



Hochschule RheinMain  
Fachbereich Design Informatik Medien  
Studiengang Medieninformatik

## Abschlussarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

Bachelor of Science

---

# Gruppenbasierte Umgebung für mehrsprachige Übersetzungsquellen

---

Vorgelegt von Kalle Hilsenbek  
am 4. Mai 2017  
Referent Prof. Dr. Jörg Berdux  
Korreferent Prof. Dr. Peter Barth

## Erklärung gemäß ABPO

Ich erkläre hiermit, dass ich

- die vorliegende Abschlussarbeit selbstständig angefertigt,
- keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt,
- die wörtlich oder dem Inhalt nach aus fremden Arbeiten entnommenen Stellen, bildlichen Darstellungen und dergleichen als solche genau kenntlich gemacht und
- keine unerlaubte fremde Hilfe in Anspruch genommen habe.

Wiesbaden, 4. Mai 2017

---

Kalle Hilsenbek

## Erklärung zur Verwendung der Bachelorthesis

Hiermit erkläre ich mein Einverständnis mit den im folgenden aufgeführten Verbreitungsformen dieser Abschlussarbeit:

Verbreitungsform	Ja	Nein
Einstellung der Arbeit in die Hochschulbibliothek mit Datenträger	×	
Einstellung der Arbeit in die Hochschulbibliothek ohne Datenträger	×	
Veröffentlichung des Titels der Arbeit im Internet	×	
Veröffentlichung der Arbeit im Internet	×	

Wiesbaden, 4. Mai 2017

---

Kalle Hilsenbek

## **Abstract**

Processing systems for human language translations are nowadays under highly development, from the grounding neural machine translation systems, extra hardware devices for conversational translations, to the software for telephone voice translation. All those system are still away from high quality output, consequential there is a requirement for hybrid systems of machine translation and human correction. However, this thesis describes a multilingual design for interactive post-editing interfaces. The web-implementation shows that basic interactions and community driven help functions within this approach don't need a specific translation software. With this configurable and adoptable prototype you could create a certain multilingual corpus of european languages.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Linguistische Datenverarbeitung</b>	<b>7</b>
2.1	Übersetzungsdefinition . . . . .	7
2.2	Nachbesserung von maschineller Übersetzung . . . . .	8
2.3	Metriken . . . . .	9
2.3.1	N-Gramme . . . . .	9
2.3.2	BLEU . . . . .	9
2.4	Designimplikationen . . . . .	10
2.4.1	Anzeige von vollständigen Übersetzungen . . . . .	10
2.4.2	Auswahl von einzelnen Satzteilen . . . . .	11
2.4.3	Auswahl von verschiedenen Übersetzungsmodi . . . . .	11
2.4.4	Anzeige von Übersetzungen für selektierte Abschnitte . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Oberflächenkonzepte für Übersetzungen</b>	<b>12</b>
3.1	Interaktive Maschinenübersetzung . . . . .	12
3.2	Bedienkonzepte . . . . .	13
3.2.1	Iteratives Grundkonzept . . . . .	13
3.2.2	Kontextfokussierung . . . . .	15
3.2.3	Satzfokussiertes Konzept . . . . .	16
3.3	Zusammenführung der Konzepte . . . . .	17
3.4	Konfliktlösung . . . . .	18

---

<b>4</b>	<b>Sprachenmodell und Architektur</b>	<b>19</b>
4.1	Linguistisches Sprachmodell . . . . .	19
4.2	Datenmodell . . . . .	21
4.3	Programmarchitektur . . . . .	22
<b>5</b>	<b>Umsetzung</b>	<b>24</b>
5.1	Frontend . . . . .	24
5.1.1	Grundkonzept . . . . .	24
5.1.2	JSON-Struktur . . . . .	26
5.1.3	Beginn der Korrektur . . . . .	26
5.1.4	Neuschreibung . . . . .	28
5.2	Backend . . . . .	29
5.2.1	Django . . . . .	29
5.2.2	Konfliktlösung auf Modellebene . . . . .	30
5.2.3	Wortvorschläge . . . . .	30
5.2.4	Multiple Übersetzungsquellen . . . . .	30
5.2.5	Übersetzungsschnittstelle . . . . .	32
<b>6</b>	<b>Fazit</b>	<b>34</b>
6.1	Technische Weiterentwicklung . . . . .	34
6.2	Gesellschaftlicher Ausblick . . . . .	35
<b>7</b>	<b>Vertiefungen</b>	<b>37</b>
7.1	Sprachentstehung . . . . .	37
7.2	Parallele Texte . . . . .	38
7.3	Konzeptentwurf für parallele Texte . . . . .	38
7.4	Regelbasierte Übersetzung . . . . .	40
7.5	Baumbank . . . . .	40
7.6	Theorie rhetorischer Strukturen . . . . .	40
7.7	Übersetzungskritik . . . . .	40
7.8	Übersetzungsmetriken . . . . .	41

---

7.9	Statistische Maschinenübersetzung . . . . .	42
7.10	Rückgekoppeltes Netzwerk . . . . .	42
7.11	Neuronale Maschinenübersetzung . . . . .	44
7.12	Faltungsnetz . . . . .	45

# Danksagung

Im Gedenken an meine Oma, die vor kurzem gestorben ist und sich über meinen Abschluss gefreut hätte. Ich danke meiner Familie, meinen Freunden und Professoren für die Unterstützung bei dieser Arbeit. Vom Turmbau zu Babel grüßen und danken die liebenden Anarchisten allen weiteren Menschen.

Die Grenzen meiner Sprache  
bedeuten die Grenzen meiner Welt.  
*Ludwig Wittgenstein, Tractatus  
logico-philosophicus, London, 1922*

# Kapitel 1

## Einführung

Sobald Menschen verschiedene Sprachen sprechen, gehört das Dolmetschen und Übersetzen zu den unentbehrlichen Tätigkeiten des Menschen zur Überwindung der Sprachbarriere. Hürden gibt es bei der Übermittlung von Philosophie, Wissenschaft und Literatur, im politischen wie im gesellschaftlichen Verkehr, bei machtpolitischer Expansion oder bei friedlichen Reisen [7]. Die Relevanz und Verfügbarkeit von Übersetzungen hat sich im Laufe der Zeit stark geändert. Zeichnen lässt sich eine Entwicklung von den anfänglichen seltenen Übersetzungen von einzelnen Textstücken wie der Bibel, die jahrelange Verwerfungen in der Gesellschaft nach sich gezogen hat, hin zu einer Professionalisierung eines separaten Gewerbes mit einem IT-Sektor zu dessen Unterstützung. Mit der bedeutsamen Rolle von Übersetzungen lässt sich der frühe Einsatz von Computern in diesem Gebiet zum Beginn des kalten Krieges erklären.

Im Zuge des gestiegenen Interesses an künstlichen neuronalen Netzen gab es deutliche Verbesserungen der neuronalen Maschinenübersetzung (engl. *Neural Machine Translation*) [28]. So ist es zum Beispiel möglich zwischen Sprachen zu übersetzen, zu denen keine direkten Lerndaten zur Verfügung stehen, also gelernte Sprachpaare auf andere Sprachen abzuleiten [19]. Neben den künstlichen neuronalen Netzen entwickeln die älteren regelbasierten Übersetzungsmethoden [42] faszinierender Weise ebenfalls eine abstrakte multilinguale Zwischenschicht in Form einer verwendbaren universellen Grammatik<sup>1</sup>. Diese Fortschritte verleiten zur Überlegung wie die Technologie beziehungsweise Konzepte über simple Übersetzungsanfragen hinaus adaptiert und den Endnutzern zur Verfügung gestellt werden kann. Die Adaption, auf der Ebene der Benutzeroberflächen, sieht es vor Nutzer zu bemächtigen, Texte zu übersetzen dessen Sprache sie nicht beherrschen.

---

<sup>1</sup>Wie diese Entwicklungsrichtung mit der menschlichen Sprachentstehung zusammenhängen könnte, wird später in Abschnitt 7.1 erläutert.

Die verwendbaren OpenSource-Produkte in der linguistischen Datenverarbeitung können sich auf Grund der Unterstützung durch größere Communities, Universitäten und Unternehmen als aktuell bezeichnen. In weiten Teilen wird eine Weiterentwicklung erst durch diese voran gebracht. Hervorgehend aus dieser beständigen Entwicklung wird versucht die fertigen Komponenten zu abstrahieren und sich eine zukünftige Verwendung innerhalb des OpenSource-Ökosystems zu erarbeiten.

Die Qualität der maschinellen Übersetzung (im folgenden MÜ) reicht aus, um den übersetzten Text in großen Teilen zu verstehen, weißt aber meistens deutliche Fehler auf, die man vor einer Veröffentlichung korrigieren würde. Auch bei inoffiziellen Texten wie Kommentaren könnten solche Korrekturen zur Geltung kommen, wenn man von einem mehrfachen Konsum aus demselben Sprachraum ausgeht und man den nachfolgenden Lesern das Textverständnis erleichtern möchte. Die Weiterverarbeitung in verschiedene Sprachräume lässt individuelle Nutzerfragen außen vor und richtet den Fokus mit seinen Mechanismen auf größere Gruppen.

In der vorliegende Bachelorarbeit werden die linguistischen und technischen Mittel ausgearbeitet, die den vielfältigen Einsätzen von Übersetzungen entsprechen. Im Allgemeinen ist das der multilinguale Konsum<sup>2</sup>. Die Verarbeitung durch die Nutzer erstreckt sich über verschiedene Textformen, Hilfestellungen und die Bearbeitung durch mehrere Anwender.

Ein eigenes Interaktionskonzept wird vorgestellt und getestet, das aus der Nachbesserung von Übersetzungen und deren Weiterverarbeitung in andere Sprachen besteht. Dafür wird der Stand der Forschung an interaktiven Übersetzungsoberflächen dem gruppenbasierten, multilingualen Design angepasst und die möglichen Verknüpfungen mit den Ergebnissen aus der maschinellen Übersetzung (MÜ) offengelegt. Weitere Konzepte, die für ein vollwertiges Übersetzungsprogramm nötig sind werden analysiert und soweit es der Rahmen dieser Arbeit zulässt auch umgesetzt.

---

<sup>2</sup>Nach meinem Wissensstand im Kontrast zu den bilingualen Oberflächen und Übersetzungsspeicher der meisten Übersetzungsprogramme, die diesen wesenhaften Aspekt von Übersetzungen (vielleicht auch der menschlichen Sprache) ausklammern. Die Oberfläche ist eventuell vergleichbar mit MOLTO [43], das diesen Aspekt aber sehr stark an die Grammatikgenerierung bindet.

Ich habe mich des beflissen im  
Dolmetschen, dass ich rein und klar  
Deutsch geben möchte. Und ist uns  
sehr oft begegnet, daß wir vierzehn  
Tage, drei, vier Wochen haben ein  
einziges Wort gesucht und gefragt,  
haben's dennoch zuweilen nicht  
gefunden.

*Martin Luther, Sendbrief vom  
Dolmetschen (1530)*

## Kapitel 2

# Linguistische Datenverarbeitung

Die Arbeit an Übersetzungen ist sehr vielschichtig. So wird bei entsprechender Tätigkeit die Kultur, die Textfunktion, der Kontext, der Zweck, die Situation, die Gesten (wichtig bei Gehörlosen) [2], die ausgangs- und zielsprachlichen Konventionen wie die Sprachgewohnheit und die Terminologie beachtet. Für die Entwicklung des Designs gilt es dieses weite Feld mit einer eigenen Übersetzungsdefinition zu begrenzen. Im Weiteren wird das grundlegende Interaktionskonzept vorgestellt, sowie die algorithmischen Metriken zu dessen Unterstützung. Die folgenden Ausführungen über Designimplikationen geben einen Einblick in den aktuellen Stand der Forschung zu Übersetzungsoberflächen.

## 2.1 Übersetzungsdefinition

Innerhalb dieser Arbeit wird eine Übersetzung wie folgt definiert: Die linguistische Sprachtransformation wird als dualistischer Prozess von freier und wörtlicher Übersetzung angesehen [4]. Dabei wird bei der freien Übersetzung der Text durch professionelles Wissen oder laienhafte Unwissenheit der Zielsprache angepasst. Die wörtliche, treue Übersetzung ist eng an den Originaltext gebunden. Auf der Satzebene führt diese Bindung zu einem Parallelkorpus<sup>1</sup>, bei dem jeder Satz ein Äquivalent in den anderen Sprachen aufweist. „Eine Übersetzung kann dann als ihrem Original äquivalent bezeichnet werden, wenn sie eine Funktion hat, die der Funktion des Originals äquivalent ist.“ [6]<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Rauschfreie Paralleltexte ziehen sich wie ein roter Faden durch die maschinelle Übersetzung, da sie elementar für das Erlernen und Bewerten von Übersetzungen sind. Abschnitt 7.2 definiert diese detaillierter.

<sup>2</sup>Eine umfangreichere Funktionsbestimmung bietet das systemisch-funktionale Bewertungsmodell (später in Abschnitt 7.7).

Eine Definition der Äquivalenz auf Satzebene kommt des weiteren der Arbeitsweise von Übersetzungsschnittstellen entgegen, die zum Teil nur einzelne Sätze verarbeiten können<sup>3</sup>.

Die freie Übersetzung sollte zu Beginn durch Hilfen zum Textverständnis reduziert werden. Erst wenn die Kenntnisse und die Übersetzungsqualität gut genug sind, sollte versucht werden sich von dieser Bande zu lösen und größere künstlerische Freiheiten ermöglichen. Diese stehen eigentlich jedem Übersetzer zu und werden durch die Implementierung der Definition beschnitten. Hinzukommend werden in dieser Arbeit Übersetzungsprobleme wie der Sprechrhythmus aufgrund des Mediums und der Definition ausgeklammert.

Angemerkt sei, dass es eine Vielzahl von anderen Definitionen gibt. Zum Beispiel die Definition der Übersetzung als ästhetisches Objekt. Demnach sind für jede Übersetzung andere Methoden und Phänomene wichtig.

## 2.2 Nachbesserung von maschineller Übersetzung

Ein fundamentales Interaktionskonzept in dieser Arbeit stellt die Nachbesserung von MÜ (engl. *post-editing*) dar. Dabei wird die fehlerhafte Textausgabe der Maschine einem Korrektor vorgelegt, der dann mit seinem Textverständnis in der Lage ist, einen äquivalenten Text zu erzeugen.

