

# **Entwicklung einer Metrik zum Übersetzen von deutscher Sprache in Leichte Sprache**

Fiete Scheel

27. Januar 2026

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>3</b>
1.1 Code und Daten . . . . .	3
1.2 Motivation . . . . .	3
1.3 Problemstellung . . . . .	3
1.4 Ziel dieser Arbeit . . . . .	4
<b>2 Stand der Forschung</b>	<b>4</b>
2.1 Stand der Forschung . . . . .	4
<b>3 Methodik</b>	<b>4</b>
3.1 Datengrundlage . . . . .	4
3.2 Modellarchitekturen . . . . .	4
3.3 Trainingssetup . . . . .	5
<b>4 Experimente</b>	<b>5</b>
4.1 Versuchsaufbau . . . . .	5
<b>5 Ergebnisse und Diskussion</b>	<b>6</b>
5.1 Ergebnisse und Diskussion . . . . .	6
<b>6 Fazit und Ausblick</b>	<b>8</b>
6.1 Fazit und Ausblick . . . . .	8

# 1 Einleitung

## 1.1 Code und Daten

Der Code der in diesem Projekt verwendet wurde ist unter <https://github.com/mcfiet/genai-project> zu finden.

## 1.2 Motivation

Für die meisten ein ganz normaler Satz – für andere das Ende der Teilhabe.

Beim Thema Barrierefreiheit denken viele an Rampen, Aufzüge und automatische Türen. Doch durch die Digitalisierung und die zunehmende Verlagerung von Informationen ins Internet reicht das längst nicht mehr aus.

Auch Sprache selbst kann eine Barriere darstellen. Menschen werden durch komplexe Texte, Fachbegriffe und lange Satzkonstruktionen vom Zugang zu Informationen ausgeschlossen. Dies betrifft nicht nur Personen mit geistigen Einschränkungen, sondern auch ältere Menschen, Menschen mit geringen Deutschkenntnissen oder Situationen, in denen schnelle und klare Information entscheidend ist. Leichte Sprache nützt daher weit mehr Menschen, als die darauf angewiesen sind.

## 1.3 Problemstellung

Leichte Sprache ist ein zentraler Bestandteil barrierefreier Kommunikation. Sie ermöglicht Menschen mit kognitiven Einschränkungen, älteren Personen oder Menschen mit geringen Deutschkenntnissen den Zugang zu Informationen, die ihnen sonst verschlossen blieben. Während Behörden und Institutionen zunehmend Texte in Leichter Sprache anbieten, ist die Erstellung weiterhin stark von manueller Übersetzung abhängig. Automatisierte Verfahren könnten diesen Prozess unterstützen, sind im Deutschen jedoch bislang kaum etabliert.

Im Rahmen dieser Arbeit fanden Gespräche mit der Lebenshilfe Kiel statt. Dabei wurde deutlich, wie hoch die Anforderungen an Leichte Sprache tatsächlich sind: Schon ein einziges schwer verständliches Wort kann dazu führen, dass betroffene Menschen den gesamten Leseprozess abbrechen. Anders als geübte Leserinnen und Leser verfügen sie nicht über Strategien, um Barrieren zu umgehen oder über komplizierte Passagen hinwegzulesen.

Die Lebenshilfe selbst übersetzt regelmäßig Texte für unterschiedliche Auftraggeber in Leichte Sprache. Diese praktische Erfahrung verdeutlicht, wie groß der Bedarf ist – und war zugleich ein wesentlicher Ausgangspunkt für diese Arbeit. Ziel ist es, ein Verfahren zu entwickeln, das Texte automatisch in Leichte Sprache überträgt und damit einen Beitrag zur Barrierefreiheit leistet.

