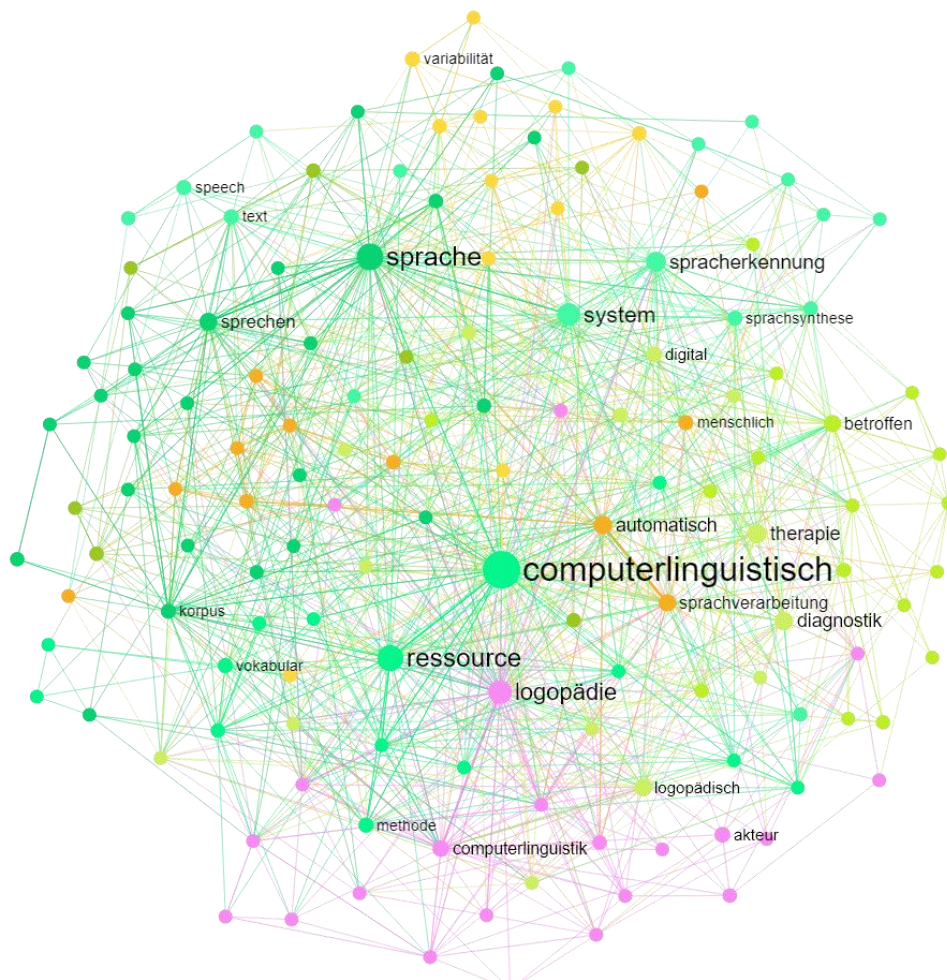


Möglichkeiten und Grenzen der Computerlinguistik in der Logopädie



Abstract

Die Computerlinguistik findet im modernen Alltag breite Verwendung und verbirgt sich z.B. hinter Suchmaschinen oder maschinellen Übersetzungssystemen. Diese Bachelorarbeit beschreibt die für die Logopädie relevanten computerlinguistischen Anwendungen, Methoden und Ressourcen, welche für die Modalität Sprechen von Nutzen sein können. Sie zeigt auf, wie Spracherkennungs- und Dialogsysteme (Anwendungen), allgemeine sprachverarbeitende Methoden sowie computerlinguistische Korpora und lexikalische Ressourcen in der logopädischen Diagnostik und Therapie eingesetzt werden können oder könnten und welche Grenzen dabei bestehen.

Vorbemerkungen

Die Abbildung auf dem Titelblatt fasst die vorliegende Bachelorarbeit computerlinguistisch zusammen. Mit dem Programm InfraNodus (<https://infranodus.com>) wurden die Häufigkeiten von Inhaltswörtern und ihre Abhängigkeiten als Netzwerkdiagramm visualisiert.

Folgende allgemeine Begriffe der Computerlinguistik werden verwendet:

- Die Bezeichnungen "automatische Sprachverarbeitung" und "maschinelle Sprachverarbeitung" werden in dieser Arbeit synonym zu "Computerlinguistik" benutzt.
- Mit "computerlinguistischen Verfahren" oder "sprachverarbeitenden Verfahren" sind computerlinguistische Programme (Software) gemeint.

In dieser Arbeit sollen alle Personen gleichermassen angesprochen werden und deshalb der Mensch und nicht sein Geschlecht, seine Behinderung oder Krankheit im Vordergrund stehen. Wo immer möglich wurde dieser Anforderung sprachlich Rechnung getragen. Das Suffix "-Innen" wird in dieser Arbeit jeweils stellvertretend für alle Geschlechter verwendet.

Dank

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen herzlich bedanken, die direkt oder indirekt zu dieser Bachelorarbeit beigetragen haben. Mein besonderer Dank gilt

- Dr. phil. Erika Hunziker für ihre Betreuung und fachliche Beratung
- meinen MitstudentInnen für die motivierenden Gespräche
- Christoph Baumgartner für seine Unterstützung und das Korrekturlesen des Textes.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung.....	1
1.1 Einführung.....	1
1.2 Gemeinsamkeiten von Logopädie und Computerlinguistik	1
1.3 Aufbau der Arbeit	3
2. Fragestellung und Vorgehen	4
2.1 Fragestellung und Schwerpunkte	4
2.2 Methodisches Vorgehen	6
3. Logopädische Grundlagen	8
3.1 Diagnostik und Therapie	8
3.2 Akteure in der Logopädie	9
4. Computerlinguistische Grundlagen	11
4.1 Einleitung und Definition.....	11
4.2 Spracherkennungssysteme	13
4.3 Sprachsynthese-Systeme	15
4.4 Dialogsysteme	16
4.5 NLP-Pipeline	17
4.6 Computerlinguistische Ressourcen	18
4.6.1 Korpora.....	19
4.6.2 Lexikalische Ressourcen	20
4.7 Allgemeine Grenzen der Computerlinguistik.....	22
5. Automatische Sprachverarbeitung für die Logopädie	24
5.1 Spracherkennungssysteme in der Logopädie.....	24
5.2 Sprachsynthese- und Dialogsysteme in der Logopädie	26
5.3 Computerlinguistische Ressourcen für die Logopädie.....	28
5.3.1 Korpora für die Logopädie	28
5.3.2 Lexikalische Ressourcen für die Logopädie.....	29

5.4 Weitere computerlinguistische Methoden und Anwendungen	30
6. Computerlinguistik in Diagnostik und Therapie.....	31
6.1 Logopädische Diagnostik und automatische Sprachverarbeitung.....	31
6.1.1 Anamnese/Exploration.....	31
6.1.2 Spontansprachanalyse.....	32
6.1.3 Diagnostische Tests	34
6.2 Logopädische Therapie und automatische Sprachverarbeitung	36
6.2.1 Spracherkennung und Dialogsysteme für die Therapie	37
6.2.2 Computerlinguistische Ressourcen für die Therapie	39
7. Vor- und Nachteile der Computerlinguistik für die Akteure in der Logopädie.....	42
8. Möglichkeiten und Grenzen der Computerlinguistik in der Logopädie	45
8.1 Möglichkeiten der Computerlinguistik in der Logopädie	45
8.2 Grenzen der Computerlinguistik in der Logopädie	47
8.3 Diskussion und Ausblick	47
ABBILDUNGEN.....	50
TABELLEN	51
LITERATURVERZEICHNIS	52
ANHANG.....	57

1. Einleitung

1.1 Einführung

Wir benutzen Suchmaschinen, die riesige Mengen an Webinhalten durchforsten, oder auch automatische Übersetzungsdienste, die uns helfen, fremdsprachige Texte zu verstehen. Hinter diesen Anwendungen stecken computerlinguistische Verfahren, die aus unserem Alltag kaum mehr wegzudenken sind. Analog zur Informatik, die zunehmend an Einfluss in der Logopädie gewinnt, kann davon ausgegangen werden, dass auch die Computerlinguistik die Arbeit von LogopädInnen in Zukunft entscheidend mitprägen wird. Als ehemalige Computerlinguistikstudentin und langjährige Beraterin in den Bereichen kontrollierte Vokabulare und Suche¹ möchte ich eine Brücke schlagen und Möglichkeiten aber auch Grenzen der automatischen Sprachverarbeitung in der Logopädie aufzeigen.

Die Computerlinguistik wie auch die Logopädie beschäftigen sich mit vielen Spezialgebieten in ihrer Disziplin. Diese lassen sich in verschiedenster Weise miteinander kombinieren, z.B. in einem Thema wie "Spracherkennung in der Dysarthrietherapie von PatientInnen mit Morbus Parkinson". Die vorliegende Arbeit hat nicht den Anspruch, alle möglichen logopädischen Störungsbilder, Modalitäten und linguistischen Ebenen zu berücksichtigen. Vielmehr soll sie LogopädInnen einen Einblick in die automatische Sprachverarbeitung geben und Ideen aufzeigen, wo die Computerlinguistik in Diagnostik und Therapie sinnvoll eingesetzt werden kann oder könnte. Aus der Vogelperspektive und anhand von Beispielen soll aufgezeigt werden, wo sich interessante Verknüpfung zwischen Logopädie und Computerlinguistik ergeben können. Im nächsten Kapitel werden dazu in einem ersten Schritt die zentralen Berührungspunkte der beiden Fachgebiete besprochen.

1.2 Gemeinsamkeiten von Logopädie und Computerlinguistik

Schnittstellen zwischen Logopädie und Computerlinguistik zeigen sich bei den jeweils angrenzenden Disziplinen. Dies wird in Abbildung 1 veranschaulicht, in der wichtige Fachgebiete aufgeführt sind, die Bezug zur Logopädie resp. zur Computerlinguistik haben:

¹ Der computerlinguistische Fachbegriff für "Suche" lautet "Information Retrieval". Kontrollierte Vokabulare sind Sammlungen von Wörtern wie man sie z.B. in Taxonomien und Thesauri findet. Das Glossar im Anhang definiert computerlinguistische Termini, die für diese Arbeit relevant sind.

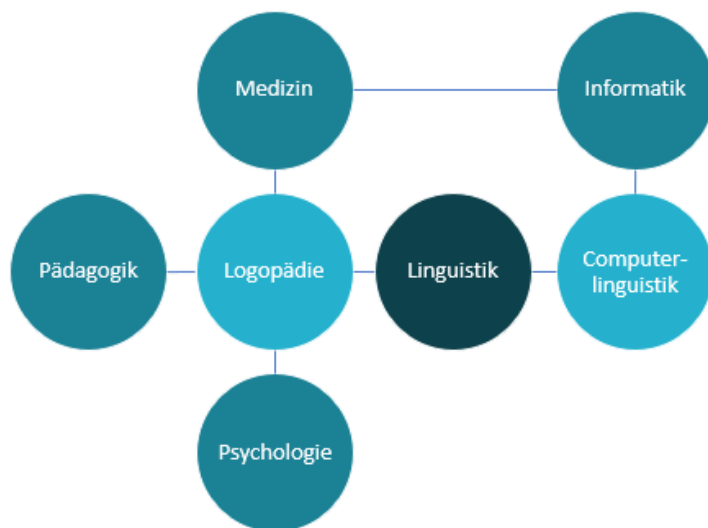


Abb. 1: Angrenzende zentrale Fachgebiete der Logopädie und Computerlinguistik (eigene Darstellung)

Während über die Medizin und Informatik eine indirekte Verbindung² zwischen den beiden Disziplinen besteht, bildet die Linguistik den Dreh- und Angelpunkt zwischen der automatischen Sprachverarbeitung und der Logopädie. Computerlinguistik und Logopädie befassen sich beide mit menschlicher Sprache, die in gesprochener, geschriebener oder auch in der Form von Gebärden vorliegen kann. Analog zum Menschen nehmen computerlinguistische Systeme zudem sprachlichen Input auf und können sprachlichen Output ausgeben. Die linguistischen Ebenen spielen dabei in beiden Fachgebieten eine zentrale Rolle. Somit ergeben sich folgenden Gemeinsamkeiten:

Tab. 1: Gemeinsamkeiten von Computerlinguistik und Logopädie (eigene Darstellung)

Computerlinguistik und Logopädie	
<i>Sprachliche Form</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Gesprochene Sprache - Geschriebene Sprache - Gebärden
<i>Sprachliche Verarbeitung</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Aufnahme von sprachlichem Input - Ausgabe von sprachlichem Output
<i>Sprachliche Ebenen</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Phonetik/Phonologie - Morphologie/Syntax - Semantik - Pragmatik

² Medizin und Informatik weisen viele Berührungspunkte auf, die sich beispielsweise in einem eigenen Fachgebiet (Medizinische Informatik) niederschlagen.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die oben genannten Gemeinsamkeiten werden in verschiedenen Teilen dieser Arbeit wieder aufgenommen. Die sprachliche Form und die sprachlichen Ebenen sind u.a. für Kapitel 2 relevant, in dem die Fragestellung, die Schwerpunkte und das Vorgehen der Arbeit beschrieben werden. Kapitel 3 legt die logopädischen Grundlagen, und führt wesentliche Begriffe der Diagnostik, Therapie und Akteure in der Logopädie ein. Analog widmet sich Kapitel 4 den computerlinguistischen Grundlagen. In dieser Einführung in die wichtigsten Gebiete der maschinellen Sprachverarbeitung werden nur Themen mit Relevanz für die Logopädie behandelt. Diese sind die Spracherkennung, Sprachsynthese, Dialogsysteme sowie wesentliche computerlinguistische Methoden und Ressourcen. Aufbauend auf den computerlinguistischen Grundlagen werden die besprochenen Themen im Kontext der Logopädie dann in Kapitel 5 aufgegriffen und vertieft. In Kapitel 6 stehen schliesslich computerlinguistische Möglichkeiten für die logopädische Diagnostik und Therapie im Fokus. Für die Diagnostik bieten sich dafür Unterkapitel zu Anamnese, Spontansprachanalyse und diagnostischen Tests an. Für die Therapie werden Beispiele für die Verwendung von Spracherkennungs- und Dialogsystemen sowie für die Nutzung von computerlinguistischen Ressourcen vorgestellt. Der Einsatz solcher Systeme und Ressourcen ist ohne die Akteure in der Logopädie – insbesondere die Betroffenen und die LogopädInnen – aber undenkbar. Kapitel 7 beschreibt deshalb die möglichen Vor- und Nachteile für die involvierten Parteien. Das Schlusskapitel fasst schliesslich die Grenzen und Möglichkeiten der Computerlinguistik in der Logopädie zusammen und gibt einen Ausblick auf mögliche weitere Forschungsbereiche.

2. Fragestellung und Vorgehen

2.1 Fragestellung und Schwerpunkte

In dieser Arbeit soll ergründet werden, in welchen Bereichen computerlinguistische Anwendungen, Methoden und Ressourcen eingesetzt werden können, und wo die Möglichkeiten und Grenzen der Computerlinguistik in der Logopädie liegen.

Fragestellung:

Was sind die Möglichkeiten und Grenzen der Computerlinguistik in der Logopädie?

Das Ziel ist dabei nicht, wiederzugeben, in welchen Bereichen, welche Software mit computerlinguistischen Komponenten bereits im Einsatz ist. Die Absicht ist vielmehr, aus der Vogelperspektive aufzuzeigen, was die Computerlinguistik leisten kann und wo dabei Potenzial für die Logopädie besteht veranschaulicht an konkreten Beispielen.

Weiter können in dieser Arbeit nicht alle möglichen Kombinationen von Spezialthemen der Computerlinguistik und der Logopädie abgedeckt werden, die bereits erforscht wurden. Damit ist es unabdingbar, die Fragestellung weiter einzuschränken und auf grundlegende Themen der beiden Fachgebiete auszurichten. Aus logopädischer Sicht soll das Augenmerk auf Störungsbilder der Sprache und des Sprechens gelegt werden mit Blick auf Diagnostik und Therapie. Die expressive, mündliche Sprache steht dabei im Vordergrund, d.h. die Rezeption und der schriftliche sprachliche Ausdruck werden nicht berücksichtigt.

Ausgeschlossen sind auch Themen bei denen computerlinguistische Fragestellungen im engeren Sinne nicht im Vordergrund stehen wie beispielsweise bei der Prosodie. Auch die Verarbeitung von Gebärden oder Piktogrammen sowie von non-verbaler Kommunikation (wie Gestik oder Mimik) wird in dieser Arbeit nicht untersucht. Aus der Perspektive der Computerlinguistik ist es für Maschinen auch nach wie vor schwierig, Zwischentöne menschlicher Kommunikation zu verstehen und z.B. Ironie oder Sarkasmus zu erkennen. Die pragmatische Ebene der Sprache kann über die Eingabe von Weltwissen und logischem Schlussfolgern sprachverarbeitenden Systemen zwar teilweise vermittelt werden, viele Informationen werden aber auch nonverbal oder über den Kontext vermittelt, auf den sprachverarbeitende Systeme nicht immer Zugriff haben. Tabelle 2 fasst diese Schwerpunkte und die ausgeschlossenen Themen zusammen.

Tab. 2: Schwerpunkte und ausgeschlossene Themen (eigene Darstellung)

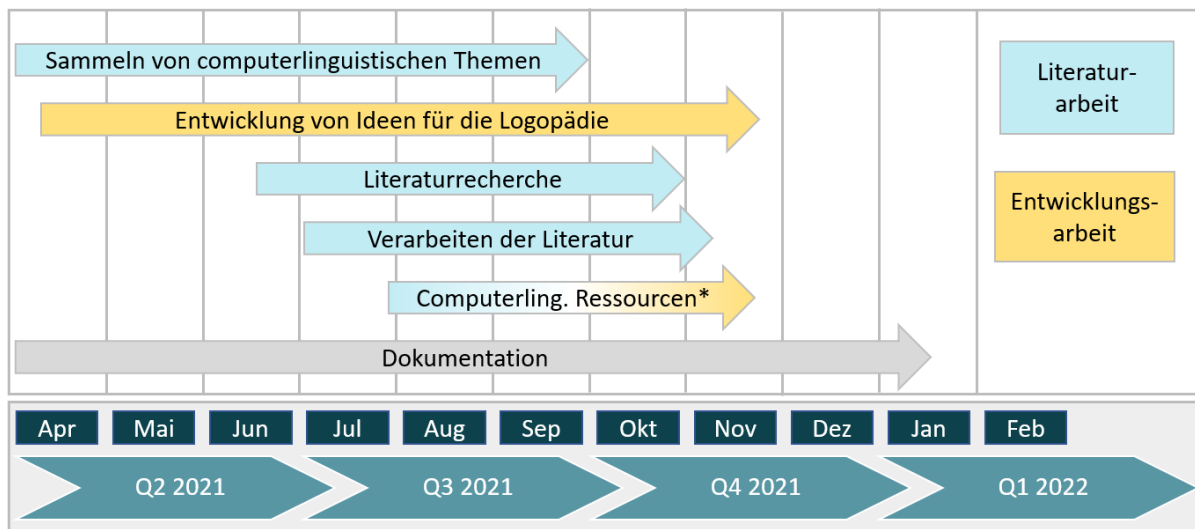
	Schwerpunkte	Ausgeschlossene Themen
<i>Sicht Logopädie</i>		
Störungsebenen und -bilder	<ul style="list-style-type: none"> - Sprache: Aphasie, Spracherwerbsstörung - Sprechen: Dysarthrie, Artikulationsstörungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Redefluss - Stimme - Schlucken
Modalitäten	<ul style="list-style-type: none"> - Sprechen 	<ul style="list-style-type: none"> - Verstehen - Lesen - Schreiben
Betroffene	<ul style="list-style-type: none"> - Kinder/Jugendliche - Erwachsene 	<ul style="list-style-type: none"> - Kleinkinder
Logopädische Aufgabengebiete	<ul style="list-style-type: none"> - Diagnostik - Therapie 	<ul style="list-style-type: none"> - Forschung und Entwicklung - Prävention - Beratung
Besondere Kontexte		<ul style="list-style-type: none"> - Sonderpädagogischer Kontext und Entwicklungsauffälligkeiten: Logopädie im Kontext von Autismus-Spektrum-Störung, Down-Syndrom etc. - Unterstützte Kommunikation
Teletherapie		<ul style="list-style-type: none"> - Teletherapie verstanden als Gegenteil zu einer Face-to-Face-Therapie
<i>Sicht Computerlinguistik und Logopädie</i>		
Sprachliche Ebenen	<ul style="list-style-type: none"> - Phonetik/Phonologie - Morphologie/Syntax - Semantik 	<ul style="list-style-type: none"> - Pragmatik
Spezifische linguistische Themen		<ul style="list-style-type: none"> - Prosodie
Hardware Software		<ul style="list-style-type: none"> - Evaluation von konkreter Hard- oder Software (z.B. Sprachtherapie-Apps)
<i>Sicht Computerlinguistik</i>		
Sprachliche Form	<ul style="list-style-type: none"> - Gesprochene Sprache - Geschriebene Sprache³ 	<ul style="list-style-type: none"> - Gebärden
Verarbeitung von nonverbaler Kommunikation		<ul style="list-style-type: none"> - Verarbeitung von Mimik oder Gestik inkl. Emotionen, z.B. Affective Computing (vgl. Ritterfeld & Hastall, 2016, S. 38)

Im nächsten Kapitel wird das methodische Vorgehen besprochen.

³ Zwar werden aus logopädischer Perspektive die Modalitäten Lesen und Schreiben ausgeschlossen und die Untersuchung auf das Sprechen fokussiert, allerdings kann das Sprechen mittels schriftlicher Transkription festgehalten und diese computerlinguistisch analysiert werden.

2.2 Methodisches Vorgehen

Die vorliegende Arbeit ist eine Kombination aus einer Literatur- und einer Entwicklungsarbeit. Sie basiert auf den computerlinguistischen und logopädischen Vorkenntnissen der Autorin, Literaturrecherchen aus computerlinguistischer und logopädischer Perspektive sowie Recherchen zu computerlinguistischen Ressourcen mit Relevanz für die Logopädie. Der Projektablauf setzt sich aus Elementen einer Literatur-, einer Entwicklungsarbeit oder einer Kombination davon zusammen. Die Dokumentation ist als unterstützender Prozess für alle Elemente anzusehen.



*Sammeln und Verarbeiten von computerlinguistischen Ressourcen für die Logopädie

Abb. 2: Projektablauf (eigene Darstellung)

Bei den einzelnen Projektschritten wurden folgende Aktivitäten und Strategien berücksichtigt, wobei die Dokumentation als Ganzes und die Entwicklung von Ideen für die Logopädie nicht weiter ausgeführt werden.

Tab. 3: Projektschritte, Aktivitäten und Strategien (eigene Darstellung)

Projektschritte und Aktivitäten	Berücksichtigte Strategien
<u>Sammeln von computerlinguistischen Themen</u> (mit möglicher Relevanz für die Logopädie) <ul style="list-style-type: none"> - Sichtung von Standardwerken der Computerlinguistik (Jurafsky & Martin, 2020; Carstensen, Ebert, Ebert, Jekat, Langer & Klabunde, 2010) - Recherche auf Webseiten von universitären Instituten⁴ und deren Vorlesungsverzeichnissen - Recherche auf dem Portal Computerlinguistik⁵ 	Einstiegssuche zur Konkretisierung des Themas (Nidermair, 2010, S. 135)
<u>Literaturrecherche</u> ⁶ in <ul style="list-style-type: none"> - allgemeinen Referenzquellen - spezifischen computerlinguistischen und logopädischen Fachdatenbanken - Konferenzwebseiten 	Gezielte thematische Recherche (Nidermair, 2010, S. 141-142)
<u>Verarbeiten der Literatur</u> <ul style="list-style-type: none"> - Auswahl der gefundenen Quellen - Studium der relevanten Literatur - Dokumentation 	Formales und inhaltliches Dokumentieren (Nidermair, 2010, S. 168-187)
<u>Sammeln und Verarbeiten von computerlinguistischen Ressourcen</u> <ul style="list-style-type: none"> - Zusammentragen von prototypischen Ressourcen und Ressourcensammlungen aus eigenen Vorkenntnissen, Standardwerken der Computerlinguistik und aus recherchierter Literatur - Suche in Ressourcensammlungen - Testen und analysieren einzelner Ressourcen - Erstellen eines exemplarischen Katalogs mit Ressourcensammlungen - Erstellen eines exemplarischen Katalogs mit Ressourcen⁷ 	Analog Einstiegssuche, gezielte thematische Recherche, formales und inhaltliches Dokumentieren

Im nächsten Kapitel werden die wesentlichen logopädischen Bereiche beleuchtet, die für diese Arbeit relevant sind.

⁴ <https://www.cis.uni-muenchen.de/> und <https://www.cl.uzh.ch/de.html>

⁵ <http://www.computerlinguistik.org/> (gemeinsames Projekt der deutschen Gesellschaft für Sprachwissenschaft, Sektion Computerlinguistik sowie der Gesellschaft für Sprachtechnologie und Computerlinguistik)

⁶ siehe "Literaturrecherche" im Anhang für verwendete Stichwörter, durchsuchte Referenzquellen und konkrete Suchanfragen

⁷ Im Anhang sind Ressourcensammlungen und einzelne Ressourcen aufgeführt und eingeteilt in Korpora, lexikalische Ressourcen und computerlinguistische Werkzeuge.

3. Logopädische Grundlagen

Die Aufgabengebiete der Logopädie sind vielfältig. Im Kontext dieser Arbeit wird der Fokus auf die Bereiche Diagnostik und Therapie gelegt. Zudem sollen die verschiedenen Akteure in und um die Logopädie und ihre Anforderungen berücksichtigt werden.

3.1 Diagnostik und Therapie

Ziel der Diagnostik ist es, Informationen über eine mögliche Störung zu gewinnen und daraus – falls nötig – Schritte für die Therapie abzuleiten. Im Kontext der ICF (WHO, 2001) soll die Person dabei ganzheitlich erfasst und individuell auf ihre Bedürfnisse eingegangen werden. Dabei liegt das Augenmerk nicht nur auf den Einschränkungen, sondern auch auf den Ressourcen der Betroffenen. Wichtig sind zudem die Aktivitäten und die Teilhabe, die in der Diagnostik erfasst und in der Therapie einbezogen werden.

Der Begriff "Therapie" wird hier als logopädische Behandlung verstanden, die auf die Diagnostik folgt (vgl. Kannengieser, 2019, S. 495). Die Behandlung kann sich in Bezug auf das Setting unterscheiden, wobei die Gruppentherapie im Kontext dieser Arbeit nicht im Vordergrund steht. Vielmehr liegt der Schwerpunkt auf dem Einzelsetting und dem supervidierten Eigentraining der Betroffenen. Die Thematik ergibt sich aus den vorher definierten Schwerpunkten.