Dieses Vorgehen verspricht generell schnellere Resultate und je nach Ausgangsqualität eine bessere Qualität als eine Übersetzung von Grund auf [22]. Die Verwendung des Post-Editing-Verfahrens eignet sich vor allem für Laienübersetzer [11], die anfangs kein Textverständnis aufweisen. Welches Level die Nachbesserung erreicht, hängt von dem Ausbildungsgrad und Erfahrungswerten der Nutzer ab, als auch von der Qualität der MÜ, die im Rahmen der Forschungsmöglichkeit möglichst hoch gehalten wird. Unabhängig davon ist es möglich durch die Anbindung von passenden Hilfestellungen und einem intuitiven Design ein hohes Level (engl. *full Post-editing*) zu erreichen. Neben den Hilfsmitteln des Designs können Browser-Plugins zur Behebung von Rechtschreib- und Grammatikfehlern genutzt werden.

---

<sup>3</sup>Die Beschränkung auf einzelne Sätze könnte sich natürlich ändern, wenn Sprachmodelle wie *sense2vec* [49], die den Kontext der weiteren Sätze in einem größerem Umfang einbeziehen, in der MÜ verwendet werden.

## 2.3 Metriken

Um die beschriebene Bearbeitung soweit wie möglich von vornherein zu minimieren, werden automatische Übersetzungsmetriken benötigt. Sie sind elementar zur Abstraktion der Übersetzungsprogramme und ermöglichen eine verbesserte Weiterreichung der Übersetzungskorrekturen. Die der Übersetzungsbewertung innewohnende Komplexität setzt den berechneten Übersetzungsmetriken enge Grenzen. Deshalb sind für die verschiedenen Übersetzungsbewertungen eine Vielzahl von Metriken entstanden.

### 2.3.1 N-Gramme

N-Gramme sind die Aufeinanderreihung von Textfragmenten. Die Fragmente können Wörter, Buchstaben oder im Falle von Skip-Gramm bestimmte Wortgruppen sein. Das  $N$  steht für die Variable Anzahl von Fragmenten, die extrahiert werden. Aus dem folgenden Satz werden zur Verdeutlichung die entsprechenden 3-Gramme oder auch Trigramme genannt dargestellt:

„Der Vogel hat meine gesamten Setzlinge verputzt.“

Daraus ergeben sich folgende Trigramme: (Der, Vogel, hat), (Vogel, hat, meine), (hat, meine, gesamten), (meine, gesamten, Setzlinge) und (gesamten, Setzlinge, verputzt)

Der buchstäbliche Abgleich von N-Gramms ist der einfache Grundbaustein von vielen Evaluierungsmetriken. Mit höheren N-Gramms wird es immer unwahrscheinlicher exakte Treffer zu erzielen. In der deutschen Sprachen gibt es beispielsweise eine Vielzahl von Deklinationen, die dazu führen diese direkten Vergleiche kritisch zu sehen. Trotzdem eignen sie sich als Sprachmodell für komplexe Metriken, die ständig weiter entwickelt werden und können für einfache Sprachaufgaben wie Wortvorschläge eingesetzt werden.

### 2.3.2 BLEU

Für eine automatische, sprachunabhängige und schnelle Übersetzungsevaluierung wurde die BLEU-Metrik (engl. *bilingual evaluation understudy*) auf der Basis von N-Gramms entwickelt. Dabei werden die Ausgaben einer MÜ mit einer professionellen Übersetzung von Menschen verglichen. Der Abgleich erfolgt auf Satzebene, ist aber nur bei einer Anwendung auf komplette Texte aussagekräftig. Obwohl keine grammatikalischen Regeln überprüft werden, korreliert diese Metrik mit menschlichen Evaluationen. Ebenso konnte ein linearer Zusammenhang zwischen BLEU-Werten und der Produktivität von Post-Editoren nachgewiesen werden [57]. Auch wenn

sich diese Metrik zum Vergleich von Übersetzungsprogrammen etabliert hat, wird sie ständig weiter entwickelt. An dieser Stelle wird aus diesem Grund nur eine einfache Variante [56] vorgestellt.

Die Werte zwischen 0 (keine Ähnlichkeit) und 1 (volle Ähnlichkeit) werden wie folgt berechnet:

$$\text{BLEU} = \text{BP} \cdot \exp \left( \sum_{n=1}^4 \frac{1}{4} \log p_n \right)$$

Wobei  $p_n$  für das Verhältnis der gefundenen N-Gramme zur gesamten Menge der N-Gramme im Referenzsatz steht.

$$\text{BP} = \begin{cases} 1 & \text{if } c > r \\ e^{1-\frac{r}{c}} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Der Multiplikator BP gibt an, um wie viel die Ähnlichkeit abnimmt, wenn die Länge des Testsatzes  $c$  die Länge der Referenz  $r$  überschreitet. Diese Korrektur ist wichtig, da die MÜ grundsätzlich zu längeren Sätzen tendiert [56].

## 2.4 Designimplikationen

In der Forschung zu Übersetzungsoberflächen von natürlichen Sprachen wurden einige Ansätze ausgearbeitet. Meine Folgerungen für eine multilingualen Umgebung, beruhen auf einer größeren Analyse von Post-Editing der Stanford Universität [22]. In wie weit sie umgesetzt werden konnten, wird bei den Bedienkonzepten (danach in Abschnitt 3) näher erläutert.

### 2.4.1 Anzeige von vollständigen Übersetzungen

Durch die Anzeige von ganzen Satzübersetzungen wird das Textverständnis erleichtert. Die Sätze werden oft als Referenz benutzt und häufig ausgetauscht [22]. Sobald es mehr Vorschläge gibt, als dass sie von einem Menschen vernünftig verarbeitet werden können, sollten die Vorschläge nach Qualität und Entropielevel vor sortiert werden. Neben der Anzeige in der Zielsprache gibt es auch die Möglichkeit Übersetzungen aus den Zweitsprachen des Korrektors anzuzeigen. Die Hilfestellungen aus anderen Sprachen befähigen zu abgeglichenen Übersetzungen, ohne dabei die Originalsprache verstehen zu müssen.

### **2.4.2 Auswahl von einzelnen Satzteilen**

Die Auswahl von einzelnen Satzteilen, sollte direkt in der Oberfläche abgebildet werden, sodass einem unkontrollierten Copy & Paste vorgebeugt wird [22]. Bei einer größeren Fülle an Referenzsätzen gelingt dies am intuitivsten durch die Anbindung von automatisierten Vervollständigungen mit mehreren Wörtern.

### **2.4.3 Auswahl von verschiedenen Übersetzungsmodi**

Die bisherige Annahme, dass der Übersetzungsprozess auf separierten Phasen — der Zusammenfassung, des Entwerfens und der Überarbeitung — besteht, wurde durch empirische Studien zugunsten eines verschachtelten Prozesses verworfen[22]. Daraus folgt ein ständiges Wechseln der Assistenzumgebung, welches dem Nutzer überlassen wird und nicht vom System vorgeschrieben ist.

Bei meiner Implementierung bestehen die Prozesse aus der Aneignung des Textverständnisses, der Korrektur und der vollständigen Neuschreibung bei mangelhaften Sätzen. Die Stufe des Textverständnisses ist das einfachste Glied der Verschachtelung und kann bei guter Vorarbeit schon das einzige Glied darstellen.

### **2.4.4 Anzeige von Übersetzungen für selektierte Abschnitte**

Übersetzer scheitern meistens an einzelnen Wörtern, im Besonderen an Nomen und Adverbien [22]. Eine mögliche Abhilfe ist die Anbindung eines Wörterbuches. Das Nachschlagen und die Anzeige des Ergebnisses könnte beim Überfahren eines Wortes erfolgen. Sowohl die Darstellung des original Satzes, als auch die angebotenen Hilfssätze in den Zweitsprachen werden durch eine solche Anbindung aufgewertet. In einem mehrsprachigen Design sollte diese Anzeige wiederum mehrsprachig sein.

Man muss, überhaupt zu reden, den  
Übersetzungen, die uns aus der  
Schweiz kommen, das Lob lassen,  
Dass sie treuer und richtiger sind als  
andere. Sie sind auch ungemein  
reich an guten nachdrücklichen  
Wörtern, an körnichten  
Redensarten.

*Gotthold Ephraim Lessing; Briefe, die  
neueste Literatur betreffend*

## Kapitel 3

# Oberflächenkonzepte für Übersetzungen

In diesem Kapitel werden die entwickelten Konzepte im Bezug auf die eigenen Programmmerkmale vorgestellt. Es gibt durchaus erprobte Interaktionskonzepte für Übersetzungen, die sich auf das Neuschreiben der Vorschläge konzentrieren. Die Interaktion ist dabei an ein spezielles Übersetzungsprogramm gekoppelt [8], dessen Anpassung für einen Designentwurf zu kompliziert erscheint.

### 3.1 Interaktive Maschinenübersetzung

An dieser Stelle wird ein Konzept vorgestellt, das die Verarbeitung durch das System erst auf Satzebene ansetzt, dafür aber mit allen herkömmlichen Übersetzungsprogrammen kompatibel ist. Die wesentliche Interaktion besteht aus der Anforderung von verschiedenen Übersetzungsvorschlägen und der Korrektur der getroffenen Auswahl. Der ausführende Nutzer erlangt dabei keine unmittelbare Verbesserung seiner Übersetzungshilfen, sondern verbessert vielmehr die Hilfsstellungen in anderen Sprachen. Dessen Nutzen potenziert sich mit der Anzahl der weiteren Übersetzer. Dieses Vorgehen mag an dem unmittelbaren Bedarf der Übersetzer an Verbesserungen vorbei zielen, steht aber im kollaborativen Geiste der Nachbesserung für andere Nutzer.

Um den Nutzer zu einer Interaktion zu motivieren, die vorteilhaft für andere Nutzer ist, sind grundlegende Hilfestellungen angebunden, die nicht direkt auf diese Interaktion angewiesen sind. Diese Hilfestellungen werden in den jeweiligen Bedienkonzepten präzisiert.

Erst werden die vollständigen Satzkorrekturen von dem Backend angenommen und dann deren Übersetzung an die simultan arbeitenden Korrektoren in den anderen Sprachen weitergereicht<sup>1</sup>. Die Weiterreichung findet bereits bei der Auswahl eines Übersetzungsvorschlages statt, da man nicht ausschließen kann, dass die angebotenen Vorschläge als komplett richtig angesehen werden. Im Normalfall werden aber auch die Vorschläge aus der Hilfestellung wieder korrigiert.

## 3.2 Bedienkonzepte

Die Skizzierung von Bedienkonzepten und vergleichende Beschreibung der Nutzerrollen zeigt auf, wie variabel das multilinguale Design innerhalb der Übersetzungsdefinition einsetzbar ist. An welche Übertragungsgrenzen das Design stößt, kann nur in einzelnen Aspekten erörtert werden und sollte bei späteren Einbindungen in andere Übersetzungskonzepte gesondert betrachtet werden.

### 3.2.1 Iteratives Grundkonzept

Der verschachtelte Übersetzungsprozess sollte möglichst harmonisch in einem gemeinsamen Grundkonzept aufgehen (siehe Abbildung 3.1). Neben dem einheitlichen Lesen von eingestellten Texten und Kommentaren besteht die Hauptaufgabe in der flüssigen Verarbeitung der Übersetzungen. Das heißt, dass die verschiedenen Modi möglichst intuitiv in den iterativen Bearbeitungsstufen benutzt werden. Zur klaren Definition, welche Kenntnisse der Nutzer in den einzelnen Stufen aufweisen sollte, werden diese Bearbeitungsprozesse getrennt analysiert. Ein iteratives Grundkonzept stellt den Rahmen für die Zusammenführung in der Umsetzung bereit. Dies soll es dem Nutzer erlauben selbständig entscheiden zu können, wie tief in die wiederkehrenden Phasen von Verständnisaneignung, Fehlererkennung und Wissensweitergabe eingestiegen werden muss.

Diesen Grundprinzipien folgend wird die grobe Oberflächeneinteilung definiert. So soll die Auswahl der Sprache in einem linksbündigem Menü umgesetzt werden, das es ermöglicht weitere Merkmale der Sprache anzuzeigen und somit den Bearbeitungsstand aufzeigen kann. Die Kommentare werden unterhalb des zentralen

---

<sup>1</sup>Das zugrundeliegende linguistische Sprachmodell mit seinen Funktionen wird später in Abschnitt 4.1 definiert.

Textes platziert, um außerhalb des ersten Sichtfeldes zu liegen. Die Hilfestellungen sind rechts neben dem Text zu fixieren und sind nach der Wichtigkeit in dem jeweiligen Modi sortiert. Wichtige einmalige Nachrichten und Informationen, die zu groß sind, um in den vorgesehenen Hilfestellungen Platz zu finden, werden in einem zentralen Fenster über die gesamte Seite dargestellt. Bei einer Ausklappung der Kommentartexte könnten die Hilfestellungen auch für diese Texte verwendet werden.