## **1.4 Ziel dieser Arbeit**

# **2 Stand der Forschung**

## **2.1 Stand der Forschung**

Forschung zur automatischen Bewertung oder Metriken für Leichte Sprache ist bislang kaum vorhanden. Das macht das Thema zugleich spannender und ist ein zentraler Antrieb dieser Arbeit: Es gibt derzeit keine etablierte, datengetriebene Metrik für Leichte Sprache im Deutschen, die als Training- oder Bewertungssignal genutzt wird. Der größte Teil der Literatur konzentriert sich stattdessen auf die Erzeugung und Ausrichtung von Korpora sowie auf Benchmarking in der Textvereinfachung. Einen wichtigen Beitrag für deutsche Ressourcen liefern Toborek et al. (2023) mit einem alignierten Korpus für Einfaches Deutsch. Auf breiterer Ebene liefert Klöser et al. (2024) eine aktuelle Übersicht zu multilingualer Textvereinfachung, Benchmarks und Methoden. Abseits dieser Arbeiten zur Datengrundlage gibt es bisher kaum Forschung, die explizit Metriken oder Bewertungssignale für Leichte Sprache entwickelt und evaluiert; genau hier setzt diese Arbeit an.

# **3 Methodik**

## **3.1 Datengrundlage**

Als Ausgangspunkt dienten mehrere bestehende Quellen als Inspiration und erste Versuche: Der ADL-Datensatz mit parallel ausgerichteten Paaren (Standarddeutsch vs. Leichte Sprache) und Qualitätsmerkmalen, das Simple-German-Corpus sowie einfache Sätze aus dem Korpus, die aus den Docx-Dateien der Lebenshilfe kamen. In der praktischen Umsetzung wurde jedoch ein synthetischer Datensatz aufgebaut. Dafür werden mit `run_from_easy_url_list.py` aus einer eigenen URL-Liste Leichte-Sprache-Sätze extrahiert und anschließend, mit regelbasierten Prompts und LLM-gestützter Generierung (lokales Modell) synthetisch zu Paaren erweitert. Die synthetischen Daten liegen in Varianten vor (mehrere Prompt-Konfigurationen, JSON-Antwortformat, Wiederholungslogik bei Parsing-Fehlern), um Robustheit und Datenvielfalt zu erhöhen. Alle Daten werden in `data/` verwaltet und über Skripte reproduzierbar erzeugt.

## **3.2 Modellarchitekturen**

Als Baselines dienen klassische Textmodelle (z. B. TF-IDF + Logistische Regression) sowie eine BiLSTM mit statischen Einbettungen. Der Hauptfokus liegt auf Sentence-Transformer-Architekturen, die Paare von Sätzen in semantische Embeddings überführen und darauf einen Klassifikationskopf trainieren. Untersucht werden mehrere Varianten: eingefrorener Encoder mit linearem bzw. größerem MLP-Kopf, feingetunter Encoder (vollständig oder nur letzte Schicht), sowie eine parameter-effiziente LoRA-Variante. Zusätzlich wird ein größerer Encoder (MPNet) als Vergleich herangezogen.

### 3.3 Trainingsssetup

Das Training erfolgt mit einem 80/10/10 Split und frühem Abbruch (Early Stopping) auf dem Validierungsset. Als Optimizer wird AdamW genutzt, die Lernraten werden je nach Modellvariante getrennt konfiguriert (Kopf vs. Encoder/Adapter). Die Bewertung erfolgt über Balanced Accuracy, um die Klassenverteilung der synthetischen Daten robust abzubilden. Laufzeiten und Konvergenzverhalten werden mitgeologgt, um die Kosten-Nutzen-Abwägung der Varianten transparent zu machen.

## 4 Experimente

### 4.1 Versuchsaufbau

Die Experimente nutzen den synthetischen binären Datensatz `synthetic_normal_2_labeled.csv` mit einem 80/10/10 Split (20 % Test, 10 % der verbleibenden Daten als Validierung). Die Klassen sind balanciert; alle Sätze werden vor der Aufteilung zu Strings gecastet. Die Datengenerierung basiert auf regelbasierten Prompts und LLM-gestützten Paaren (einfach vs. normal) und wurde in mehreren Varianten erweitert (z. B. JSON-Antwortformat, Retry-Logik, mehrere Prompt-Konfigurationen). Dadurch entstehen mehrere TSV-Dateien, die fürs Training konsistent in ein gemeinsames, binär gelabeltes Format überführt werden.