In Bezug auf die Diagnostik sind die verschiedenen Methoden voneinander abzugrenzen. Folgende Kategorien, Verfahren und Merkmale von diagnostischen Methoden sind Gegenstand der Logopädie und werden in dieser Arbeit im Hinblick auf Möglichkeiten für die automatische Sprachverarbeitung untersucht:

Tab. 4: Diagnostische Methoden in der Logopädie (angelehnt an Sachse und Spreer, 2016)

Kategorien	Verfahren	Merkmale
<i>Beobachtung</i>	Spontansprachanalyse	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse der gesprochenen Sprache in einer Freispiel- resp. Gesprächssituation mit den Betroffenen - Video- oder Audiodokumentation - Transkription von Äusserungen/Phrasen
<i>Befragung</i>	Anamnese und Exploration (Erkundungsgespräch)	<ul style="list-style-type: none"> - Gespräch mit Betroffenen und/oder Bezugspersonen - Verwendung von Fragebögen oder Interviewleitfäden - Erfassung anamnestischer Daten
<i>Testdiagnostische Untersuchung</i>	Standardisiertes Testverfahren	<ul style="list-style-type: none"> - Test, der normiert ist und die Gütekriterien Objektivität, Reliabilität und Validität erfüllt
	Screening	<ul style="list-style-type: none"> - Spezielle standardisierte Testverfahren - Ökonomisches Identifizieren von RisikopatientInnen aus einer grossen Gruppe - Zur Früherkennung oder bei Verdacht - Grobe Einschätzung
	Informelles Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> - Nichtstandardisierte Testverfahren

Neben der traditionellen wird auch die digitale Diagnostik in der logopädischen Forschung diskutiert. Jaecks (2021) beschreibt u.a. welche unterschiedlichen Medien und Möglichkeiten existieren (Software auf dem PC, Apps auf mobilen Geräten, webbasierte Anwendungen, Teliagnostik, Diagnostik mit Hilfe von Robotern oder Avataren) und was digitale Diagnostik leisten kann und muss. Die digitale Diagnostik im Sinne von unterschiedlichen elektronischen Medien steht hier nicht primär im Vordergrund. Vielmehr soll die Diagnostik als Ganzes betrachtet und dahingehend durchleuchtet werden, welche Inhalte von der Computerlinguistik profitieren können.

3.2 Akteure in der Logopädie

Beim Einsatz von sprachverarbeitenden Verfahren in der Logopädie sind die Vor- und Nachteile für alle Beteiligten zu berücksichtigen. Die Akteure in der Logopädie werden in dieser Arbeit wie folgt gruppiert:

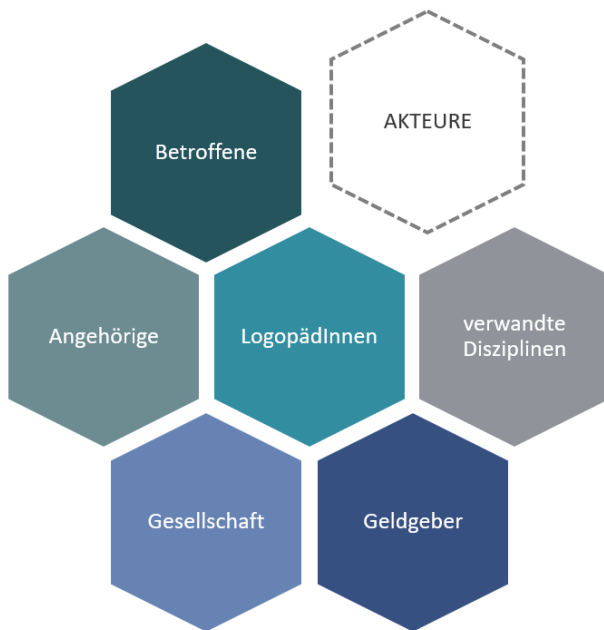


Abb. 3: Beteiligte Parteien aus Sicht der Logopädie (eigene Darstellung)

Zu den wichtigsten Akteuren gehören die Betroffenen, die Angehörigen und die LogopädInnen. Eine Aufstellung der Vor- und Nachteile beim Einsatz von sprachverarbeitenden Verfahren in Bezug auf alle erwähnten Parteien findet sich in Kapitel 7.

Das nächste Kapitel gibt eine Einführung in die Computerlinguistik und beschreibt die Anwendungen, Methoden und Ressourcen der automatischen Sprachverarbeitung, welche für die Logopädie und die ausgewählten Schwerpunkte relevant sind.

4. Computerlinguistische Grundlagen

4.1 Einleitung und Definition

Computerlinguistische Anwendungen durchdringen den modernen Alltag – oft ohne, dass man sich dessen bewusst ist. Gibt man beispielsweise die Adresse einer Arztpraxis ins Navigationssystem ein, führt einen die Sprachausgabe zum Zielort. Die Ärztin schreibt mittels Diktiersoftware ihren Befund direkt in die digitale Patientenakte. Zu Hause googelt man das Medikament, das man verschrieben bekommen hat und sieht sich zum Befund ein YouTube-Video an, das mit automatisch generierten Untertiteln unterlegt ist. All diesen Beispielen ist gemein, dass menschliche Sprache von Computern verarbeitet wird. Man spricht hierbei von der (maschinellen) "Verarbeitung natürlicher Sprache" (Amtrup, 2010, S. 2). Als natürliche Sprachen werden z.B. Deutsch oder Englisch betrachtet. Diese grenzen sich ab von formalen oder künstlichen Sprachen wie Programmiersprachen (z.B. Java). Dies wird im englischen Ausdruck "natural language processing"⁸ veranschaulicht, der oft synonym zu "computational linguistics" verwendet wird. Im Deutschen werden für die Bezeichnung "Computerlinguistik" auch die Termini "automatische Sprachverarbeitung" oder "maschinelle Sprachverarbeitung" benutzt in Analogie zur menschlichen Sprachverarbeitung. Ein weiterer oft verwendeter Begriff ist die "Sprachtechnologie", welche eine Facette der Computerlinguistik darstellt, die auf die "praxisorientierte, ingenieurmäßig konzipierte Entwicklung von Sprachsoftware" fokussiert (ebd.). In dieser Arbeit wird die Bezeichnung "Sprachtechnologie" synonym zu "ASV-Technologie" verwendet, wobei "ASV" für "automatische Sprachverarbeitung" steht.

Definition: Die Computerlinguistik oder automatische Sprachverarbeitung befasst sich mit der maschinellen Verarbeitung natürlicher Sprache.

Als Ausgangspunkt für die computerlinguistische Verarbeitung kann Sprache in gesprochener oder geschriebener Form vorliegen. Spezielle Formen des sprachlichen Ausdrucks wie z.B. Gebärden können auch verarbeitet werden, stehen aber hier nicht im Vordergrund. Da diese Arbeit auf die Modalität Sprechen fokussiert, steht die gesprochene Form als Input für die maschinelle Verarbeitung im Zentrum. Allerdings kann die gesprochene Sprache auch schriftlich festgehalten sein, d.h. als manuell erstellte Transkription. Die computerlinguistische Verarbeitung kann sich in diesem Kontext deshalb auf

⁸ "Natural Language Processing" wird in der Fachliteratur oft abgekürzt als "NLP" und ist nicht zu verwechseln mit "Neurolinguistischem Programmieren" oder "neuro-linguistic programming", was bei der Literaturrecherche zu unpassenden Resultaten führen kann.

gesprochene oder transkribierte Sprache beziehen. In Abbildung 4 sind die relevanten Begrifflichkeiten zusammengefasst:

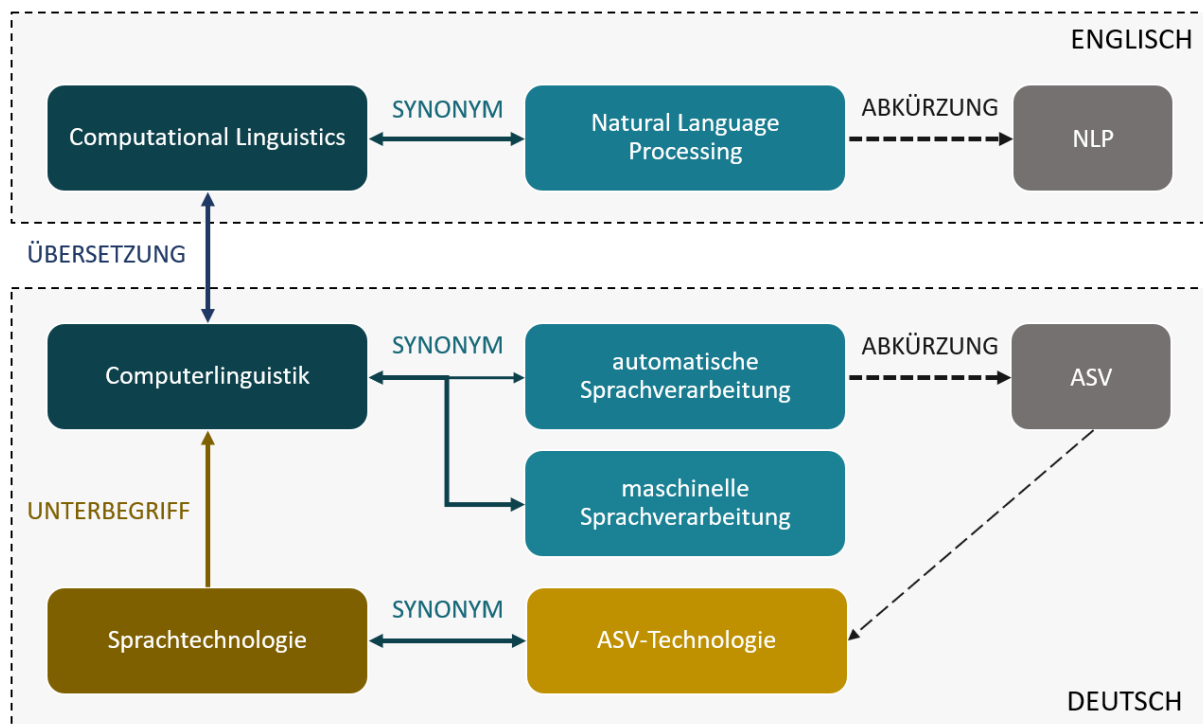


Abb. 4: Begrifflichkeiten der Computerlinguistik (eigene Darstellung)

Beim Einsatz von Sprachtechnologie ist es wichtig zu bedenken, dass sich Fehler in sprachverarbeitenden Systemen fortpflanzen und kumulieren können. Ist z.B. bereits die Spracherkennung fehlerbehaftet, sind meist auch die darauf aufbauenden computerbasierten morphologischen, syntaktischen und semantischen Analysen betroffen. Allerdings ist der Vorteil der maschinellen Sprachverarbeitung, dass Fehler konsistent falsch oder richtig sind, und damit oft auch einfach behoben oder verbessert werden können. Zudem kann das computerlinguistische Programm immer auch modular ergänzt werden.

Eine Mischform zwischen manueller und computerbasierter Verarbeitung stellt die computerunterstützte Verarbeitung dar. Hier kann das System der LogopädIn Vorschläge beispielsweise in Bezug auf die Annotation⁹ eines Transkripts vorgeben. Diese Auswahlmöglichkeiten können die Verarbeitung beschleunigen und punktuell auch qualitativ steigern. Im Zweifelsfall kann eine Äußerung oder eine Annotation auch manuell überschrieben werden. Denkbar ist auch ein System, das, wenn ein bestimmter Schwellwert nicht erreicht wird resp. das System sich unsicher ist, den Input der LogopädIn einfordert.

⁹ Mit Annotation sind hier z.B. Anmerkungen auf semantischer, morphologischer oder syntaktischer Ebene gemeint.

In den folgenden Kapiteln werden für die Logopädie relevante computerlinguistische Anwendungen (Spracherkennungs-, Sprachsynthese- und Dialogsysteme), allgemeine sprachverarbeitende Methoden sowie computerlinguistische Ressourcen (Korpora und lexikalische Ressourcen) behandelt.

4.2 Spracherkennungssysteme

Die automatische Spracherkennung ist ein zentrales Element in der Verarbeitung gesprochener Sprache. Beispiele für Spracherkennungssysteme sind die erwähnte Diktiersoftware der Ärztin und die Software zur automatischen Generierung von Untertiteln bei YouTube. Die automatische Spracherkennung weist einige Analogien zur menschliche Sprachwahrnehmung auf (Möbius & Haiber, 2010, S. 214). Bei beiden werden Schallwellen in elektrische Impulse umgewandelt, die Ausgangspunkt für die Weiterverarbeitung sind.



Abb. 5: Vereinfachter Vergleich Sprachwahrnehmung und automatische Spracherkennung (eigene Darstellung)

Die menschliche Sprachwahrnehmung "erfordert einen psychischen Prozess, der als auditorische Wahrnehmung bezeichnet wird. Hierbei wird ein akustischer Reiz, der letztlich eine physikalisch definierbare Schalldruckschwankung ist, vom Hörsystem in elektrische Erregungen umgewandelt" (Jäncke, 2017, S. 261). In ähnlicher Weise wird bei der automatischen Spracherkennung das "natürliche, analoge Sprachsignal [...] mit Hilfe eines Mikrofons empfangen, in elektrische Impulse umgewandelt und anschließend für den Computer digitalisiert, d.h. in eine Zahlenfolge verwandelt" (Möbius & Haiber, 2010, S. 214).

Die Aufgabe eines Spracherkennungssystems ist es, akustische Wellenformen gesprochener Sprache auf Graphemfolgen¹⁰ abzubilden (Jurafsky & Martin, 2020, S. 570), manchmal spricht man deshalb auch von Speech-to-Text-Systemen. Zwischen der Produktion von gesprochener Sprache und der

¹⁰ Der Begriff "Graphem" kann in diesem Zusammenhang als Einheit eines Schriftsystems definiert werden.

Ausgabe des Textes werden in Anlehnung an Wellmann, Moritz, Neumann und Goetze (2016, S. 186) dabei oft folgende Verarbeitungsschritte durchlaufen:

- Digitalisierung des über das Mikrofon aufgenommenen Signals
- Entfernung von Störgeräuschen
- Extraktion akustischer Merkmale
- Erkennung von akustischen Einheiten¹¹ mit der Hilfe eines **akustischen Modells**
- Auswahl des wahrscheinlichsten Wortes resp. Satzes mithilfe eines **Aussprache-Lexikons**¹² und eines **Sprachmodells**

Abbildung 6 fasst die Schritte eines Spracherkennungssystems in vereinfachter Form zusammen:

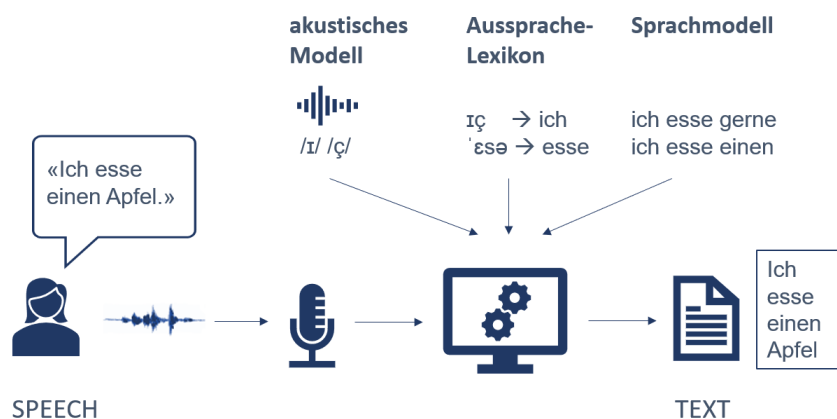


Abb. 6: Vereinfachtes Spracherkennungssystem (eigene Darstellung)

Für das akustische Modell werden viele Sprachaufnahmen von verschiedenen Sprechern benötigt:

Die Erstellung der akustischen Modelle erfolgt auf Basis von annotierten Sprachaufnahmen. Für einen sprecherunabhängigen Erkenner, also ein Erkenner der nicht mehr vom Nutzer mit der eigenen Stimme angelernt werden muss, ist ein Trainingskorpus mit hoher Anzahl an Sprechern (> 200 Sprecher) unterschiedlichen Alters, Geschlechts und unterschiedlicher Dialekte der zu erkennenden Sprache erforderlich. (Wellmann et al., 2016, S. 186)

Das Aussprache-Lexikon gibt vor, aus welchen akustischen Einheiten sich ein Wort zusammensetzt, während das Sprachmodell "die Auftrittswahrscheinlichkeiten einzelner oder verketteter Wörter" enthält (Wellmann et al., 2016, S. 186). Um ein solches statistisches Spracherkennungssystem aufzubauen, braucht es Sprachaufnahmen gepaart mit der Annotation des Gesagten, ein Wörterbuch für

¹¹ je nach System einzelne Phone, Phonemketten oder auch ganze Wörter

¹² Wellmann et al. (2016, S. 186) sprechen in diesem Zusammenhang von Wörterbuch, der Begriff "Aussprache-Lexikon" wie ihn Pfister und Kaufmann (2017, S. 405) verwenden, ist aussagekräftiger.

die Aussprache eines Wortes sowie ein Modell, das beschreibt, welche Worte am wahrscheinlichsten auf vorgegebene Worte folgen. Ein anderer, einfacherer Ansatz der Spracherkennung für einzelne Wörter oder kurze Phrasen ist der eines Mustervergleichs. Hierbei wird das Wort oder der Ausdruck erkannt, der einem abgespeicherten Muster am ähnlichsten kommt (Pfister & Kaufmann, 2017, S. 28).

4.3 Sprachsynthese-Systeme

Die Sprachsynthese bildet den Gegenpol zur Spracherkennung. So wie die menschliche Sprachwahrnehmung ihre Entsprechung in der Spracherkennung findet, so kann die menschliche Sprachproduktion als Spiegelbild zur Sprachsynthese verstanden werden (Möbius & Haiber, 2010, S. 214). Mit der Verwendung des Begriffs "Sprachwahrnehmung" statt "Sprachrezeption" wird verdeutlicht, dass das Verstehen von Sprache in diesem Kontext ausklammert ist.

Die Aufgabe der Sprachsynthese ist es, "eine Aussage, die in einer symbolischen Notation vorliegt, in ein Sprachsignal umzusetzen. Mit symbolischer Notation ist hier beispielsweise orthographischer Text gemeint, im Unterschied etwa zu physikalischen Merkmalen des Sprachsignals" (Pfister & Kaufmann, 2017, S. 27). Als Ausgangspunkt für die Sprachsynthese kann also geschriebener Text vorliegen oder aber auch vom System selbst generierte Sprache in der Form von linguistischen abstrakten Strukturen.¹³ Dies wird in Abbildung 7 veranschaulicht:

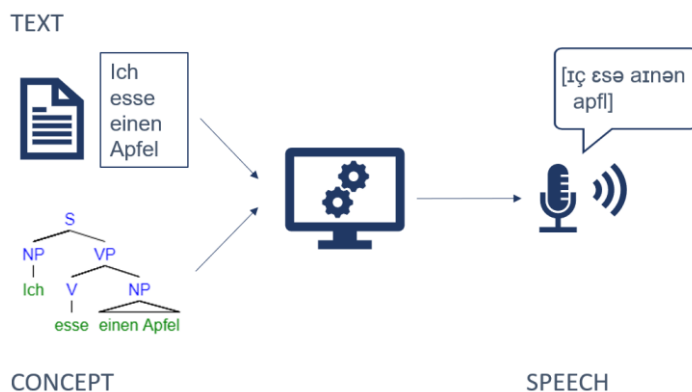


Abb. 7: Sprachsynthese: Text-to-Speech-System resp. Concept-to-Speech-System (eigene Darstellung)

Im ersten Fall spricht man von "text-to-speech synthesis" oder "TTS-Synthese", im zweiten Fall von "concept-to-speech synthesis" oder "CTS-Synthese" (Pfister & Kaufmann, 2017, S. 27). Ein einfaches Sprachsynthese-System steckt hinter der Sprachausgabe des Navigationssystems.

¹³ Der Syntaxbaum in Abbildung 7 ist ein solches vereinfachtes Beispiel und wurde mit folgender Software erstellt: <http://mshang.ca/syntree/>

4.4 Dialogsysteme

Ein Dialogsystem setzt sich aus einem Spracherkennungs- und einem Sprachsynthese-System zusammen. Zusätzlich weist es weitere Komponenten auf, die sich damit beschäftigen, Sprache zu "verstehen" resp. zu "generieren". Dafür sind zusätzliche sprachliche Ebenen neben der Phonologie – die bei der Spracherkennung ("speech analysis") und Sprachsynthese ("speech synthesis") primär im Fokus steht – notwendig:

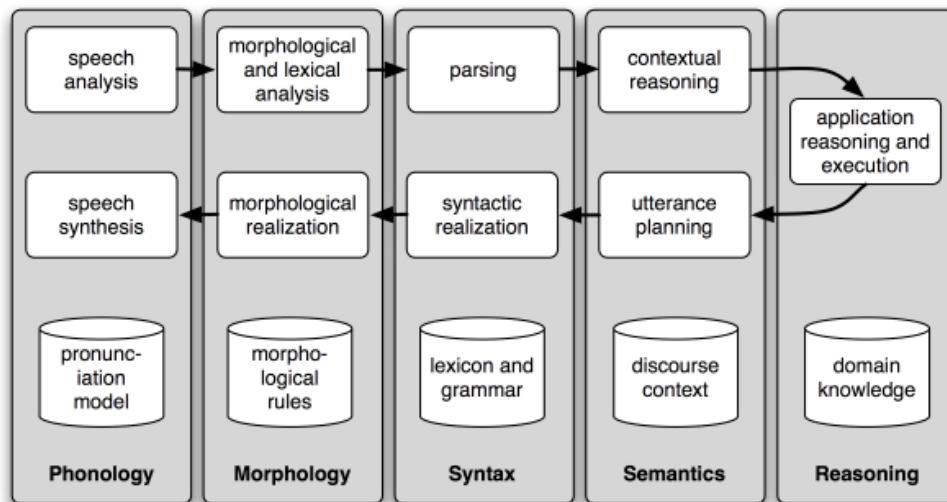




Abb. 8: Aufbau eines Dialogsystems für die gesprochene Sprache (Bird, Klein & Loper, 2009, S. 32)

Bird, Klein und Loper beschreiben den Ablauf von Abbildung 8 wie folgt:

Along the top of the diagram, moving from left to right, is a "pipeline" of some language understanding components. These map from speech input via syntactic parsing to some kind of meaning representation. Along the middle, moving from right to left, is the reverse pipeline of components for converting concepts to speech [...]. At the bottom of the diagram are some representative bodies of static information: the repositories of language-related data that the processing components draw on to do their work (2009, S. 31).

Die oberste Zeile spiegelt die menschliche Sprachrezeption, die darunterliegende die menschliche Sprachproduktion. Damit ergeben sich folgende Entsprechungen für die menschliche und automatische Sprachverarbeitung:

Tab. 5: Beziehung zwischen menschlicher und maschineller Sprachverarbeitung (eigene Darstellung)

Menschliche Sprachverarbeitung		Automatische Sprachverarbeitung	
	Sprachrezeption		Spracherkennung + Verstehen von Sprache
	Sprachproduktion		Generierung von Sprache + Sprachsynthese

Im nächsten Kapitel wird die oben erwähnte Pipeline von "language understanding components" vertieft wie sie in Dialogsystemen und vielen anderen computerlinguistischen Anwendungen eingesetzt wird. Der Schwerpunkt liegt hier auf der morphologischen und syntaktischen Analyse.

4.5 NLP-Pipeline

Die sogenannte "natural language processing pipeline", kurz NLP-Pipeline, bildet die Grundlage für viele computerlinguistische Anwendungen. Ausgangspunkt für die Pipeline ist schriftlicher Text, der in digitaler Form vorliegt. Dieser kann auch von einem Spracherkenner erzeugt worden sein, d.h. sowohl schriftliche als auch gesprochene Sprache kann als ursprüngliche Quelle angenommen werden. Wichtig ist, dass der Text in bereinigter Form vorliegt und Formatierungen entfernt wurden. Die Schritte in einer NLP-Pipeline können variieren abhängig davon, was die Aufgabe der computerlinguistischen Anwendung ist. Eine einfache Pipeline am Beispiel des Satzes "Ich esse z.B. gerne grüne Äpfel." wird unten aufgezeigt.¹⁴

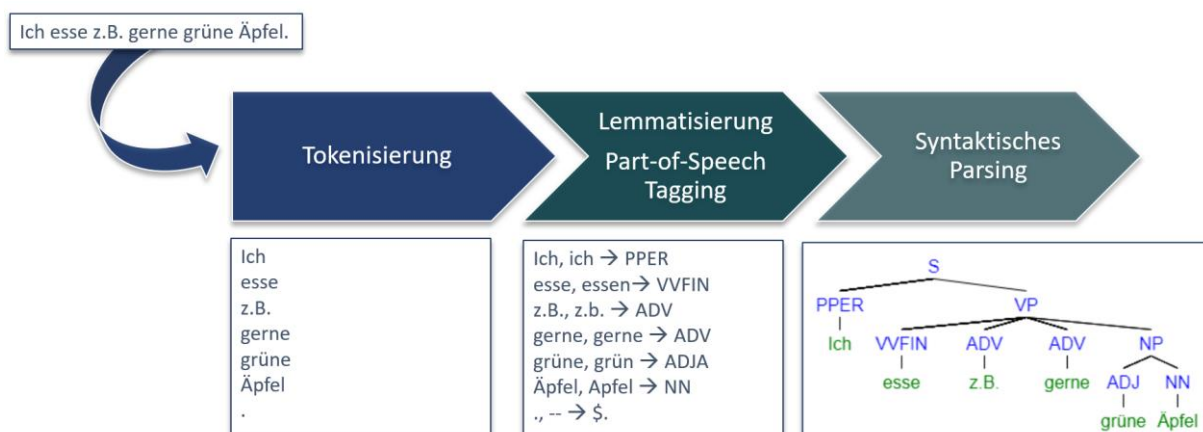


Abb. 9: Einfache NLP-Pipeline (eigene Darstellung)

Der erste Schritt in einer NLP-Pipeline ist die Tokenisierung. Hier werden Sätze in Wörter und Satzzeichen zerlegt. Dies ist nicht immer so einfach, da beispielsweise ein Punkt auch zu einer Abkürzung

¹⁴ Der Programmcode zur Zerlegung des Satzes und das verwendete Tool für das syntaktische Parsing sind in Anhang 1 aufgeführt.

gehören kann und nicht notwendigerweise das Satzende markiert (wie im Ausdruck "z.B."). Im nächsten Schritt, der Lemmatisierung, werden Wörter auf ihre Grundform zurückgeführt. Beim Part-of-Speech-Tagging, abgekürzt PoS-Tagging, werden die Wortarten der Wörter bestimmt sowie die Satzzeichen markiert. Das Tag-Set, also die Menge der Bezeichnungen inklusive zugehörigen Definitionen für die Wortklassen kann je nach Anwendung unterschiedlich sein. Im letzten Schritt, dem syntaktischen Parsing, werden grammatikalische Zusammenhänge zwischen den einzelnen Wörtern oder auch größeren Einheiten hergestellt. Weitere Schritte können in dieser Pipeline folgen und auf den vorgehenden Bausteinen aufsetzen. Am Beispiel des Stanford CoreNLP Toolkits¹⁵ soll an einem praktischen Beispiel aufgezeigt werden, wie eine solche sprachliche Analyse durch eine Pipeline mit einem anderen Tag-Set und einer anderen Art von syntaktischer Analyse aussehen kann. Zusätzlich ist das Modul "Named Entity Recognition" (Eigennamenerkennung) zwischen Part-of-Speech-Tagging und dem syntaktischen Parsing eingebaut. Diese NLP-Pipeline wird in Abbildung 10 am Satz: "Der schnelle Herr Meier sprang über den faulen Hund" veranschaulicht.

