

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Ansbach



Bachelorthesis

# Entwicklung eines Retrieval-Augmented Generation (RAG)-Systems für den mehrsprachigen, technischen Informationsabruf aus Produktdatenblättern

Niclas Hart

Matrikelnummer: 00163453

Studiengang: Künstliche Intelligenz und Kognitive Systeme

22. Oktober 2025

Betreuer: Prof. Dr. Sigurd Schacht

Zweitgutachter: Prof. Dr. Stefan Geißelsöder

# Kurzfassung

Diese Arbeit entwickelt ein Retrieval-Augmented-Generation (RAG) System zur mehrsprachigen Informationsbereitstellung aus technischen Produktdatenblättern von Thin-Clients (Laptops) und Monitoren. Als Datengrundlage wurden ca. 1500 Datenblätter verwendet. Die Pipeline extrahiert Inhalte mit PyPDF, segmentiert und tokenisiert die Textteile, erzeugt Vektor-Repräsentationen und speichert sie in einem hybriden Vector-Store (FAISS mit Chroma für Metadaten). Die Orchestrierung erfolgt mit LangChain; als generatives Modell wird OpenAI GPT-5 mini eingesetzt, das kontextuell durch Retrieval-Ergebnisse ergänzt wird.

Zur Evaluation wurden Retrieval-Metriken (Recall@k, MRR) sowie extraktions- und antwortbezogene Metriken (F1, Genauigkeit) verwendet. Die Experimente zeigen, dass die Kombination aus spezialisiertem Vector-Store und RAG gegenüber reinem Prompting signifikant bessere Präzision und stabilere Antworten in mehreren Sprachen liefert.

Die Arbeit liefert (1) eine implementierbare RAG-Pipeline für technische Dokumente, (2) eine Evaluationsprozedur zur quantitativen und qualitativen Bewertung, und (3) Hinweise zur Praxis (Chunk-Strategien, Embedding-Konfiguration, Kosten/Antwortlatenz). Code und Datenverarbeitungsskripte sind zur Reproduzierbarkeit in einem öffentlichen Repository verfügbar.

# Eidesstattliche Erklärung

„Ich erkläre an Eides statt, dass ich die hier vorgelegte Bachelor-Thesis selbstständig und ausschließlich unter Verwendung der angegebenen Literatur und sonstigen Hilfsmittel verfasst habe. Die Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde zur Erlangung eines akademischen Grades vorgelegt.“

Ort, Datum

Unterschrift

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>I</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>II</b>
<b>Listingverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung und Forschungsfragen	2
1.3 Aufbau der Arbeit	3
<b>2 Theoretische Grundlagen</b>	<b>4</b>
2.1 Retrieval-Augmented Generation (RAG)	4
2.2 Information retrieval (IR)	5
2.3 Large Language Models (LLMs)	5
2.4 Dokumenttypen und Datenformate	5
2.5 UVergleichbare Arbeiten / State of the Art	6
<b>3 Anforderungsanalyse und Konzeption</b>	<b>7</b>
3.1 Use Case Definition	7
3.2 Anforderungen	7
3.3 Datenbasis	8
3.4 Systemarchitektur	8
<b>4 Implementierung</b>	<b>9</b>
4.1 Datenverarbeitung	9
4.2 Indexierung & Retrieval	9
4.3 Generativer Teil	9
4.4 Systemintegration	9
<b>5 Evaluation</b>	<b>10</b>
5.1 Evaluationskriterien	10
5.2 Testsetup	10
5.3 Ergebnisse	10
5.4 Diskussion	10
<b>A Anhang</b>	<b>VII</b>
A.1 Anhang	VII
A.2 Anhang	VII
<b>Literatur</b>	<b>VIII</b>

# Abbildungsverzeichnis

# Tabellenverzeichnis

# Listingverzeichnis

2.1	Beispiellisting . . . . .	6
-----	---------------------------	---

# 1 | Einleitung

## 1.1 Motivation

In der IT-Systemlandschaft großer Unternehmen spielt die schnelle und präzise Bereitstellung technischer Informationen eine entscheidende Rolle - insbesondere bei der Bearbeitung von Ausschreibungen. Im Rahmen solcher Ausschreibungen müssen technische Anforderungen unterschiedlicher Kunden exakt mit passenden Produktmerkmalen abgeglichen werden. Dieser Prozess erfordert ein tiefes Verständnis von Produktdatenblättern, die detaillierte Spezifikationen, Kompatibilitäten und Zertifizierungen enthalten.