**Datenerzeugung und Pipeline** Die Datenerzeugung ist in Skripten gekapselt und reproduzierbar. Zentrale Schritte sind das Sammeln einfacher Sätze aus vorhandenen Korpora, das Erzeugen synthetischer Paare und das anschließende Labeling. Der Fokus liegt auf einer robusten Pipeline, die Parser-Fehler abfängt und statistische Laufzeitdaten erfasst, um die Effizienz der Generierung zu bewerten.

**Vorverarbeitung** Für die LSTM-Baseline wird ein Whitespace-Tokenizer verwendet. Er erstellt ein Vokabular mit `min_freq=2` und einer Obergrenze von 20k Tokens, plus `<pad>` und `<unk>`. Sequenzen werden auf 64 Tokens gekürzt bzw. aufgefüllt. Alle SBERT-Varianten nutzen den integrierten Tokenizer von `paraphrase-multilingual-MiniLM-L12-v1`.

### Modelle

- **LSTM-Baseline:** Embedding-Dimension 128, Hidden-Dimension 128, eine bidirektionale Schicht, Dropout 0,3, maximale Sequenzlänge 64. Optimizer AdamW mit Lernrate  $1 \times 10^{-3}$ , Batch-Größe 64, Geduld 4, maximal 30 Epochen.
- **SBERT eingefroren:** SentenceTransformer-Encoder eingefroren, nur linearer Klassifikationskopf trainiert. Batch-Größe 32, Lernrate  $5 \times 10^{-5}$ , Weight Decay 0,01, Geduld 3, bis zu 100 Epochen.
- **SBERT vollständig feinabgestimmt:** Gleches Setup, aber Encoder nicht eingefroren (vollständiges Fine-Tuning). Identische Optimizer-Parameter.

- **SBERT + LoRA:** Encoder bleibt eingefroren, wird aber mit LoRA-Adaptoren ergänzt ( $r=50$ ,  $\alpha=32$ , kein Dropout) auf Attention- und Projektionsmodulen. Lernrate  $5 \times 10^{-5}$  für Kopf und Adapter, Batch-Größe 32, Geduld 3, bis zu 100 Epochen.
- **SBERT letzte Schicht frei:** Encoder eingefroren mit Ausnahme der letzten Transformerschicht (`UNFREEZE_LAST_N=1`); separate Encoder-Lernrate  $5 \times 10^{-5}$ , Batch-Größe 32, Geduld 3, bis zu 100 Epochen.

**Vergleichsbasis** Neben den neuronalen Modellen werden klassische Baselines (TF-IDF + Logistische Regression) und Learning-Curve-Analysen in separaten Notebooks gepflegt, um Datenbedarf und Skalierungseffekte sichtbar zu machen. Diese dienen als Referenz, werden aber in der Hauptauswertung auf die wichtigsten Varianten reduziert.

## 5 Ergebnisse und Diskussion

### 5.1 Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 1 fasst die deutschen Läufe zusammen. Angegeben ist die Balanced Accuracy (BAcc) auf dem Testsplit.

Modell	Epoche	BAcc
SBERT eingefroren (linearer Kopf)	100 (kein Early Stop)	0,719
SBERT eingefroren (größerer Kopf)	23	0,763
SBERT letzte Schicht frei (1)	11	0,834
LSTM-Baseline	7	0,863
SBERT + LoRA	10	0,906
SBERT voll feinabgestimmt (v.f.)	5	<b>0,913</b>
SBERT v.f. FlensGenGPTOSS Train Set	4	<b>0,926</b>
SBERT v.f. 1 simple to 5 normal (bigger) Train Set	5	<b>0,969</b>

Tabelle 1: Ergebnisse der binären Klassifikation.

**Encoder-Training** Das Einfrieren des SBERT-Encoders limitiert die Lernfähigkeit: mit einem linearen Kopf bleibt die BAcc bei 0,719, mit einem größeren MLP-Kopf steigt sie auf 0,763. Schon das Freigeben der letzten Schicht hebt die Leistung auf 0,834. Volles Fine-Tuning erreicht mit 0,913 den Bestwert nach nur fünf Epochen, was zeigt, dass der Datensatz in der SBERT-Repräsentation linear trennbar ist, aber von End-to-End-Anpassung profitiert.