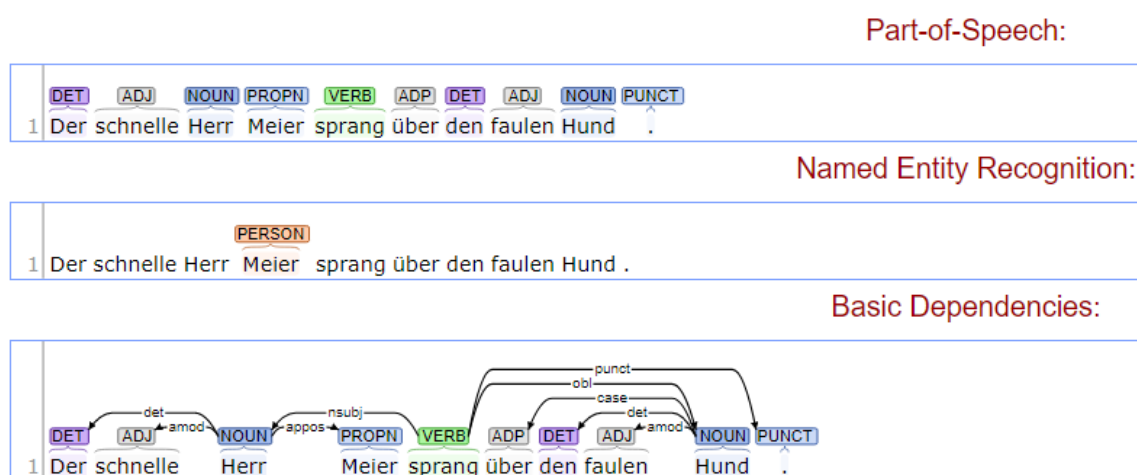


Abb. 10: Beispiel-Pipeline des CoreNLP Toolkits (siehe <https://corenlp.run>)

Neben solchen NLP-Pipelines als Methoden sowie computerlinguistischen Anwendungen wie Spracherkennungs-, Sprachsynthese- und Dialogsystemen, besteht in den computerlinguistischen Ressourcen ein weiterer Bereich, der für die Logopädie interessant ist.

4.6 Computerlinguistische Ressourcen

Moderne computerlinguistische Systeme nutzen immer weniger manuell erstellte Regeln und mehr und mehr grosse Sammlungen von Daten, um Sprache für einen bestimmten Zweck zu verarbeiten. Um beispielsweise Texte zu kategorisieren oder zu übersetzen, wird der Ansatz des sogenannten

¹⁵ Das Toolkit wird im Paper von Manning, Surdeanu, Bauer, Finkel, Bethard und McClosky (2014) ausführlich beschrieben und ist als online Demo verfügbar unter <https://corenlp.run>.

maschinellen Lernens gewählt und aus grossen Mengen an Trainingsdaten ein Modell erstellt, dass auf neue Daten angewendet wird. Auch Spracherkennungs-, Sprachsynthese- und Dialogsysteme wenden maschinelles Lernen an. Um auf solche Daten zugreifen zu können, aus denen Systeme lernen, werden als Grundlage sogenannte Korpora benötigt.

4.6.1 Korpora

Ein Korpus ist eine "Sammlung gesprochener oder schriftlicher Äußerungen, die digital erfasst, also auf Rechnern gespeichert und maschinenlesbar sind, und für eine linguistische oder computerlinguistische Aufgabe aufbereitet wurden" (Zinsmeister, 2010, S. 482). Beim Aufbau eines Korpus unterscheidet man zwischen drei Ebenen: die eigentlichen Sprachdaten, die Annotation (z.B. orthographische oder phonetische Transkription, syntaktische Annotation, nonverbale Annotation) und die Metadaten (Beschreibung der Sprachdaten und Annotationen, Kontext etc.) (Zinsmeister, 2010, S. 483–486).

In der Computerlinguistik werden Korpora u.a. bei "der Entwicklung und dem Testen von korpusbasierten Programmen" eingesetzt und "zur empirischen Untermauerung von (computer)linguistischen Theorien" sowie auch in der Lexikographie genutzt (Zinsmeister, 2010, S. 490). Korpusbasierte Programme sind z.B. Spracherkennungssysteme, die Korpora für das akustische Modell und das Sprachmodell benötigen. Weitere Einsatzgebiete sieht Zinsmeister (2010) im Sprachunterricht zur "Erstellung von Unterrichtsmaterialien" und in der linguistischen Forschung, z.B. der Spracherwerbsforschung (S. 491). Korpora sind interessant, weil sie nicht nur aus den eigentlichen Äusserungen also den Sprachdaten bestehen, sondern durch die Transkription resp. Annotation auch Informationen über z.B. phonetisch-phonologische oder morpho-syntaktische Strukturen liefern können, die auch für die Logopädie relevant sind. Korpora, die mit syntaktischen Strukturen annotiert sind, stellen eine spezielle Form dar und werden Baumbanken genannt (Kübler, 2010, S. 492).

Eine sehr grosse deutschsprachige Korpussammlung bietet das Leibniz-Institut für Deutsche Sprache (IDS) in Mannheim an. Zu erwähnen sind insbesondere das Deutsche Referenzkorpus (DeReKO)¹⁶ für die geschriebene Gegenwartssprache und die Datenbank für Gesprochenes Deutsch (DGD).¹⁷ Viele Korpora und auch andere computerlinguistische Ressourcen und Werkzeuge sind über die europäische Forschungsplattform CLARIN auffindbar oder zugänglich. CLARIN steht für "Common Language Resources and Technology Infrastructure" und "ist eine Infrastruktur-Initiative für die Geistes- und Sozialwissenschaften, in denen sprachorientiert gearbeitet wird" (Hinrichs & Trippel, 2017, S. 46). Eine

¹⁶ <https://www.ids-mannheim.de/digspra/kl/projekte/korpora/>

¹⁷ http://agd.ids-mannheim.de/korpus_index.shtml

Beschreibung der Korpora der 9 CLARIN-D-Zentren (CLARIN-Zentren in Deutschland) kann im Internet abgerufen werden.¹⁸ Eine weitere europäische Sammlung von Sprachressourcen wird von der ELRA (European Language Resources Association) bereitgestellt.¹⁹ Die Ressourcen von CLARIN und von ELRA überlappen sich stellenweise. Wie Heuvel und Choukri (2018) bemerken, hat CLARIN eine stärkere Verbindung zur akademischen Welt und ELRA eher eine zur Industrie. Mit einem kostenlosen Account als wissenschaftlicher User können viele Ressourcen von CLARIN kostenlos genutzt werden, während bei ELRA viele kostenpflichtig sind.

Korpora geschriebener Sprache sind generell einfacher zu gewinnen, da online frei verfügbare Texte z.B. aus Wikipedia, Zeitungen und sonstigen Webseiten leicht heruntergeladen und verarbeitet werden können. Korpora mit gesprochenen und transkribierten Inhalten sind aufwendiger zu erstellen. Dem Datenschutz kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu, insbesondere wenn es sich um besonders schützenswerte Personendaten handelt wie z.B. in der Logopädie. Korpora gesprochener Sprache werden manchmal auch als Sprachdatenbanken bezeichnet (Draxler, 2010, S. 524). Sie bestehen aus Audio- oder Videodaten (Primärdaten), Annotationstexten (Sekundärdaten) und Tertiärdaten wie Metadaten (ebd.) Das Bayerische Archiv für Sprachsignale (BAS) ist eines der 9 CLARIN-D-Zentren, welches u.a. solche Korpora zur Verfügung stellt.²⁰ Neben den Korpora sind in der Computerlinguistik auch lexikalische Ressourcen von Relevanz. Diese werden im nächsten Kapitel besprochen.

4.6.2 Lexikalische Ressourcen

In der Computerlinguistik werden lexikalische Ressourcen in den verschiedensten Bereichen verwendet. Spracherkennungs- und Sprachsynthese-Systeme sind z.B. auf Aussprachelexika angewiesen (Pfister & Kaufmann, 2017, S. 202 und S. 334). Diese stellen eine spezielle Form von lexikalischen Ressourcen dar und werden hier nicht weiter besprochen.

Für die Arbeit in der Logopädie sind insbesondere lexikalische Ressourcen wie kontrollierte Vokabulare von Interesse. Sie finden z.B. im Bibliothekswesen in der Form von Schlagwortkatalogen Verwendung. Kontrollierte Vokabulare werden in der Computerlinguistik für die Informationssuche und -kategorisierung eingesetzt und zeichnen sich durch definierte Arten von semantischen Beziehungen zwischen Begriffen aus.²¹ Über solche Relationen wie z.B. die Äquivalenzrelation oder die hierarchische Relation können Suchanfragen eingegrenzt (z.B. über Unterbegriffe oder die Auflösung von Mehrdeutigkeiten

¹⁸ <https://www.clarin-d.net/de/sprachressourcen-und-dienste/korpora>

¹⁹ <http://catalog.elra.info/en-us/repository/search/>

²⁰ <https://www.bas.uni-muenchen.de/forschung/Bas/BasKorporadeu.html>

²¹ Standards in diesem Bereich sind ISO 25964 oder ANSI/NISO Z39.19

wie in "Meinten Sie Tau (Seil) oder Tau (Niederschlag)") oder ausgeweitet werden (z.B. über Oberbegriffe, Synonyme und verwandte Begriffe).²² Kontrollierte Vokabulare enthalten nur Nomen und fokussieren meist auf eine bestimmte Domäne. Ein Beispiel für einen Ausschnitt aus einem kontrollierten Vokabular wurde bereits bei der Definition des Begriffs "Computerlinguistik" vorgestellt und wird hier in leicht abgeänderter Form wiederholt:

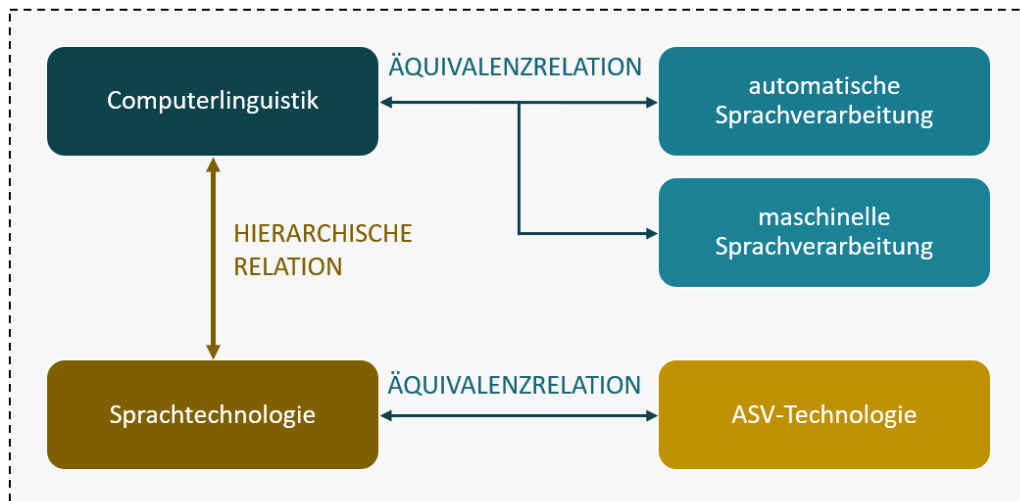


Abb. 11: Ausschnitt aus einem kontrollierten Vokabular (eigene Darstellung)

Im Vergleich zu kontrollierten Vokabularen decken lexikalisch-semantische Wortnetze, wie das deutsche GermaNet,²³ die wichtigsten Wörter einer Sprache basierend auf ihrer Häufigkeit ab und enthalten auch Verben und Adjektive. Sie sind in sogenannten Synsets organisiert, welche die Synonyme eines jeweiligen Konzepts zusammenfassen (Kunze, 2010, S. 505). Auch hier können Lesarten unterschieden werden. Für die Bezeichnung "Tau" gibt GermaNet²⁴ drei Konzepte aus, die mit Definitionen von Wiktionary²⁵ versehen sind:

²² In einer Taxonomie geschieht dies z.B. über die Hierarchie (Hyperonym-Hyponym-Relation). In einem Thesaurus über die Relationen Hierarchie, Äquivalenz (Synonyme) und Assoziation (verwandte Begriffe). In diesem Kontext sind auch Ontologien zu erwähnen, die zusätzlich Arten von Beziehungen definieren können wie z.B. "ist ein Teil von" (Meronymie).

²³ <https://uni-tuebingen.de/de/142812>

²⁴ Über <https://weblicht.sfs.uni-tuebingen.de/rover/search> kann GermaNet durchsucht werden, allerdings ist hierfür eine Anmeldung nötig.

²⁵ <https://de.wiktionary.org/>

Tau:

- Name des neunzehnten Buchstabens im griechischen Alphabet
- durch Abkühlung kondensiertes Wasser
- starkes Seils aus Hanf oder Stahldraht; Geräteturnen: Seil, insbesondere zum Klettern

Wie Kunze (2010, S. 504) bemerkt, ist in diesem Kontext die "Lesartendisambiguierung [...] eine unabdingbare Voraussetzung für Anwendungen im Bereich der Maschinellen Übersetzung und der Informationserschließung, für die semantische Annotierung von Sprachkorpora und für die Entwicklung verschiedener Werkzeuge zum Sprach- und Informationserwerb und für die Übersetzung."

Lexikalische Ressourcen wie kontrollierte Vokabulare, Wortnetze oder auch simple Wortlisten können nicht nur manuell, sondern auch mit Hilfe von NLP-Methoden gewonnen werden. Wie Heid (2010, S. 567) unterstreicht, kann lexikalisches Wissen aus Textkorpora oder auch aus bestehenden Wörterbüchern akquiriert werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, Begriffe aus Stichwortverzeichnissen von Büchern zu extrahieren.²⁶

Nachdem in den vorherigen Kapiteln für die Logopädie relevante computerlinguistische Anwendungen, Methoden und Ressourcen behandelt wurden, sollen die allgemeinen Grenzen der automatischen Sprachverarbeitung besprochen werden, da sich dies letztlich auch auf die Möglichkeiten in der logopädischen Diagnostik und Therapie auswirkt.

4.7 Allgemeine Grenzen der Computerlinguistik

Die Grenzen der Computerlinguistik lassen sich anhand der Kategorien Sprache, Domäne und Zielgruppe beschreiben.

Sprache allgemein

Computerlinguistische Anwendungen sind immer an eine Sprache gebunden. Spracherkennungs-, Sprachsynthese- oder Dialogsysteme, wie auch die zugrunde liegenden Prozessschritte der NLP-Pipeline sowie Ressourcen der Computerlinguistik sind alle sprachabhängig. Das heisst, alle sprachlichen Ebenen eines Systems müssen auf die jeweilige Sprache angepasst resp. für die jeweilige Sprache aufgebaut werden. Selbst bei nah verwandten Sprachen wie dem Englischen und Deutschen, können

²⁶ Piotrowski, M., & Senn, C. (2012). Harvesting indices to grow a controlled vocabulary: towards improved access to historical legal texts. *Proceedings of the 6th Workshop on Language Technology for Cultural Heritage, Social Sciences, and Humanities*, 24-29. Verfügbar unter: <https://aclanthology.org/W12-1005.pdf>

linguistische Unterschiede, z.B. was die Flexion oder Verbstellung betrifft, dazu führen, dass sprachliche Ebenen wie die Morphologie oder Syntax im Deutschen anders zu berücksichtigen sind als im Englischen.

Mehrsprachigkeit

Es ergibt sich von selbst, dass das für die Logopädie wichtige Thema Mehrsprachigkeit die automatische Sprachverarbeitung vor Probleme stellt, beispielsweise was Interferenzen, Borrowings, Code-Mixing und Code-Switching²⁷ angeht.

*Sprachvarietäten*²⁸

Weitere sprachliche Schwierigkeiten ergeben sich in Bezug auf Varietäten wie dem Schweizerdeutschen und entsprechenden Dialekten. Computerlinguistische Ressourcen, die für die automatische Sprachverarbeitung benötigt werden, sind für Varietäten oder Sprachen mit wenigen Sprechern oft nicht vorhanden. Das heisst, es kann an entsprechenden lexikalischen Ressourcen mangeln oder schwierig sein, mündliche oder schriftliche Sprachdaten zu generieren, die in der Form von Korpora für das maschinelle Lernen eines Systems Voraussetzung sind. Wie Pfister und Kaufmann am Beispiel der Spracherkennung erwähnen, kann es zudem auch bei der Hochsprache zu dialektalen Färbungen kommen, wenn z.B. Schweizer Hochdeutsch sprechen (2017, S. 330).

Domäne

Neben der sprachlichen Abhängigkeit ist auch die Fokussierung auf bestimmte Domänen ein Thema in der Computerlinguistik. Viele Anwendungen und Ressourcen werden für einen spezifischen Kontext gebaut (z.B. Spracherkennung für Ärzte, maschinelle Übersetzung für Texte in der Versicherungsbranche) und sind nicht allgemein einsetzbar.

Zielgruppe

Zudem orientiert sich die automatische Sprachverarbeitung meist an Erwachsenen und Personen ohne sprachliche oder stimmliche Einschränkungen. Dies sind wichtige Faktoren, die einen Einfluss auf die Anwendung von computerlinguistischen Verfahren in der Logopädie haben.

²⁷ für eine Definition dieser Bezeichnungen siehe Kannengieser (2019, S. 451)

²⁸ Unter Sprachvarietäten werden hier sprachliche Varianten verstanden. Für das Deutsche wären dies z.B. das Schweizer Hochdeutsch, das Schweizerdeutsche und auch entsprechende Dialekte.

5. Automatische Sprachverarbeitung für die Logopädie

Die Möglichkeiten und Grenzen der Computerlinguistik in der Logopädie werden in den folgenden Kapiteln in Bezug auf die oben behandelten computerlinguistischen Anwendungen, Ressourcen und Methoden besprochen.

5.1 Spracherkennungssysteme in der Logopädie

Bei der Spracherkennung wird das Sprachsignal durch die individuellen Eigenheiten des Sprechers beeinflusst, mit der sich auch die Logopädie befasst. Es sind dies "die Physiologie des Vokaltraktes (die wiederum vom Geschlecht, vom Alter und vom Gesundheitszustand der sprechenden Person abhängt), die Herkunft (Dialekt), die psychische Verfassung usw." (Pfister & Kaufmann, 2017, S. 328). Auch "Veränderungen der Stimme [...] aufgrund von Stress oder z.B. Erkrankungen" können also die Spracherkennung negativ beeinflussen (Wellmann et al., 2016, S. 187).

Pfister und Kaufmann (2017, S. 328) beschreiben mehrere Aspekte, die bewirken, dass bei der Spracherkennung Sprachsignale unterschiedlich ausfallen können und deshalb zu Problemen führen. Zu unterscheiden sind dabei die Variabilität zwischen den Sprechern (Intersprecher-Variabilität) und die Variabilität innerhalb eines Sprechers (Intrasprecher-Variabilität). Diese Schwierigkeiten bei der Spracherkennung werden durch pathologische Sprache resp. pathologisches Sprechen vergrößert. Je nach Störungsbild und Schweregrad sind dabei Unterschiede zu erwarten. Bei einer schweren Dysarthrie ist davon auszugehen, dass es für das System viel schwieriger ist, Sprache zu erkennen als bei einer leichten Dysarthrie (Intersprecher-Variabilität). Was das Störungsbild angeht, ist anzunehmen, dass z.B. die dysarthrische Sprache tendenziell weniger Variabilität innerhalb des Sprechers aufweist als die Sprache eines Menschen mit Sprechapraxie (Intrasprecher-Variabilität), womit dysarthrische Sprache für ein System leichter zu verarbeiten sein wird.

Nicht nur das Störungsbild und der Schweregrad sondern auch die Altersgruppe hat einen Einfluss auf die Qualität der Spracherkennung. Booth, Carns, Kennington und Rafla stellen fest, dass die Genauigkeit von automatischen Spracherkennungssystemen bei Kindern weniger gut ist als bei Erwachsenen und sowohl die Variabilität zwischen den Sprechern als auch die Variabilität innerhalb eines Sprechers bei Kindern grösser ist als bei Erwachsenen (2020, S. 6340). Sie vermuten, dass dies u.a. deshalb der Fall ist, weil der Vokaltrakt bei Kindern viel kleiner ist und sich noch stark verändert (Intersprechervariabilität) und sie noch im Begriff sind, die Sprache als komplexe motorische Aktivität zu beherrschen (Intrasprechervariabilität) (ebd.). Wenn man davon ausgeht, dass der Spracherwerb bei Kindern erst mit 4-5 Jahren soweit abgeschlossen ist, dass in der Sprachproduktion die "grundlegenden Elemente

und Regeln" für eine Äusserung vorhanden sind (Kannengieser, 2019, S. 7) und es eine grosse Spannweite in der phonologischen Entwicklung gibt, so ist klar, dass von einer grossen Variabilität der Sprachsignale auszugehen ist, nicht nur innerhalb eines Kindes, sondern vor allem auch zwischen den Kindern und dies nicht nur auf die physiologischen Grundlagen des Kehlkopfs und der motorischen Steuerung des Sprechapparates zurückzuführen ist, sondern auch auf die sprachliche Entwicklung.

Booth et al. (2020, S. 6340) weisen auf eine weitere Schwierigkeit bei der automatischen Spracherkennung von Kindern hin, wenn sie anmerken, dass eine grosse Herausforderung die fehlenden Sprachdaten sind, u.a. auch weil Kindersprachdaten speziell geschützt sind (Datenschutz). Der Mangel an Sprachdaten spitzt sich bei Kindern zu, ist aber auch bei erwachsenen KlientInnen in der Logopädie ein Thema. Einerseits mangelt es an Sprachdaten, weil es weniger geeignete Sprecher gibt und andererseits sind Daten, welche die Gesundheit betreffen, besonders schützenswert.

Aus Sicht der Logopädie lassen sich Spracherkennungssysteme in zwei Klassen einteilen: solche, die Äusserungen mit einer Störung erkennen sollen und solche, die für Personen ohne Störung ausgelegt sind. Mit ersterem befasst sich das Google-Projekt Euphonia,²⁹ welches die Spracherkennung für atypische SprecherInnen zum Ziel hat. Hierbei werden Sprachdaten u.a. von SprecherInnen mit ALS, Multipler Sklerose, Down Syndrom, Zerebralparese, Parkinson, Stimmstörungen und auch Schlaganfall-PatientInnen erfasst.³⁰ Es steht für dieses Trainingskorpus vorerst nur die englische Sprache im Fokus. Es zeigt aber auf, dass auch für atypische SprecherInnen sprecherunabhängige Spracherkenner aufgebaut werden können.

Generell gestaltet sich die Spracherkennung am einfachsten, wenn das zu erkennende Vokabular möglichst klein, d.h. wenn die Aufgabe möglichst eingeschränkt ist, und wenn es sich um vorgelesene oder zu einer Maschine gesprochene Sprache handelt (Jurafsky & Martin, 2020, S. 549–550). Die letzten beiden Punkte sind bei Euphonia der Fall. Für die Logopädie heisst dies, dass die Spontansprache für Spracherkenner am schwierigsten und einfacher bei Bildbenennungsaufgaben oder vorgelesener Sprache ist.

²⁹ <https://sites.research.google/euphonia/about>

³⁰ Es stellen sich hier auch ethische und datenschutzrechtliche Fragen, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann.

5.2 Sprachsynthese- und Dialogsysteme in der Logopädie

Sprachsynthese-Systeme werden vorwiegend in der Unterstützten Kommunikation eingesetzt und werden deshalb hier nur am Rande erwähnt. Diese Werkzeuge sind für Personen nützlich, die schriftliche Texte produzieren können, aber deren Lautsprache schwer verständlich oder nicht vorhanden ist. Der Physiker Stephen Hawking, der an Amyotropher Lateralsklerose (ALS) litt, wird in Zusammenhang mit der Nutzung von Sprachsynthese-Systemen oft erwähnt (vgl. z.B. Jurafsky & Martin, 2020, S. 549). Eine einfache Form der Sprachsynthese ist das "Voice Banking". Hierbei nehmen Betroffene ihre Stimme am Anfang einer degenerativen Krankheit wie ALS auf, so dass diese dann zu einem späteren Zeitpunkt mittels Sprachsynthesizer wieder ausgegeben werden kann (Rudzicz, 2016, S. 62). Text-to-Speech-Systeme werden auch ausserhalb der Unterstützten Kommunikation genutzt, beispielsweise von Personen, die nicht lesen können oder denen das Lesen sehr schwerfällt, wie z.B. von Menschen mit einer Sehbehinderung oder mit Legasthenie (vgl. Dahl, 2016, S. 34).

Neben der Sprachsynthese können auch Dialogsysteme in der Logopädie von Interesse sein. Ziel eines Dialogsystems³¹ ist es, mit Menschen sprachlich zu interagieren. Jurafsky und Martin (2020, S. 492-493) unterscheiden zwischen "task-oriented dialogue agents" – z.B. in der Form von Sprachassistenten wie Siri, Google Assistant oder Alexa – und Chatbots, die längere, unstrukturierte Unterhaltungen nachahmen.

Tab. 6: Typen von Dialogsystemen (nach Jurafsky und Martin (2020, S. 492-493), eigene Darstellung)

	Aufgabenorientierte Dialogsysteme	Chatbots
<i>Ziel</i>	Geräte steuern, Restaurants buchen, Suchen absetzen, Spiele spielen etc.	längere Unterhaltungen führen
<i>Beispielsysteme</i>	Sprachassistenten: Siri, Google Assistant, Alexa	Chatbots wie ELIZA ³²

Dialogsysteme können nicht nur via Software auf dem PC, Apps auf mobilen Geräten oder als webbasierte Anwendungen sondern auch in der Form von Robotern in Erscheinung treten. Malchus und Jaecks (2016) sehen Potenzial für den kommunikativen Nutzen in der robotergestützten Sprachtherapie u.a. zur Steigerung der Motivation der Betroffenen und beschreiben einen einfachen Roboter für das Benennttraining in der Aphasietherapie. Matthes (2016) berichtet von einem Dialogsystem in der

³¹ Jurafsky und Martin (2020, S. 492) verwenden die Bezeichnungen "dialogue system", "conversational agent" und "dialogue agent" synonym.

³² ELIZA war der erste Chatbot und simulierte im Gespräch mit seinen Nutzern einen Psychotherapeuten (Jurafsky & Martin, 2020, S. 2 und S. 497). Eine deutsche Version findet sich unter: <http://www.med-ai.com/models/eliza.html.de>.

Form eines Plüschtiers für die Unterstützung von Kindern beim Wortschatzerwerb im Vorschulalter. Dieses Lernspielzeug mit dem Namen Lingufino³³ wurde allerdings nicht spezifisch für die logopädische Therapie und entsprechende Störungen aufgebaut.