Beim IT-Dienstleister Bechtle wird diese Aufgabe im Technical Consulting Center (TCC) von Spezialisten übernommen, die regelmäßig große Mengen an Produktdaten - beispielsweise von **Laptops, Thin-Clients** und **Monitoren** - prüfen und bewerten. Dabei stehen sie vor der Herausforderung, relevante technische Informationen aus einer Vielzahl an Datenblättern unterschiedlicher Hersteller und Formate manuell zu extrahieren. Dieser Prozess ist nicht nur zeitintensiv, sondern birgt auch ein hohes Risiko für Fehler oder Inkonsistenz, insbesondere bei engen Ausschreibungsfristen.

Mit den Fortschritten im Bereich der **Künstlichen Intelligenz (KI)** und insbesondere **großer Sprachmodelle (Large Language Models, LLMs)** eröffnen sich neue Möglichkeiten, diese Arbeitsschritte zu automatisieren und zu optimieren. Allerdings sind generative Sprachmodelle allein nicht in der Lage auf unternehmensspezifische oder aktuelle Produktinformationen zuzugreifen und neigen zu Halluzinationen. Hier setzt der Ansatz der **Retrieval-Augmented Generation (RAG)** an: Durch die Kombination eines semantischen Informationsabrufs mit einem Sprachmodell können Antworten direkt auf Grundlage der tatsächlichen Produktdatenblätter erzeugt werden.

Ein solches System ermöglicht es, **technische Fragen in natürlicher Sprache zu stellen** und gleichzeitig **präzise, dokumentengestützte Antworten** zu erhalten - beispielsweise:

*"Welcher Monitor erfüllt die Energieeffizienzklasse A und unterstützt DisplayPort 1.4?"*

*"Welche Thin Clients verfügen über 32GB VRAM?"*

Das Ziel ist es, die Informationsbeschaffung für Ausschreibungen deutlich zu beschleunigen, die Fehlerquote zu reduzieren und den Experten im TCC ein intelligentes Tool zur Verfügung zu stellen, das Wissen aus verschiedenen Produktdokumenten konsolidiert und verständlich aufbereitet. Die Entwicklung eines solchen Systems verspricht nicht nur eine Effizienzsteigerung im Arbeitssalltag, sondern leistet auch einen Beitrag zur Digitalisierung und Wissensautomatisierung im technischen Beratungsfeld von Bechtle.

## 1.2 Zielsetzung und Forschungsfragen

Ziel dieser Arbeit ist die Konzeption und prototypische Implementierung eines **Retrieval-Augmented-Generation-Systems (RAG)**, das technische Produktdatenblätter auswertet und nutzerfreundlich zugänglich macht. Das System soll insbesondere im TCC von Bechtle eingesetzt werden, um Ausschreibungsprozesse effizienter zu gestalten. Im Fokus steht dabei die automatisierte Verarbeitung und Bereitstellung technischer Informationen zu Laptops, Thin Clients und Monitoren, die häufig in heterogenen und unstrukturierten Formaten - wie PDF-Dokumenten - vorliegen. Die Arbeit verfolgt somit zwei übergeordnete Zielrichtungen:

1. **Wissenschaftlich-technisch:** Untersuchung der technischen Machbarkeit und Evaluierung geeigneter Komponenten für ein RAG-System im Kontext technischer Produktinformationen.
2. **Praktisch-anwendungsorientiert:** Entwicklung eines funktionalen Prototyps, der im Rahmen des TCC als Tool zur Unterstützung von Ausschreibungen eingesetzt werden kann.

Auf dieser Grundlage ergibt sich die zentrale Forschungsfrage:

**Wie kann ein technisches RAG-System aufgebaut werden, um strukturierte und unstrukturierte technische Produktdaten multilingual zugänglich zu machen?**

Diese Frage wird durch mehrere technische Teilfragen konkretisiert:

- Welche Komponenten (z.B. OCR, Chunking, Vektordatenbanken, LLMs) sind für die Pipeline notwendig?
- Wie kann semantisches Retrieval technisch robust umgesetzt werden (z.B. FAISS vs. Weaviate)?
- Wie kann Mehrsprachigkeit technisch integriert werden (z.B. DeepL API vs. MarianMT)?
- Welche Herausforderungen ergeben sich bei der strukturellen Aufbereitung technischer PDFs?