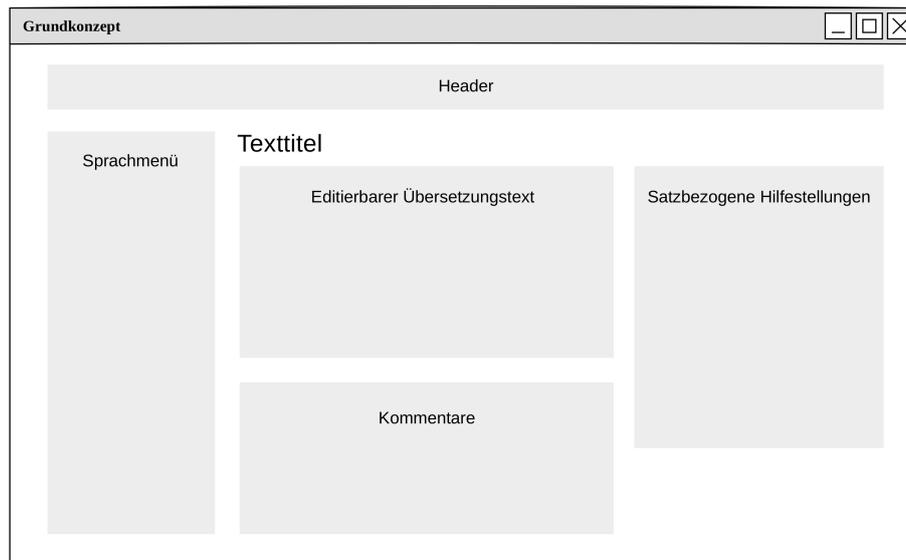


Abbildung 3.1: Reduzierte Darstellung des Grundkonzeptes

### 3.2.2 Kontextfokussierung

Das Konzept der Kontextfokussierung versucht dem normalen Textkonsum möglichst nahe zu kommen und stellt einen Kompromiss zwischen der Aneignung von Textverständnis und für den Leser an sich störenden Übersetzungskorrektur dar (siehe Abbildung 3.2). Hierfür werden die verschiedenen Quellen, mit der Auswahl über die verwendeten Metriken, zu einem Text komprimiert, der dann über Korrekturen auf eine höhere Qualitätsstufe gebracht wird (auf der Basis von Abschnitt 2.2). Die Hilfestellungen bestehen aus ganzen Übersetzungsvorschlägen, die bereits zur Qualitätsbestimmung benutzt wurden. Wenn es Korrekturen von Sprachen gibt, die der Nutzer versteht, werden diese unter den Vorschlägen dargestellt. Zur Analyse dieser Korrekturen ist ein angebundenes Lexikon sehr hilfreich. Zur Bestätigung der Korrektur, sollte es reichen das geänderte Textelement zu verlassen. Da in diesem Modi nur einzelne Wörter korrigiert werden sollen, kann bei einer Fokussierung eines Satzes mit einer festen Zielkorrektur des Nutzers gerechnet werden.

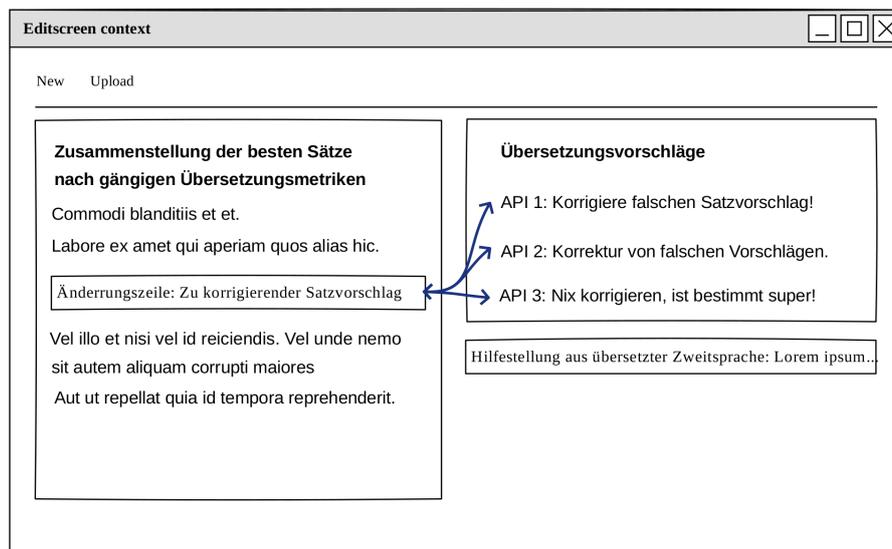


Abbildung 3.2: Mock-up des Kontextkonzeptes: Zu dem selektierten Satz im Nachbesserungsmodus werden weitere, austauschbare Übersetzungsvorschläge angezeigt.

### 3.2.3 Satzfokussiertes Konzept

Dieses Konzept setzt einen gelernten Übersetzer voraus, der sich aus dem ursprünglichen Text oder einer anderen Übersetzung das nötige Textverständnis und Kontextwissen angeeignet hat. Für jeden gezeigten Originalsatz oder jeder korrekten Übersetzung einer anderen Sprache muss der Nutzer in der Lage sein, selbstständig eine Übersetzung anzufertigen. Unterstützt wird er dabei mit Satzteilvorschlägen (gemäß Abschnitt 2.4.2) für den angefangenen Satz sowie dem transferierten Grammatikbaum (siehe Abbildung 3.3). Fertige Korrekturen müssen bestätigt werden, weil der Verlust des Fokus in diesem Fall nicht gleichzusetzen ist mit der Fertigstellung einer Korrektur.

Der Einsatz von Teilvorschlägen geht bisher mit der Anbindung von speziellen Programmen [39] [58] einher und der Entwicklung von Suchalgorithmen, die dem Beam-Search in neuronalen Übersetzungsprogrammen gleichen. Dieser Ansatz wird interaktive, prädiktive Maschinenübersetzung genannt, bei dem die geschriebenen Anfangswörter der Übersetzung zurück an die Übersetzungssoftware (in die Kodierungsschicht) gespielt werden, um eine verbesserte Übersetzungsvorhersage zu treffen. Auch wenn dieser Ansatz Qualitätsverbesserungen verspricht, müsste auf eine unausgereifte Forschungssoftware zurückgegriffen werden.

Das Verfahren in dieser Arbeit beruht auf der quantitativen Steigerung der Vorschläge über die Korrekturweiterreichung. Es soll das erzeugte Überangebot auf einen konkreten Vorschlag herunter brechen. Dies ist schon durch die Modellierung der Satzvorschläge über N-Gramms möglich.

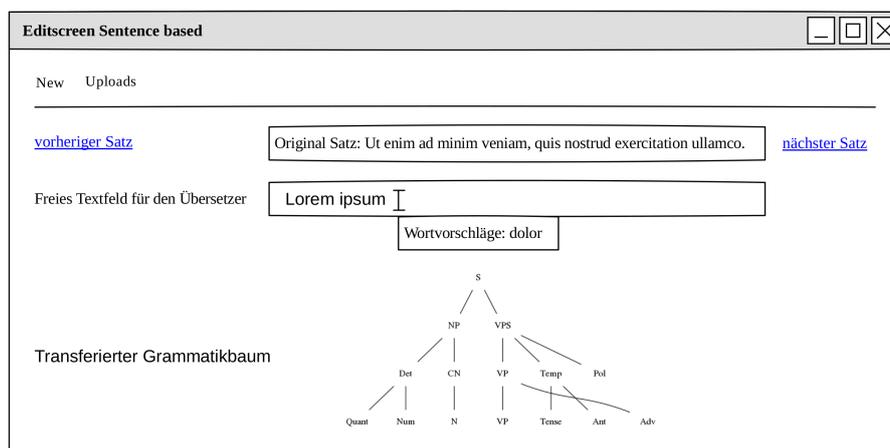


Abbildung 3.3: Der satzfokussierte Modus, bei dem jeder Satz neu geschrieben wird.

### 3.3 Zusammenführung der Konzepte

Die hauptsächlichen Gesichtspunkte der umgesetzten Zusammenführung sind die Beibehaltung des Grundkonzeptes und der zeitlichen Abfolge der verschiedenen Konzepte. Das Grundkonzept trägt zur Gewöhnung an die implementierten Übersetzungsphasen bei. Über die zeitliche Abfolge der einzelnen Prozessphasen ist dem Übersetzer genügend Raum für Reflexion und Erkenntnisgewinn gegeben.

Beim erstmaligen Aufruf der Seite werden die Mutter- und Zweitsprachen des Nutzers abgefragt. Ansonsten wird der Originaltext gezeigt, der nicht editiert werden kann. Mit der Auswahl einer Sprache wird der Text in dieser Sprache angezeigt. Ist der Text in dieser Sprache nicht übersetzt, so kann diese Übersetzung über einen Button angefordert werden. Um den Lesefluss aufrechtzuerhalten werden die Hilfestellungen anfänglich ausgeblendet und bei der ersten Verbesserung dauerhaft angezeigt. Besteht nach dem Ermessen des Lesers kein Korrekturbedarf, so können die Übersetzungsmodi übersprungen werden. Zu der Überprüfung seiner positiven Wertung sollte der Leser sich den Kommentaren darunter zuwenden, deren Titel in einer Baumstruktur dargestellt sind. Jeder Kommentartitel ist zu dem Ausgangspunkt der Zusammenführung für seinen Text verlinkt.

Direkt nach der angeforderten Übersetzung sind die Texte meistens zu korrigieren. Durch die Selektion eines Satzes werden die Hilfestellungen aus dem Modus der Kontextfokussierung hinzugefügt. Unter diesem ist auch ein Button, um in den Modus der Satzfokusierung zu wechseln (siehe Abbildung 3.4). In diesem wird das Inputfeld in den Kontext eingefügt und kann über den dargestellten Button oder einen Klick in einen anderen Satz beendet werden. Der nötige Referenzsatz ist dabei schon in der beibehaltenen Hilfestellung des Kontextkonzeptes vorhanden.



Abbildung 3.4: Die drei Glieder des Übersetzungsprozesses: Lesen, Korrigieren und Neuschreiben

### 3.4 Konfliktlösung

Bedingt durch das gemeinsame Übersetzen können Konflikte auf der Persistenzebene (wird später in Abschnitt 5.2.2 gelöst) und auf inhaltlicher Ebene auftreten. Bei unterschiedlichen Interpretationen des Textes gilt es diesen Konflikt mit Hilfe des systemisch-funktionalen Bewertungsmodells (wird später in Abschnitt 7.7 umrissen) zu lösen. Wenn die Bereinigung nicht trivial ist, sollten die möglichen Ansätze und deren Entwicklung offengelegt werden. Dies wäre möglich durch die Darbietung der Übersetzungshistorie, mehrsprachige Kommentare und übersetzte Textzusammenfassungen. Durch Zusammenfassungen wäre es realisierbar Konflikte zu bündeln, damit die Textübersetzung an sich möglichst objektiv bleibt. Mechanische Textzusammenfassungen sind aber zum aktuellen Zeitpunkt sehr komplex und immer auf bestimmte Themengebiete zugeschnitten.

Am vielversprechendsten sind die mehrsprachigen Kommentare. Da vermutlich die meisten Interpretationskonflikte aufgrund des stärkeren Meinungsaustausches innerhalb eines Kulturkreises, zwischen den unterschiedlichen Sprachräumen auftreten. Mit den Kommentaren wird das Übersetzungsgebilde komplexer und die triviale Manipulation auf verschiedene Ebenen verteilt. Der Versuch einer Konfliktlösung über die Kommentare regt zudem den kulturellen Austausch an und fordert eine kommunikative Lösung.

Writers make national literature,  
while translators make universal  
literature.

*José Saramago*

## Kapitel 4

# Sprachenmodell und Architektur

Dieses Kapitel gibt einen Überblick, wie das linguistische Sprachmodell und das dafür verwendete Datenmodell aufgebaut ist, sowie die generelle Struktur des Programmes, das von dem Web-Framework Django geprägt ist.

### 4.1 Linguistisches Sprachmodell

Die linguistische Architektur kann als synthetischer, paralleler Korpus angesehen werden. Vergleichbare Modelle [46] [40] bilden ihren Korpus über die Übersetzung von Satzpaaren in mehrere Sprachen. In meinem Fall ist die Bildung stark an die Benutzerinteraktion gebunden. Das heißt, dass der Ausgangstext und die Korrekturen aus anderen Sprachen weiter übersetzt werden (siehe Abbildung 4.1). Auf der Ebene der Oberflächen besteht deren Weiterreichung aus der Darstellung in den Hilfestellungen.

Die neuen Übersetzungen sind qualitativ besser, wenn das Übersetzungspaar in den zugrundeliegenden MÜ besser trainiert wurde. Neben der möglichen qualitativen Verbesserung, entsteht so immer eine quantitative Steigerung. Durch die Bewertung der Vorschläge durch Metriken sollen dem Nutzer nur qualitativ hochwertige Vorschläge angezeigt werden. Ein erster Ansatz ist die Zweckentfremdung der BLEU-Metrik auf fehlerhafte Übersetzungen als menschliche Referenzen<sup>1</sup>. Dadurch entsteht ein Pseudo-Korpus der zum Großteil nur aus Übersetzungsannäherungen bestehen kann. Die Weiterreichung der Korrektur beinhaltet sowohl die semantische Übersetzung über GET-Anfragen an die REST-APIs<sup>2</sup> als auch die grammatikalische Syntax-Übersetzung über das Grammatical Framework.

---

<sup>1</sup>Weitere Metriken werden später in Abschnitt 7.8 behandelt

<sup>2</sup>REST (engl. *Representational State Transfer*) ist ein Architekturstil für WEB-Schnittstellen, den viele ressourcenlastige Dienste umsetzen.

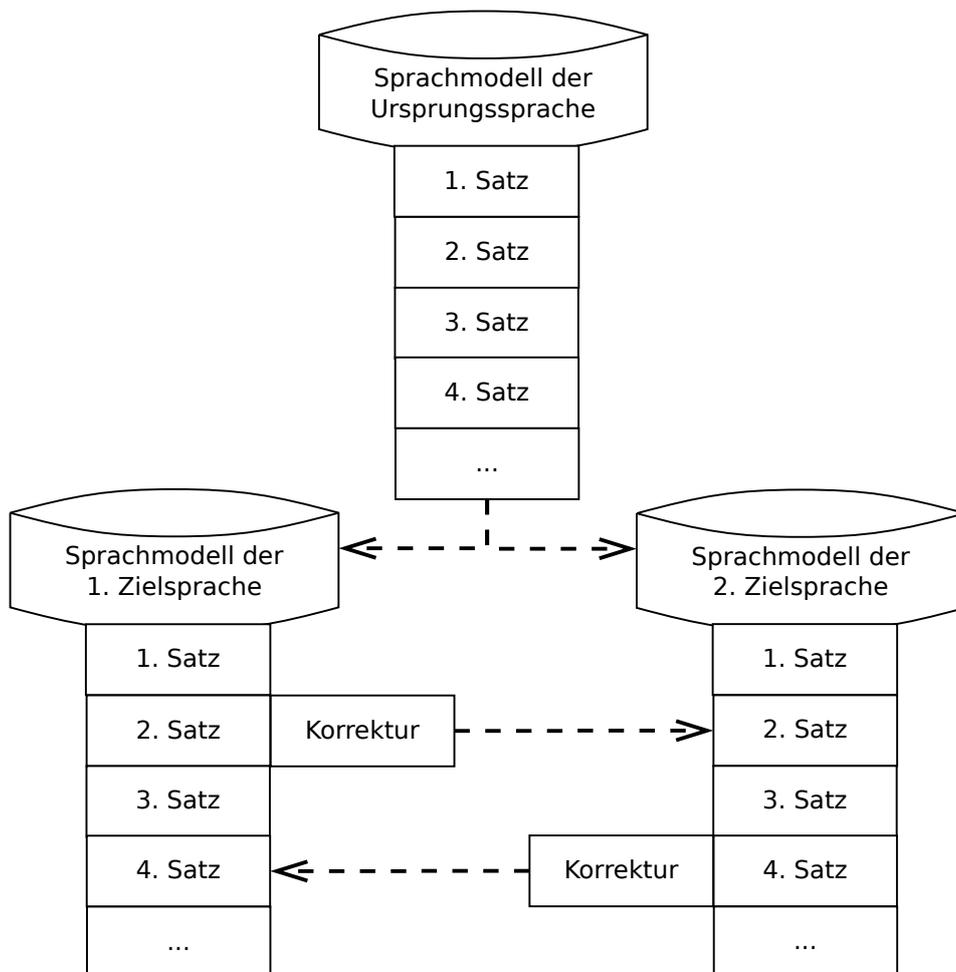


Abbildung 4.1: Vereinfachte Darstellung der linguistischen Architektur auf drei Sprachen, in der die gestrichelten Linien für Übersetzungen stehen.