Im Erwachsenenkontext sind Dialogsysteme auch als Übungswerkzeuge denkbar im Hinblick auf die soziale Teilhabe. Es könnten dabei z.B. spezifische Interaktionen geübt werden wie das Aufgeben einer Bestellung im Restaurant und zudem gleich automatisierte Statistiken erstellt werden, um den Fortschritt einer PatientIn zu messen (Dahl, 2016, 30-31). Aufgabenorientierte Dialogsysteme sind dabei aus computerlinguistischer Perspektive leichter zu implementieren als Chatbots, bei denen der Kontext nicht vorgegeben ist und die Betroffenen frei sprechen. Die Trennung zwischen Systemen, die Aufträge ausführen und solchen, die mit Menschen längere Gespräche führen, ohne eine konkrete Aufgabe zu erfüllen, ist allerdings nicht immer ganz so klar. So werden Chatbots auch dazu eingesetzt, aufgabenorientierte Agenten natürlicher wirken zu lassen (Jurafsky & Martin, 2020, S. 493). Die Bezeichnungen "Chatbot" (Interaktion auf der Basis von Text) und "Voicebot" (Interaktion auf der Basis von gesprochener Sprache) werden in der Praxis oft auch für aufgabenorientierte kommerziellen Anwendungen³⁴ benutzt. Voicebots im Sinne von aufgabenorientierten Dialogsystemen sind auch teilweise in Schweizerdeutsch Sprache verfügbar³⁵ und könnten auch für Übungen in der Logopädie genutzt werden. Zwar sind sie kein Ersatz für die klassische Therapie, bieten aber Abwechslung in der Sitzung und können so gerade für technikaffine Betroffene neue Anreize schaffen. Wichtig ist die Begleitung durch eine LogopädIn, welche die Übung mit den Betroffenen zum richtigen Zeitpunkt einsetzt, die Aufgabe einführt, begleitet und nachbespricht. Es ist auch zu bedenken, dass beim Einsatz von Spracherkennungs- resp. Dialogsystemen das Frustrationspotenzial bei PatientInnen sehr hoch sein kann. Deshalb sollten sie nur mit grosser Vorsicht und Sorgfalt in der Therapie eingesetzt werden. Generell ist zu bemerken, dass die Verwendung von Spracherkennung und Sprachsynthese in der Logopädie erst ganz am Anfang steht, während die Sprachsynthese insbesondere in der Unterstützten Kommunikation schon viel verbreiteter ist.

³³ <https://lingufino.de>

³⁴ <https://www.postfinance.ch/de/ueber-uns/unternehmen/pioniergeschichten/voicebot-wie-digitale-assistenten-sprechen-lernen.html> oder https://www.ag.ch/de/verwaltung/dvi/ueber_uns_dvi/dossiers_projekte/voicebot/voicebot_1.jsp

³⁵ <https://www.baloise.com/de/home/news-stories/news/medienmitteilungen/2021/sprachassistent-ergaenzt-kundenservice-der-baloise.html>
<https://hub.hslu.ch/ikm/2021/07/08/von-der-tischreservation-bis-ins-strassenverkehrsamt-voice-projekte-im-ersten-halbjahr-2021/#>

5.3 Computerlinguistische Ressourcen für die Logopädie

5.3.1 Korpora für die Logopädie

Korpora werden nicht nur in der Computerlinguistik oder Sprachwissenschaft erstellt, sie werden auch in der Logopädie selbst aufgebaut, wenn Sprachdaten für die Forschung erhoben und transkribiert werden. Jede Transkription einer Spontansprachaufzeichnung kann als Mini-Korpus betrachtet werden. Korpora, die für solch spezifische Zwecke in der Logopädie erstellt werden, werden in diesem Kontext nicht weiter thematisiert. Vielmehr geht es darum aufzuzeigen, dass weniger bekannte Korpora existieren, die für die Sprachtherapie von Interesse sein können.

Eine wichtige Korpussammlung gesprochener Sprache, die auch Aufnahmen deutscher Sprache umfasst, ist die amerikanische TalkBank.³⁶ Wie MacWhinney, der Projektleiter von TalkBank, ausführt, besteht die Sammlung aus "14 component banks", die sich alle an dieselben Transkriptions- und Datenbankorganisations-Richtlinien halten (2019, S. 1923). Für die Logopädie sind beispielsweise die AphasiaBank (aphasische Sprache), CHILDES (kindliche Sprachentwicklung) und die PhonBank (kindliche phonologische Entwicklung) interessant. Unter der PhonBank findet sich z.B. auch das "German FoxBoyer Corpus", welche Aufnahmen und Transkriptionen zur Bildbenennung enthält, die dem PLAKSS-II (Psycholinguistische Analyse kindlicher Aussprachestörungen) zugrunde liegen.³⁷ TalkBank ist auch Mitglied von CLARIN und momentan der einzige Teilnehmer ausserhalb von Europa (ebd). Neben den eigentlichen Korpora, die hier nicht im Detail besprochen werden können, liefert TalkBank auch ein Transkriptionsformat für gesprochene Sprache das sogenannte CHAT Transcription Format.³⁸

Generell ist zu bemerken, dass Korpora zu bestimmten Störungsbildern in deutscher und schweizerdeutscher Sprache noch rar sind. Interessant wären diese insbesondere für die logopädische Forschung aber auch für die Nutzung in computerlinguistischen Anwendungen wie z.B. Spracherkennungssystemen für atypische Sprache. In Anhang 3 sind exemplarisch einige interessante Korpussammlungen resp. Korpora aufgelistet.

Neben den Korpora gesprochener Sprache, können auch Korpora schriftlicher Äusserungen für die Logopädie interessant sein. Textkorpora sind manchmal Ausgangspunkt für die Erstellung von

³⁶ <https://talkbank.org/>

³⁷ <https://phonbank.talkbank.org/access/German/FoxBoyer.html>

³⁸ <https://talkbank.org/manuals/CHAT.pdf>

lexikalischen Ressourcen, die in der Sprachtherapie wertvoll für die Erstellung von Übungen sind. Solche und andere lexikalische Ressourcen werden im nächsten Kapitel besprochen.

5.3.2 Lexikalische Ressourcen für die Logopädie

Lexikalische Ressourcen bieten Möglichkeiten, sich mit spezifischen Domänen der Betroffenen auseinanderzusetzen und individuell auf deren Aktivitäten und Teilhabe einzugehen. Zum Beispiel können Wörter bereits bestehender kontrollierter Vokabulare genutzt und mit den PatientInnen in Taxonomien einsortiert und ausgebaut werden. Bestehende kontrollierte Vokabulare können Ideen liefern sind jedoch häufig auf die Anforderungen von Informationssystemen ausgerichtet. Besser eignen sich lexikalische Ressourcen, die auf grossen schriftlichen Korpora aufbauen, z.B. das Digitale Wörterbuch der deutschen Sprache (DWDS)³⁹ oder der Wortschatz Leipzig.⁴⁰ Am Beispiel des DWDS wird in Kapitel 6.2.2 aufgezeigt, welche Möglichkeiten solche lexikalischen Ressourcen für die logopädische Therapie bieten. In Anhang 4 sind Listen mit lexikalischen Ressourcen (Ressourcen-Sammlungen, einzelne kontrollierte Vokabulare, sonstige lexikalische Ressourcen) zu finden.

Neben der Nutzung bereits existierender lexikalischer Ressourcen können über computerlinguistische Methoden auch Begriffe aus Korpora oder Texten automatisch extrahiert werden. Solche maschinell erstellten Begriffssammlungen kennt man z.B. von Begriffswolken (engl. "tag clouds"). Sollen domänenspezifische Vokabulare für Betroffene individuell erstellt werden, so können solche Werkzeuge nützlich sein. Allerdings ist dabei zu beachten, dass Texte verwendet werden, die keine schützenswerten Informationen enthalten, also z.B. keine Personendaten oder interne Firmendaten. Mit solchen Werkzeugen können auch Themen für die logopädische Forschung extrahiert werden (z.B. aus Fachartikeln, oder Diagnostikberichten). Bei der Untersuchung derartiger Korpora muss auch auf das Copyright geachtet werden. In Anhang 5 sind Listen mit Beispielen für computerlinguistische Werkzeuge (Sammlungen und einzelne Tools) aufgeführt.

Ein Spezialfall der Wortextraktion stellen Funktionswörter dar. Im Normalfall werden in der Computerlinguistik Inhaltswörter wie Nomen extrahiert und Funktionswörter wie Pronomen und Artikel über sogenannte Stoppwortlisten herausgefiltert. Funktionswörter sind in der gesprochenen Sprache allerdings besonders häufig und bilden damit einen Grossteil des sogenannten Kernvokabulars, das insbesondere aus Sicht der Unterstützten Kommunikation relevant ist (vgl. Boenisch, 2014). Das

³⁹ DWDS (2021). *Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache. Das Wortauskunftssystem zur deutschen Sprache in Geschichte und Gegenwart*. Verfügbar unter: <https://www.dwds.de>

⁴⁰ <https://wortschatz.uni-leipzig.de/de>

Kernvokabular – definiert als 80% des Gesprochenen – umfasst ca. 200 Wörter (mehrheitlich Funktionswörter) und ist "unabhängig von der individuellen Lebenssituation und vom Thema" (Boenisch, 2014, S. 166). Im Gegensatz dazu weist das Randvokabular individuelle Merkmale auf, besteht vor allem aus Nomen, Verben und Adjektiven (also Inhaltswörtern), und setzt sich schon bei Kindern aus mehreren tausend Wörtern zusammen (ebd.). Lexikalische Ressourcen, wie oben beschrieben, beziehen sich dementsprechend auf das Randvokabular. Für Forschungszwecke können mit computerlinguistischen Methoden auch Kernvokabulare aus transkribierten gesprochenen Korpora erstellt, ausgewertet und verglichen werden. Obwohl Stoppwortlisten und Kernvokabulare beide sehr häufige Wörter beinhalten, unterscheiden sie sich, da sowohl Modalität (meist Schriftsprache vs. gesprochene Sprache) als auch Verwendungszweck verschieden sind. In Anhang 6 findet sich ein Vergleich einer deutschen Stoppwortliste mit einem deutschen Kernvokabular.

5.4 Weitere computerlinguistische Methoden und Anwendungen

Ist ein Text durch die Tokenisierung in seine Bestandteile (Wörter und Satzzeichen) zerlegt worden, können die zu bestimmenden Wortarten mittels Part-of-Speech-Tagging ermittelt werden. Für die Logopädie kann dies u.a. für die Analyse der Spontansprache relevant sein, wenn beispielsweise das Verhältnis zwischen Inhalts- und Funktionswörtern bestimmt werden soll.⁴¹ Weitere relevante Informationen, die aus dem syntaktischen Parsing gewonnen werden können, sind die Art der Phrasen und das Verhältnis von einfachen zu komplexen Sätzen.

Eine andere Anwendung der Computerlinguistik, die für die Logopädie wichtig sein kann, hier aber nicht im Zentrum steht, ist die maschinelle Übersetzung. Frei verfügbare, qualitativ hochwertige Übersetzungsdienste wie DeepL⁴² können wertvolle Dienste in der Arbeit mit mehrsprachigen Betroffenen leisten und die Kommunikation mit ihnen und den Angehörigen einer anderen Muttersprache vereinfachen. Eine Sonderform stellt die maschinelle Übersetzung von Texten in leichte Sprache dar. Sie steht im Deutschen allerdings noch am Anfang (Battisti, Pfütze, Säuberli, Kostrzewa & Ebling, 2020), ist aber für den Einsatz im sonderpädagogischen Kontext oder in der Aphasietherapie denkbar.

⁴¹ Siehe Kapitel 6.1.2

⁴² <https://www.deepl.com/de/translator>

6. Computerlinguistik in Diagnostik und Therapie

Der Einsatz von computerlinguistischen Verfahren in Diagnostik und Therapie steht noch am Anfang. In der Forschung werden zwar Ansätze und Systeme beschrieben, es existieren aber kaum sprachverarbeitende Werkzeuge, die in der praktischen Arbeit von LogopädInnen im deutschsprachigen Raum auch eingesetzt werden. Hönig und Nöth sehen in Bezug auf die Diagnostik und Therapie jedoch einen Trend:

In den letzten Jahren hat die Forschung zum Einsatz von Verfahren der Automatischen Sprachverarbeitung (ASV) in der Sprachtherapie stark zugenommen. Ein Hinweis darauf ist die steigende Zahl von Beiträgen zum Thema „Analyse pathologischer Sprache“ auf den wichtigen Konferenzen zur automatischen Sprachverarbeitung [...]. Die Beispiele [experimentelle Systeme, die die Autoren besprechen] zeigen [...], dass die technologische Umsetzung von automatisierten Verfahren bereits heute möglich ist. Ein weitverbreiteter Einsatz hängt jedoch von vielen weiteren Faktoren wie Finanzierung und gesetzlicher Zulassung ab. (2016, S. 173)

Zusätzlich braucht es aber auch die LogopädIn, die sich für sprachverarbeitende Verfahren interessiert, deren Potenzial erkennt und auch bereit ist, sich auf diese neuen Technologien in der Praxis einzulassen. Auf der anderen Seite müssen computerlinguistische Anwendungen auch noch eine gewisse Maturität erreichen und den Anforderungen der Logopädie genügen. Mögliche Vor- und Nachteile für die Akteure in der Logopädie (wie z.B. für die Betroffenen und die LogopädIn) werden in Kapitel 7 vorgestellt. Die folgenden Kapitel führen Ideen und Denkansätze für die logopädische Diagnostik und Therapie auf, können aber keinen abschliessenden Überblick über experimentelle oder bestehende Systeme in der Logopädie geben, da das Gebiet mit seinen diversen Störungsbildern zu umfassend ist.

6.1 Logopädische Diagnostik und automatische Sprachverarbeitung

Wie bereits in den Grundlagen besprochen, lassen sich diagnostische Methoden in der Logopädie in Anamnese/Exploration, Spontansprachanalyse und diagnostische Tests einteilen. Diese sollen im Hinblick auf computerlinguistische Möglichkeiten in dieser Reihenfolge besprochen werden.

6.1.1 Anamnese/Exploration

Die Anamnese/Exploration kann von der automatischen Sprachverarbeitung am wenigsten profitieren. Denkbar ist der Einsatz von Spracherkennungssoftware, um Gespräche zu dokumentieren. Allerdings ist die Spracherkennung in solchen Situationen mit mehreren Sprechern sehr ungenau. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass die LogopädIn aus ihren Notizen im Anschluss an das Gespräch mittels Diktiersoftware einen elektronischen Bericht erstellt. Interessant kann die Nutzung von Werkzeugen

der maschinellen Übersetzung im Gespräch mit mehrsprachigen Betroffenen resp. Angehörigen sein. Für Angehörige anderer Muttersprache mit sehr geringen Deutschkenntnissen ist jedoch der Beizug einer DolmetscherIn vorzuziehen.

6.1.2 Spontansprachanalyse

Die Spontansprachanalyse ist sowohl bei Kindern wie auch bei Erwachsenen ein wichtiger diagnostischer Eckpfeiler zur Einschätzung der produktiven Fähigkeiten. Bei der maschinellen Sprachverarbeitung gibt es Grenzen bei der Analyse von Spontansprache. So ist es beispielsweise nicht möglich, semantische Paraphrasen, also semantisch unpassende Wörter zu erfassen, wie sie bei einer Aphasie auftreten können.

Sprachverarbeitung kann aber an zwei Punkten ansetzen, einerseits bei der Transkription mittels automatischer Spracherkennung⁴³ und andererseits bei der Annotation und Auswertung der Spontansprache. Während sich die Transkription je nach Störungsbild und Schweregrad schwierig gestalten kann, ist die automatische Annotation und Auswertung einer manuell transkribierten Sequenz computerlinguistisch einfacher umsetzbar. In den folgenden Beispielen zur Erhebung von grundlegenden linguistischen Daten mittels automatischer Sprachverarbeitung wird von einem solchen manuellen Transkript in hochdeutscher Sprache ausgegangen.

Tab. 7: Computerlinguistische Annotation und Auswertung von allgemeinen Daten in der Spontansprache (eigene Darstellung)

Kategorie	Beschreibung	Logopädischer Nutzen ⁴⁴
Wörter	<ul style="list-style-type: none"> - Anzahl Token (Wortform) - Aufführung der Types⁴⁵ (Grundform) und ihrer Häufigkeit - Auflistung der Wortformen pro Type - Verhältnis von Anzahl Types zu Anzahl Token⁴⁶ 	Aussage zum Lexikon und zur Morphologie
Wortarten	<ul style="list-style-type: none"> - Bestimmung der Wortarten mittels PoS-Tagging - Anzahl pro Wortart - Verhältnis zwischen den Wortarten 	Aussage zum Lexikon und zur Semantik

⁴³ In der Computerlinguistik wird hier oft von der "Erkennung kontinuierlicher Sprache" gesprochen (vgl. z.B. Pfister & Kaufmann, 2017, S. 405).

⁴⁴ Siehe auch Meffert et al. (2010)

⁴⁵ Token können zu Types zusammengefasst werden, d.h. Wortformen wie "Apfel", "Apfels", "Äpfel" können auf die Grundform "Apfel" zurückgeführt werden.

⁴⁶ Für Meffert et al. (2010, S. e17) ist die Type-Token-Ratio von Inhaltswörtern ein Spiegelbild der lexikalischen Variabilität.

Kategorie	Beschreibung	Logopädischer Nutzen ⁴⁴
Funktions- und Inhaltswörter	<ul style="list-style-type: none"> - Anzahl von Funktions- und Inhaltswörtern - Verhältnis von Funktions- zu Inhaltswörtern 	Aussage zur Semantik
Phrasen	<ul style="list-style-type: none"> - Berechnung der mean length of utterance (MLU) = mittlere Äußerungslänge - Anzahl und Art der Phrasen (z.B. Nominal- und Verbalphrasen) - Anzahl und Verhältnis von einfachen und komplexen Sätzen 	Aussage zur Syntax

Einige Merkmale auffälliger Sprache spiegeln sich in solchen computerlinguistisch gewonnenen Daten. So zeigen sich die Symptome eines Agrammatismus in der Aphasie u.a. in kurzen Sätzen sowie in fehlenden Funktionswörtern und Flexionsformen.⁴⁷ Die entsprechenden Daten (MLU, Anzahl und Verhältnis von Funktions- und Inhaltswörtern, Vergleich von Wortformen mit den jeweiligen Grundformen) können mit sprachverarbeitenden Methoden aus einem Transkript relativ einfach gewonnen werden. Computerlinguistische Auswertungen von Spontansprache sind allerdings auf die Qualität des Transkripts angewiesen und erlauben es nicht, Aussagen zu konkreten Störungsbildern zu machen. Computerlinguistisch extrahierte Daten können für die Logopädin aber eine gute Grundlage für die quantitative und qualitative diagnostische Beurteilung bilden und auch Vergleichswerte für die Verlaufsdagnostik liefern. Zudem geben sie nicht nur Auskunft über die Defizite der Betroffenen, sondern können auch deren Stärken herausstreichen. Ein in der Literatur beschriebenes Programm im Kontext der Aphasie ist ASPA (Husmann et al., 2006). Es berechnet solche Spontansprachparameter, dazu muss aber noch relativ viel manuelle Arbeit bei der Annotation geleistet werden. Interessant ist bei ASPA die Auswertung von Prosodie und Sprechfluss bei der eine Analyse der Pausen und eine Auswertung von unsicheren, wiederholten und skandierten Wörtern erfolgt. Diese Aspekte stehen jedoch nicht im Fokus dieser Arbeit.

Aus computerlinguistischer Perspektive ist es einfacher allgemeine linguistische Daten als Fehlrealisierungen zu erheben. Letztere werden beispielsweise in der Zürcher Einschätzung kindlicher Spontansprache Z-EKIS von Braun und Steiner (2020) behandelt. Um Fehlrealisierungen computerlinguistisch zu erkennen und auszuwerten, müssen entsprechende Voraussetzungen geschaffen werden. Die automatische Annotation und Auswertung sind durchaus denkbar für folgende Beispiele:

⁴⁷ vgl. Schneider, Wehmeyer und Grötzbach (2014, S. 18-19)

Tab. 8: Computerlinguistische Auswertung von Fehlrealisierungen in der Spontansprache (eigene Darstellung)

Kategorie	Beschreibung	Voraussetzungen
Phonetisch-phonologische Fehlrealisierungen	<ul style="list-style-type: none"> - Bestimmung von phonologischen Prozessen wie Elisionen, Substitutionen, Additionen und Permutationen - Bestimmung von phonetischen Fehlrealisierungen - Bestimmung der Konstanz und Konsequenz von Fehlrealisierungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Phonetisch-phonologische Annotation - Aussprachewörterbuch oder Angabe der korrekten Aussprache
Semantische Fehlrealisierungen	<ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung und Auswertung von Füllwörtern, GAP-Verben, Vielzweckwörtern, Floskeln, Metakomentaren 	<ul style="list-style-type: none"> - Entsprechendes Tag-Set mit zugehörigem Vokabular, Regeln oder Beispielen

6.1.3 Diagnostische Tests

Diagnostische Tests lassen sich in Screenings sowie standardisierte und informelle Testverfahren unterteilen. Da die Standardisierung für computerlinguistische Methoden nicht relevant ist, wird hier zwischen Screenings und Testverfahren unterschieden.

Screenings

Bei einem Screening geht es um das ökonomische Identifizieren von RisikopatientInnen aus einer größeren Gruppe. Screenings eignen sich für eine grobe Einschätzung und sind nicht für eine detaillierte Analyse gedacht. Hönig und Nöth (2016) nennen als mögliche Beispiele für den Einsatz von Sprachtechnologie in diesem Kontext die Identifikation von Kindern mit phonetischen Störungen oder Lese-Rechtschreib-Schwäche sowie die Früherkennung von Morbus Parkinson anhand von vorgelesenen Texten. Bei letzterem nehmen sie indirekt Bezug auf die Dysarthrie. Sie merken an, dass ein Schnelltest mit automatischer Sprachverarbeitung Kosten einsparen und die Versorgung verbessern kann (ebd.).

Testverfahren

Während es bei einem Screening um die Einteilung von KandidatInnen mit und ohne mögliche Störung geht, können bei Testverfahren auch quantitative oder qualitative Merkmale gemessen und der Schweregrad einer Störung ermittelt werden. Ein wichtiges Element in der Diagnostik ist beispielsweise die Einschätzung der Verständlichkeit, gerade auch in Bezug auf die Aktivitäten und die Teilhabe.

Hönig und Nöth (2016) nennen zwei experimentelle Beispiele – eines im Kinder- und eines im Erwachsenenbereich – bei denen die Resultate der automatischen Spracherkennung und Verständlichkeitsbewertungen von Experten korrelieren. Im ersten Fall basierte die Spracherkennung auf dem

Benennen von Worten im PLAKSS-Test,⁴⁸ im zweiten auf dem Vorlesen aus "Der Nordwind und die Sonne". Es ist hier allerdings anzumerken, dass sich diese Beispiele auf Kinder mit behandelter Lippen-Kiefer-Gaumenspalte und auf laryngektomierte PatientInnen mit tracheoösophagealer Ersatzstimme beziehen (Hönig & Nöth, 2016), also zwei klar umrissenen, organisch bedingten Sprechstörungen. Für Hönig und Nöth (2016) ist das "Argument für eine Diagnose mit ASV-Technologie [...], dass man eine wiederholbare und preiswerte zweite Meinung erhält" (S. 174) "und bei signifikanten Abweichungen [...] einen weiteren menschlichen Experten hinzuziehen" (S. 182) kann.

Die Verständlichkeit von KlientInnen ist insbesondere auch in der Dysarthrie-Diagnostik relevant. Neben Artikulation, Phonation, (Sprech-)Atmung, Resonanz und Prosodie sind kommunikative Parameter wie z.B. die Verständlichkeit zentrale Anhaltspunkte für den Behandlungsbedarf und die Wirksamkeit der Therapie (Lehner & Ziegler, 2021). Wichtig bei einer Einschätzung solcher kommunikativen Parameter ist, dass die Vertrautheit z.B. mit der individuellen dysarthrischen SprecherIn oder mit dysarthrischer Sprache im Allgemeinen, die Werte nicht verfälscht (ebd.). KommPaS als Forschungsprojekt in der Dysarthriediagnostik nutzt deshalb sprachtherapeutische Laien, die über Online-Crowdsourcing PatientInnen bezüglich kommunikativer Parameter einschätzen (ebd.). Abgesehen davon, dass ethische und datenschutzbezogene Aspekte in diesem Kontext genau beobachtet werden müssen, könnten aus solchen Sammlungen von Sprachaufnahmen inkl. Parametern computerlinguistische Korpora erstellt und für die automatisierte Bewertung verwendet werden.

Bei der Einschätzung der Verständlichkeit zeigt sich, dass Spracherkennung dort einfacher ist, wo bekanntes Vokabular (z.B. PLAKSS) resp. bekannter Text (z.B. "Der Nordwind und die Sonne") vorliegt. So meinen Hönig und Nöth (2016): "Im Bereich der Sprech- und Stimmstörungen, bei denen überwiegend mit Tests gearbeitet wird, bei denen Texte gelesen oder Piktogramme benannt werden, ist eine automatische Analyse unter Laborbedingungen bereits jetzt auf Expertenniveau möglich" (S. 184). Aufgabentypen, die sich für die automatische Sprachverarbeitung eignen, sind also z.B. das Benennen von Bildern oder von Begriffen einer Taxonomie (Hyperonyme, Hyponyme, Kohyponyme) sowie das Nachsprechen oder Vorlesen von Wörtern oder Sätzen. Zu prüfen wäre, ob bei diagnostischen Tests wie z.B. dem PLAKSS, dem Wortschatz- und Wortfindungstest für 6- bis 10-Jährige (WWT 6-10) oder dem Aachener Aphasie Test (AAT), solche Aufgabentypen (teilweise) automatisiert werden könnten. So könnte der bereits auf CD-ROM existierende WWT 6-10 beim Bildbenenntest ermitteln, welches Wort genannt wurde. Vom System nicht verstandene Wörter müssten von der LogopädIn nochmals

⁴⁸ Hönig und Nöth sprechen vom "Plakks-Test" (2016, S. 182). Es wird davon ausgegangen, dass es sich hierbei um einen Tippfehler handelt.

überprüft und kategorisiert werden. Der Vorteil der Automatisierung liegt darin, dass sich die SprachtherapeutIn voll und ganz auf das Kind konzentrieren kann. Schon jetzt erstellt die PC-Version eine Aufnahme der Antworten des Kindes, die mittels automatischer Sprachverarbeitung analysiert werden könnten. Ein weiterer Test, der sich anbietet, ist der Mottier-Test. Das Nachsprechen von Pseudowörtern resp. Silben könnte analog zum WWT 6-10 möglicherweise über die Spracherkennung ergänzt werden und der LogopädIn einen Referenzwert liefern in Bezug auf die Anzahl richtig reproduzierter Kunstwörter. Der Vorteil von digitalen Tests besteht auch darin, dass ein objektiveres Testen möglich wird, wenn die Anweisungen resp. vorgesprochenen Wörter immer von der gleichen Person resp. Aufnahme stammen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die durch die Computerlinguistik unterstützte Diagnostik erst am Anfang steht, sich aber viele Möglichkeiten auftun, um die SprachtherapeutIn bei ihrer Arbeit zu entlasten. Der Vorteil von computerunterstützter Diagnostik ist, dass sich Flüchtigkeitsfehler vermeiden lassen und Auswertungen objektiv sind. Auch können computerlinguistisch gewonnene Daten automatisch in Berichte übernommen und weiterverarbeitet werden. Der Vorteil eines Computerprogramms ist zudem, dass es immer gleich richtig oder falsch liegt und damit korrigiert und angepasst werden kann. Gerade auch im Hinblick auf die Interrater-Reliabilität, also in diesem Fall der Übereinstimmung der Einschätzung durch verschiedene LogopädInnen, ist dies von grossem Wert.

