen, wie mit einer Online-Quelle ohne Jahresangabe umgegangen wird¹³.

Diese Fußnote¹⁴ ist nur dazu da zu zeigen, wie mit mehreren Quellen des selben Autors aus dem selben Jahr umgegangen wird, wenn das Stichwort gleich bleibt¹⁵ oder sich ändert¹⁶. Laut Leitfaden sollte bei gleichem Autor, Jahr und Stichwort ein Buchstabe an die Jahreszahl gehen. Zum Beispiel 2012a.

Die folgenden Fußnoten dienen dazu zu zeigen, dass die Nummern von zwei direkt aufeinanderfolgende Fußnoten mit Komma getrennt werden.^{17,18}

3.7 Abkürzungen

Abkürzungen werden mithilfe des Pakets Acronym eingebunden. Alle Abkürzungen sollten in der Datei acronyms.tex mithilfe des

¹⁰ **Balzert.2008.**

¹¹ **Balzert2.2008.**

¹² **Lucke2018.**

¹³ **Belastingdienst.**

¹⁴ **Beckert.2012.**

¹⁵ **Beckert.2012.1.**

¹⁶ **Beckert.2012.2.**

¹⁷ **Beckert.2012.1.**

¹⁸ **Lucke2018.**

`\acro`

Befehls festgelegt werden. Im Text werden diese dann mit

`\ac{Abkürzung}`

benutzt. Bei der ersten Verwendung einer Abkürzung wird der Begriff in beiden Formen dargestellt. So wie hier: What you see is what you get (WYSIWYG). Nur wenn eine Abkürzung tatsächlich verwendet wird erscheint sie auch im Abkürzungsverzeichnis.

Sollte es im Abkürzungsverzeichnis zu Anzeigefehlern kommen kann dies daher rühren, dass eine Abkürzung verwendet wird, die länger ist als WYSIWYG. In diesem Fall müsst ihr in der Datei `acronyms.tex` den Parameter `[WYSIWYG]` durch eure längere Abkürzung ersetzen.

3.8 Formeln

Um eine Formel nach links auszurichten muss sie zwischen `&` und `&` eingesetzt werden:

Formel 1: Erste Formel

$$L_P = 10 \lg \cdot \frac{P}{1mW} \tag{1}$$

Beckert.2012

Etwas mehr Text.

Ansonsten wird sie mittig ausgerichtet test.

Formel 2: Zweite Formel

$$L_P = 10 \lg \cdot \frac{P}{1mW} \tag{2}$$

Beckert.2012

3.9 Symbole

Das hier ist ein definiertes Symbol: \mathbb{N} und das hier auch \mathbb{A} . Symbole werden in der Datei Skripte `symboldef.tex` zentral definiert.

3.10 Glossar

Begriffserklärungen bzw. das Glossar wird mithilfe des Pakets Glossaries eingebunden. Alle Begriffe die erklärt werden sollen, sollten in der Datei glossar.tex mithilfe des

```
\newglossaryentry
```

Befehls festgelegt werden. Im Text werden diese dann mit

```
\gls{Begriff}
```

benutzt.

3.11 Listen und Aufzählungen

3.11.1 Listen

- ein wichtiger Punkt
- noch ein wichtiger Punkt
- und so weiter

3.11.2 Aufzählungen

1. Reihenfolge ist hier wichtig
2. Dieser Punkt kommt nach dem ersten
3. Da sollte jetzt eine 3 vorne stehen

3.11.2.1 Tiefste Ebene 1

Dies ist die tiefste Gliederungsebene. Sollten doch mehr Ebenen benötigt werden, muss eine andere Dokumentenklasse verwendet werden.

3.11.2.2 Tiefste Ebene 2

Der zweite Punkt in dieser Ebene ist zur Erinnerung daran, dass es nie nie niemals nur einen Unterpunkt geben darf.

3.12 Skript zum Kompilieren

Latex will ja bekanntlich in einer bestimmten Reihenfolge aufgerufen werden:

```
1 | lualatex thesis_main.tex
2 | biber thesis_main
3 | lualatex thesis_main.tex
4 | lualatex thesis_main.tex
5 | thesis_main.pdf
```

Dies ist der Inhalt der Batchdatei 'compile.bat'.

3.13 PlantUML

```
1 | \begin{plantuml}
2 | @startuml
3 | Class01 <|-- Class02
4 | Class03 *-- Class04
5 | Class05 o-- Class06
6 | Class07 .. Class08
7 | Class09 -- Class10
8 | @enduml
9 | \end{plantuml}
```

4 Fazit

Wünsche Euch allen viel Erfolg für das 7. Semester und bei der Erstellung der Thesis. Über Anregungen und Verbesserung an dieser Vorlage würde ich mich sehr freuen.

Appendix

Appendix 1: Beispielanhang

Dieser Abschnitt dient nur dazu zu demonstrieren, wie ein Anhang aufgebaut sein kann.







Appendix 1.1: Weitere Gliederungsebene

Auch eine zweite Gliederungsebene ist möglich.

Appendix 2: Bilder

Auch mit Bildern. Diese tauchen nicht im Abbildungsverzeichnis auf.

Figure 3: Beispielbild

Name	Änderungsdatum	Typ	Größe
 abbildungen	29.08.2013 01:25	Dateiordner	
 kapitel	29.08.2013 00:55	Dateiordner	
 literatur	31.08.2013 18:17	Dateiordner	
 skripte	01.09.2013 00:10	Dateiordner	
 compile.bat	31.08.2013 20:11	Windows-Batchda...	1 KB
 thesis_main.tex	01.09.2013 00:25	LaTeX Document	5 KB

Declaration in lieu of oath

I hereby declare that I produced the submitted paper with no assistance from any other party and without the use of any unauthorized aids and, in particular, that I have marked as quotations all passages which are reproduced verbatim or near-verbatim from publications. Also, I declare that the submitted print version of this thesis is identical with its digital version. Further, I declare that this thesis has never been submitted before to any examination board in either its present form or in any other similar version. I herewith disagree that this thesis may be published. I herewith consent that this thesis may be uploaded to the server of external contractors for the purpose of submitting it to the contractors' plagiarism detection systems. Uploading this thesis for the purpose of submitting it to plagiarism detection systems is not a form of publication.

Cologne, 4.10.2024

(Location, Date)

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'H' followed by a series of loops and a final flourish.

(handwritten signature)