## 4.2 Datenmodell

Die Textzusammensetzung (engl. *TextComposition*) ist das Hauptobjekt in der Modellierung. Daher haben alle weiteren Objekte direkt oder indirekt eine Abhängigkeit zu diesem. Über die Selbstreferenzierung des Elternobjektes (engl. *parent\_composition*) werden die Kommentare modelliert, die sich auf den jeweiligen Text beziehen. Die Kommentare erhalten also alle Eigenschaften eines eingestellten Textes und können dadurch wiederum übersetzt und kommentiert werden. Zur Anzeige der Texte werden die Attribute *author*, *slug*<sup>3</sup>, *date*, *original url* und *corrections* (Anzahl der gesamten Textkorrekturen) benötigt. Die restlichen Attribute sind für die Businesslogik notwendig.

Das Satzobjekt (engl. *Sentence*) entspricht der Modellierung der Übersetzungsdefinition und hält — neben den Attributen der Reihenfolge und des Titels — Methoden für die Anwendungslogik bereit. Die letztendliche Speicherung des Textes findet in den Vorschlägen (engl. *Suggestion*) statt. Um die Änderung von Vorschlägen und somit deren Historie modellieren zu können, besitzen Vorschläge auch eine Selbstreferenzierung (das Attribut *parent\_key*). In dem Attribut *text\_author* wird der API-Name oder der Name des menschlichen Authors gespeichert. Weil es keine Nutzerverwaltung gibt, ist dieser bei Menschen schlicht *human*. Ob eine Änderung von einem Menschen ausging, kann ebenso über das Bewertungsattribute erfahren werden, deren Wertung immer besser als die der Maschinen angesehen werden.

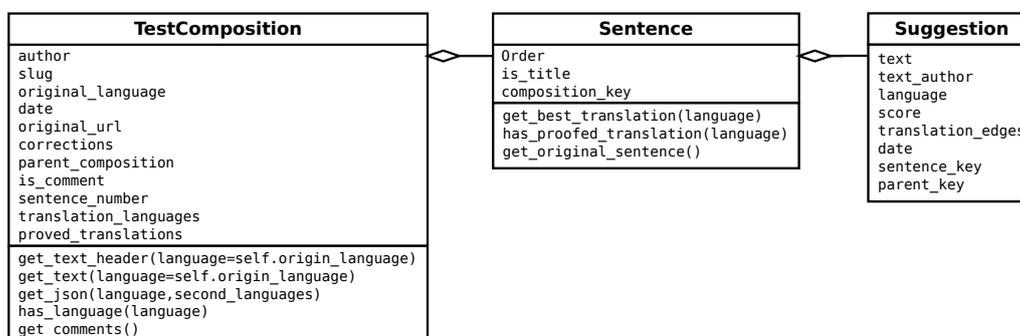


Abbildung 4.2: Das Datenmodell als Klassendiagramm

<sup>3</sup>Der Durchschuss (engl. *slug*) ist ein eindeutiger Ressourcenname, der sich aus mehreren Namen zusammensetzt und somit lesbar für Nutzer und Suchmaschinen ist.

### 4.3 Programmarchitektur

Django scheint auf den ersten Blick ein WEB-Framework zu sein, das das MVC-Pattern<sup>4</sup> umsetzt. Das Pattern wurde allerdings der Webumgebung angepasst und zu einer MVT-Architektur (Modell-View-Template) umgebaut. Der Controller wurde in die View umbenannt und zu einer Template-Engine umgebaut. Die View regelt nun welche Daten und Templates über bestimmte Url-patterns zurückgegeben werden. Jede Kommunikation die über dieses Muster hinaus geht, wird über bidirektionale Channels abgewickelt.

Aus der umrissenen Django-Architektur werden verschiedene Softwarepakete oder eigene Pythonmodule aufgerufen (siehe Abbildung 4.3). Die eigenen Module sind von der NLTK-Software und dem Grammatical Framework abhängig.

---

<sup>4</sup>Das MVC (engl. *Model View Controller*) ist ein Designpattern für Nutzeroberflächen. Die darin enthaltene Trennung von Daten, Logik und Präsentation erleichtert die spätere Änderung oder Erweiterung.

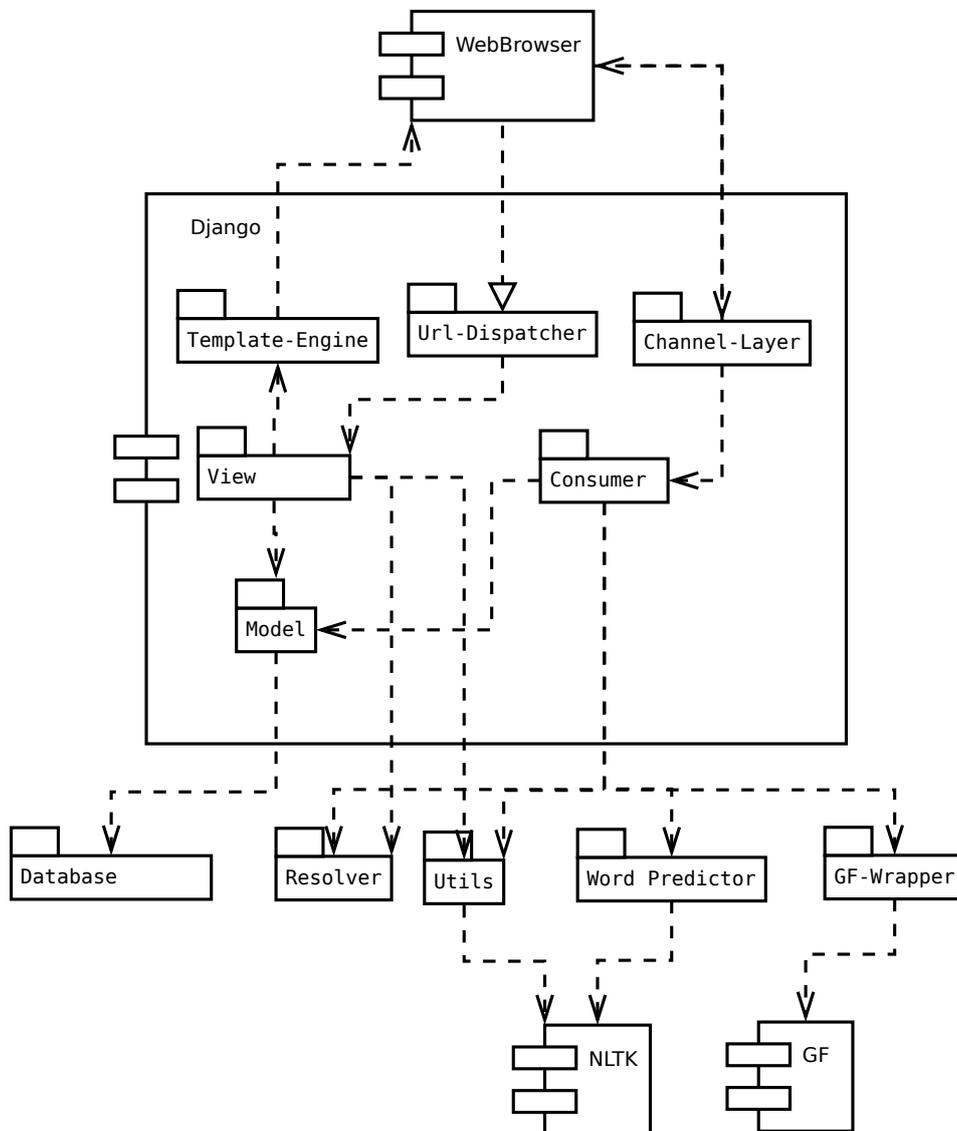


Abbildung 4.3: Die gesamte Softwarearchitektur

Without translation, we would be living in provinces bordering on silence.

*George Steiner*

## Kapitel 5

# Umsetzung

Die Umsetzung ist, wie die meisten Web-Applikationen, in Frontend und Backend aufgeteilt. Das Frontend benutzt JQuery 3.11, Bootstrap 4 und die Javascript-Portierung 1.7.1 von Graphviz [16]. Im Backend wird Python 3.5.2, Django 1.11, NLTK 3.2.2 [20] und GF 3.8 [42] verwendet.

### 5.1 Frontend

Die entwickelten Bedienkonzepte sind in einer einheitlichen Oberfläche zusammengeführt (siehe Abbildung 5.1). Um zu der Übersetzungsoberfläche zu gelangen, werden zu Beginn die beherrschten Sprachen des Nutzers abgefragt und in einer Session gespeichert. Anschließend gelangt man zu einer Übersichtsseite, auf der die neuesten Texte angezeigt werden.

#### 5.1.1 Grundkonzept

Das Menü ist auf die Sprachnamen reduziert und wird aus einer Liste der unterstützten Sprachen generiert, die dem Dashboard-Template übergeben wird. einen großen Wert wurde der Lesbarkeit des Textes zugesprochen. Denn im Idealfall geht der Benutzer nicht über dieses Konsummuster hinaus. Für eine schnelle Verfügbarkeit werden die einzelnen Sätze schon im Servertemplate in das HTML-Inline-Elemente 'span' gerendert und mit den nötigen Informationen zur Javascript-Anbindung versehen.

Translation Space [New](#) [Upload](#) [Thesis](#) [Links](#)

- Czech
- Danish
- Dutch 
- English
- Estonian
- Finnish
- French 
- German 
- Greek
- Italian
- Norwegian
- Polish
- Portuguese
- Slovene
- Spanish
- Swedish
- Turkish

## Es gab keine Möglichkeit, einen Spaziergang an diesem Tag zu nehmen.

from Jane\_Eyre

Das sagte Eliza , John und Georgiana gruppierten sich nun um Ihre mama im Salon : Sie lag nach hinten geneigten, auf einem Sofa am Kamin , und mit Ihren Freunden ( für die Zeit weder am Streiten noch Schreien ) sah sie vollkommen glücklich aus.

[Show Url inline](#)

### Comments section

Oh wie schön  
Test  
| [Schreib lieber was inhaltliches](#)  
| | [Mach ich doch!](#)

Ask something about the article to proof that the other native speakers got the right interpretation from the automatic suggestions.

Title:

Abbildung 5.1: Gesamte Oberfläche im Kontextmodus mit einem bereits korrigierten Titel. Die Sterne im Menü stehen für eine ausgeführte Übersetzung.

## 5.1.2 JSON-Struktur

Es werden zu Beginn lediglich die Informationen übermittelt die zur Darstellung und den wahrscheinlichen Interaktionen nötig sind. Die restlichen Daten werden während der Laufzeit per Websocket übermittelt.

Die Satz-ID Null steht immer für den Titel des Textes. Die Anzahl der Vorschläge in der angeforderten Sprache *main* entspricht den vorhandenen Vorschlägen oder der maximalen Anzahl an Vorschlägen in der Darstellung. Neben der angeforderten Sprache werden (wenn vorhanden) auch Korrekturen aus anderen Sprachen mitgeschickt (siehe Listing 5.1).

## 5.1.3 Beginn der Korrektur

Wenn der DOM-Baum aufgebaut ist, werden alle span-Elemente editierbar gemacht und mit einem entsprechenden Event-Handler versehen. Dieser sorgt bei einer Satzfokusierung für die Anzeige der Hilfestellungen. Durch das anklicken kann ein besserer Übersetzungsvorschlag ausgetauscht und im Kontext der restlichen Sätze korrigiert werden. Reichen die vorgeschlagenen Übersetzungen nicht aus, um den Sinn des Satzes zu erlernen, so helfen die Korrekturen aus den gewählten Sprachen weiter. Diese sind logischerweise nicht immer verfügbar und nicht editierbar.

**Es gab keine Möglichkeit, einen Spaziergang an diesem Tag zu nehmen.**

from Jane\_Eyre

Das sagte Eliza , John und Georgiana gruppierten sich nun um Ihre mama im Salon : Sie lag nach hinten geneigten, auf einem Sofa am Kamin , und mit Ihren freundinnen ( für die Zeit weder am Streiten noch Schreien ) sah sie vollkommen glücklich aus.

[Show Url inline](#)

**Translation suggestions**

Es gab keine Möglichkeit des Machens eines Spaziergangs, der Tag.

Es gab keine Möglichkeit, einen Spaziergang an diesem Tag .

**english assistance:**

There was no possibility of taking a walk that day

[Rewrite Sentence](#)

Abbildung 5.2: Beispiel einer Korrektur im Kontextmodus

```
1 var suggestions = {
2   __Satz_id__: {
3     "main": [
4       {"api": __API_Name__,
5        "score": __Bewertung__,
6        "suggestion_id": __Vorschlags_id__,
7        "phrase": __Text__},
8       {__weitere_Vorschlag__},
9       ...
10      {__letzter_Vorschlag__}
11    ],
12    __Zweitsprache__: [
13      {"api": __API_Name__,
14       "score": __Bewertung__,
15       "suggestion_id": __Vorschlags_id__,
16       "phrase": __Text__},
17    ],
18    __Drittsprache__: [
19      {"api": __API_Name__,
20       "score": __Bewertung__,
21       "suggestion_id": __Vorschlags_id__,
22       "phrase": __Text__},
23    ],
24    ...
25  },
26  __naechster_Satz_id__: {
27    "main": [...],
28    __Zweitsprache__: [...],
29    __Drittsprache__: [...]
30  },
31  ...
32  __letzter_Satz_id__: {
33    "main": [...],
34    __Zweitsprache__: [...],
35    __Drittsprache__: [...]
36  },
37 };
```

Listing 5.1: Beispielhafte Struktur des in das Template geschriebene JSON-Objektes.