Der Nachteil computerlinguistisch unterstützter Diagnostik ist u.a. in den zusätzlichen Kosten zu sehen, die für Soft- und evtl. auch Hardware anfallen. In Bezug auf die Computerlinguistik selbst bestehen auch Grenzen im Bereich der Spracherkennung, die oft die Grundlage für sprachverarbeitende Systeme bildet. In jedem Fall ersetzen computerlinguistische Verfahren nicht die Arbeit der SprachtherapeutIn, sondern können diese im besten Fall vereinfachen oder ergänzen. Wie Jaecks (2021) herausstreicht, kann "digitale Diagnostik [...] nur funktionieren, wenn die Technik unkompliziert für alle Beteiligten nutzbar ist" (S. 20) und "standardisierte und psychometrisch abgesicherte Verfahren und Herangehensweisen" bestehen (S. 21). Dies gilt auch für die computerlinguistisch unterstützte Diagnostik, die wie die digitale Diagnostik (verstanden als digital durchgeführte Diagnostik) "nicht nur auf dem Testergebnis allein beruht, sondern auch von zusätzlichen qualitativen Informationen (Beobachtung) beeinflusst wird" (ebd.).

6.2 Logopädische Therapie und automatische Sprachverarbeitung

Die automatische Sprachverarbeitung bietet in allen vorgestellten Bereichen – Spracherkennung, Sprachsynthese, Dialogsysteme, computerlinguistische Ressourcen – mögliche Werkzeuge für die logopädische Therapie. Die Sprachsynthese für sich alleine ist vor allem für die Unterstützte

Kommunikation relevant und wird hier nicht weiter behandelt. In ihrer Funktion eingebettet in Dialogsysteme ist sie aber durchaus von Interesse. Da die logopädische Therapie ein sehr weites Feld abdeckt, sollen in diesem Kapitel exemplarisch Möglichkeiten für verschiedene computerlinguistische Bereiche aufgezeigt werden.

6.2.1 Spracherkennung und Dialogsysteme für die Therapie

Die Spracherkennung wird bereits vereinzelt in der computerunterstützten Therapie eingesetzt. Im englischsprachigen Raum wurden solche Therapieumgebungen schon bei z.B. Aphasie und Dysarthrie untersucht resp. beschrieben (Chen et al., 2016; Fager, 2017). Auch für die deutsche Sprache wird über solche Therapiesoftware nachgedacht, beispielsweise die von Frieg (2021) beschriebene und sich zum Zeitpunkt dieser Arbeit noch in Entwicklung befindende App "Sprechen!".⁴⁹ Sie ist für das Eigentaining in der Dysarthrietherapie bei Morbus Parkinson gedacht, nutzt Spracherkennung und soll u.a. Feedback zur Verständlichkeit geben (ebd.). Frieg, Mühlhaus, Ritterfeld und Bilda (2017) streichen heraus, dass solche Systeme kein Ersatz für die TherapeutIn sind:

Vielmehr geht es darum, die Möglichkeiten zu verbessern, hohe Therapiefrequenzen zu erreichen, um möglichst effektive Therapien anbieten zu können. Hier kann der Technikeinsatz das Eigentaining neben der Therapie unterstützen, wobei die enge Beziehung mit der behandelnden TherapeutIn bestehen bleibt. (S. 14)

Während spezifische Systeme für die computerunterstützte Therapie mit automatischer Sprachverarbeitung im deutschsprachigen Raum noch weitgehend fehlen, stellt sich die Frage, inwieweit allgemein verfügbare Systeme mit Spracherkennung und Sprachsynthese in der Therapie verwendet werden könnten. Für Erwachsene mit leichten Störungen beispielsweise in der Dysarthrietherapie ist z.B. die Nutzung von Diktiersoftware oder der Einsatz von Sprachsteuerung denkbar. Der Vorteil liegt darin, dass das System ein objektives, direktes Feedback zur Verständlichkeit gibt (die Betroffene wird verstanden oder nicht). Am Beispiel der Google Assistant App, einem sogenannten Sprachassistenten, mit der man mittels Sprachsteuerung Spiele spielen kann,⁵⁰ soll ein möglicher Dialog zwischen System und Anwender wiedergegeben werden. Die erkannten Phrasen des Sprechers sind grau hinterlegt, die weissen Sprechblasen wurden vom Sprachassistenten mittels Sprachsynthese ausgegeben.

⁴⁹ vgl. <https://www.isi-speech.de/sprechen-die-uebungsbereiche/>

⁵⁰ Mögliche Aktionen, die mit Google Assistant ausgeführt werden können, finden sich unter: <https://assistant.google.com/explore/?hl=de-DE>.

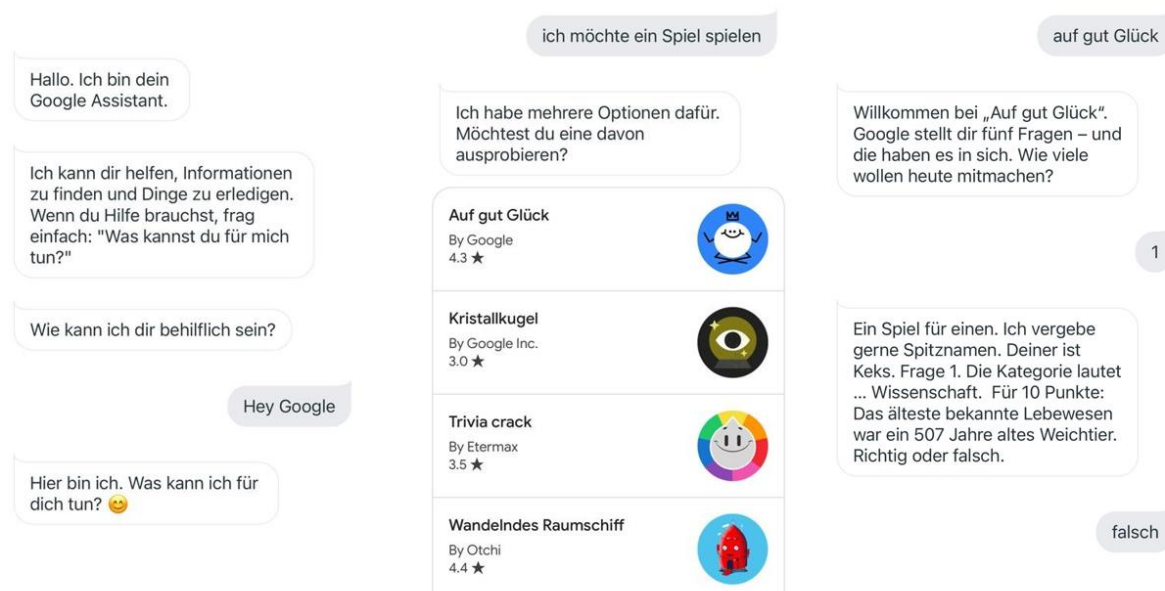


Abb. 12: Beispiel für einen Dialog mit Google Assistant (Screenshots vom eigenen Mobiltelefon)

Übungen mit Sprachassistenten sind nicht als primäres Therapiewerkzeug, sondern als spielerische, motivierende Übung gedacht und eignen sich für leichte Störungen z.B. in der Aphasie- und Dysarthrietherapie. Weiter sind physische Spiele denkbar, die Spracherkennung nutzen, wie z.B. "Monopoly Voice Banking"⁵¹ oder auch sogenannte "voice-controlled games".⁵² Wichtig ist, sich bewusst zu machen, dass z.B. mit Sprachassistenten wie Google Assistant, Siri oder Alexa auch Datenschutz- und IT-Sicherheitsrisiken einhergehen. Zudem ist zu beachten, dass solche Möglichkeiten nicht speziell auf die Bedürfnisse resp. die Störungsaspekte der Betroffenen angepasst werden können. Bei der Spracherkennung zu berücksichtigen ist auch, dass es frustrierend sein kann, wenn das System, das Gesagte nicht korrekt erkennt. Deshalb ist damit mit Vorsicht umzugehen. Noch achtsamer sollte bei Störungen des Spracherwerbs vorgegangen werden. Kinder weisen eine grosse Intersprecher- und Intrasprechervariabilität auf und benötigen ein gutes Sprachmodell, um Fortschritte in ihrer Entwicklung zu machen, dafür sind Übungen mit Spracherkennungs- resp. Dialogsystemen eher weniger geeignet.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es mehr Forschung braucht, um zu beurteilen, wie und ob Systeme, die Spracherkennung und Sprachsynthese nutzen, für die Klientel der Logopädie sinnvoll sind und welche positiven und negativen Effekte sich in der Therapie und bei den Betroffenen einstellen können. Studien werden benötigt, die nachweisen, dass die Therapie mit Systemen, die

⁵¹ siehe <https://monopoly.hasbro.com/de-ch/product/monopoly-voice-banking-electronic-family-board-game:97BC561B-145E-42CA-AB15-917F2E2FD5BA>

⁵² siehe <https://summalinguae.com/language-technology/voice-controlled-games/> und <https://www.thegamer.com/games-with-voice-commands-speech-recognition/>

Spracherkennung und/oder Sprachsynthese einsetzen, effektiv ist und dass dadurch nicht nur Übungs- sondern auch Generalisierungseffekte entstehen. Letztlich ist auch zu messen, ob die Therapie langfristig erfolgreich ist.

6.2.2 Computerlinguistische Ressourcen für die Therapie

Computerlinguistische Ressourcen bieten sich für verschiedene sprachliche Ebenen in der Therapie an. Das Digitale Wörterbuch der deutschen Sprache (DWDS) eignet sich z.B. für die Verwendung in der semantischen Therapie. Wird im DWDS ein Begriff gesucht (z.B. "Frucht"⁵³), werden neben der Aussprache und Wortbildung, u.a. auch die Bedeutung und die Einordnung im Thesaurus (Synonyme, Oberbegriffe, Unterbegriffe) angezeigt wie sie in den Abbildungen 13 und 14 wiedergegeben werden.

The screenshot shows the DWDS website interface. At the top, there's a navigation bar with 'DWDS' and a search bar. Below the navigation bar, the search results for 'Frucht' are displayed. The main heading is 'Frucht, die'. Underneath, there's a section for 'Grammatik' showing 'Substantiv (Femininum) · Genitiv Singular: **Frucht** · Nominativ Plural: **Früchte**'. The 'Aussprache' section shows '» [frʊxt]'. The 'Wortbildung' section lists 'mit ›Frucht‹ als Erstglied: » [Fruchtbringend](#) ... 51 weitere' and 'mit ›Frucht‹ als Letztglied: » [Ananasfrucht](#) ... 37 weitere'. The 'Mehrwortausdrücke' section lists '» [verbotene Frucht](#)'.

Abb. 13: Suche nach "Frucht" im DWDS (Quelle: DWDS)

The screenshot shows the 'Thesaurus' section for 'Frucht'. The main heading is 'Thesaurus'. Below it, there's a section for 'Botanik, Gastronomie/Kulinarik' with a 'Synonymgruppe' for 'Frucht · » [Obst](#)'. The 'Oberbegriffe' section lists '» [Essen](#) · Esswaren · » [Lebensmittel](#) · » [Nahrung](#) · » [Nahrungsmittel](#) • » [Viktualien](#) veraltend · Esssachen ugs. · » [Fressalien](#) derb'. The 'Unterbegriffe' section lists '» [Beere](#)', '» [Banane](#) · Dessertbanane · Obstbanane • Affenbrot ugs. · Affeneis ugs. · Affenhandy ugs. · Affenknacker ugs. · Affenkotelett ugs. · Affenschnitzel ugs. · Affensteak ugs. · Affenwurst ugs.', '» [Apfelsine](#) · » [Orange](#)', '» [Erdbeere](#) • » [Ananas](#) ugs., österr.', '» [Steinfrucht](#) · » [Steinobst](#)', '» [Apfel](#) · » [Kernobst](#) • Sammelbalgfrucht fachspr.', and '» [Grapefruit](#) • » [Paradiesapfel](#) selten · » [Pampelmuse](#) ugs.'.

Abb. 14: Suche nach "Frucht", Ausschnitt Thesaurus (Quelle: DWDS)

⁵³ <https://www.dwds.de/wb/Frucht>

Interessant sind auch die Kookkurrenzen ("typische Verbindungen"), mit denen Kollokationen gefunden und entsprechende Beispielsätze ("B") angezeigt werden können.

Typische Verbindungen zu ›Frucht‹

DWDS-Wortprofil

maschinell ausgedacht aus den DWDS-Korpora

Arbeit^B Baum^B Beere^B Blatt^B Blume^B Blüte^B Gemüse^B Gewürz^B
Nuß^B Saft^B Schale^B Stilleben^B Zorn^B bitter^B ernten^B exotisch^B
frisch^B genießen^B getrocknet^B kandiert^B pflücken^B reich^B reif^B reifen^B
saftig^B süß^B tragen^B tropisch^B unreif^B verboten^B

Detailliertere Informationen bietet das [DWDS-Wortprofil zu ›Frucht‹](#).

Abb. 15: Suche nach "Frucht", Ausschnitt Kookkurrenzen (Quelle: DWDS)

Im DWDS-Wortprofil⁵⁴ kann die syntagmatische Beziehung eines Wortes weiter vertieft werden, dabei ist bei der Suche die Gross- und Kleinschreibung zu beachten. So kann man beispielsweise mit einer Suche nach "schälen"⁵⁵ Beispiele finden für Dinge, die sich schälen lassen (z.B. Kartoffeln oder Äpfel). Beispielsätze aus den zugrundeliegenden Korpora können sowohl im Wörterbuch als auch im Wortprofil aufgerufen oder direkt über eine Korpusabfrage⁵⁶ gefunden werden. Mit solchen korpusbasierten lexikalischen Ressourcen können in der semantischen Therapie sowohl paradigmatische (Synonyme, Ober- und Unterbegriffe) als auch syntagmatische Relationen (Kollokationen) adressiert werden.

Als Beispiel für die Syntax wird eine weitere computerlinguistische Ressource vorgestellt. Im "Elektronischen Valenzwörterbuch deutscher Verben", E-VALBU,⁵⁷ kann nach Verben gesucht werden, die komplexe Sätze erzeugen – z.B. ein Akkusativ- und ein Dativobjekt fordern können wie in Abbildung 16:

⁵⁴ <https://www.dwds.de/wp>

⁵⁵ <https://www.dwds.de/wp/schälen>

⁵⁶ <https://www.dwds.de/r>

⁵⁷ <https://grammis.ids-mannheim.de/verbvalenz>

Wörterbuch zur Verbvalenz

Komplemente

☐ Ksub
☐ Kakk
☐ Kakk2
☐ Kgen
☐ Kdat
☐ Kprp
☐ Kprp2
☐ Kadv
☐ Kadv2
☐ Kprd
☐ Kvrbb

Satzbauplan

Passiv

Pertinenzelemente

Optionen

☐ lesartsspezifische Suche
☒ verbspezifische Suche

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

Wörterbuch zur Verbvalenz

27 Treffer

1. abnehmen
2. anbieten
3. ansehen
4. aussprechen
5. bestätigen
6. bieten
7. danken
8. erfüllen
9. eröffnen
10. erzählen
11. geben
12. glauben
13. klagen
14. kündigen
15. lassen
16. leihen
17. liefern
18. mitteilen
19. nehmen
20. sagen
21. schenken
22. sichern
23. tun
24. verpassen

Abb. 16: Suche in E-VALBU nach Verben mit Akkusativ- und Dativobjekt (eigene Darstellung)

E-VALBU gibt eine alphabetisch sortierte Liste mit Verben aus und bietet zu jedem Verbeintrag jeweils konkrete Beispielsätze. Neben der verbspezifischen Suche bietet sich auch die Suche nach Lesarten an. So sind für das Verb "abnehmen" 13 verschiedene Bedeutungen hinterlegt. Mit solchen Werkzeugen können für die Therapie leicht Beispiele für konkrete syntaktische Übungen oder für Übungen zur Semantik von Verben gefunden werden.

Mit Hilfe von computerlinguistischen Ressourcen können also logopädische Übungen für verschiedene sprachliche Ebenen erstellt werden. Gerade im Hinblick auf die Aktivitäten und Teilhabe können computerlinguistische Ressourcen aber auch spezifische Vokabulare liefern. Damit kann individuell auf die speziellen Interessen resp. auf die speziellen lexikalischen Anforderungen von Erwachsenen wie auch von Kindern eingegangen werden.

7. Vor- und Nachteile der Computerlinguistik für die Akteure in der Logopädie

Computerlinguistische Verfahren können nicht ohne den Kontext der eigentlichen Nutzer und weiterer involvierter Parteien betrachtet werden. Vorausgesetzt wird hier, dass der Einsatz von Sprachtechnologie in der Therapie⁵⁸ immer von einer LogopädIn eingeführt und begleitet wird. Diese steht in Abbildung 17 deshalb im Zentrum:

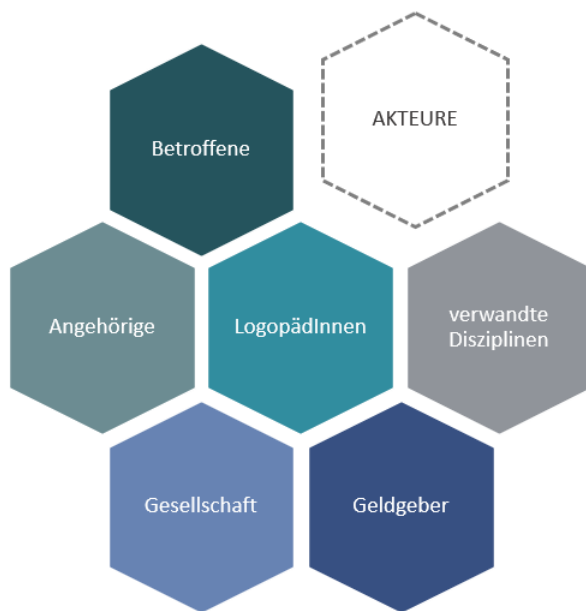


Abb. 17: Abb. 3: Akteure in der Logopädie (eigene Darstellung)




Im Folgenden sollen die Möglichkeiten der Sprachtechnologie⁵⁹ im Zusammenhang mit den involvierten Parteien ganzheitlich erfasst werden, ohne dabei auf einzelne computerlinguistische Anwendungen spezifisch einzugehen. Die Verwendung von ASV-Technologie wird hier auch unabhängig davon betrachtet, ob diese in der Praxis schon implementiert ist oder nicht. Zudem wird von einer ausreichenden Qualität der Sprachtechnologie ausgegangen. Die Chancen und Vorteile sowie Risiken und Nachteile werden in Tabelle 9 pro Akteur besprochen und können in dieser Arbeit nur stichpunktartig behandelt werden. Für alle Akteure gilt, dass der Einsatz von computerlinguistischen Verfahren mögliche zusätzliche Kosten mit sich bringt und mit Datenschutz- und IT-Sicherheitsrisiken einhergehen kann.

⁵⁸ Die Durchführung eines Screenings in der Diagnostik ist auch durch andere qualifizierte Disziplinen denkbar, allerdings sollte die Logopädie bei der Entwicklung solcher Verfahren beteiligt sein.

⁵⁹ Die Bezeichnung "Sprachtechnologie" wird hier synonym zu "ASV-Technologie" verwendet, wobei "ASV" für "automatische Sprachverarbeitung" steht.

Tab. 9: Vor- und Nachteile von ASV-Technologie für die Akteure in der Logopädie (eigene Darstellung)

Akteure	Chancen und Vorteile	Risiken und Nachteile
 <p>LogopädInnen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Wiederholbare und kostengünstige zweite Meinung in der Diagnostik (gibt Sicherheit) - Computerunterstützte Auswertung von Spontansprache und diagnostischen Tests - Objektivere Einschätzung durch das System (nicht abhängig von der Tagesform der LogopädIn, Vertrautheit mit der Sprache der Betroffenen, keine Beeinflussung durch Vorkenntnisse aus Tests etc.) - Teilautomatisierung von Berichten - Überwachtes Eigentaining der KlientInnen möglich (automatisierte Auswertung und Rückmeldung an LogopädIn) - Abwechslung im Therapiealltag mit Sprachtechnologie 	<ul style="list-style-type: none"> - Ansprüche an LogopädInnen steigen, müssen sich mit neuen (Sprach-)Technologien und Anforderungen auseinandersetzen - zusätzlicher Aufwand für die Einarbeitung in die Technologie und Aufbereitung für die Betroffenen - verwandte Disziplinen können bestimmte Aufgaben übernehmen und gewinnen an Einfluss (z.B. automatisierte Durchführung von Screenings durch Ärztin) - Abhängigkeit von IT-Unterstützung und Software-Anbietern
 <p>Betroffene</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Zweite Meinung durch Diagnostik mit Sprachtechnologie - Eigentaining mit ASV-Technologie überwacht durch LogopädIn ermöglicht höhere Intensität und potentiell schnellere Fortschritte - Sprachtechnologie 24/7 verfügbar - Abwechslung im Therapiealltag und Steigerung der Motivation durch Sprachtechnologie - Nutzung von ASV-Technologie für alternative Kommunikationsformen (Sprachsynthese, Spracherkennung) und damit Unterstützung von (digitalen) Aktivitäten und (digitaler) Teilhabe 	<ul style="list-style-type: none"> - Fehlendes Interesse oder Abneigung gegenüber Technologie - Frustration durch (Sprach-)Technologie (z.B. Spracherkennung) - ASV-Technologie als Ersatz statt als Ergänzung (z.B. aus Kosteneinsparungsgründen) - Standardisiertes Feedback der Sprachtechnologie statt individualisierter Rückmeldung durch LogopädIn bei Eigentaining - Zugang zu Hardware (Computer, Tablets, Smartphone etc.) und Software sowie teilweise Internet nötig
 <p>Angehörige</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Verbesserte oder alternative Kommunikationsmöglichkeiten mit Betroffenen, z.B. durch Sprachsynthese (UK) oder Spracherkennung (z.B. für Schreiben von WhatsApp) - Mögliche Einbindung von Angehörigen über Technologie, z.B. über 	<ul style="list-style-type: none"> - Unterstützung der Betroffenen bei Zugang zu Internet, Computern, Tablets, Smartphone etc. teilweise nötig - Zusätzlicher Aufwand für die Einarbeitung in die ASV-Technologie

Akteure	Chancen und Vorteile	Risiken und Nachteile
	<p>Unterstützung bei der Verwendung von Spracherkennung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ressourcen der Angehörigen werden geschont bei Eigentraining mit ASV-Technologie (keine Begleitung zu Terminen nötig) 	<ul style="list-style-type: none"> - Frustration durch (Sprach-)Technologie
 <p>verwandte Disziplinen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Einsatz von ASV-Technologie für Screenings (z.B. durch HausärztInnen, PädiaterInnen, NeurologInnen) - Wiederholbare und kostengünstige zweite Meinung in der Diagnostik von logopädischen Störungen (als Kontrolle) - Computerunterstützte Auswertung von Tests zur Sprache (Deutsch als Zweitsprache, Psychologie etc.) - Teilautomatisierung von Berichten - Gegenseitige Nutzung von Informationen aus ASV-Technologie (Auswertungen, Rückmeldungen, Berichte etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ansprüche an verwandte Disziplinen steigen - zusätzlicher Aufwand für die Einarbeitung in die Sprachtechnologie - Abhängigkeit von IT-Unterstützung und Software-Anbietern
 <p>Gesellschaft</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Bei Verdacht ist ein Schnelltest durch Sprachtechnologie möglich (Screening) - Frühzeitiger Befund erlaubt frühere Anmeldung bei LogopädIn - Verbesserte oder alternative Kommunikationsmöglichkeiten mit Betroffenen 	<ul style="list-style-type: none"> - Kann Erwartungen wecken, alle wollen ein Screening - Laien agieren als LogopädInnen (analog Selbstmedikation)
 <p>Geldgeber</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Screening mit ASV-Technologie kann bei Versicherungen Kosten einsparen - Wiederholbare und kostengünstige Zweitmeinung in der Diagnostik von logopädischen Störungen - Computerunterstütztes Eigentraining kann zu höherer Intensität der Therapie, schnellerem Therapieerfolg und damit zu weniger hohen Folgekosten führen 	<ul style="list-style-type: none"> - Überprüfung des Nutzens von ASV-Technologie nötig, um Kostenübernahme zu rechtfertigen - Gesamtkosten erhöhen sich, weil über Screening mehr zu behandelnde Fälle gefunden werden - Zunahme des Eigentrainings kann Kosten generieren

8. Möglichkeiten und Grenzen der Computerlinguistik in der Logopädie

Die vorherigen Kapitel haben einen Einblick in die Computerlinguistik gegeben und die sich daraus ergebenden Schnittmengen mit der Logopädie. Ausgehend von der Fragestellung "Was sind die Möglichkeiten und Grenzen der Computerlinguistik in der Logopädie?" sollen hier die wesentlichen Punkte zusammengetragen werden. Nachfolgend werden erst die Möglichkeiten und dann die Grenzen der Computerlinguistik in der Logopädie aufgeführt.

8.1 Möglichkeiten der Computerlinguistik in der Logopädie

Die Möglichkeiten der Computerlinguistik in der Logopädie sind in Tabellen 10 und 11 zusammengefasst und in die Bereiche Diagnostik und Therapie aufgliedert.