Ziel der Arbeit ist es, diese Fragen systematisch zu untersuchen, eine geeignete technische Architektur zu entwerfen und die Funktionalität anhand eines prototypischen Systems zu evaluieren. Dabei liegt der Fokus nicht nur auf der Leistungsfähigkeit des Ansatzes, sondern auch auf der praktischen Anwendbarkeit im realen Arbeitskontext bei Bechtle.

## 1.3 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in sieben Kapitel

In **Kapitel 1** werden die Motivation, die Zielsetzung und die Forschungsfragen vorgestellt. Dabei wird der praktische Kontext im Technical Consulting Center (TCC) der Bechtle AG erläutert und die Relevanz eines RAG-basierten Systems zur Unterstützung von Ausschreibungen begründet.

**Kapitel 2** vermittelt die theoretischen Grundlagen der Arbeit. Es werden zentrale Konzepte aus den Bereichen *Information Retrieval*, *Large Language Models* und *Retrieval-Augmented Generation* erläutert. Darüber hinaus werden bestehende Forschungsarbeiten und technische Ansätze analysiert, die den Rahmen für die Entwicklung des Systems bilden.

In **Kapitel 3** erfolgt die Anforderungsanalyse und Konzeption des Systems. Hier werden die funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen definiert, die Datenbasis beschrieben und die geplante Systemarchitektur mit ihren Komponenten - etwa OCR, Chunking, Vektordatenbank und Sprachmodell - konzipiert.

**Kapitel 4** beschreibt die Implementierung und den entwickelten RAG-Prototyp. Detailliert werden die Schritte zur Datenextraktion, Aufbereitung und Indexierung dargestellt sowie die technische Integration der Retrieval- und Generierungsprozesse erläutert. Zudem wird auf die Umsetzung der Mehrsprachigkeit und der Schnittstellen zum praktischen Einsatz im TCC eingegangen.

In **Kapitel 5** werden die Evaluationsmethoden und die Ergebnisse vorgestellt. Anhand definierter Testfragen und Metriken wird die Leistungsfähigkeit des Systems analysiert. Die Ergebnisse werden interpretiert und im Hinblick auf die Forschungsfragen diskutiert.

Abschließend fasst **Kapitel 6** die wesentlichen Erkenntnisse zusammen und gibt einen Ausblick auf mögliche Weiterentwicklungen. Dabei werden insbesondere Perspektiven für den produktiven Einsatz im Unternehmenskontext sowie für zukünftige Forschung im Bereich technischer RAG-Systeme aufgezeigt.

## 2 | Theoretische Grundlagen

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.

### 2.1 Retrieval-Augmented Generation (RAG)

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.

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.

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.

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.

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.

## **2.2 Information retrieval (IR)**

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.

## **2.3 Large Language Models (LLMs)**

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.

## **2.4 Dokumenttypen und Datenformate**

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.

## 2.5 U Vergleichbare Arbeiten / State of the Art

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.

**Listing 2.1:** Beispiellisting

```
1  function hello(world){  
2      console.log('hello ' + world);  
3  }
```

Listing 2.1 zeigt ein beispielhaftes Listing. Der Code `console.log` sorgt dafür, dass etwas auf der Konsole ausgegeben wird.

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.

## 3 | Anforderungsanalyse und Konzeption

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.

### 3.1 Use Case Definition

In Kapitel 3 wurde bereits beschrieben... 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.

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.

### 3.2 Anforderungen

In Kapitel 3 wurde bereits beschrieben... 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.

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.

### **3.3 Datenbasis**

### **3.4 Systemarchitektur**

## 4 | Implementierung

### 4.1 Datenverarbeitung

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.

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.

### 4.2 Indexierung & Retrieval

Hallo

### 4.3 Generativer Teil

### 4.4 Systemintegration

## 5 | Evaluation

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.