**Kopfvergleich** Der größere MLP-Kopf verkürzt die Zeit bis zur besten Val-Accuracy und erhöht die Güte gegenüber dem linearen Kopf, bleibt aber deutlich hinter jeder Variante mit Encoder-Anpassung. Für einen eingefrorenen Encoder lohnt sich ein kräftigerer Kopf also, ersetzt aber kein Fine-Tuning.

**Parameter-effizientes LoRA** Die LoRA-Variante ( $r=50$ ,  $\alpha=32$ ) erreicht 0,906 und liegt damit dicht hinter dem vollständigen Fine-Tuning, stoppt aber nach zehn Epochen. Sie bietet ein günstiges Verhältnis von Qualität zu Rechenaufwand, da nur Adapter und Kopf trainiert werden.

**Nicht-Transformer-Baseline** Die einfache BiLSTM mit statischen Einbettungen erzielt 0,863 BAcc. Sie übertrifft den eingefrorenen SBERT-Kopf deutlich, bleibt aber hinter allen Varianten mit Encoder-Anpassung zurück. Dies zeigt, dass ein leichtgewichtiges Sequenzmodell auf dem synthetischen Korpus konkurrenzfähig sein kann, Transformer-Feinabstimmung jedoch weiterhin überlegen ist.

**Trainingsdynamik** Alle adaptiven SBERT-Modelle lösten Early Stopping zwischen Epoche 5 und 11 aus, trotz 100 möglicher Epochen. Das deutet auf schnelle Konvergenz und begrenztes Overfitting bei der gewählten Geduld hin. Der eingefrorene Encoder lief mit linearem Kopf alle 100 Epochen, mit größerem Kopf stoppte er nach 23 Epochen, blieb aber klar hinter den Varianten mit freigegebenem Encoder zurück.

**Rechenaufwand** Tabelle 2 zeigt die Laufzeit bis zur besten Validierungs-Accuracy. Volles Fine-Tuning erreicht seine beste Validierungsleistung nach nur rund elf Minuten und ist damit trotz größerer Parameterzahl effizienter als die eingefrorenen Varianten: der lineare Kopf braucht über eine Stunde und bleibt schwach, der größere Kopf stoppt nach 15,7 Minuten und holt etwas mehr heraus. Die LoRA-Variante liegt mit etwa 20 Minuten dazwischen und bietet damit einen guten Kompromiss aus Qualität und Laufzeit. Die einfache LSTM-Baseline konvergiert in unter einer Minute, erreicht aber nicht die maximale SBERT-Qualität.

**Einordnung der Ergebnisse** Insgesamt zeigt sich ein klares Bild: Ein eingefrorener Encoder limitiert die Leistung deutlich, während bereits partielle Freigaben (letzte Schicht) starke Zugewinne bringen. LoRA erreicht nahezu die Qualität des vollständigen Fine-Tunings bei reduziertem Rechenaufwand, was sie als pragmatische Option für ressourcenbegrenzte Settings auszeichnet. Die LSTM-Baseline belegt, dass das synthetische Signal stark genug ist, um einfache Sequenzmodelle konkurrenzfähig zu machen, bleibt aber unter dem Optimum der Transformer-Varianten.

**Größere synthetische Datensätze** Zwei zusätzliche Runs mit voll feinabgestimmtem SBERT zeigen den Effekt größerer und variablerer Trainingsdaten. Das auf dem FlensGenGPTOSS-basierten Datensatz trainierte Modell (balanciert, 0,5/0,5) erreicht eine BAcc von 0,926 nach vier Epochen. Der größere 1:5-Datensatz (ein einfacher Satz, fünf Normalvarianten; deutliche Klassen-Unausgewogenheit von ca. 1/6 zu 5/6) wurde mit Minority-Oversampling trainiert und erzielt eine BAcc von 0,947 auf dem Testsplit (Accuracy 0,966; Recall: 0,920). Damit steigen die Kennzahlen mit wachsender Datenmenge weiter, allerdings wird der Nutzen durch die Klassenbalance und den Sampling-Ansatz beeinflusst.