Tab. 10: Möglichkeiten der Computerlinguistik in der logopädischen Diagnostik (eigene Darstellung)

Diagnostik	Möglichkeiten in der Logopädie	Computerlinguistischer Ansatz
<i>Anamnese</i>	- Dokumentation von Anamnese/Exploration mittels Diktiersoftware	Spracherkennung - zu Maschine gesprochene Sprache - Domäne Logopädie
<i>Berichte</i>	- Erstellung von diagnostischen Berichten mittels Diktiersoftware	
<i>Spontansprache</i>	- Automatische Transkription der Spontansprache (bei sehr leichten Beeinträchtigungen und unter idealen Bedingungen)	Spracherkennung - kontinuierliche Sprache - Gespräch
	- Automatische linguistische Analyse und Auswertung von manuell transkribierter Spontansprache	Computerlinguistische Annotation und Auswertung von Texten
<i>Screening</i>	- Automatisiertes Screening (z.B. für phonetische Störungen)	Automatische Analyse von Sprache bei vorgegebenen Wörtern, Sätzen, Texten
<i>Tests</i>	- Automatisierte Bewertung der Verständlichkeit - Automatisierte Schweregradbestimmung einer bestimmten Störung - Automatisierte diagnostische Tests der expressiven Sprache	

Tab. 11: Möglichkeiten der Computerlinguistik in der logopädischen Therapie (eigene Darstellung)

Therapie	Möglichkeiten in der Logopädie	Computerlinguistischer Ansatz
<i>Fokus Sprechen</i>	<p>Übungen unter Verwendung von</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diktiersoftware - Sprachsteuerung von Geräten - Sprachassistenten - Voice-Controlled Games - Voicebots - Robotern <p>für folgende logopädische Zwecke:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verbesserung der Artikulation - Förderung der Verständlichkeit - Objektives Feedback zur Verständlichkeit - Förderung der Eigenwahrnehmung - Wecken von Sprechfreude - motivierendes Element und Abwechslung in der Therapie (Gamification) - als Vorstufe zum Transfer in den Alltag 	Spracherkennung und Dialogsysteme
<i>Fokus Sprache</i>	<p>Therapie auf Ebene Semantik</p> <ul style="list-style-type: none"> - syntagmatische Ebene: Kollokationen - paradigmatische Ebene: Begriffe und Relationen - Wortfelder (backen, Bäcker, ...) - thematische Felder (Bauer, Katze, Kuh) 	Korpora oder korpusbasierte lexikalische Ressourcen
	<p>Therapie auf Ebene Syntax</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verbvalenz - komplexe Sätze 	
	<p>Verwendung von Vokabularen zu speziellen Interessen oder Tätigkeitsbereichen der Betroffenen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Therapie auf Ebene Semantik - Anpassung der Therapie an Aktivitäten und Teilhabe der Betroffenen 	<p>Kontrollierte Vokabulare</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gewinnung von Vokabularen über Wortextraktion - Recherche in computerlinguistischen Ressourcen

8.2 Grenzen der Computerlinguistik in der Logopädie

Die Grenzen der Computerlinguistik in der Logopädie sind in der Tabelle 12 zusammengefasst. Sie ergeben sich einerseits aus den Grenzen der automatischen Sprachverarbeitung selbst und andererseits aus den Grenzen im Zusammenspiel mit den Anforderungen der Logopädie.

Tab. 12: Grenzen der Computerlinguistik in der Logopädie (eigene Darstellung)

<i>Sprache allgemein</i>	Computerlinguistische Systeme sind sprachgebunden. Viele Systeme werden für den englischen Markt gebaut aber nicht für das Deutsche oder gar für Schweizerdeutsche Dialekte. Computerlinguistische Ressourcen (wie z.B. Korpora) für wenige Sprecher sind zudem rar. Für die Logopädie in der Deutschschweiz ist das Schweizerdeutsche jedoch relevant.
	Die Mehrsprachigkeit ist in der Logopädie ein wichtiges Thema, in der automatischen Sprachverarbeitung ist dies ein zusätzlicher zu berücksichtigender Faktor.
<i>Zielgruppen und Domänen</i>	Neben der Abhängigkeit von der Sprache, sind computerlinguistische Ressourcen und Systeme oft auch auf bestimmte Zielgruppen (z.B. Erwachsene vs. Kinder) und Einsatzbereiche (z.B. juristischer oder medizinischer sprachlicher Kontext) ausgerichtet.
<i>IT und Datenschutz</i>	Sprachverarbeitende Systeme sind an Computer gebunden. Damit gehen Kompatibilitätsfragen, Kosten, personelle Ressourcen und IT- und Datenschutzrisiken einher, die den Einsatz in der Logopädie erschweren oder verunmöglichen können.
<i>Kindersprache</i>	Die Spracherkennung ist durch die hohe Inter- und Intrasprechervariabilität bei Kindern schwierig. Die Daten von Kindern sind zudem besonders schützenswert und entsprechende Korpora rar.
	Sprachsynthese- resp. Dialogsysteme sind für Kinder vorsichtig einzusetzen. Gerade bei Spracherwerbsstörungen ist ein gutes Sprachmodell durch die LogopädIn wichtig.
<i>Diversität von logopädischen Störungsbildern</i>	Die Störungsbilder in der Logopädie sind divers und zeichnen sich zudem durch eine Breite Spanne an möglichen Schweregraden aus. Sprachverarbeitende Systeme können nicht pauschal eingesetzt werden und passen nicht in jeden Kontext.
<i>Mangel an logopädischen Ressourcen</i>	Computerlinguistisch unterstützte Systeme müssen auf den Kontext angepasst werden und benötigen dazu die Begleitung durch eine LogopädIn. Die Ressourcen hierfür sind nicht immer verfügbar.
<i>Akzeptanz von Sprachtechnologie</i>	Auch wenn Evidenzen für den Nutzen von einem ASV-System vorliegen und die Benutzerfreundlichkeit gewährleistet ist, so steht und fällt der Einsatz von Sprachtechnologie mit der Akzeptanz der Akteure in der Logopädie.

8.3 Diskussion und Ausblick

Die Analyse computerlinguistischer Möglichkeiten in der Logopädie war in dieser Arbeit begrenzt auf die Modalität Sprechen und auf bestimmte Störungsebenen und -bilder. Trotz dieser Einschränkungen

war es schwierig, sich einen Überblick über den aktuellen Forschungsstand zu verschaffen, da mögliche Quellen oft sehr spezifische computerlinguistische Ansätze oder Systeme für einen ganz speziellen linguistischen Bereich, eine spezielle Sprache und, falls vorhanden, für ein sehr bestimmtes logopädisches Störungsbild beschreiben. Aus Sicht der Ressourcen ist anzumerken, dass viele kostenlose computerlinguistische Sammlungen und Werkzeuge zur Verfügung stehen, dass diese aber nicht immer unterhalten resp. weiterentwickelt werden. So kann es sein, dass entsprechende Webseiten plötzlich nicht mehr verfügbar sind.

Aus der Perspektive der deutschen und schweizerdeutschen Sprache ist zu bemerken, dass die automatische Sprachverarbeitung in der Logopädie erst ganz am Anfang steht und es kaum nennenswerte Implementationen in der Praxis gibt. Dies mag einerseits an den beschriebenen Grenzen liegen, andererseits sind auch die Möglichkeiten der Computerlinguistik in der Logopädie noch zu wenig bekannt. Interessant wäre deshalb eine vermehrte Zusammenarbeit der Logopädie mit computerlinguistischen Instituten im deutschsprachigen Raum. Die Computerlinguistik kann der Logopädie Werkzeuge zur Verfügung stellen, von der sowohl KlientInnen, SprachtherapeutInnen als auch andere Akteure profitieren. Umgekehrt kann die Logopädie der Computerlinguistik aber auch neue sinnvolle und interessante Forschungs- und Einsatzgebiete aufzeigen, die sich mit Sprache befasst, die vom Standard abweicht.

In jedem Fall wird die Logopädie von der Digitalisierung nicht ausgenommen bleiben und auch computerlinguistische Anwendungen werden die Arbeit von SprachtherapeutInnen massgeblich beeinflussen. Dabei muss sichergestellt werden, dass der Einsatz von Sprachtechnologien an den KlientInnen ausgerichtet ist und an den Anforderung der Logopädie und nicht an den Systemen. Die Logopädie braucht zudem die SprachtherapeutIn als Menschen und kann niemals durch Computer ersetzt werden. Für den sinnvollen Einsatz von computerlinguistischen Systemen in der Sprachtherapie braucht es eine LogopädIn, die eine offene, positive und zugleich kritische Grundeinstellung gegenüber der Technologie und sprachverarbeitenden Verfahren hat, deren Vorteile erkennt und auch bereit ist, sich auf diese in der Praxis einzulassen. Hierfür ist Forschungs- und Aufklärungsarbeit nötig, zu der diese Arbeit einen kleinen Baustein zu liefern hofft.

Für zukünftige Forschungsarbeiten in der Logopädie wäre es wichtig, sich bestimmte Störungsbereiche herauszusuchen und computerlinguistische Möglichkeiten aus logopädischer Sicht ganz gezielt zu untersuchen z.B. Spracherkennung in der Dysarthrietherapie oder automatisierte Sprachverarbeitung bei manuell transkribierter Spontansprache von AphasiepatientInnen. In dieser Arbeit unangetastet

blieben zudem z.B. Lese-Rechtschreibstörungen sowie Störungen der Stimme und der Rede, die auch computerlinguistisch aufgegriffen werden könnten.

Weiter besteht durchaus auch Potenzial für sprachverarbeitende Verfahren in der logopädischen Forschung selbst. Einerseits wäre es interessant aus logopädischen Publikationen über die automatische Extraktion von Stichworten bestimmte Themenschwerpunkte, Trends und Zusammenhänge zu erfassen. Andererseits bestehen durch die maschinelle Sprachverarbeitung vielleicht nicht nur Möglichkeiten, die Diagnostik zu unterstützen, sondern aus Sprach- und Sprechmustern der Spontansprache auch Prognosen abzuleiten. Ein ganz eigenständiger interessanter Themenbereich in der logopädischen Forschung sind Korpora. Hier bieten sich viele Möglichkeiten an. Es können Richtlinien für das Erstellen von Korpora untersucht oder entwickelt werden, eigene Korpora erstellt oder bereits bestehende Korpora aus logopädischer Perspektive untersucht werden.

Besonders spannend wäre es, die Sprache von LogopädInnen selbst zu untersuchen, um z.B. herauszufinden, was die Sprache von erfahrenen LogopädInnen in der Therapie ausmacht und welche Merkmale, sich für eine erfolgreiche Therapie ableiten lassen. LogopädInnen könnten durch die automatisierte Auswertung ihrer Sprache (z.B. mit Parametern wie Sprechgeschwindigkeit, Pausen, Kernvokabular, Sprachkomplexität usw.) durchaus auch selbst profitieren und die Möglichkeit erhalten, ihre eigene Sprache zu analysieren und zu reflektieren.

ABBILDUNGEN

Abb. 1: Angrenzende zentrale Fachgebiete der Logopädie und Computerlinguistik (eigene Darstellung).....	2
Abb. 2: Projektablauf (eigene Darstellung)	6
Abb. 3: Beteiligte Parteien aus Sicht der Logopädie (eigene Darstellung)	10
Abb. 4: Begrifflichkeiten der Computerlinguistik (eigene Darstellung)	12
Abb. 5: Vereinfachter Vergleich Sprachwahrnehmung und automatische Spracherkennung (eigene Darstellung)	13
Abb. 6: Vereinfachtes Spracherkennungssystem (eigene Darstellung)	14
Abb. 7: Sprachsynthese: Text-to-Speech-System resp. Concept-to-Speech-System (eigene Darstellung).....	15
Abb. 8: Aufbau eines Dialogsystems für die gesprochene Sprache (Bird, Klein & Loper, 2009, S. 32)	16
Abb. 9: Einfache NLP-Pipeline (eigene Darstellung)	17
Abb. 10: Beispiel-Pipeline des CoreNLP Toolkits (siehe https://corenlp.run).....	18
Abb. 11: Ausschnitt aus einem kontrollierten Vokabular (eigene Darstellung)	21
Abb. 12: Beispiel für einen Dialog mit Google Assistant (Screenshots vom eigenen Mobiltelefon)	38
Abb. 13: Suche nach "Frucht" im DWDS (Quelle: DWDS)	39
Abb. 14: Suche nach "Frucht", Ausschnitt Thesaurus (Quelle: DWDS)	39
Abb. 15: Suche nach "Frucht", Ausschnitt Kookkurrenzen (Quelle: DWDS)	40
Abb. 16: Suche in E-VALBU nach Verben mit Akkusativ- und Dativobjekt (eigene Darstellung).....	41
Abb. 17: Abb. 3: Akteure in der Logopädie (eigene Darstellung).....	42

TABELLEN

Tab. 1: Gemeinsamkeiten von Computerlinguistik und Logopädie (eigene Darstellung)	2
Tab. 2: Schwerpunkte und ausgeschlossene Themen (eigene Darstellung)	5
Tab. 3: Projektschritte, Aktivitäten und Strategien (eigene Darstellung)	7
Tab. 4: Diagnostische Methoden in der Logopädie (angelehnt an Sachse und Spreer, 2016)	9
Tab. 5: Beziehung zwischen menschlicher und maschineller Sprachverarbeitung (eigene Darstellung).....	17
Tab. 6: Typen von Dialogsystemen (nach Jurafsky und Martin (2020, S. 492-493), eigene Darstellung).....	26
Tab. 7: Computerlinguistische Annotation und Auswertung von allgemeinen Daten in der Spontansprache (eigene Darstellung)	32
Tab. 8: Computerlinguistische Auswertung von Fehlrealisierungen in der Spontansprache (eigene Darstellung)	34
Tab. 9: Vor- und Nachteile von ASV-Technologie für die Akteure in der Logopädie (eigene Darstellung).....	43
Tab. 10: Möglichkeiten der Computerlinguistik in der logopädischen Diagnostik (eigene Darstellung).....	45
Tab. 11: Möglichkeiten der Computerlinguistik in der logopädischen Therapie (eigene Darstellung).....	46
Tab. 12: Grenzen der Computerlinguistik in der Logopädie (eigene Darstellung)	47

LITERATURVERZEICHNIS

- Amtrup, J.W. (2010). Aspekte der Computerlinguistik. In K.-U. Carstensen, C. Ebert, C. Ebert, S. Jekat, H. Langer & R. Klabunde (Hrsg.). *Computerlinguistik und Sprachtechnologie. Eine Einführung* (S. 1–17). Heidelberg: Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2224-8>
- Battisti, A., Pfütze, D., Säuberli, A., Kostrzewa, M. & Ebling, S. (2020). A Corpus for Automatic Readability Assessment and Text Simplification of German. *Proceedings of the 12th Language Resources and Evaluation Conference*, 3302–3311. Verfügbar unter: <https://aclanthology.org/2020.lrec-1.404.pdf>
- Bird, S., Klein, E., & Loper, E. (2009). *Natural language processing with Python*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media. Verfügbar unter: <http://www.datascienceassn.org/sites/default/files/Natural%20Language%20Processing%20with%20Python.pdf>
- Boenisch, J. (2014). Die Bedeutung von Kernvokabular für unterstützt kommunizierende Kinder und Jugendliche. *Logos: die Fachzeitschrift für Logopädie und Sprachtherapie*, 22(3), 164–178.
- Booth, E., Carns, J., Kennington, C. & Rafla, N. (2020). Evaluating and Improving Child-Directed Automatic Speech Recognition. *Proceedings of the 12th Language Resources and Evaluation Conference*, 6340–6345. Verfügbar unter: <https://aclanthology.org/2020.lrec-1.778.pdf>
- Braun, W. G. & Steiner, J. (2020). *Z-EKIS. Zürcher Einschätzung kindlicher Spontansprache. Einschätzung der Spontansprache bei Kindern als ein Baustein in der diagnostischen Trias Befragen – Beobachten – Testen*. Unveröffentlichtes Seminarblatt, Interkantonale Hochschule für Heilpädagogik: Zürich.
- Carstensen, K.-U., Ebert, C., Ebert, C., Jekat, S., Langer, H. & Klabunde, R. (Hrsg.) (2010). *Computerlinguistik und Sprachtechnologie. Eine Einführung*. Heidelberg: Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2224-8>
- Chen, Y.-P., Johnson, C., Lalbakhsh, P., Caelli, T., Deng, G., Tay, D. et al. (2016). Systematic review of virtual speech therapists for speech disorders. *Computer Speech and Language*, 37, 98–128. <https://doi.org/10.1016/j.csl.2015.08.005>

- Dahl, D. (2016). Overview of speech and language technologies. In K. Beals, D. Dahl, R. Fink & M. Linebarger (Hrsg.), *Speech and Language Technology for Language Disorders* (S. 7–42). Boston: De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9781614516453>
- Draxler, C. (2010). Sprachdatenbanken. In K.-U. Carstensen, C. Ebert, C. Ebert, S. Jekat, H. Langer & R. Klabunde (Hrsg.). *Computerlinguistik und Sprachtechnologie. Eine Einführung* (S. 524–531). Heidelberg: Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2224-8>
- Fager, K.S. (2017). Speech recognition as a practice tool for dysarthria. *Seminars in Speech and Language*, 38(3), 220–228. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1602841>
- Frieg, H. (2021). Technikgestützte Dysarthrietherapie bei Morbus Parkinson am Beispiel der App „Sprechen!“. *Sprache·Stimme·Gehör*, 45(1), 35–37. <https://doi.org/10.1055/a-1273-9996>
- Frieg, H., Mühlhaus, J., Ritterfeld, U., & Bilda, K. (2017). Assistive Technologien in der Dysarthrietherapie. *Forum Logopädie*, 31(3), 10–15. Verfügbar unter: https://www.isi-speech.de/wp-content/uploads/2017/04/Frieg_etal_2017_ISi-Speech.pdf
- Heid, U. (2010). Computergestützte Lexikographie und Terminologie. In K.-U. Carstensen, C. Ebert, C. Ebert, S. Jekat, H. Langer & R. Klabunde (Hrsg.). *Computerlinguistik und Sprachtechnologie. Eine Einführung* (S. 566–575). Heidelberg: Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2224-8>
- Heuvel, H., & Choukri, K. (2018). ELRA’s central role in managing language resources in Europe. In G. Stickel (Hrsg.). *Proceedings of National language institutions and national languages. Contributions to the EFNIL Conference 2017 in Mannheim* (S. 71–81). Mannheim: Institut für Deutsche Sprache. Verfügbar unter: <http://efnil.org/documents/conference-publications/mannheim-2017/EFNIL-Mannheim-13-vandenHeuvel-Choukri.pdf>
- Hinrichs, E., & Trippel, T. (2017). CLARIN-D: eine Forschungsinfrastruktur für die sprachbasierte Forschung in den Geistes- und Sozialwissenschaften. *Bibliothek Forschung und Praxis*, 41(1), 45–54. <https://doi.org/10.1515/bfp-2017-0015>
- Hönig, F. & Nöth, E. (2016). Automatische Sprachverarbeitung in der Sprachtherapie. In K. Bilda, J. Mühlhaus & U. Ritterfeld (Hrsg.), *Neue Technologien in der Sprachtherapie* (S. 173–184). Stuttgart: Thieme. <https://doi.org/10.1055/b-004-129736>

- Hussmann, K., Grande, M., Bay, E., Christoph, S., Springer, L., Piefke, M. & Huber, W. (2006). Aachener Sprachanalyse (ASPA): Computergestützte Analyse von Spontansprache anhand von linguistischen Basisparametern. *Sprache Stimme Gehör*, 30(3), 95–102. <https://doi.org/10.1055/s-2006-947245>
- Jaacks, P. & Jonas, K. (2021). Digitale Diagnostik: Innovative Wege für die Sprachtherapie. *Spektrum Patholinguistik*, 14, 1–29. Verfügbar unter: https://publishup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/front-door/deliver/index/docId/51015/file/spath14_S1-29.pdf
- Jäncke, L. (2017). *Lehrbuch Kognitive Neurowissenschaften* (2., überarbeitete Aufl.). Bern: Hogrefe. <https://doi.org/10.1024/86117-000>
- Jurafsky, D. & Martin, J. H. (2020). *Speech and Language Processing. An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition* (3rd ed.). Pearson: Prentice Hall. Verfügbar unter: <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/ed3book.pdf>
- Kannengieser, S. (2019). *Sprachentwicklungsstörungen. Grundlagen, Diagnostik und Therapie* (4. Aufl.). München: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2017-0-00391-9>
- Kunze, C. (2010). Lexikalisch-semantische Ressourcen. In K.-U. Carstensen, C. Ebert, C. Ebert, S. Jekat, H. Langer & R. Klabunde (Hrsg.). *Computerlinguistik und Sprachtechnologie. Eine Einführung* (S. 504–514). Heidelberg: Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2224-8>
- Kübler, S. (2010). Baumbanken. In K.-U. Carstensen, C. Ebert, C. Ebert, S. Jekat, H. Langer & R. Klabunde (Hrsg.). *Computerlinguistik und Sprachtechnologie. Eine Einführung* (S. 492–503). Heidelberg: Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2224-8>
- Lehner, K. & Ziegler, W. (2021). Online-Crowdsourcing als „KommPaS“ in der kommunikationsbezogenen Dysarthriediagnostik. *Sprache Stimme Gehör*, 45, 27–31. <https://doi.org/10.1055/a-1274-0046>
- MacWhinney, B. (2019). Understanding spoken language through TalkBank. *Behavior research methods*, 51(4), 1919–1927. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-1174-9>

- Malchus, K. & Jaecks, P. (2016). Robotergestützte Sprachtherapie. In K. Bilda, J. Mühlhaus & U. Ritterfeld (Hrsg.), *Neue Technologien in der Sprachtherapie* (S. 164–172). Stuttgart: Thieme. <https://doi.org/10.1055/b-004-129736>
- Manning, C. D., Surdeanu, M., Bauer, J., Finkel, J. R., Bethard, S., & McClosky, D. (2014). The Stanford CoreNLP natural language processing toolkit. In *Proceedings of 52nd annual meeting of the association for computational linguistics: system demonstrations* (S. 55–60). Verfügbar unter: <https://aclanthology.org/P14-5010.pdf>
- Matthes, K. (2016). Einsatz von Spracherkennung zur Förderung der kindlichen Kommunikation. In K. Bilda, J. Mühlhaus & U. Ritterfeld (Hrsg.), *Neue Technologien in der Sprachtherapie* (S. 136–139). Stuttgart: Thieme. <https://doi.org/10.1055/b-004-129736>
- McKechnie, J., Ahmed, B., Gutierrez-Osuna, R., Monroe, P., McCabe, P. & Ballard, K.J. (2018). Automated speech analysis tools for children’s speech production: A systematic literature review. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 20(6), 583–598. <https://doi.org/10.1080/17549507.2018.1477991>
- Meffert, E., Grande, M., Hussmann, K., Christoph, S., Willmes, K., Piefke, M. & Huber, W. (2010). Basisparameter ungestörter Spontansprache: Voraussetzung für die Aphasiediagnostik. *Sprache Stimme Gehör*, 34(3), e16–e24. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1263187>
- Möbius, B. & Haiber, U. (2010). Verarbeitung gesprochener Sprache. In K.-U. Carstensen, C. Ebert, C. Ebert, S. Jekat, H. Langer & R. Klabunde (Hrsg.). *Computerlinguistik und Sprachtechnologie. Eine Einführung* (S. 214–235). Heidelberg: Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2224-8>
- Niedermair, K. (2010). *Recherchieren und Dokumentieren. Der richtige Umgang mit Literatur im Studium*. Wien: UVK Verlagsgesellschaft.
- Pfister, B. & Kaufmann, T. (2017). *Sprachverarbeitung. Grundlagen und Methoden der Sprachsynthese und Spracherkennung* (2., aktualisierte und erweiterte Aufl.). Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-52838-9>

- Ritterfeld, U. & Hastall, M. R. (2016). Begrifflichkeiten, Systematik, Akzeptanzfaktoren und Innovationen. In K. Bilda, J. Mühlhaus & U. Ritterfeld (Hrsg.), *Neue Technologien in der Sprachtherapie* (S. 35–43). Stuttgart: Thieme. <https://doi.org/10.1055/b-004-129736>
- Rudzicz, F. (2016). *Clear Speech: Technologies That Enable the Expression and Reception of Language*. San Rafael, California: Morgan & Claypool.
<https://doi.org/10.2200/S00672ED1V01Y201509ARH008>
- Sachse, S. & Spreer, M. (2016). Allgemeine Kriterien und Grundlagen der Diagnostik. In M. Grohnfeldt (Hrsg.), *Kompendium der akademischen Sprachtherapie und Logopädie* (Bd. 1) (S. 113–125). Stuttgart: Kohlhammer.
- Schneider, B., Wehmeyer, M. & Grötzbach, H. (2014). *Aphasie: Wege aus dem Sprachdschungel*. Berlin: Springer.
- Wellmann, J., Moritz, N., Neumann, M. & Goetze, S. (2016). Lautbasierte Steuerung von Sicherheits- und Gebäudetechnik. In K. Bilda, J. Mühlhaus & U. Ritterfeld (Hrsg.), *Neue Technologien in der Sprachtherapie* (S. 185–192). Stuttgart: Thieme. <https://doi.org/10.1055/b-004-129736>
- WHO. (2001). *The International Classification of Functioning, Disability and Health – ICF*. World Health Organization.
- Zinsmeister, H. (2010). Korpora. In K.-U. Carstensen, C. Ebert, C. Ebert, S. Jekat, H. Langer & R. Klabunde (Hrsg.). *Computerlinguistik und Sprachtechnologie. Eine Einführung* (S. 482–491). Heidelberg: Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2224-8>

ANHANG

1.	NLP-Pipeline.....	I
2.	Glossar Computerlinguistik	II
3.	Korpussammlungen und Korpora für die Logopädie	VII
3.1.	Korpussammlungen.....	VII
3.2.	Korpora	IX
4.	Lexikalische Ressourcen für die Logopädie	XI
4.1.	Sammlungen von lexikalischen Ressourcen	XI
4.2.	Kontrollierte Vokabulare	XII
4.3.	Weitere lexikalische Ressourcen	XII
5.	Computerlinguistische Werkzeugsammlungen und Werkzeuge	XIV
5.1.	Computerlinguistische Werkzeugsammlungen.....	XIV
5.2.	Computerlinguistische Werkzeuge.....	XVI
6.	Vergleich Stoppwortliste mit Kernvokabular	XVIII
7.	Wörterbuch Logopädie und Computerlinguistik (Deutsch – Englisch).....	XXIV
8.	Organisationen	XXV
9.	Projekte	XXVI
10.	Literaturrecherche	XXVII

1. NLP-Pipeline

Unten ist das Python-Skript aufgeführt, welches die Tokenisierung, die Lemmatisierung und das Part-of-SpeechTagging für den entsprechenden Satz vornimmt.

```
1 #Cathrin·Senn·Baumgartner,·02.11.2021
2 #Code·basiert·auf:·https://textmining.wp.hs-hannover.de/Preprocessing.html
3
4 #Natural·Language·Toolkit·importieren
5 import·nltk
6
7 #Wir·binden·das·Modul·ein·und·laden·ein·vortrainiertes·Modell":
8 from·HanTa·import·HanoverTagger·as·ht
9 tagger·=·ht.HanoverTagger('morphmodel_ger.pgz')
10
11 #Eingabesatz,·kann·angepasst·werden.
12 sentence·=·'Ich·esse·z.B.·gerne·grüne·Äpfel.'
13
14 #Sentence·Tokenizer·falls·mehrere·Sätze,·also·ein·Text·eingegeben·wird:
15 #xy·=·nltk.sent_tokenize(sentence,language='german')
16
17 #Word·Tokenizer
18 tokenized_sent·=·nltk.tokenize.word_tokenize(sentence,language='german')
19 print('NLTK·Word·Tokenizer·German:')
20 print(tokenized_sent)
21 print('\n')
22
23 #Lemmatisierung·und·Tagging
24 """
25 "Mit·der·Funktion·_tagsent()·werden·alle·Wörter·in·einem·Satz·lemmatisiert·und·und·getagt.·
26 Bei·Mehrdeutigkeiten,·wir·die·Wortart·gewählt,·die·im·Kontext·am·wahrscheinlichsten·ist.·
27 Wir·versuchen·das·mal·mit·unserem·Beispielsatz."
28 """
29 tags·=·tagger.tag_sent(tokenized_sent)
30 print('HanTa·Lemmatisierung·und·Tagging:')
31 print(tags)
```

Output:

```
C:\Users\User\AppData\Roaming\nltk_data>python aepfel.py
NLTK Word Tokenizer German:
['Ich', 'esse', 'z.B.', 'gerne', 'grüne', 'Äpfel', '.']

HanTa Lemmatisierung und Tagging:
[('Ich', 'ich', 'PPER'), ('esse', 'essen', 'VVFİN'), ('z.B.', 'z.b.', 'ADV'),
 ('gerne', 'gerne', 'ADV'), ('grüne', 'grün', 'ADJA'), ('Äpfel', 'Apfel', 'NN'),
 ('.', '--', '$.')]