### 5.1 Evaluationskriterien

### 5.2 Testsetup

### 5.3 Ergebnisse

### 5.4 Diskussion

# A | Anhang

## A.1 Anhang

Anhang 1

## A.2 Anhang

Anhang 1

# Literatur

- Dong, Yuyang u. a. (05/2025). *SCAN: Semantic Document Layout Analysis for Textual and Visual Retrieval-Augmented Generation*. DOI: 10.48550/arXiv.2505.14381. arXiv: 2505.14381 [cs]. (Besucht am 13.09.2025).
- Gao, Yunfan u. a. (03/2024). *Retrieval-Augmented Generation for Large Language Models: A Survey*. DOI: 10.48550/arXiv.2312.10997. arXiv: 2312.10997 [cs]. (Besucht am 13.09.2025).
- Lai, Songjiang u. a. (09/2025). *Enhancing Technical Documents Retrieval for RAG*. DOI: 10.48550/arXiv.2509.04139. arXiv: 2509.04139 [cs]. (Besucht am 13.09.2025).
- Lau, David u. a. (12/2024). „Multimodal RAG Analysis of Product Datasheet“. In: *Open International Journal of Informatics* 12.2, S. 1–12. DOI: 10.11113/oiji2024.12n2.309. (Besucht am 13.09.2025).
- Lewis, Patrick u. a. (04/2021). *Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks*. DOI: 10.48550/arXiv.2005.11401. arXiv: 2005.11401 [cs]. (Besucht am 13.09.2025).
- Magesh, Varun u. a. (06/2025). „Hallucination-Free? Assessing the Reliability of Leading AI Legal Research Tools“. In: *Journal of Empirical Legal Studies* 22.2, S. 216–242. DOI: 10.1111/jels.12413. (Besucht am 13.09.2025).
- Mei, Lang u. a. (03/2025). *A Survey of Multimodal Retrieval-Augmented Generation*. DOI: 10.48550/arXiv.2504.08748. arXiv: 2504.08748 [cs]. (Besucht am 13.09.2025).
- Murdaca, F u. a. (o. D.). „KNOWLEDGE-BASED INFORMATION EXTRACTION FROM DATASHEETS OF SPACE PARTS“. In: ().
- Nikishina, Irina u. a. (02/2025). *Creating a Taxonomy for Retrieval Augmented Generation Applications*. DOI: 10.48550/arXiv.2408.02854. arXiv: 2408.02854 [cs]. (Besucht am 13.09.2025).
- Oche, Agada Joseph u. a. (07/2025). *A Systematic Review of Key Retrieval-Augmented Generation (RAG) Systems: Progress, Gaps, and Future Directions*. DOI: 10.48550/arXiv.2507.18910. arXiv: 2507.18910 [cs]. (Besucht am 13.09.2025).
- Sheng, Lei und Shuai-Shuai Xu (09/2024). *PdfTable: A Unified Toolkit for Deep Learning-Based Table Extraction*. DOI: 10.48550/arXiv.2409.05125. arXiv: 2409.05125 [cs]. (Besucht am 13.09.2025).
- Singh, Hrituraj u. a. (2021). „MIMOQA: Multimodal Input Multimodal Output Question Answering“. In: *Proceedings of the 2021 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies*. Online: Association for Computational Linguistics, S. 5317–5332. DOI: 10.18653/v1/2021.naacl-main.418. (Besucht am 13.09.2025).
- Smock, Brandon, Rohith Pesala und Robin Abraham (06/2022). „PubTables-1M: Towards Comprehensive Table Extraction from Unstructured Documents“. In: *2022 IEEE/CVF Confe-*

- rence on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). New Orleans, LA, USA: IEEE, S. 4624–4632. DOI: 10.1109/CVPR52688.2022.00459. (Besucht am 13.09.2025).
- Tanaka, Ryota u. a. (04/2025). *VDocRAG: Retrieval-Augmented Generation over Visually-Rich Documents*. DOI: 10.48550/arXiv.2504.09795. arXiv: 2504.09795 [cs]. (Besucht am 13.09.2025).
- Wang, Qiuchen u. a. (06/2025). *ViDoRAG: Visual Document Retrieval-Augmented Generation via Dynamic Iterative Reasoning Agents*. DOI: 10.48550/arXiv.2502.18017. arXiv: 2502.18017 [cs]. (Besucht am 13.09.2025).
- Zhao, Dongfang (2024). *FRAG: Toward Federated Vector Database Management for Collaborative and Secure Retrieval-Augmented Generation*. DOI: 10.48550/ARXIV.2410.13272. (Besucht am 13.09.2025).