## 5.2 Backend

Das Backend ist für die Bereitstellung, Analyse und Speicherung der Inhalte verantwortlich. Wegen des Umstandes der geringen Übersetzungsvolumen der angebundenen APIs wurden die Übersetzungen sparsam eingesetzt. Bei jedem Upload wird automatisch die verwendete Sprache erkannt und mit den sprachspezifischen Trennungszeichen die einzelnen Sätze extrahiert.

### 5.2.1 Django

In den Templates wird geregelt wie die Daten dargestellt werden. Das Modell in Django besteht aus ORM-Beschreibungen<sup>1</sup> und darauf aufbauenden Methoden. Dadurch wird die Persistenz der Daten sehr gut von der Darstellung getrennt.

Die Weiterreichung der Übersetzungskorrektur wurde noch nicht als Channel implementiert und besteht aus POST-Anfragen. Jeder umgesetzte Kommunikationskanal wurde verschieden konzipiert:

Bei den Wortvorschlägen wird direkt beim Verbindungsaufbau das Satzmodell (implementiert als N-Gramms) generiert. Die Vorschläge für einen geschickten Satzteil werden sofort von der Funktion des Nachrichtenkonsumenten (engl. *message consumer*) zurück geschickt.

Die Grammatikanforderung beim Neuschreiben von Sätzen kann bei einem Nutzer nur einmal pro Satz in jeder Sprache erfolgen. Deshalb wird mit dem Channelaufbau der abstrakte Syntax in die angeforderte Sprache übersetzt. Sobald die Übersetzung fertig ist, propagiert die Übersetzungsfunktion den schriftlichen Graphen an den Nutzer zurück.

Komplette Übersetzungsanforderungen für einen Text erfolgen einmal pro Sprache. Der Channel hierfür wird aufgebaut und wartet auf eine explizite Anweisung — ausgelöst durch den Aktionsbutton im Frontend. Die Fertigstellung löst beim Nutzer ein Neuladen der Seite aus. Das Ergebnis wird also nicht über diesen Channel kommuniziert.

Unter dem Modell, aus dem die Channels gespeist werden, wird die PostgreSQL-Datenbank benutzt, da die neusten Features meistens direkt in Django integriert werden (wie z.B. das `JSONField`). Es sind aber auch andere Datenbanken wie MySQL nutzbar.

---

<sup>1</sup>Eine objektrelationale Abbildung (engl. *object-relational mapping*) ermöglicht es eine relationale Datenbank über Objekte anzusprechen.

### 5.2.2 Konfliktlösung auf Modellebene

Dank der Datenmodellierung mit ihrer Ableitung der Korrekturen von bestehenden Objekten, wird für jede abgesendete Abänderung ein neues Objekt angelegt. Daher kommt es zu keinen Konflikten in der Datenbank, die bei der Überschreibung von Objekten auftreten.

### 5.2.3 Wortvorschläge

Die Generierung von Wortvorschlägen für den satzfokussierten Ansatz wurde sehr simpel mit 2-Gramms umgesetzt. Das heißt, dass jedes angefangene Wort mit allen Wörtern aus dem Satzkorpus abgeglichen wird. Der Satzkorpus wird aus allen bisherigen Satzvor schlägen generiert. Wird ein Wort beendet, das letzte Zeichen ist also ein Leerzeichen, so wird mit 2-Gramms nach Nachfolgewörtern gesucht. Für die vollständige Umsetzung der Auswahl von einzelnen Satzteilen müsste die Suche auf größere N-Gramms erhöht werden. Zur Verwaltung der erzeugten Satzmodelle und zur Kommunikation mit Django ist der Korpus-Manager verantwortlich.

Die Umsetzung wurde so konzipiert, dass neue Implementierungen einfach ausprobiert werden können. Dafür kann die derzeitige Satzklasse überschrieben werden oder eine eigene Klasse implementiert werden, indem man von der abstrakten Klasse *AbstractSentenceCorpus* (siehe Listing 5.2) ableitet. Beispielsweise kann ein Wortrauschen zur Fehlererkennung oder mit speziellen Wortvektoren, die zu dem Projektthema bezogen sind, für bessere Wortvorschläge verwendet werden. Ein entsprechender Korpus könnte durch alle bisherigen Übersetzungen oder einem Wörterbuch, das auf die Korrekturen angewandt wird, erzeugt werden.

### 5.2.4 Multiple Übersetzungsquellen

Um ohne algorithmische Spielereien eine größere Entropie in den Übersetzungsvorschlägen zu generieren, werden die verschiedenen Vorschläge jeweils von einer anderen Quelle erzeugt (siehe Abbildung 5.5). Es wäre auch möglich eine Quelle in mehrere Quellen aufzubrechen oder bei manchen Architekturen die nun künstlich erscheinende Filterung von Möglichkeiten auf ein Ergebnissatz aufzuheben. Ob dadurch eine große Variation entsteht, ist jedoch fraglich. Bei der Verwendung von unterschiedlichen Übersetzungsquellen ist dies durch unterschiedliche Übersetzungsmethoden und verschiedene Lerndaten gesichert.

```
1 class AbstractSentenceCorpus (metaclass=abc.ABCMeta) :
2
3     @abc.abstractmethod
4     def __init__(self, suggestions):
5         """
6         Init the sentence corpus
7         and generate your sentencebased language model.
8         The easiest improvment would be the use of higher n-grams.
9         another project:
10            adapt the neural complete from keras
11            https://github.com/kootenpv/neural\_complete
12         """
13
14     @abc.abstractmethod
15     def get_predictions(query) :
16         """
17         Generate the word prediction for the query.
18         You could also predict a complete phrase for the given query.
19         Prevailing the returned object is a list of strings.
20         To set a label for each prediction,
21         you have to configure the communication protocoll
22         within the frontend:
23         https://jqueryui.com/autocomplete/#categories
24         Currently this implementation is altered:
25         https://jqueryui.com/autocomplete/#multiple
26         For more informations about the frontend read the docu:
27         http://api.jqueryui.com/autocomplete/
28         """
```

Listing 5.2: Abstrakte Satzmodellklasse zur Wortvorhersage.

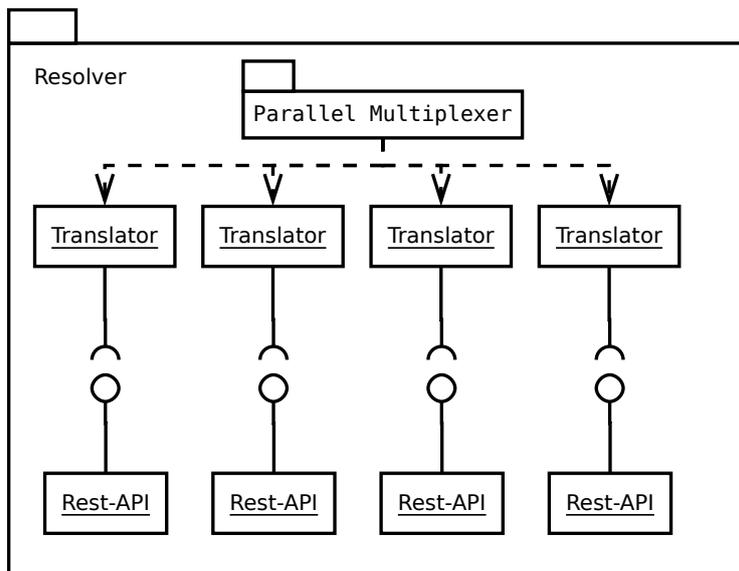


Abbildung 5.5: Umsetzung der Übersetzungsauflösung

### 5.2.5 Übersetzungsschnittstelle

Die in der Umsetzung von multiplen Übersetzungsquellen angedeuteten Übersetzer (engl. *Translator* genannt) leiten sich von einer abstrakten Übersetzerklasse ab (siehe Listing 5.3).

Die meisten REST-APIs verlangen einen Verifikationsschlüssel, der in der initialen Methode übergeben wird. An diese gelangt man über eine händische Anmeldung bei den dazugehörigen Anbietern. Bei der Erstellung eines Übersetzerobjektes in der Sammelklasse *TranslatorMixin* wird der festgeschriebene Schlüssel dem Übersetzerobjekt übergeben und bei jedem Übersetzungsaufwurf in die URL eingefügt. Die Fähigkeit bei Fehlschlägen die Anfrage erneut zu senden, wurde nur testweise implementiert.

```
1 @abc.abstractmethod
2 def translate(self, phrase, aim_language, origin_language='auto'):
3     """
4     Translates the phrase to the aim language.
5     Most APIs are assigned to the original language.
6     Please use the language-subtag-registry code in the call.
7     Look up the registry online or in the copy subtag.txt file:
8     www.iana.org/assignments/ -->
9     language-subtag-registry/language-subtag-registry
10    When languages are implemented which are not in the registry
11    this code will change.
12    The language letters should be translated within the function
13    to handle the specific REST-API documentation.
14    """
```

Listing 5.3: Die Funktion der abstrakten Übersetzerklasse *AbstractTranslator*, die die konkreten Übersetzer implementieren müssen.

Übersetzer sind als geschäftige  
Kuppler anzusehen, die uns eine  
halb verschleierte Schöne als höchst  
liebenswert anpreisen: Sie  
erregen eine unwiderstehliche  
Neigung nach dem Original.

*Johann Wolfgang von Goethe, Maximilien  
und Reflexionen*

## Kapitel 6

### Fazit

Die Implementierung des Designs zeigt, dass für die Basisinteraktionen keine spezielle Software benötigt wird. Desweiteren sollte das Design themenunabhängig anwendbar sein. Unter der Annahme der stetig steigenden Verbesserung der austauschbaren Übersetzungsprogramme ist der Fokus auf das Nacheditieren richtig gelegt. Der erstellte Software-Prototyp ist auf einem Entwicklungsstand, der von Endnutzern getestet werden kann. Ob sich das gruppenbasierte, mehrsprachige Design mit dem implementierten Übersetzungsprozess bewährt, wird sich erst mit der Erprobung durch eine größere Nutzergruppe erschließen.

Zudem fehlt noch der Austausch und die Verifikation der eigenen Übersetzungsdefinition mit anderen Kulturen. Die bewussten Beschränkungen in der Definition könnten so aufgehoben und der Umgebung besser angepasst werden. Ebenso fehlt die Anbindung von der Übersetzung von selektierten Wörtern.

#### 6.1 Technische Weiterentwicklung

Wenn unterschiedliche Korrekturen entstehen, werden diese noch nicht gemäß der Übersetzungskritik (siehe Abschnitt 7.7) gelöst.

Die Übersetzungsdaten im Browser sind bisher an den DOM-Baum gebunden. Zur Erfüllung gängiger Webpraktiken sollte der DOM-Baum abstrahiert werden. Dies wäre mit einer Integration in den React-Editor Slate [47] möglich.

Die Anbindung der Django-Modellerweiterung hvad [67] erlaubt es Übersetzungen über das reguläre ORM anzusprechen. Sie wäre deshalb sinnvoll für eine separate Darstellung von reinem Textkonsum und Übersetzungsbearbeitung. Davor sollte die Korrekturweiterreichung in einem Channel implementiert werden. In diesem Zuge könnte man die Synchronisation mit anderen Browsern umsetzen.

## 6.2 Gesellschaftlicher Ausblick

Zum Abschluss gibt es noch eine persönliche und politische Note mit einer Ausführung über die gesellschaftlichen Probleme der öffentlichen Medien und dem geschichtlichen Kontext aus dem diese Arbeit heraus entstanden ist.

In einer globalisierten Wirtschaft sind Übersetzungen ein Grundpfeiler mit starken Wachstumsaussichten. Damit inbegriffen sind die Massenmedien, die in Form der Vierten Gewalt in den heutigen Demokratieformen eine Säule in der Gewaltenteilung einnehmen könnten [3]. Die Medien gelten als Initiatoren der politischen Meinungs- und Willensbildung und ermöglichen Transparenz und Legitimation politischen Handelns. Durch die wachsende Digitalisierung, Vernetzung und Verfügbarkeit von medialen Inhalten haben sich die Medien von einer Kontrollinstanz zu einem eigenen Machtzentrum entwickelt, dessen Arbeitsweise sich die Politik zum Teil untergeordnet hat, aber vor allem versucht in einem Wechselverhältnis Vorteile vom anderen zu erlangen [63]. Sind die Verstrickungen von Politik und Medien zu groß, dann verblasst die Kritikerrolle mit der fehlenden Distanz. Zwar birgt diese Entwicklung einige Vorteile, wie die einfache Herstellung von Öffentlichkeiten von Bürgern und Bürgerbewegungen durch Blogs und sozialen Medien, doch gibt es auch Entwicklungen, die kritisch zu sehen sind. So wird der Großteil der Nachrichten von Unternehmen generiert, die zuallererst an einer schnellen Wertschöpfung interessiert sind und nicht an der Herausarbeitung von langwierigen demokratischen Prozessen. Die Verfallszeit und Aktualität von Nachrichten wird immer kürzer und die Politik wird unter Druck gesetzt, schnelle und unmittelbare Entscheidungen zu treffen, ohne dem Bürger eine Möglichkeit der Partizipation zu geben. Außerhalb dieser sich selbst antreibenden Dynamik beschränken die steigenden Überwachungsmaßnahmen [44] die freie Meinungsäußerung durch Selbstzensur [10] und zersetzt so im Geiste die Aufklärung.