```

Der Syntaxbaum für das syntaktische Parsing wurde mit dem Syntax Tree Generator von Miles Shang verfügbar unter: <http://mshang.ca/syntree/> und mit dem Ausdruck

[S [PPER Ich][VP [VVFİN esse][ADV z.B.][ADV gerne][NP [ADJ grüne][NN Äpfel]]]]

erstellt.

2. Glossar Computerlinguistik

Begriff	Beschreibung	Quelle
Annotation	Siehe Korpus	
Automatische Spracherkennung	Die Aufgabe von Spracherkennungssystemen ist es, gesprochene Sprache auf Text abzubilden, man spricht deshalb manchmal auch von Speech-to-Text-Systemen. Für den Begriff "Spracherkennung" wird im Englischen die Bezeichnung "automatic speech recognition" – kurz "ASR" – verwendet.	Jurafsky & Martin (2020, S. 548)
Automatische Sprachverarbeitung	Siehe Computerlinguistik	
Chatbot	Chatbots sind Systeme, die für längere Unterhaltungen konzipiert sind und unstrukturierte Unterhaltungen oder "Chats" nachahmen, wie sie für die Interaktion zwischen Menschen charakteristisch sind. Hauptsächlich dienen sie der Unterhaltung, können aber auch aufgabenorientierte Dialogsysteme natürlicher machen.	Jurafsky & Martin (2020, S. 492-493)
Computerlinguistik	<p>Fachgebiet, dass sich mit der Verarbeitung natürlicher Sprache durch Computer befasst.</p> <p>Natürliche Sprachen (wie z.B. Deutsch, Englisch, ...) grenzen sich ab von künstlichen Sprachen wie Programmiersprachen (z.B. Java). Kunstsprachen wie Esperanto können je nach Definition ein- oder ausgeschlossen sein.</p> <p>Die Computerlinguistik beschäftigt sich sowohl mit Themen der Linguistik wie auch der Informatik.</p> <p>Synonyme für Computerlinguistik sind "automatische Sprachverarbeitung" oder "maschinelle Sprachverarbeitung".</p>	Amtrup, 2010, S. 2
Dialogsystem	<p>Ein Dialogsystem (englisch: "dialogue system", "conversational agent" oder "dialogue agent") ist ein Programm, das mit Menschen in natürlicher Sprache via geschriebener und/oder gesprochener Sprache kommuniziert.</p> <p>Dialogsysteme sind insbesondere auch in der künstlichen Intelligenz ein Thema (siehe Turing Test).</p>	Jurafsky & Martin, 2020, S. 492
Information Retrieval	Information Retrieval (Informationsrückgewinnung) beschäftigt sich mit dem Auffinden von Dokumenten und Texten, die in elektronischer Form vorliegen. Manchmal wird "Information Retrieval" synonym zum Begriff "Suche"	

Begriff	Beschreibung	Quelle
	verwendet. Allerdings ermöglicht das Information Retrieval neben der Suche auch die Kategorisierung und Filterung von Dokumenten und Texten auf Basis von kontrollierten Vokabularen.	
Kontrolliertes Vokabular	<p>"Als kontrollierte Vokabulare bezeichnet man Sammlungen von Wörtern, die nach festgelegten Regeln bearbeitet wurden, um die Mehrdeutigkeiten der natürlichen Sprache zu reduzieren (terminologische Kontrolle). Die typologischen Ausprägungen kontrollierter Vokabulare reichen von einfachen Wortlisten bis zu komplexeren, strukturierten Vokabularen wie z.B. Taxonomien und Thesauri. Die Struktur dieser Vokabulare entsteht durch den Aufbau von Relationen zwischen den Begriffen (begriffliche Kontrolle)."</p> <p>Kontrollierte Vokabulare werden für die Informationssuche und -kategorisierung u.a. in Bibliotheks- oder in Dokumentenmanagementsystemen und in Webshops eingesetzt und zeichnen sich durch definierte Arten von semantischen Beziehungen zwischen Begriffen aus. Kontrollierte Vokabulare enthalten nur Nomen und fokussieren meist auf eine bestimmte Domäne.</p>	https://www2.bui.haw-hamburg.de/pers/ulrike.spree/remind/vokabulare.htm
Korpus (Plural: Korpora)	Ein Korpus ist eine "Sammlung gesprochener oder schriftlicher Äußerungen, die digital erfasst, also auf Rechnern gespeichert und maschinenlesbar sind, und für eine linguistische oder computerlinguistische Aufgabe aufbereitet wurden". Beim Aufbau eines Korpus unterscheidet man zwischen drei Ebenen: die eigentlichen Sprachdaten, die Annotation (z.B. ortho-graphische oder phonetische Transkription, syntaktische Annotation, nonverbale Annotation) und die Metadaten (Beschreibung der Sprachdaten und Annotationen, Kontext etc.).	Zinsmeister, 2010, S. 483–486
Künstliche Intelligenz	<p>Künstliche Intelligenz (KI) bezieht sich auf Systeme, die intelligentes Verhalten zeigen, indem sie ihre Umgebung analysieren und - mit einem gewissen Grad an Autonomie - Massnahmen ergreifen, um bestimmte Ziele zu erreichen.</p> <p>Beispiele für KI-basierte Systeme als Software in der virtuellen Welt sind Sprachassistenten oder Gesichtserkennungssoftware. Beispiele für KI eingebettet in Hardware sind fortgeschrittene Roboter oder selbstfahrende Autos.</p> <p>Untergebiete von KI sind maschinelles Lernen und Robotik.</p>	https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/ai_hleg_definition_of_ai_18_december_1.pdf

Begriff	Beschreibung	Quelle
Lemmatisierung	"Die Lemmatisierung ermöglicht, dass Flexionsformen, Zusammensetzungen und/oder sonstige Wortbildungsformen ihren Grundformen zugeordnet werden können."	https://www.ids-mannheim.de/dig-spra/kl/projekte/methoden/gl/
Lemma / Lexem	<p>So können die Wörter "Äpfel" oder "isst" auf "Apfel" resp. "essen" zurückgeführt werden.</p> <p>In der Computerlinguistik bezeichnet ein Lemma diese Grundform eines Wortes. In der Logopädie findet man dafür oft die Bezeichnung "Lexem". So sagen Meffert et al. (2010, S. e17): "Als Tokens werden alle Formen eines Lexems gezählt, so z.B. auch flektierte oder unsicher artikulierten Formen."</p>	
Maschinelles Lernen / machine learning	Machine learning oder maschinelles Lernen ist ein Teilgebiet der künstlichen Intelligenz. Maschinelles Lernen beschäftigt sich mit Computeralgorithmen, die durch die Verwendung von Daten "lernen". Machine Learning Algorithmen bauen dabei ein Modell aus Beispieldaten (Trainingsdaten) und können damit unbekannte Daten beurteilen (Testdaten). Maschinelles Lernen wird z.B. bei der Spracherkennung verwendet.	https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_learning https://de.wikipedia.org/wiki/Maschinelles_Lernen
Natural Language Processing (NLP)	Englisch für "Computerlinguistik", Synonym für "computational linguistics"	
Natural Language Understanding	Natural Language Understanding befasst sich mit dem maschinellen Verstehen von Texten. Dabei können mit "Verstehen" relativ einfache Aufgaben gemeint sein, wie dem Verständnis von kurzen sprachlichen Befehlen, bis hin zum vollen Verstehen von Zeitungsartikeln oder Gedichten.	https://en.wikipedia.org/wiki/Natural-language_understanding
NLP-Pipeline	<p>Die Natural Language Processing Pipeline ist Grundlage für viele computerlinguistische Anwendungen und kann je nach Aufgabe aus unterschiedlichen Verarbeitungsschritten aufgebaut sein. Ausgangslage für die Pipeline ist bereinigter Text (also Text ohne Formatierungen). Einzelne Schritte können z.B. folgende sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sentence splitting (Auteilung des Textes in Sätze) - Tokenisierung (siehe Tokenisierung) - Part-of-Speech-Tagging (siehe Part-of-Speech-Tagging) - Lemmatisierung (Rückführung der Token auf ihre Grundform: esse → essen) - Identifizierung von Stoppwörtern (sehr häufige Wörter wie z.B. Artikel) - Morphologische Analyse - Named Entity Recognition (Eigennamen wie "Zürich" erkennen) 	<p>Manning, Surdeanu, Bauer, Finkel, Bethard, & McClosky (2014)</p> <p>https://medium.com/@ageitgey/natural-language-processing-is-fun-9a0bff37854e</p>

[illegible]

Begriff	Beschreibung	Quelle
	Dialogsystemen verwendet. TTS-Systeme zeigen auch Potential für die Simulation von Stimmstörungen.	wdoc/download?doi=10.1.1.727.1140&rep=rep1&type=pdf
Taxonomie	Der Begriff "Taxonomie" wird in der Biologie verwendet, um die Klassifizierung von Organismen in einem hierarchischen System zu bezeichnen. Dieses Konzept wurde in der Informationswissenschaft übernommen, um eine hierarchische Gruppierung von Begriffen zu bezeichnen, die für das Information Retrieval verwendet werden kann.	
Text-to-Speech	siehe Sprachsynthese	
Tokenisierung	Bei der Tokenisierung werden Sätze in Token (Wörter und Satzzeichen) zerlegt (siehe auch Token).	
Token	Ein Token ist ein einzelnes aus der Tokenisierung gewonnenes Wort resp. eine Wortform. "Apfel" und "Äpfel", "essen" und "isst" sind vier verschiedene Token (siehe auch Type). In der Computerlinguistik zählt auch ein Satzzeichen als Token.	
Turing Test	Der sogenannte Turing-Test gilt als bestanden, wenn eine Person, die mit einem Menschen und einer Maschine kommuniziert (ohne diese zu sehen oder zu hören), nicht herausfindet, welcher Kommunikationspartner Mensch und welcher Maschine ist.	https://de.wikipedia.org/wiki/Turing-Test
Type	Token können zu Types zusammengefasst werden, d.h. Wortformen wie "Apfel" und "Äpfel", "essen" und "isst" werden auf je ein Type reduziert.	
Speech-to-Text	siehe automatische Spracherkennung	
Sprachtechnologie	Sprachtechnologie ist ein Teilgebiet der Computerlinguistik, das sich mit der Entwicklung von Sprachsoftware beschäftigt.	
Voicebot	Ein Voicebot ist eine Art von Dialogsystem. Im Gegensatz zu Chatbots, findet bei Voicebots die Interaktion nicht mittels geschriebener sondern mittels gesprochener Sprache statt.	

3. Korpussammlungen und Korpora für die Logopädie

Exemplarisch sind hier einige wichtige Korpussammlungen und Korpora aufgeführt. Die Einträge sind nach Wichtigkeit aus Sicht der Autorin geordnet.

3.1. Korpussammlungen

Korpus-sammlung	Beschreibung	Hintergrund	Quelle
CLARIN Virtual Language Observatory	Übersicht über alle Ressourcen von CLARIN. Es kann z.B. nach Sprachen und der Modalität gefiltert werden. Hier kann auch nach den Korpora von TalkBank gesucht werden.	"The Virtual Language Observatory (VLO) faceted browser was developed within CLARIN as a means to explore linguistic resources, services and tools available within CLARIN and related communities."	https://vlo.clarin.eu/ https://vlo.clarin.eu/help
CLARIN Spoken Corpora	Übersicht über verschiedene gesprochene Korpora, die in der Infrastruktur von CLARIN gehostet werden.	"There are 129 spoken corpora in the CLARIN infrastructure, 118 of which contain both the transcriptions of spoken or spontaneous speech and the associated recordings, and 11 only the transcriptions."	https://www.clarin.eu/resource-families/spoken-corpora
CLARIN-D Korpora	Übersicht über die Korpora der CLARIN-D-Zentren		https://www.clarin-d.net/en/corpora
TalkBank	14 Korporasammlungen gesprochener Sprache, von denen insbesondere die AphasiaBank, CHILDES oder die PhonBank interessant sind.	"TalkBank is a project organized by Brian MacWhinney at Carnegie Mellon University with the support and cooperation of hundreds of contributors and dozens of collaborators, including the members of the TalkBank Governing Board. The goal of TalkBank is to foster fundamental research in the study of human communication with an emphasis on spoken communication."	https://talkbank.org/
DELAD	Korpora zu Sprach- und Sprechstörungen	"One of the objectives of DELAD is to make an inventory of available databases with disordered speech."	https://delad.ruhosting.nl/word-press/data-inventory/

Korpus-sammlung	Beschreibung	Hintergrund	Quelle
		"DELAD is an initiative to share corpora of speech of individuals with communication disorders (CSD) among researchers. We do this in a GDPR compliant way and at secure repositories in the CLARIN infrastructure."	https://delad.ruhosting.nl/wordpress
Datenbank für Gesprochenes Deutsch (DGD)	Korpora deutscher, gesprochener Sprache	"Die Datenbank für Gesprochenes Deutsch (DGD) ist ein Korpusmanagementsystem im Programmbe-reich Mündliche Korpora des Instituts für Deutsche Sprache (IDS). Sie ist seit Anfang 2012 online und ersetzt seit Mitte 2014 die Datenbank Gesprochenes Deutsch, die im Deutschen Spracharchiv (DSAv) des IDS entwickelt worden war."	https://dgd.ids-mannheim.de/dgd/pragdb.dgd_extern.welcome https://dgd.ids-mannheim.de/dgd/pragdb.dgd_extern.sys_desc
Bayerisches Archiv für Sprachsignale (BAS)	Sammlung von Korpora gesprochener deutscher Sprache	"Das Bayerische Archiv für Sprachsignale (BAS) wurde im Januar 1995 als öffentliche Einrichtung an der Ludwig-Maximilians-Universität München gegründet. Das BAS befindet sich derzeit am Institut für Phonetik und Sprachverarbeitung (IPS). Zentrale Aufgabe des BAS ist es, digitale Sprachressourcen des Deutschen sowie Werkzeuge zur Bearbeitung von digitalen Sprachsignalen in strukturierter Form sowohl der Forschungsgemeinschaft als auch der Sprachtechnologie verfügbar zu machen. Seit Mai 2013 ist das BAS offiziell lizenziertes CLARIN B Zentrum"	https://www.bas.uni-muenchen.de/forschung/Bas/BasKorporadeu.html https://www.phonetik.uni-muenchen.de/Bas/BasHomedeu.html
ELRA	Analog zum CLARIN Virtual Language Observatory können hier Ressourcen nach Sprache und Ressourcentyp (z.B. Korpus) gefiltert werden.	"Founded in 1995, ELRA, the European Language Resources Association, is a non-profit organisation whose main mission is to make Language Resources (LRs) for Human Language Technologies (HLT) available to the community at large."	http://catalogue.elra.info/en-us/repository/search/ http://elra.info/en/about/

Korpus-sammlung	Beschreibung	Hintergrund	Quelle
Linguistik Zentrum Zürich (LiZZ)	Korpora verschiedener Sprachen, u.a. auch Schweizerdeutsch	"Eine Vielzahl von grossteils digitalen Korpora wird von den LiZZ-Instituten gehostet. Für viele Korpora sind Primär- und Sekundärdaten sowie Annotationen vorhanden."	https://www.linguistik.uzh.ch/de/resources/korpora.html

3.2. Korpora

Korpus	Beschreibung	Hintergrund	Quelle
MEKI (Korpus Mehrsprachige Kinder im Vorschulalter)	<ul style="list-style-type: none"> - Gesprochene deutsche Sprache - Mehrsprachige Kinder - Kindlicher Spracherwerb 	"MEKI wurde im Rahmen einer Begleitstudie zur Implementierung von Sprachfördermaßnahmen erstellt. Ziel war es, über einen Zeitraum von neun Monaten die sprachliche Entwicklung von Kindern im Alter von 5-7 Jahren vor Eintritt in die Grundschule unter Förderbedingungen zu untersuchen".	http://agd.ids-mannheim.de/MEKI_extern.shtml
Deutsch heute	<ul style="list-style-type: none"> - Gesprochene deutsche Sprache - u.a. Schweizerisches Hochdeutsch - Vorleseaufgaben (u.a. Wortliste mit 1000 Wörtern, Nordwind und Sonne), Bildbenennung, Wegbeschreibung etc. 	"An insgesamt 194 Orten wurden im ganzen Gebiet, in dem Deutsch Amts- und Unterrichtssprache ist (Deutschland, Österreich, Schweiz, Südtirol, Luxemburg, Ostbelgien, Liechtenstein), Sprachaufnahmen zum größeren Teil mit OberstufenschülerInnen an Gymnasien, zum kleineren Teil mit Personen im Alter von 50-60 Jahren durchgeführt. Insgesamt wurden Sprachdaten von 671 Schülerinnen und Schülern [...] sowie 155 Personen der mittleren Generation [...] gesammelt. Von den TeilnehmerInnen liegen je ca. 90 Minuten Sprachaufnahmen vor."	http://agd.ids-mannheim.de/DH--extern.shtml
Schweizer Textkorpus	<ul style="list-style-type: none"> - Geschriebene Sprache - Schweizerisches Hochdeutsch 	"Das Schweizer Textkorpus ist ein ausgewogenes Referenzkorpus für die deutsche Standardsprache des 20. und 21. Jahrhunderts in der Schweiz in der Grösse von 23.5 Millionen Textwörtern. Das Korpus wird kontinuierlich um neue Texte erweitert. Bis Ende 2025 soll das	https://www.chtk.ch/index.php/de/

Korpus	Beschreibung	Hintergrund	Quelle
		Korpus weitere 1.5 Mio. Textwörter für das 21. Jahrhundert umfassen."	
Corpus SC1	<ul style="list-style-type: none"> - Gesprochene deutsche Sprache - Akzente - Text "Der Nordwind und die Sonne" 	<p>"The corpus contains speech of 88 different speakers, reading the German story 'Der Nordwind und die Sonne'. Subcorpus T contains the recordings of 16 native Germans (L1). The other 72 speakers which were born and educated in other countries (L2) are pooled in subcorpus C. Every speaker has a distinct accent. This corpus may be used for several tasks:</p> <ul style="list-style-type: none"> - automatic accent detection. - test of robustness against different accents in automatic speech recognition. - scientific investigation of accents in German." 	<p>https://www.phonetik.uni-muenchen.de/Bas/BasSC1deu.html</p> <p>https://clarin.phonetik.uni-muenchen.de/BAS-Repository/</p>
UASpeech Database	<ul style="list-style-type: none"> - Dysarthrie-Korpus - Englisch 	"Subjects include 15 talkers with Cerebral Palsy and 13 age-matched healthy controls. Subjects were recruited based primarily on personal contact facilitated by disability support organizations. Subjects were selected based on self-report of either speech pathology or cerebral palsy."	http://www.isle.illinois.edu/sst/data/UASpeech/
TORGO Database	<ul style="list-style-type: none"> - Dysarthrie-Korpus - Englisch 	"The TORGO database of dysarthric articulation consists of aligned acoustics and measured 3D articulatory features from speakers with either cerebral palsy (CP) or amyotrophic lateral sclerosis (ALS), which are two of the most prevalent causes of speech disability (Kent and Rosen, 2004), and matched controls."	http://www.cs.toronto.edu/~complingweb/data/TORGO/torgo.html

4. Lexikalische Ressourcen für die Logopädie

Exemplarisch sind hier einige Sammlungen von lexikalischen Ressourcen, spezifische kontrollierte Vokabulare und weitere lexikalische Ressourcen aufgeführt. Die Einträge sind alphabetisch sortiert.

4.1. Sammlungen von lexikalischen Ressourcen

Sammlung	Beschreibung	Hintergrund	Quelle
BARTOC	<ul style="list-style-type: none">- Sammlung von Vokabularen- Es kann nach deutschen Vokabularen gefiltert werden- Wird auf der Website nicht mehr gepflegt	"The Basic Register of Thesauri, Ontologies & Classifications (BARTOC) is a database of Knowledge Organization Systems and KOS related registries [...]. BARTOC was founded by Andreas Ledl as the Basel Register of Thesauri, Ontologies & Classifications at Basel University Library, Switzerland. In 2020 the database moved to the Verbundzentrale des GBV (VZG), Germany and got renamed and ported from Drupal to a new technical infrastructure."	http://bartoc.org/
CLARIN Lexical Resources	<ul style="list-style-type: none">- Lexikalische Ressourcen in verschiedenen Sprachen aufgeteilt nach Art des Vokabulars- Hier finden sich auch Links zu den verfügbaren Korpora und Tools	"The aim of the CLARIN Resource Families initiative is to provide a user-friendly overview per data type of the available language resources in the CLARIN infrastructure for researchers from the digital humanities, social sciences and human language technologies. The overviews are meant to facilitate comparative research and the listings are sorted by language."	https://www.clarin.eu/resource-families --> Lexical Resources
EU Vocabularies	Sammlung von kontrollierten Vokabularen der EU		https://op.europa.eu/de/web/eu-vocabularies/controlled-vocabularies

4.2. Kontrollierte Vokabulare

Vokabular	Beschreibung	Hintergrund	Quelle
AGROVOC Multilingual Thesaurus	<ul style="list-style-type: none"> - Mehrsprachiger Thesaurus der Vereinten Nationen - Begriffe z.B. unter Hierarchy --> subjects --> sciences 	"AGROVOC is a multilingual and controlled vocabulary designed to cover concepts and terminology under FAO's areas of interest. It is the largest Linked Open Data set about agriculture available for public use and its greatest impact is through providing the access and visibility of data across domains and languages."	https://agrovoc.fao.org/browse/agrovoc/en/
Digital Europa Thesaurus	Mehrsprachiger Thesaurus der EU	"The Digital Europa Thesaurus (DET) is a multilingual thesaurus covering the main subject matters of the European Commission's public communications. It has been designed to describe and index web content from across the European Commission so that this content can be retrieved, aggregated, and managed."	https://op.europa.eu/de/web/eu-vocabularies/concept-scheme/-/resource?uri=http://data.europa.eu/uxp/det

4.3. Weitere lexikalische Ressourcen

Lexikalische Ressourcen	Beschreibung	Hintergrund	Quelle
Cyril Belica: Kookkurrenzdatenbank (CCDB)	Kookkurrenzen	"Als empirische Basis für dieses Forschungsvorhaben wurde im Programmbereich Korpuslinguistik des Instituts für Deutsche Sprache auf der Grundlage eines Korpus geschriebener Gegenwartssprache von ca. 2,2 Milliarden laufenden Textwörtern eine große Sammlung von Kookkurrenzprofilen zu ca. 220.000 verschiedenen Lemmata aufgebaut. Die Sammlung enthält zu jedem Lemma die Ergebnisse von bis zu fünf verschiedenen Kookkurrenzanalysen in Form von Hierarchien von ähnlichen Verwendungen, mit bis zu 100.000 Verwendungsbeispielen pro Lemma und Analyse."	http://corpora.ids-mannheim.de/ccdb/

Lexikalische Ressourcen	Beschreibung	Hintergrund	Quelle
DeReKoVecs	Paradigmatische und syntagmatische Relationen	"DeReKoVecs [...] ist das neue gläserne Labor der des Programmbeereichs Korpuslinguistik am IDS. Ähnlich wie die Kookkurrenzdatenbank CCDB [...] dient DeReKoVecs zur Erforschung und zum Vergleich von Maßen, Dimensionsreduktionsverfahren, Visualisierungen etc., zum Aufspüren von detaillierten paradigmatischen und syntagmatischen Beziehungen zwischen Wörtern auf Grundlage Ihrer Verwendung in sehr großen Korpora."	http://corpora.ids-mannheim.de/openlab/dere-kovecs/
Elektronisches Valenzwörterbuch deutscher Verben	- Verbvalenz	"E-VALBU enthält grammatisch relevante Informationen zu ausgewählten Verben. Der Schwerpunkt liegt auf der inhaltlichen und formalen Erfassung der syntaktischen Umgebung (Valenzinformationen)."	https://grammis.ids-mannheim.de/verbvalenz
OWID	<ul style="list-style-type: none"> - Sprichwörter - Wortbildung (Stichwörter, die mit dem Begriff anfangen und darauf enden oder in denen der Begriff enthalten ist) - Paronyme (ähnliche Wörter, z.B. universal-universell) 	"OWID ist ein Portal für wissenschaftliche, korpusbasierte Lexikografie des Deutschen. Die einzelnen Wörterbücher, die Sie in OWID finden, sind von unterschiedlichen Projekten erarbeitete lexikografische Ressourcen."	https://www.owid.de/ https://www.ids-mannheim.de/lexik/pb-lexik-empirisch-digital/owid-computerlexikographie/

5. Computerlinguistische Werkzeugsammlungen und Werkzeuge

Exemplarisch sind hier einige computerlinguistische Werkzeugsammlungen resp. Werkzeuge aufgeführt, die für die Zwecke dieser Arbeit von Interesse sind. Die Einträge sind alphabetisch sortiert.