**Grenzen der Uebertragbarkeit** Die Auswertung basiert auf synthetisch erzeugten Paaren. Damit ist zwar ein kontrolliertes, balanciertes Training möglich, die Uebertragbarkeit auf echte Uebersetzungen muss jedoch separat validiert werden. Insbesondere Stil- und Domäneneffekte aus realen Quellen können die Metrik beeinflussen und sollten in einer erweiterten Evaluation adressiert werden.

Modell	Minuten bis beste Val-Acc	Val-Acc
SBERT eingefroren (linearer Kopf)	82,70	0,707
SBERT eingefroren (größerer Kopf)	15,71	0,760
SBERT letzte Schicht frei (1)	9,35	0,827
LSTM-Baseline	0,27	0,863
SBERT + LoRA	20,24	0,902
SBERT voll feinabgestimmt	11,01	0,903

Tabelle 2: Zeit bis zur besten Validierungs-Accuracy (Minuten) und erreichter Validation Accuracy.

## 6 Fazit und Ausblick

### 6.1 Fazit und Ausblick

Die Arbeit zeigt, dass eine datengetriebene Metrik für Leichte Sprache erfolgreich auf synthetischen Paaren trainiert werden kann und dass Transformer-Modelle mit Encoder-Anpassung die beste Balanced Accuracy erreichen. Gleichzeitig bleibt die Pipeline nachvollziehbar und reproduzierbar, sodass sowohl Datenerzeugung als auch Modelltraining systematisch erweitert werden können. Die zusätzlichen Runs auf größeren synthetischen Datensätzen (HTTP/FlensGenGPTOSS sowie 1:5-Varianten mit Oversampling) bestätigen den Trend: Mehr Daten steigern die Testleistung, allerdings wird der Zugewinn durch Klassenbalance und Sampling-Strategie beeinflusst. Die Ergebnisse legen nahe, dass die Metrik als Reward-Funktion oder Bewertungssignal in Übersetzungssystemen einsetzbar ist, sofern eine externe Validierung bestätigt, dass das synthetische Signal auf reale Daten übertragbar ist.

### Kritik an der Arbeit

Die Evaluierung basiert stark auf synthetischen Daten, die zwar kontrolliert und umfangreich sind, aber reale Übersetzungsfehler und stilistische Varianz nur begrenzt abbilden. Die Generalisierung auf manuell alignierte oder annotierte Korpora wurde noch nicht systematisch gemessen. Zudem kann die starke Abhängigkeit von Prompt-Design und Generierungsregeln zu verzerrten Lernsignalen führen.

### Learnings

Die Experimente zeigen, dass die Modelldynamik stark vom Encoder-Training abhängt: Ein eingefrorener Encoder limitiert die Leistung deutlich, während partielle

Freigaben und LoRA große Zugewinne bei moderatem Aufwand liefern. Synthetische Daten können als Katalysator dienen, sollten aber früh durch reale Beispiele validiert werden, um Fehlerbilder nicht zu verfestigen.

## Ausblick

Als nächste Schritte sollten die synthetischen Generatoren (einschließlich der HTTP-Variante) konsolidiert und ihre Datenversionen dokumentiert werden. Darauf aufbauend ist eine Validierung auf hand-alignierten und annotierten Datensätzen notwendig, um die Übertragbarkeit zu quantifizieren. Methodisch bietet sich eine kombinierte Metrik an, die semantische Übereinstimmung mit Lesbarkeits- und Regelmerkmalen verbindet. Abschließend kann die Metrik als Reward-Funktion in einer Übersetzungspipeline getestet werden, um den praktischen Nutzen direkt zu evaluieren.

## Literatur

- Klöser, J., Mallinson, J., Štajner, S., Shardlow, M., & Saggion, H. (2024). Multilingual Text Simplification: Benchmarks and Methods. *Proceedings of the 62nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2024)*. <https://arxiv.org/pdf/2402.10675>
- Toborek, V., Busch, M., Boßert, M., Bauckhage, C., & Welke, P. (2023). A New Aligned Simple German Corpus. *Proceedings of the 61st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers)*, 11393–11412. <https://aclanthology.org/2023.acl-long.638>