Das gemeinsame Übersetzen von relevanten Texten würde die Generierung hin zu den Lesern verlagern. Auf europäischer Ebene wäre es Bürgerbewegungen möglich sich der politischen Komplexität angemessener in den Diskurs einzubringen. Wenn die medienpolitische Annahme stimmt, dass eine gemeinsame Identität vor allem durch einen gemeinsamen Konsumraum entsteht, kann dies ebenso zur Identifizierung mit einer (europäischen) Demokratie und deren Legitimierung beitragen. Als Gegenbeispiel könnte der Brexit dienen, bei dem die mediale Auseinandersetzung vor allem national geführt wurde. Transnationale Publikationen, wie die Spiegelausgabe mit dem Titel "Please Don't Go!" [5], sind eher als vereinzelte Überredungsversuche zu verstehen, im Gegensatz zu einer internationalen und langwierigen Aufklärung, die in einem gemeinsamen Übersetzungsraum möglich wäre.

---

Das entwickelte und hier beschriebene Design könnte neben Werkzeugen wie Liquid Democracy einen Baustein in einem demokratischen Werkzeugkasten darstellen. Mit diesem wäre es möglich, neben den Öffentlich Rechtlichen, demokratische Nischen mit ihren eigenen Dynamiken in der Medienlandschaft aufzubauen.

Denn auch die beste Übersetzung  
bleibt ein Fremdes, dem jeder Duft  
der lebendigen Sprache abhanden  
gekommen ist

*Lion Feuchtwanger [1]*

## Kapitel 7

# Vertiefungen

Die definierten Begriffe werden für eine etwaige Vertiefung hinterlegt. Sie sollen als Grundlage für ein besseres Abstraktionsvermögen dienen und so eine weitere Entwicklung — wie die Verzahnung mit speziellen Übersetzungsprogrammen — ermöglichen.

### 7.1 Sprachentstehung

Im Folgenden werden zwei gegensätzliche linguistische Theorien zur Sprachentstehung (Universalgrammatik von Noam Chomsky und gebrauchsbasierte Linguistik) skizziert und eine Synthese in Form einer zukünftigen Sprachentwicklung erläutert.

Die in der Wissenschaft lange vorherrschende Universalgrammatik geht von gemeinsamen Grammatikprinzipien aller Sprachen aus, die den Menschen in einem angeborenem Grammatikmodul zur Verfügung stehen [45]. Aus den definierten Verarbeitungsschritten lernen Kinder die zugrundeliegende Grammatik und können so wohlgeformte Sätze bilden [55]. Die Universalgrammatik wurde im Laufe der Zeit, im Zuge von aufgetauchten Gegenbeispielen, stark weiterentwickelt beziehungsweise reduziert.

Im Gegensatz dazu geht die gebrauchsbasierte Linguistik von einem Spracherwerb aus, der durch kognitive Fähigkeiten entsteht — zum Beispiel das Erraten von Zusammenhängen und Sinn. Desweiteren werden zum Erlernen vor allem sprachunspezifische Denkmuster wie die Herstellung von Kategorien<sup>1</sup> und Beziehungen benutzt. „Die sprachliche Bedeutung entsteht hierbei durch eine Wechselwirkung zwischen der möglichen Bedeutung der Wörter selbst und der grammatischen

---

<sup>1</sup>In der künstlichen neuronalen Informationsverarbeitung werden hierfür unter anderem Faltungsnetze (siehe Abschnitt 7.12) verwendet.

Konstruktion in der sie stehen.“ [55]

Die Synthese unterliegt den Annahmen der Fortsetzung des Wachstums im Übersetzungsmarktes [27] und dem zukünftigen technischen Einsatz von interlingualen und universal-grammatischen Methoden in größeren gesellschaftlichen Bereichen.

Für das vorausgesetzte Übersetzungswachstum muss ein öffentlich zugänglicher multilingualer Korpus als Trainingsquelle für neuronale Netze oder ein quantitativer Sprung in regelbasierten Systemen zugrunde liegen. Der Gebrauch dieser Systeme in der linguistischen Datenverarbeitung würde zu einer stärkeren Verfügbarkeit von Texten führen, denen die Universalgrammatik eigen ist. Der immer leichter werdende informelle Zugriff darauf, vergrößert deren Einfluss auf den Spracherwerb (im Sinne der gebrauchsbasierten Linguistik). Die multilingualen Netze der neuronalen MÜ in der Kombination mit den abstrakten Syntaxbäumen (engl. *abstract syntax tree*), würden der völlig bedeutungsfreien Ebene der Universalgrammatik entsprechen, deren Inexistenz ein Hauptkritikpunkt an ihr darstellt.

Für eine Überprüfung müsste die vorgestellte Synthese mit den verschiedenen Sprachwandeltheorien abgeglichen werden. Bei einer entsprechenden Entwicklung sollte versucht werden, möglichst viele der 6000 lebendigen Sprachen der Menschheit zu erhalten, von denen die wenigsten an Übersetzungsprogramme angebunden sind.

## 7.2 Parallele Texte

Als parallele Texte versteht man die visuelle Darstellung oder die Speicherform von multilingualen Übersetzungen. Bei zweisprachigen Übersetzungen wird von Bitexten gesprochen. Eine großen Anzahl an zugeordneten Sätzen wird als Parallelkorpa definiert [24]. Eine öffentliche Sammlung von aufbereiteten Parallelkorpa ist OPUS [48].

Eine weitere Quelle von parallelen Texten sind Nachrichten aus verschiedenen Sprachen zu den selben Ereignissen. Bei einem Textvergleich, bei dem nicht jedem Satz ein Äquivalent zugeordnet werden kann, definiert man diese Eigenschaft als Rauschen und die einzelnen Elemente als monolingual.

## 7.3 Konzeptentwurf für parallele Texte

Diese Ausarbeitung wurde zu Gunsten der umgesetzten Konzepte verworfen, da der derzeitige Entwicklungsstand der MÜ nicht die erforderliche Qualität liefert. Im Zuge einer administrativen Erweiterung der Oberfläche würde sich dieses Bedien-

konzept zur Integration anbieten.

Jeder Text wird zeilenweise mit Qualitätskriterien wie z.B. Grammatikfehlern oder hervorgehobenen Rechtschreibfehlern dargestellt und wenn möglich mit entsprechenden Verbesserungsvorschlägen angereichert (siehe Abbildung 7.1). Zur Unterstützung würde sich, bei entsprechender Reife, die Verfahren des automatischen Post-Editings anbieten.

Parallele Texte wären auch geeignet die starre Verarbeitungsstruktur aufzubrechen, indem Sätze verbunden oder in mehrere Sätze unterteilt werden können. Dies würde dem Nutzer größere künstlerische Freiheiten einräumen, die einem Übersetzer eigentlich immer zugesprochen werden. Eine parallele Form spiegelt am meisten die einfache Datenstruktur von Übersetzungen in Form von rauschfreien parallelen Texten wieder.

Damit der Prüfer vor lauter Fehlern den ursprünglichen Text nicht aus den Augen verliert und weiterführende sinnvolle Interaktionen möglichen wären, müssten die Texte an die Qualität von menschlichen Übersetzern heran kommen. Bei einer guten Qualität könnte der Prüfer sich die eloquentesten Passagen aus allen Texten zusammensuchen.

Hinweise pro Satz	Übersetzter Titel von Translator1		Übersetzter Titel von Translator2
<input checked="" type="checkbox"/>	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.	Syntaxfehler	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.
<input type="checkbox"/>	Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquid ex ea commodi consequat.	<input checked="" type="checkbox"/>	Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquid ex ea commodi consequat.
<input type="checkbox"/>	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.	<input checked="" type="checkbox"/>	Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Abbildung 7.1: Mock-up für parallele Texte.

## 7.4 Regelbasierte Übersetzung

Die regelbasierte Übersetzung hat sich inzwischen zur Interlingua-Methode weiterentwickelt. Dabei werden grammatische Informationen in eine abstrakte Zwischensprache transformiert, aus der wiederum die Zielsprache generiert wird. Ein typisches Beispiel dazu ist das Grammatical Framework [42].

## 7.5 Baumbank

Eine Baumbank ist ein linguistischer Textkorpus bei dem jeder Satz mit einer semantischen und syntaktischen Struktur annotiert wurde. Wie der Name zum Teil suggeriert, handelt es sich bei dieser Struktur meistens um einen Syntaxbaum für kontextfreie Grammatiken. Einer der ersten und größten Baumbank ist die Penn Treebank [37], die die Phrasenstrukturgrammatik umsetzt. Neben Baumbanken mit dieser Grammatik kann man die vorhandenen Banken in eine weitere Gruppe mit der Dependenzgrammatik einteilen. Die erstellten Baumbanken werden zur Übersetzung, Suche und Forschung in der Linguistik eingesetzt. Will man in meinem Fall von einer Baumbank sprechen, dann müssten die Syntaxausdrücke aus dem Grammatical Framework abgespeichert werden.

## 7.6 Theorie rhetorischer Strukturen

Die Theorie der rhetorischer Strukturen versucht die hierarchischen Strukturen eines Textes zu beschreiben, die vor allem auf den Aufbau und die Funktionalität einzelner Textbausteine zu einem zusammenhängenden Text eingeht. Zurzeit liegen Programme und Definitionen nur in Englisch, Spanisch und Französisch vor [36].

## 7.7 Übersetzungskritik

Neben den mentalistisch und wirkungsbasierten Ansätzen, die eine starke Reduzierung vornehmen, passt der textbasierte linguistische Ansatz am besten zu der implementierten Übersetzungsdefinition. Eine ausformulierte Theorie zur Übersetzungsbewertung ist das systemisch-funktionale Modell von House [6], bei dem die Relation zwischen Original und Übersetzung im Vordergrund steht. Das Modell nimmt an, dass eine Übersetzung der Versuch ist, die semantische, pragmatische und textuelle Bedeutung eines Textes beim Überwechseln von einem sprachlichen Code in einen anderen äquivalent zu halten. Der Gütegrad einer Übersetzung lässt sich

anhand dem Maß der Äquivalenz, der Übereinstimmung von Textprofil und Textfunktion bestimmen. Weil er sich nicht automatisch berechnen lässt, sollte versucht werden genügend Informationen zu sammeln, um eine einheitliche menschliche Einordnung zu ermöglichen. Die zwei Hauptparameter der Übereinstimmung in einem entsprechenden Modell sind der Makrokontext — also die Einbettung in einen größeren gesellschaftlichen und literarischen Zusammenhang — und der Mikrokontext mit den spezifischen Eigenschaften des Textes (siehe Abbildung 7.2).

Für einen Ansatz der versucht ideologisch motivierte Manipulationen aufzudecken, müsste man die postmoderne Übersetzungskritik (zum Beispiel von Lawrence Venuti) einbinden. Diese versucht mit einer sozialpolitischen Analyse Manipulationen und auf ungleichen Machtverhältnissen basierende Verzerrungen aufzudecken [6]. Zumal die postmoderne Übersetzungskritik keine ausformulierte Vorgehensweise aufweist die technisch implementiert werden kann, sollte sie eher als linguistische Unterweisung dem Nutzer dargeboten werden. Für eine letztendlich erfolgreiche Sanktionierung von Manipulationen wäre eine Nutzerverwaltung von Nöten.

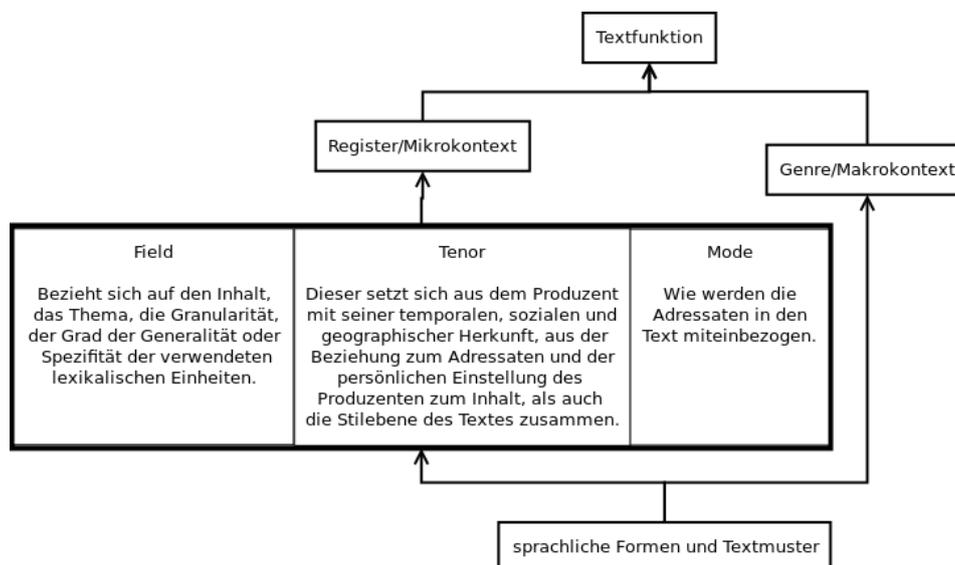


Abbildung 7.2: Übereinstimmungspare zur Übersetzungskritik [6]

## 7.8 Übersetzungsmetriken

Übersetzungsevaluierungen wie die BLEU-Metrik werden ständig weiter entwickelt<sup>2</sup>. Eine Entwicklungsrichtung ist eine tolerante Metrik, die auf Verfahren aufsetzen die schon bei der genereller Sprachverarbeitung eingesetzt werden. Toleranter bedeutet,

<sup>2</sup>Andere Metriken wie RIBES (engl. *Rank-based Intuitive Bilingual Evaluation Score*), GLEU (engl. *Generalized Language Understanding Evaluation*) oder METEOR bleiben dabei nicht außen vor.

dass für einen Vergleichstreffer nicht alle Buchstaben übereinstimmen müssen [61]. Ein einfacher Algorithmus zur Berechnung der benötigten Operationen zur Umwandlung des Testsatzes in seine Referenz ist die Levenshtein-Distanz<sup>3</sup>. Dieser gibt an wie viele Buchstaben eingefügt, gelöscht oder ersetzt werden müssen.

Über die Berechnung der Distanzen von jedem Satz zu allen anderen Sätzen, kann evaluiert werden welcher Vorschlag allen anderen am ähnlichsten ist. Durch die Erstellung eines großen Referenzkorpus könnte diese Evaluierung sehr aussagekräftig sein und mit der BLEU-Metrik korrelieren. Aufbauend auf diesem Vorgehen könnte man, wenn ein großer Korpus vorliegt, die Vorschläge in verschiedene Cluster unterteilen. Die Cluster stehen hierbei für die verschiedenen Übersetzungsmöglichkeiten. Die Evaluierung der Cluster würde nun für ein breiteres Ergebnis sorgen, das neben der Spitzensuche auch den Aspekt der Entropie aufgreift.

Ist das Übersetzungssystem auf bestimmte Sprachen festgelegt, so könnte es sich lohnen auf gelernte Vektorrepräsentationen zurückzugreifen. Das überwachte Training besteht aus dem Erlernen der Qualitätsmerkmale von Ursprungs- und Zielsatz [46].

## 7.9 Statistische Maschinenübersetzung

Die statistische Maschinenübersetzung kann mit seiner Struktur von Kodierer (engl. *Encoder*) und Dekodierer (engl. *Decoder*) als Vorläufer der neuronalen Maschinenübersetzung angesehen werden [15]. Der Kodierer nimmt die Wörter und Struktur des Ausgangssatzes auf und gibt diese an den Dekodierer weiter. Dieser macht einen Vorschlag für den Zielsatz anhand einer gelernten Wahrscheinlichkeitsfunktion. Eine verbreitete OpenSource-Variante ist die Moses Software [32].

## 7.10 Rückgekoppeltes Netzwerk

Rückgekoppelte beziehungsweise rekurrente, neuronale Netze werden in der Sprach- und Schrifterfassung, dem Textverständnis [38], der Erlernung von einfachen Sprachmodellen [26], der Satzkorrektur [34], der Textzusammenfassung [9] als auch in der Wortvorhersage — beispielsweise in der neuronalen MÜ — eingesetzt. Die Rückkopplungen bestehen aus direkten, indirekten und seitlichen Verbindungen. Aus diesen unterschiedlichen Verbindungsmöglichkeiten sind in der historischen Entwicklung eine Vielzahl von verschiedenen rekurrenten Netzwerken entstanden [64], wie zum Beispiel Netze mit Verbindungen zu allen vorherigen Schichten mit

---

<sup>3</sup>Weitere erprobte Änderungsdistanzen sind die Hamming, Ulam's und Kendall's Tau Distanzen.

durchschnittlichen Gewichten [54].

Um das verschwindende Ableitungsproblem (engl. *Vanishing gradient problem*) zu umgehen, wird in den meisten Fällen ein Long Short-term Memory (LSTM) benutzt, das eine Abwandlung von rekurrenten Netzen ist. Mit einer LSTM-Architektur ist es leichter möglich komplexe und lange Strukturen — zum Beispiel Lippenbewegungen [50] — zu erlernen und die erlernte Information abzugreifen. Der Grundbaustein dieser Netze sind spezielle Speicherzellen, die meistens aus den drei Eingangs-, Ausgangs- und Vergessenheitselementen (engl. *input gate*, *output gate*, *forget gate*) bestehen. Weitere Ansätze versuchen mit linguistischen Elementen als Speicher dieses Problem zu lösen [18] oder mit spezifischen Einheiten die Sprachverarbeitung zu verbessern [33].

Vergleichbar mit LSTM-Netzen sind sogenannte Highway- oder residuale Netze die ohne den aufgeführten Elementen auskommen und es trotzdem erlauben extrem tiefe Netzwerke zu trainieren. Diese neuronalen Netze werden in der Objekterkennung [25] als auch in der Generierung von Paraphrasen [41] erprobt.

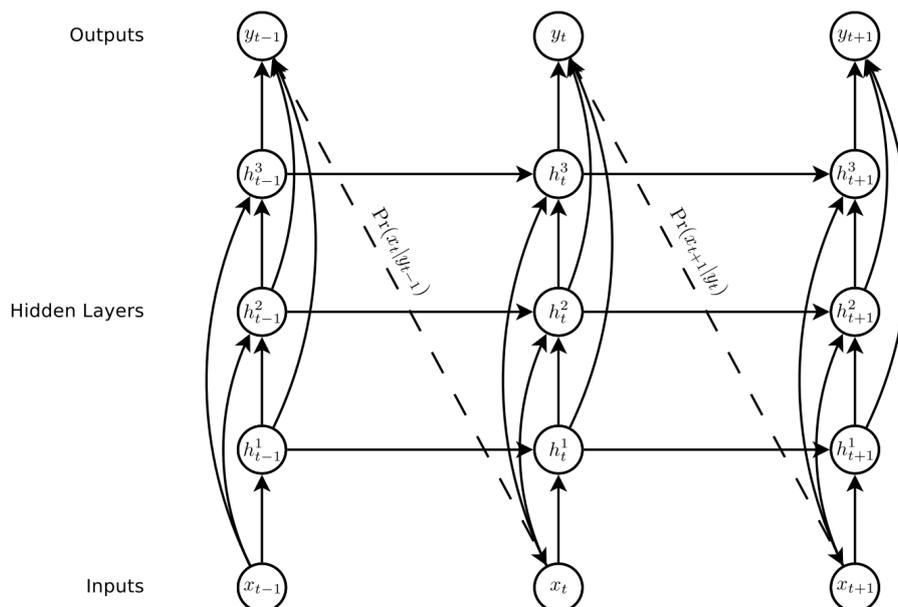


Abbildung 7.3: Rekurrentes, neuronales Netz zur Wortvorhersage. Die Kreise repräsentieren Netzschichten, die durchgezogenen Linien stehen für gewichtete Verbindungen und die Vorhersage wird als gestrichelte Linie dargestellt. [21]

## 7.11 Neuronale Maschinenübersetzung

Die meisten neuronalen Maschinenübersetzungen sind als fokussierte Kodierungs-Dekodierungsnetze implementiert. Da viele Forschungsansätze größere Veränderungen vornehmen, wird die Architektur nur grob vorgestellt und das Augenmerk mehr auf die sich abzeichnenden Entwicklungen gelegt.

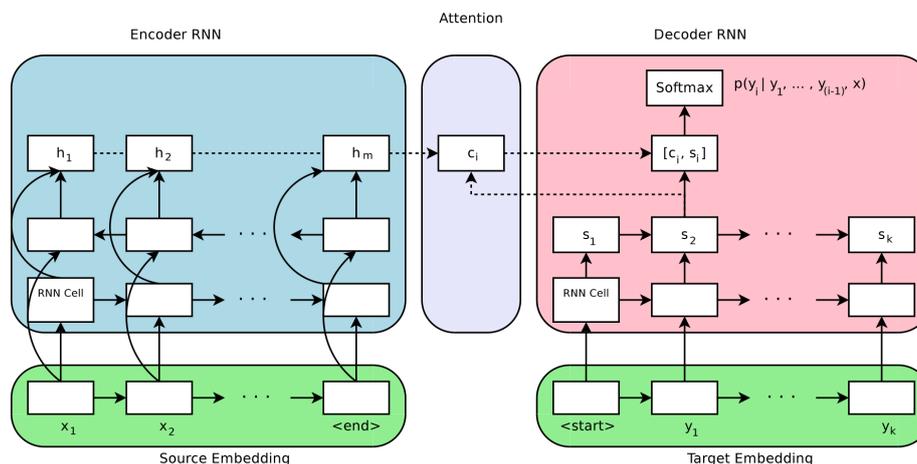


Abbildung 7.4: Semantische Sicht auf eine neuronale Maschinenübersetzung [13]

Die roten Ursprungswörter werden erst zu Vektoren zusammengetragen, die dann in ein rückgekoppeltes neuronales Netz gespeist werden. In jedem Zwischenschritt wird nun das blaue rückgekoppelte Zielnetz mit den Wortvorhersagen aus der Kombination des Ursprungsnetzes und den versteckten Schichten (engl. *hidden layers*) gefüttert [31].

Auf der Ebene der Kodierung werden die Eingangssätze von zwei rekurrenten, neuronalen Netzen verarbeitet. Eines läuft von links nach rechts und das zweite von rechts nach links über den Satz, dies führt zu einer versteckten Schicht, in der jedes Wort mit seinem linken und rechten Kontext kodiert ist [66].

In der Dekodierungsphase wird der Ausgangssatz aus der versteckten Schicht, den Eingangsetzen und einem Fokussierungsmechanismus in einem einzelnen rückgekoppelten Netz aufbereitet. Der Fokussierungsmechanismus (engl. *attention mechanism*) gleicht mit seinen Eigenschaften einer herkömmlichen Wortverknüpfung [14], indem jedes Ausgangswort aus einer Wahrscheinlichkeitsverteilung aus Eingabewörtern vorhergesagt wird [66].

Es gibt bereits eine erste Implementierung die multiple Satzquellen zur Qualitätssteigerung in einem multilingualen Modell benutzt [53]. Dies bedeutet es liegen mehrere Versionen des zu übersetzenden Satzes in verschiedenen Sprachen vor, die

genutzt werden, um präziser in die Zielsprache zu übersetzen. Sobald eine entsprechende vollwertige Übersetzungssoftware zur Verfügung steht, wäre es sinnvoll die Benutzerkorrekturen für Verbesserungen zurückzuführen. In einem System mit mehreren Übersetzungsquellen wäre es denkbar neben der Rückführung von Benutzerkorrekturen einen Ansatz auszuprobieren, der als Eingabe die Vorschläge der bereits getätigten Satzübersetzungen nutzt.

## 7.12 Faltungsnetz

Dieses künstliche neuronale Netz ist von den biologischen Prozessen der Sehrinde (visueller Cortex) inspiriert [17] und ist in vielen Bereichen der Bildverarbeitung wie der Objekterkennung, Bildsegmentierung, Ortsbestimmung [62] oder Styleübertragung erprobt. Desweiteren werden in einigen Feldern der Sprachverarbeitung der Einsatz entsprechender Netze erforscht [52]. Beispiele dazu sind die MÜ [29], die Satzklassifizierung [12], die Modellierung [30], die Extraktion von Wortverbindungen [65], das Abgleichen von Wortabfolgen [51], das semantische Parsen oder das Erlernen von Textverständnis. Um Faltungsoperationen effizienter parallel ausführen zu können, wird die Repräsentierung derselben als Konkretisierung von nicht linearen partiellen Differentialgleichungen erforscht [23], die Vereinfachung über stochastische Verfahren erprobt [35] oder die Umsetzung des Faltungstheorems (engl. *convolution theorem*) in der Gestalt von Fourier Transformation [60] getestet.

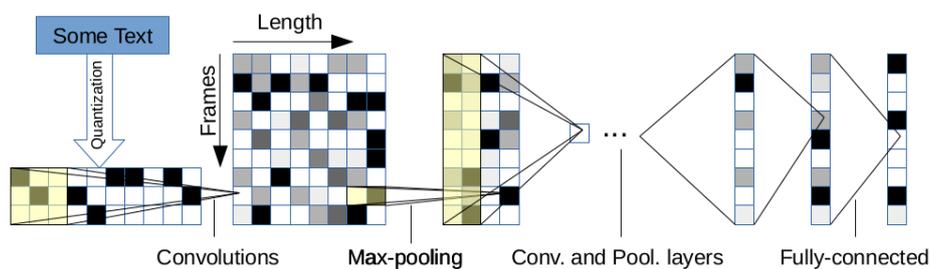


Abbildung 7.5: Beispiel eines Faltungsnetzes (CNN) (engl. *convolutional neural network*) in der Sprachverarbeitung. In der convolutionalen Schicht wird mit Hilfe einer Faltungsmatrix (engl. *convolution matrix*) die Merkmale eines Bereiches berechnet und zusammengefasst. Die Pooling-Schicht dient zur Verwerfung von überflüssigen Informationen. [59]

## Literaturverzeichnis

- [1] Prof. Heinz Ludwig Arnold. *Exilforschung 25/2007. Übersetzung als transkultureller Prozess*. Edition Text + Kritik, 2007. Vorwort S. X Zeile 1-3.
- [2] Annelise Kusters. *Max Planck Forschung 4.2016*. Max Planck Gesellschaft, 2016. Orte der Forschung: In den Straßen von Mumbai.
- [3] Markus Rhomberg. *Wirklich die „vierte Gewalt“? Funktionsverständnisse für die Massenmedien in der Gesellschaft*, pages 123–140. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2005.
- [4] Radegundis Solze. *Übersetzungstheorien Eine Einführung*. Narr Francke Attempo, 2008. Zur Vorgeschichte S.16.
- [5] DER SPIEGEL. *PLEASE DON'T GO! Warum wir die Briten brauchen | Why Germany needs the British*. Spiegel-Verlag Rudolf Augstein GmbH und Co. KG, 2016. Ausgabe 24/2016 BITTE GEHT NICHT!
- [6] Joanna Best und Sylvia Kalina. *Übersetzen und Dolmetschen: eine Orientierungshilfe*. A. Francke Verlag Tübingen und Base, 2002. Möglichkeiten der Übersetzungskritik S.101 und Folgende.
- [7] Joanna Best und Sylvia Kalina. *Übersetzen und Dolmetschen: eine Orientierungshilfe*. A. Francke Verlag Tübingen und Base, 2002. Zitat von S.13 Z. 1-7.

## Online-Quellen

- [8] Vicent Alabau, Ragnar Bonk, Christian Buck, Michael Carl, Francisco Casacuberta, Mercedes García-Martínez, Jesús González, Philipp Koehn, Luis Leiva, Bartolomé Mesa-Lao, Daniel Ortiz, Herve Saint-Amand, Germán Sanchis, and Chara Tsoukala. *Casmacat: An open source workbench for advanced computer aided translation*, 2013. <http://ufal.mff.cuni.cz/pbml/100/art-alabau-et-al.pdf>; abgerufen am 24. April 2017.
- [9] Alex Alifimoff. *Abstractive sentence summarization with attentive deep recurrent neural networks*, 2015. <https://cs224d.stanford.edu/reports/aja2015.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [10] Alex Alifimoff. *Global chilling the impact of mass surveillance on international writers*, 2015. [https://pen.org/sites/default/files/globalchilling\\_2015.pdf](https://pen.org/sites/default/files/globalchilling_2015.pdf); abgerufen am 25. April 2017.

- [11] Nora Aranberri, Gorka Labaka, Arantza Diaz de Ilarraza, and Kepa Sarasola. Comparison of post-editing productivity between professional translators and lay users, 2014. <http://www.mt-archive.info/10/AMTA-2014-W2-Aranberri.pdf>; abgerufen am 26. April 2017.
- [12] Denny Britz. Understanding convolutional neural networks for nlp, 2015. <http://www.wildml.com/2015/11/understanding-convolutional-neural-networks-for-nlp/>; abgerufen am 5. April 2017.
- [13] Denny Britz, Anna Goldie, and Thang Luong und Quoc Le. Massive exploration of neural machine translation architectures, 2017. <https://arxiv.org/pdf/1703.03906.pdf>; Code: <https://github.com/google/seq2seq/>; abgerufen am 5. April 2017.
- [14] Kyunghyun Cho. Introduction to neural machine translation with gpus, 2015. <https://devblogs.nvidia.com/parallelforall/introduction-neural-machine-translation-with-gpus/>; abgerufen am 5. April 2017.
- [15] Kyunghyun Cho, Bart van Merriënboer Caglar Gulcehre, Dzmitry Bahdanau, Yoshua Bengio, Fethi Bougares, and Holger Schwenk. Learning phrase representations using rnn encoder–decoder for statistical machine translation. <https://arxiv.org/pdf/1406.1078.pdf>; abgerufen am 28. April 2017.
- [16] Mike Daines. A hack to put graphviz on the web. <https://github.com/mdaines/viz.js/>; abgerufen am 5. April 2017.
- [17] deeplearning.net. Convolutional neural networks (lenet). <http://deeplearning.net/tutorial/lenet.html>; abgerufen am 5. April 2017.
- [18] Bhuwan Dhingra, Zhilin Yang, William W. Cohen, and Ruslan Salakhutdinov. Linguistic knowledge as memory for recurrent neural networks, 2017. <https://arxiv.org/pdf/1703.02620.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [19] Orhan Firat, Baskaran Sankaran, Yaser Al-Onaizan, Fatos T. Yarman Vural, and Kyunghyun Cho. Zero-resource translation with multi-lingual neural machine translation. <https://arxiv.org/pdf/1606.04164.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [20] Dan Garrette and Ewan Klein. An extensible toolkit for computational semantics, 2009. <http://www.aclweb.org/anthology/W/W09/W09-3712.pdf>; abgerufen am 28. April 2017.

- [21] Alex Graves. Generating sequences with recurrent neural networks, 2014. <https://arxiv.org/pdf/1308.0850v5.pdf>; abgerufen am 5. April 2017. S.3 ff.
- [22] Spence Green and Jeffrey Heer und Christopher D. Manning. The efficacy of human post-editing for language translation, 2013. Der Nachweis der Effizienz von Post-Editing ist von S.6 Abschnitt 'Translation Time and Quality'. Die Designimplikationen wurden von S.9 Abschnitt 'UI DESIGN IMPLICATIONS' entnommen, <http://vis.stanford.edu/files/2013-PostEditing-CHI.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [23] Eldad Haber and Lars Ruthotto und Elliot Holtham. Learning across scales - a multiscale method for convolution neural networks, 2017. <https://arxiv.org/pdf/1703.02009.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [24] Cathrine Fabricius Hansen. Paralleltext und Übersetzung aus sprachwissenschaftlicher sicht. [https://folk.uio.no/cfhansen/cfhHSK\\_Translation04.pdf](https://folk.uio.no/cfhansen/cfhHSK_Translation04.pdf); abgerufen am 5. April 2017.
- [25] Kaiming He, Xiangyu Zhang, and Shaoqing Ren und Jian Sun. Deep residual learning for image recognition, 2015. <https://arxiv.org/pdf/1512.03385.pdf>; Code: <https://github.com/KaimingHe/deep-residual-networks>; abgerufen am 5. April 2017.
- [26] Alexander G. Ororbia II and Tomas Mikolov und David Reitter. Learning simpler language models with the delta recurrent neural network framework, 2017. <https://arxiv.org/pdf/1703.08864.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [27] Rahul Jadhav. Global machine translation (mt) market analysis and forecast 2022 by application and technology, 2017. <http://www.satprnews.com/2017/02/13/global-machine-translation-mt-market-analysis-and-forecast-2022-by-application-and-technology/>; abgerufen am 5. April 2017.
- [28] Melvin Johnson, Mike Schuster, Quoc V. Le, Maxim Krikun, Yonghui Wu, Zhifeng Chen, Nikhil Thorat, Fernanda Viégas, Martin Wattenberg, Greg Corrado, Macduff Hughes, and Jeffrey Dean. Google's multilingual neural machine translation system: Enabling zero-shot translation, 2016. <https://arxiv.org/pdf/1611.04558v1.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [29] Nal Kalchbrenner, Lasse Espeholt, Karen Simonyan, Aaron van den Oord, and Alex Graves und Koray Kavukcuoglu. Neural machine translation in linear

- time, 2016. <https://arxiv.org/pdf/1610.10099.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [30] Nal Kalchbrenner and Edward Grefenstette und Phil Blunsom. A convolutional neural network for modelling sentences, 2014. <http://www.aclweb.org/anthology/P14-1062>; abgerufen am 5. April 2017.
- [31] Guillaume Klein, Yoon Kim, Yuntian Deng, and Jean Senellart und Alexander M. Rush. Opennmt: Open-source toolkit for neural machine translation, 2017. <https://arxiv.org/pdf/1701.02810.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [32] Philipp Koehn, Hieu Hoang, Alexandra Birch, Chris Callison-Burch, Marcello Federico, Nicola Bertoldi, Brooke Cowan, Wade Shen, Christine Moran, Richard Zens, Chris Dyer, Ondrej Bojar, Alexandra Constantin, and Evan Herbst. Moses: Open source toolkit for statistical machine translation, 2007.
- [33] Lingpeng Kong, Chris Alberti, Daniel Andor, and Ivan Bogatyy und David Weiss. Dragnn: A transition-based framework for dynamically connected neural networks, 2017. <https://arxiv.org/pdf/1703.04474.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [34] Gene Lewis. Sentence correction using recurrent neural networks, 2016. <https://cs224d.stanford.edu/reports/Lewis.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [35] Ji Li, Zihao Yuan, Zhe Li, Caiwen Ding, Ao Ren, Qinru Qiu, and Jeffrey Draper und Yanzhi Wang. Hardware-driven nonlinear activation for stochastic computing based deep convolutional neural networks, 2017. <https://arxiv.org/pdf/1703.04135.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [36] William C. Mann and Maite Taboada. Intro to rhetorical structure theory. <http://www.sfu.ca/rst/>; abgerufen am 5. April 2017.
- [37] Mitchell P. Marcus, Beatrice Santorini, and Mary Ann Marcinkiewicz und Ann Taylor. Treebank-3, 1999. <https://catalog.ldc.upenn.edu/LDC99T42>; abgerufen am 5. April 2017.
- [38] Grégoire Mesnil, Yann Dauphin, Kaisheng Yao, Yoshua Bengio, Li Deng, Dilek Hakkani-Tur, Xiaodong He, Larry Heck, Gokhan Tur, and Dong Yu und Geoffrey Zweig. Recurrent neural networks with word embeddings. [http://www.iro.umontreal.ca/%7EElisa/pointeurs/taslp\\_RNNSLU\\_final\\_doubleColumn.pdf](http://www.iro.umontreal.ca/%7EElisa/pointeurs/taslp_RNNSLU_final_doubleColumn.pdf); Code: <https://github.com/mesnilgr/is13>; Tutorial: <http://deeplearning.net/tutorial/rnnsLU.html>; abgerufen am 5. April 2017.

- [39] Daniel Ortiz-Martínez and Francisco Casacuberta. The new thot toolkit for fully automatic and interactive statistical machine translation. In *Proc. of the European Association for Computational Linguistics (EACL): System Demonstrations*, pages 45–48, Gothenburg, Sweden, April 2014.
- [40] Jaehong Park, Byunggook Na, and Sungroh Yoon. Building a neural machine translation system using only synthetic parallel data, 2017. <https://arxiv.org/pdf/1704.00253.pdf>; abgerufen am 9. April 2017.
- [41] Aaditya Prakash, Kathy Lee, Vivek Datla, Ashequl Qadir, Joey Liu, and Oladimeji Farri. Neural paraphrase generation with stacked residual lstm networks, 2016. <https://arxiv.org/pdf/1610.03098v3.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [42] Aarne Ranta. Creating linguistic resources with the grammatical framework, 2010. <http://www.grammaticalframework.org/doc/gf-lrec-2010.pdf>; abgerufen am 28. April 2017. S.3 ff.
- [43] Aarne Ranta, John Camilleri, Grégoire D  trez, Ramona Enache, and Thomas Hallgren. Molto - multilingual online translation, 2012. [http://www.molto-project.eu/sites/default/files/MOLTO\\_D2.3.pdf](http://www.molto-project.eu/sites/default/files/MOLTO_D2.3.pdf); abgerufen am 28. April 2017.
- [44] Markus Reuter. Jahresr  ckblick: Der ausbau des   berwachungsstaates 2016, 2016. <https://netzpolitik.org/2016/jahresrueckblick-der-ausbau-des-ueberwachungsstaates-2016/>; abgerufen am 26. April 2017.
- [45] Robin. Introduction to universal grammar. <http://language.worldofcomputing.net/grammar/universal-grammar.html>; abgerufen am 24. April 2017.
- [46] Raphael Rubino, Antonio Toral, Nikola Ljubesi  , and Gema Ram  rez-S  nchez. Quality estimation for synthetic parallel data generation, 2014. [http://www.lrec-conf.org/proceedings/lrec2014/pdf/807\\_Paper.pdf](http://www.lrec-conf.org/proceedings/lrec2014/pdf/807_Paper.pdf); abgerufen am 9. April 2017.
- [47] Ian Storm Taylor. A completely customizable framework for building rich text editors. <https://github.com/ianstormtaylor/slate>; abgerufen am 28. April 2017.
- [48] J  rg Tiedemann. Parallel data, tools and interfaces in opus. In Nicoletta Calzolari (Conference Chair), Khalid Choukri, Thierry Declerck, Mehmet Ugur Dogan,

- Bente Maegaard, Joseph Mariani, Jan Odijk, and Stelios Piperidis, editors, *Proceedings of the Eight International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'12)*, Istanbul, Turkey, may 2012. European Language Resources Association (ELRA).
- [49] Andrew Trask, Phil Michalak, and John Liu. sense2vec - a fast and accurate method for word sense disambiguation in neural word embeddings, 2015. <https://arxiv.org/pdf/1511.06388.pdf>; abgerufen am 29. April 2017.
- [50] Themis Stafylakis und Georgios Tzimiropoulos. Combining residual networks with lstms for lipreading, 2017. <https://arxiv.org/pdf/1703.04105.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [51] Shuohang Wang und Jing Jiang. A compare-aggregate model for matching text sequences, 2017. <https://openreview.net/pdf?id=HJTzHtqee>; abgerufen am 5. April 2017.
- [52] Marc Moreno Lopez und Jugal Kalita. Deep learning applied to nlp, 2017. <https://arxiv.org/pdf/1703.03091.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [53] Barret Zoph und Kevin Knight. Multi-source neural translation, 2016. <http://www.isi.edu/natural-language/mt/multi-source-neural.pdf>; Software: [https://github.com/isi-nlp/Zoph\\_RNN](https://github.com/isi-nlp/Zoph_RNN); abgerufen am 5. April 2017.
- [54] Jared Ostmeier und Lindsay Cowell. Machine learning on sequential data using a recurrent weighted average, 2017. <https://arxiv.org/pdf/1703.01253.pdf>; Code: <https://github.com/jostmey/rwa>; abgerufen am 5. April 2017.
- [55] Paul Ibbotson und Michael Tomasello. Ein neues bild der sprache, 2017. Abschnitt 'Eine Alternative zu Chomskys Bild der Sprache' Z.13 ff; Online erhältlich unter <http://www.spektrum.de/news/kritik-an-der-universalgrammatik-von-chomsky/1439388>; abgerufen am 5. April 2017.
- [56] Jindrich Libovicky und Pavel Pecina. Tolerant bleu: a submission to the wmt14 metrics task, 2014. <http://www.aclweb.org/anthology/W14-3353.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [57] Marina Sanchez-Torron und Philipp Koehn. Machine translation quality and post-editor productivity, 2016. <http://www.cs.jhu.edu/~phi/publications/machine-translation-quality.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.

- [58] Rebecca Knowles und Philipp Koehn. Neural interactive translation prediction, 2016. <http://www.cs.jhu.edu/~phi/publications/neural-interactive-translation.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [59] Xiang Zhang und Yann LeCun. Text understanding from scratch, 2016. <https://arxiv.org/pdf/1502.01710.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [60] Nicolas Vasilache, Jeff Johnson, Michael Mathieu, Soumith Chintala, and Serkan Piantino und Yann LeCun. Fast convolutional nets with fbfft: A gpu performance evaluation, 2015. <https://arxiv.org/pdf/1412.7580.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [61] Weiyue Wang, Jan-Thorsten Peter, and Hendrik Rosendahl und Hermann Ney. Character: Translation edit rate on character level, 2016. <http://www.statmt.org/wmt16/pdf/W16-2342.pdf>; abgerufen am 5. April 2017.
- [62] Tobias Weyand and Ilya Kostrikov und James Philbin. Planet - photo geolocation with convolutional neural networks, 2016. <https://arxiv.org/pdf/1602.05314.pdf>; abgerufen am 25. April 2017.
- [63] Demokratiezentrum Wien. Mediendemokratie. <http://demokratiezentrum.org/themen/demokratiemodelle/mediendemokratie.html>; abgerufen am 5. April 2017.
- [64] Wikipedia. Recurrent neural network. Liste von RNNs abrufbar unter [https://en.wikipedia.org/wiki/Recurrent\\_neural\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Recurrent_neural_network); abgerufen am 5. April 2017.
- [65] Daojian Zeng, Kang Liu, Siwei Lai, and Guangyou Zhou und Jun Zhao. Relation classification via convolutional deep neural network, 2014. <http://www.aclweb.org/anthology/C14-1220>; Code: [https://github.com/wadhwasahil/Relation\\_Extraction](https://github.com/wadhwasahil/Relation_Extraction); abgerufen am 5. April 2017.
- [66] Biao Zhang, Deyi Xiong, and Jinsong Su. Recurrent neural machine translation, 2016. Liste von RNNs abrufbar unter <https://arxiv.org/pdf/1607.08725.pdf>; abgerufen am 29. April 2017.
- [67] Kristian Øllegaard. translations in django, using the regular orm. <https://github.com/kristianoellegaard/django-hvad>; abgerufen am 5. April 2017.