5.1. Computerlinguistische Werkzeugsammlungen

Werkzeug-sammlung	Beschreibung	Hintergrund	Quelle
ASV Online Toolbox	<ul style="list-style-type: none"> - Verschiedene Tools - Interessant ist die Term-Extraktion 	"ASV Toolbox is a modular collection of tools for the exploration of written language data. They work either on word lists or text and solve several linguistic classification and clustering tasks. The topics covered contain language detection, POS-tagging, base form reduction, named entity recognition, and terminology extraction."	https://toolbox.wortschatz.uni-leipzig.de/toolbox/#!tools/termextraction
forTEXT	Werkzeugkasten für die Geisteswissenschaften	"In forTEXT erarbeiten wir einsteigerfreundlich aufbereitete Methodenbeschreibungen, Textsammlungen und Tools – von der Digitalisierung über die digitale Annotation zur digital unterstützten Interpretation und Visualisierung von Literatur."	https://fortext.net/tools
Kitt Software	Software Demos und anderes der Computerlinguistik der Uni Zürich	"kitt.cl.uzh.ch was a web server for pre-2015 software demos etc. at the Department of Computational Linguistics. It continued running until the end of 2018, when it eventually retired. Some demos have been migrated to other places; those are listed below."	https://pub.cl.uzh.ch/wiki/public/kitt#software
Portal Computerlinguistik	Sammlung von Ressourcen und Tools für die Verarbeitung deutscher Sprache	<p>"Die folgende Zusammenstellung computerlinguistischer Ressourcen und Tools soll zwei Schwerpunkte abdecken:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Verarbeitung der deutschen Sprache 2. Entwicklungen aus Deutschland" 	http://www.computerlinguistik.org/portal/portal.html?s=Ressourcen
Sammlung der Stanford University	Werkzeuge für verschiedene Sprachen	"Statistical natural language processing and corpus-based	https://nlp.stanford.edu/links/statnlp.html

Werkzeug- sammlung	Beschreibung	Hintergrund	Quelle
		computational linguistics: An annotated list of resources"	
Voyant Tools – Liste der Tools	siehe auch Voyant Tools als Werkzeug unten	"Voyant Tools is a web-based text reading and analysis environment. It is a scholarly project that is designed to facilitate reading and interpretive practices for digital humanities students and scholars as well as for the general public."	https://voyant-tools.org/docs/#!/guide/tools

5.2. Computerlinguistische Werkzeuge

Werkzeug	Beschreibung	Hintergrund	Quelle
Agent Ransack	<ul style="list-style-type: none"> - Kostenlose Software für die Desktopsuche - Schnelle Volltextsuche - Anzeige des Suchkontexts 	"Agent Ransack is a free file search tool for finding files on your PC or network drives. It has a Lite mode, which is FREE for both personal and commercial use but also a Professional mode that includes optional pay-for features."	https://www.mythicsoft.com/agentransack/ https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Desktop-Suchprogrammen
DeepL	<ul style="list-style-type: none"> - Kostenlose maschinelle Übersetzung 	Eines der besten Übersetzungstools auf dem Markt; basiert auf neuronalen Netzen.	https://www.deepl.com/de/translator
Demo Part-of-Speech Tagging of Swiss German	<ul style="list-style-type: none"> - Automatische Annotation von Wortarten - Demo für das Schweizerdeutsche 	https://noe-eva.github.io/NOAH-Corpus/	https://pub.cl.uzh.ch/demo/noah/
Google Assistant	<ul style="list-style-type: none"> - Sprachassistent - App für iOS und Android - Via Sprachsteuerung z.B. Spiele spielen, Informationen finden, Witze abspielen 	https://assistant.google.com/explore?hl=de_de	https://de.wikipedia.org/wiki/Google_Assistant https://assistant.google.com/intl/de_de/
Töggli	<ul style="list-style-type: none"> - Spracherkennung für Schweizerdeutsche Dialekte und Sprachen - Basiert auf Trainingsmaterial vom Schweizer Radio und Fernsehen - Transkription vom Schweizerdeutschen ins Hochdeutsche 	<p>"töggli ist ein KI-getriebenes Spracherkennungsprogramm mit Fokus auf Schweizer Sprachen, insbesondere Schweizerdeutsch. Satzzeichen werden von selbst gesetzt. Segmentierung nach Sprechern erfolgt ebenfalls automatisch. Nach dem Transkribieren kann der Text manuell überarbeitet und anschliessend exportiert werden."</p> <p>"Töggli ist für Journalisten, Studenten und alle anderen die Protokolle schreiben, Interviews abtippen oder ähnliche Transkriptionsaufgaben erledigen."</p>	https://toggli.ch/ https://toggli.ch/about https://www.tagesanzeiger.ch/wie-gut-versteht-der-computer-schweizerdeutsch-245078850710

Werkzeug	Beschreibung	Hintergrund	Quelle
		Das Resultat kann manuell geprüft und editiert werden, aber die Transkription selbst läuft automatisch. Die Arbeit wird erleichtert und beschleunigt."	
Voyant Tools	<ul style="list-style-type: none"> - Einfach bedienbare Web-Oberfläche, um Texte hochzuladen und zu analysieren - Kostenlos 	"Voyant Tools is a web-based text reading and analysis environment. It is a scholarly project that is designed to facilitate reading and interpretive practices for digital humanities students and scholars as well as for the general public."	https://voyant-tools.org/
WordsEye	<ul style="list-style-type: none"> - Text-to-scene Technologie - Nur Englisch 	Mit WordsEye kann man online eingegeben Text automatisch in visuelle Bilder umwandeln.	https://www.wordseye.com/ http://www.cs.columbia.edu/~coyne/papers/wordseye_siggraph.pdf

6. Vergleich Stoppwortliste mit Kernvokabular

Die deutsche Stoppwortliste ist dem Natural Language Toolkit (NLTK) der Programmiersprache Python entnommen (vgl. <https://www.nltk.org/>), das deutsche Kernvokabular stammt aus Boenisch (2014, S. 175). Die NLTK-Liste umfasst 232 Termini, das Kernvokabular 100. **Orangene Einträge sind im Kernvokabular nicht vorhanden, gelbe Einträge sind zusätzliche Begriffe im Kernvokabular.** Auffällig sind die flektierten Formen und unterschiedlichen Schreibweisen in der Stoppwortliste im Gegensatz zu den umgangssprachlichen Ausdrücken, Zahlwörtern und Verben wie "essen" im Kernvokabular.

NLTK	Bemerkungen NLTK	Kernvokabular	Bemerkungen Kernvokabular
aber		aber	
alle		ach	
allem		ah	
allen		alle	
aller		auch	
alles		auf	
als		aufhören	
also		bei	
am		bitte	
an		boah	
ander		da	
andere		dann	
anderem		das	
anderen		dass	
anderer		dein	
anderes		dem	
anderm		den	
andern		denn	
anderr	Schreibweise	der	
anders		dich	
auch		die	
auf		dies	
aus		dir	
bei		doch	
bin		drei	
bis		du	
bist		dürfen	
da		ein	
damit		eins	
dann		es	
das		essen	
dass		ey	
dasselbe		Frau	
dazu		für	
daß	Schreibweise	ganz	
dein		geben	

NLTK	Bemerkungen NLTK	Kernvokabular	Bemerkungen Kernvokabular
deine	Flexion	gehen	
deinem		genau	
deinen		gleich	
deiner		gucken	
deines		gut	
dem		haben	
demselben		hallo	
den		heute	
denn		hier	
denselben		hören	
der		ich	
derer		ihr	
derselbe		immer	
derselben		in	
des		ja	
desselben		jetzt	
dessen		kein	
dich		kommen	
die		können	
dies		lassen	
diese	Flexion	machen	
dieselbe		mal	
dieselben		man	
diesem		mehr	
diesen		mein	
dieser		mich	
dieses		Mikrofon	
dir		mir	
doch		mit	
dort		mögen	
du		müssen	
durch		ne	
ein		nein	
eine	Flexion	nicht	
einem		nicht	Achtung: kommt bei Boenisch 2x vor!
einen		noch	
einer		nur	
eines		oder	
einig		oh	
einige		okay	
einigem		sagen	
einigen		schon	
einiger		sehen	
einiges		sein	

NLTK	Bemerkungen NLTK	Kernvokabular	Bemerkungen Kernvokabular
einmal		sie	
er		so	
es		sollen	
etwas		und	
euch		uns	
euer		viel	
eure	Flexion	von	
eurem		warten	
euren		warum	
eurer		was	
eures		wenn	
für		wer	
gegen		wie	
gewesen	Flexion	wieder	
hab	Flexion	wir	
habe		wissen	
haben		wo	
hat	Flexion	wollen	
hatte		zu	
hatten		zwei	
hier			
hin			
hinter			
ich			
ihm			
ihn			
ihnen			
ihr			
ihre	Flexion		
ihrem			
ihren			
ihrer			
ihres			
im			
in			
indem			
ins			
ist			
jede			
jedem	Flexion		
jeden			
jeder			
jedes			
jene			
jenem			

NLTK	Bemerkungen NLTK	Kernvokabular	Bemerkungen Kernvokabular
jenen			
jener			
jenes			
jetzt			
kann	Flexion		
kein			
keine	Flexion		
keinem			
keinen			
keiner			
keines			
können			
könnte	Flexion		
machen			
man			
manche			
manchem	Flexion		
manchen			
mancher			
manches			
mein			
meine	Flexion		
meinem			
meinen			
meiner			
meines			
mich			
mir			
mit			
muss	Flexion		
musste			
nach			
nicht			
nichts			
noch			
nun			
nur			
ob			
oder			
ohne			
sehr			
sein			
seine	Flexion		
seinem			
seinen			

NLTK	Bemerkungen NLTK	Kernvokabular	Bemerkungen Kernvokabular
seiner			
seines			
selbst			
sich			
sie			
sind			
so			
solche			
solchem	Flexion		
solchen			
solcher			
solches			
soll			
sollte	Flexion		
sondern			
sonst			
um			
und			
uns			
unser			
unsere	Flexion		
unserem			
unseren			
unseres			
unter			
über			
viel			
vom			
von			
vor			
war	Flexion		
waren			
warst			
was			
weg			
weil			
weiter			
welche			
welchem	Flexion		
welchen			
welcher			
welches			
wenn			
werde	Flexion		
werden			

NLTK	Bemerkungen NLTK	Kernvokabular	Bemerkungen Kernvokabular
wie			
wieder			
will	Flexion		
wir			
wird	Flexion		
wirst			
wo			
wollen			
wollte	Flexion		
während			
würde	Flexion		
würden			
zu			
zum			
zur			
zwar			
zwischen			

7. Wörterbuch Logopädie und Computerlinguistik (Deutsch – Englisch)

Das folgende Wörterbuch wurde für die Zwecke dieser Arbeit erstellt (kein Anspruch auf Vollständigkeit).

DE	EN	Quelle
<i>Logopädie</i>		
Aussprachestörung	speech sound disorder ("... historically called articulation and phonological disorders") (SSD)	Kannengieser, 2019, S. 72 https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/articulation-and-phonology/ https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/speech-sound-disorder
Logopäde	speech therapist, speech-language pathologist (SLP), speech and language therapist (SLT)	https://de.pons.com/ https://en.wikipedia.org/wiki/Speech-language_pathology https://tactustherapy.com/speech-therapy-terms-defined/#s
Logopädie	speech therapy, speech-language pathology, speech and language pathology	https://de.pons.com https://en.wikipedia.org/wiki/Speech-language_pathology
Phonologische Bewusstheit	phonological awareness, phonemic awareness	https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/written-language-disorders/phonological-processing/
Spezifische Sprachentwicklungsstörung (SSES)	developmental language disorder (DLD) specific language impairment (SLI)	https://giskid.eu/definition-und-terminologie/ https://www.bdp-verband.de/aktuelles/2020/02/umschriebene-entwicklungsstörungen-des-sprechens-und-der-sprache.html 5-70-2019-02-07.pdf (forschung-sprache.eu)
Sprachproduktion	speech production	https://de.pons.com
Sprachtechnologie	language technology	--
Unterstützte Kommunikation (UK)	Augmentative and Alternative Communication (AAC)	https://de.wikipedia.org/wiki/Unterstützte_Kommunikation
<i>Computerlinguistik</i>		
Automatische Sprachanalyse	automated speech analysis (ASA)	McKechnie et al., 2018, S. 584, ungefähr Synonym zu ASR aber inkl. Analyse (vgl. ebd. S. 585); ASA setzt ASR voraus
Automatische Spracherkennung	automatic speech recognition (ASR), speech-to-text, STT	Booth et al., 2020, S. 6340 Anmerkung: Der Begriff "speech recognition" ist mehrdeutig und wird in der Literatur für die automatische Spracherkennung wie auch für das menschliche Sprachverstehen verwendet.
Sprachsynthese	speech synthesis, text-to-speech, TTS	--

8. Organisationen

Name	Bemerkung	Link
American Speech-Language-Hearing Association (ASHA)		https://www.asha.org/
DELAD (Database Enterprise for Language And speech Disorders)	"DELAD is an initiative to share corpora of speech of individuals with communication disorders (CSD) among researchers. We do this in a GDPR compliant way and at secure repositories in the CLARIN infrastructure."	https://delad.ruhosting.nl/wordpress
European Language Resources Association (ELRA)	"The European Language Resources Association, is a non-profit organisation whose main mission is to make Language Resources (LRs) for Human Language Technologies (HLT) available to the community at large."	http://www.elra.info/en/ Katalog der Sprachressourcen: http://catalog.elra.info/en-us/repository/search/
International Speech Communication Association (ISCA)	"The association started as ESCA (European Speech Communication Association) [...] The purpose of the association is to promote, in an international world-wide context, activities and exchanges in all fields related to speech communication science and technology. The association is aimed at all persons and institutions interested in fundamental research and technological development that aims at describing, explaining and reproducing the various aspects of human communication by speech, that is, without assuming this enumeration to be exhaustive, phonetics, linguistics, computer speech recognition and synthesis, speech compression, speaker recognition, aids to medical diagnosis of voice pathologies."	https://www.isca-speech.org/
Speech-Language & Audiology Canada (SAC)	Vor 2014: Canadian Association of Speech-Language Pathologists and Audiologists (CASLPA).	https://www.sac-oac.ca/

9. Projekte

Name	Bemerkung	Link
Project Euphonia	<p>"Project Euphonia is a Google Research initiative focused on helping people with atypical speech be better understood. The approach is centered on analyzing speech recordings to better train speech recognition models [...].</p> <p>We engage with individuals with a wide array of conditions, including ALS, stroke, traumatic brain injury, deafness, Down syndrome, cerebral palsy, and MS."</p>	https://sites.research.google/euphonia/about/
REducing SPEECH-related side-effects of deep brain stimulation in Parkinson's disease via automated speech analysis (RE-SPEECH-PD)	<p>Spracherkennungssoftware</p> <p>"Ziel dieses Projekts ist es, Sprechstörung bei Parkinsonpatienten unter Therapie mit Tiefer Hirnstimulation zu verbessern. Weiter setzt dieses Projekt durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz einen Grundstein zur automatisierten Messung von Parkinsonsymptomen sowie zur automatisierten Anpassung der Therapie, und leistet damit einen Beitrag zur Digitalisierung in der Medizin."</p>	http://p3.snf.ch/Project-197709

10. Literaturrecherche

Fragestellung:

Was sind die Möglichkeiten und Grenzen der Computerlinguistik in der Logopädie?

Liste der Stichwörter

THEMA	EN	DE
<i>COMPUTERLINGUISTIK</i>		
Computerlinguistik	computational linguistics, natural language processing, NLP (Achtung steht auch für: neuro-linguistic programming), speech technology, language technology	Computerlinguistik NLP (Achtung ambig, auch für Neurolinguistisches Programmieren verwendet) Sprachtechnologie
Verwandte Gebiete der Computerlinguistik	computer simulation, artificial neural networks, virtual reality, computer training, computational modeling, computer assisted design, computer assisted diagnosis, computer assisted therapy, semantic networks, artificial intelligence, artificial neural networks, cognitive computing, machine learning	
Korpora	corpus, corpora, talkbank, aphasiabank, childes	Korpus, Korpora, talkbank, aphasiabank, childes
Spracherkennung	speech recognition (Achtung: der Begriff wird auch für Sprachverstehen von Menschen verwendet), automated speech recognition	Spracherkennung, automatische Spracherkennung, automatisierte Spracherkennung
<i>LOGOPÄDIE</i>		
Logopädie	speech therapy, language therapy, speech therapist, speech and language therapy, speech language pathology	Logopädie, Logopäde, Sprachtherapeut

THEMA	EN	DE
	language disorder, speech disorder, language development disorder, speech and language disorder	Sprachstörung, Sprechstörung, Sprach- und Sprechstörung
	apraxia, articulation impairment, articulation disorder, specific language impairment, delayed speech, aphasia, dysphasia, dysarthria, dyspraxia	Apraxie, Artikulationsstörung, Spezifische Sprachentwicklungsstörung, verzögerte Sprache, Aphasie, Dysphasie, Dysarthrie, Dyspraxie
Sprachverarbeitung		Sprachverarbeitung, Psycholinguistik
Computerbasierte Sprachtherapie	computational speech therapy	

Liste der Referenzquellen

Bibliothekskataloge

- swisscovery

Fachdatenbanken

Durchsucht wurden im Rahmen der Recherche folgende Datenbanken:

- via EBSCO: ERIC, APA PsycInfo, PSYINDEX Literature with PSYINDEX Tests, MEDLINE, Education Source
- via HfH Bibliothek: Springer Journals, Wiley Online Library, Thieme
- IEEEExplore, ACM Digital Library

Konferenzen

- INTERSPEECH 2021

Informelle Suche

- Google Scholar
- Youtube

Treffertabelle

Datum	Fachdatenbanken / Bibliothekskataloge	Kombination von Suchwörtern	Verwendete Filter	Anzahl Treffer insgesamt	Anzahl relevante Treffer	Literaturangaben
17.06.2021	swisscovery	computerlinguistik logop*	--	10	0	--
		computational linguistics UND speech therapy	--	4	1	Rudzicz, F.
09.08.2021	Youtube	computational speech therapy		nicht definiert	1	Interview mit Eric Booth; "Eric Booth on What AI, Speech Therapy and Recommendation Engines Have in Common"
10.08.2021	Google Scholar	eric booth speech therapy			1	Booth, E.
12.08.2021	ERIC, APA PsycInfo, PSYNDEX Literature with PSYNDEX Tests, MEDLINE, Education Source	((MH "Language Therapy") OR (MH "Speech Therapy") OR (MH "Speech-Language Pathology") OR (MH "Language Development Disorders+") OR (MH "Apraxias+") OR (MH "Rehabilitation of Speech and Language Disorders+") OR (MH "Language Disorders+") OR "speech and language therapy") AND computational linguistics		3,280	zu viele Resultate	
			Date Published: 20100101-20211231	1,323	zu viele Resultate	
		DE "Computational Linguistics" AND (DE "Articulation Impairments" OR DE "Delayed Speech" OR DE "Stuttering" OR DE "Voice Disorders" OR DE "Aphasia" OR DE		33	communication disorders ist ein zu	

Datum	Fachdatenbanken / Bibliothekskataloge	Kombination von Suchwörtern	Verwendete Filter	Anzahl Treffer insgesamt	Anzahl relevante Treffer	Literaturangaben
		"Augmentative and Alternative Communication" OR DE "Communication Disorders" OR DE "Language Impairments" OR DE "Speech Language Pathology" OR DE "Speech Therapy")			weiter Begriff (vgl. narrower terms)	
			Date Published: 20100101-20201231	20	0	
		DE "Computational Linguistics" AND (DE "Articulation Impairments" OR DE "Delayed Speech" OR DE "Stuttering" OR DE "Voice Disorders" OR DE "Aphasia" OR DE "Augmentative and Alternative Communication" OR DE "Communication Disorders" OR DE "Language Impairments" OR DE "Speech Language Pathology" OR DE "Speech Therapy" OR dysarthria OR apraxia OR dyspraxia)	Date Published: 20100101-20201231	21	1	MacWhinney, B.
		(DE "Computer Simulation" OR DE "Artificial Neural Networks" OR DE "Virtual Reality" OR DE "Computer Training" OR DE "Computational Modeling" OR DE "Computer Assisted Design" OR DE "Computer Assisted Diagnosis" OR DE "Computer Assisted Therapy") AND (DE "Speech Therapy" OR DE "Aphasia" OR DE "Dysphasia" OR DE "Apraxia" OR DE "Dysarthria" OR DE "Articulation	Date Published: 20100101-20211231	19 7	zu viele Resultate, die nicht auf Computerlinguistik fokussieren	

Datum	Fachdatenbanken / Bibliothekskataloge	Kombination von Suchwörtern	Verwendete Filter	Anzahl Treffer insgesamt	Anzahl relevante Treffer	Literaturangaben
		Disorders" OR DE "Dysarthria" OR DE "Language Disorders" OR DE "Acalculia" OR DE "Agnosia" OR DE "Agraphia" OR DE "Dyslexia" OR DE "Echolalia" OR DE "Mutism" OR DE "Specific Language Impairment" OR DE "Speech Disorders" OR DE "Language Therapy" OR DE "Dysphonia" OR DE "Dyspraxia")				
		DE "Computational linguistics" AND (DE "Speech disorders" OR DE "Aphasia" OR DE "Articulation disorders" OR DE "Delayed speech" OR DE "Stuttering" OR DE "Voice disorders" OR DE "Speech therapy" OR DE "Speech therapists" OR DE "Speech-language pathology" OR DE "Language disorders" OR DE "Agraphia" OR DE "Aphasia" OR DE "Dyslexia" OR DE "Language delay" OR DE "Speech disorders")	Date Published: 20100101-20211231	15	ähnliche Resultate wie oben plus Dyslexie	
		(DE "Semantic Networks" OR DE "Automated Speech Recognition" OR DE "Artificial Intelligence" OR DE "Affective Computing" OR DE "Artificial Neural Networks" OR DE "Cognitive Computing" OR DE "Knowledge Engineering" OR DE "Knowledge Representation" OR DE "Machine Learning" OR DE "Natural Language Processing" OR DE "Pattern Recognition (Computer Science)" OR DE "Text Analysis" OR DE "Natural Language Processing") AND (DE	Date Published: 20100101-20211231	116	Ausweitet auf AI	

Datum	Fachdatenbanken / Bibliothekskataloge	Kombination von Suchwörtern	Verwendete Filter	Anzahl Treffer insgesamt	Anzahl relevante Treffer	Literaturangaben
		"Speech Disorders" OR DE "Aphasia" OR DE "Articulation Disorders" OR DE "Dysphonia" OR DE "Echolalia" OR DE "Mutism" OR DE "Stuttering" OR DE "Language Disorders" OR DE "Acalculia" OR DE "Agnosia" OR DE "Agraphia" OR DE "Dyslexia" OR DE "Echolalia" OR DE "Mutism" OR DE "Specific Language Impairment" OR DE "Speech Disorders")				
			Date Published: 20100101- 20211231 Narrow by Methodology: systematic review literature review	5		McKechnie, J. Baxter, S. Young, V. (2010!)
	swisscovery	Thema ist (exakt) Speech therapy UND Thema ist (exakt) computational linguistics	--	11		Rudzicz, F.
	IEEEExplore	speech therapy		153	zu viele Resultate	

Datum	Fachdatenbanken / Bibliothekskataloge	Kombination von Suchwörtern	Verwendete Filter	Anzahl Treffer insgesamt	Anzahl relevante Treffer	Literaturangaben
			2010-2021	117	zu viele Resultate	
		speech therapy, comput		6	0 (zu alt oder nicht relevant)	
		speech therapy	natural language processing 2010-2021	20	zu spezielle Sprachen, zu spezifische Artikel	
	ACM Digital Library	"speech therapy"	[Publication Date: (01/01/2010 TO 12/31/2021)]	213	zu viele Resultate	
		[All: "speech therapy"] AND [All: "computational linguistics"] AND [Publication Date: (01/01/2010 TO 12/31/2021)]	[Publication Date: (01/01/2010 TO 12/31/2021)]	5	sehr spezifische Artikel	
		[All: "language therapy"] AND [All: "computational linguistics"]	[Publication Date: (01/01/2010 TO 12/31/2021)]	1	0	
	Springer Journals (HfH)	"speech therapy"	within Computer Science 2010 - 2021	211	zu viele Resultate	

Datum	Fachdatenbanken / Bibliothekskataloge	Kombination von Suchwörtern	Verwendete Filter	Anzahl Treffer insgesamt	Anzahl relevante Treffer	Literaturangaben
		"speech therapy" AND "computational linguistics"	2010 - 2021	37	sehr spezifische Artikel	
		"language therapy" AND "computational linguistics"	2010 - 2021	14	0	
	Wiley Online Library (HfH)	"speech therapy" AND "computational linguistics"		8	0	
		"language therapy" AND "computational linguistics"		4	0	
	Google Scholar	"neue technologien in der sprachtherapie"	2017-2021	213	Suche nach Artikeln, die auf das Buch referenzieren	Jaecks, P. → darin Referenz auf Bayerl, S. P.
16.08.2021	swisscovery	"speech technology" "language disorder"	2010-2021	14	1	Beals, K.
27.08.2021	Thieme	"spracherkennung"	Volltextsuche	155	2	Frieg, H. Bilda, K.
		"computerling"		14	0	
		"natural language processing"		282	zu viele Resultate	
		"natural language processing"	Metadatensuche	29	0	
		"speech technology"	Volltextsuche	6	0	
		"speech recognition"		715	zu viele Resultate	

Datum	Fachdatenbanken / Bibliothekskataloge	Kombination von Suchwörtern	Verwendete Filter	Anzahl Treffer insgesamt	Anzahl relevante Treffer	Literaturangaben
30.08.2021			Metadatensuche	75	1 viele Resultate zu Hören und CI: menschliche Spracherkennung (=Sprachverstehen)	Fager, K.S.
31.08.2021	Thieme	sprachverarbeitung hören	Volltextsuche	82	1	Cholewa, J.
		psycholinguistik hören		11	1	Cholewa, J.
	Hofgrefe	psycholinguistik		7	1	Jäncke, L.
07.09.2021	INTERSPEECH 2021 https://inter-speech2021.gcon.me/programme	Navigieren durch die Programmbeiträge			2	Hair, A. Green, J. R.
12.10.2021	Google Scholar	"corpora speech therapy"	2017-2021	6470	zu viele Resultate	

Datum	Fachdatenbanken / Bibliothekskataloge	Kombination von Suchwörtern	Verwendete Filter	Anzahl Treffer insgesamt	Anzahl relevante Treffer	Literaturangaben
		"corpora disordered speech"	2017-2021	1130	zu viele Resultate	
		corpora "disordered speech"	2017-2021	794	zu viele Resultate	
	Thieme	Korpora	Zeitschrift Sprache Stimme Gehör	2	0	
		Korpus	Zeitschrift Sprache Stimme Gehör	10		Kauschke, C.
24.10.2021	Thieme	talkbank		9	0	
		aphasiabank		15	0	
		childes		23	0	

Literaturliste zur Treffertabelle

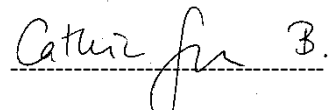
- Baxter S**, Enderby P, Evans P et al. Interventions using hightechnology communication devices: a state of the art review. *Folia Phoniatr Logop* 2012; 64: 137–144.
- Bayerl, S.P.**, Hönig, F., Reister, J. & Riedhammer, K. (2020). Towards automated assessment of stuttering and stuttering therapy. In P. Sojka, I. Kopeček, K. Pala & A. Horák (Hrsg.), Text, Speech, and Dialogue. TSD 2020. *Lecture Notes in Computer Science* (386–396). Springer.
- Beals**, Katharine. *Speech and Language Technology for Language Disorders*. Boston, [Massachusetts]: De Gruyter, 2016. Web.
- Bilda, K.**, Mühlhaus, J. & Ritterfeld, U. (Hrsg.) (2016). Neue Technologien in der Sprachtherapie. Stuttgart: Thieme.
- Booth, E.**, Carns, J., Kennington, C. & Rafla, N. (2020). Evaluating and Improving Child-Directed Automatic Speech Recognition. *Proceedings of the 12th Language Resources and Evaluation Conference*, 6340–6345. Verfügbar unter: <https://aclanthology.org/2020.lrec-1.778.pdf>
- Cholewa, J.** (2020). *Spezifische Sprachentwicklungsstörungen (Modellgeleitete Sprachdiagnostik)*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag. <https://doi.org/10.1055/b-006-161671>
- Fager, K.S.** 2017. Speech recognition as a practice tool for dysarthria. *Seminars in Speech and Language* 38, 03 (2017), 220–228.
- Frieg, H.** (2021). Technikgestützte Dysarthrietherapie bei Morbus Parkinson am Beispiel der App „Sprechen!“ Sprache· Stimme· Gehör, 45(01), 35–37. Georg Thieme Verlag KG.
- Green, J. R.**, MacDonald, R. L., Jiang, P. P., Cattiau, J., Heywood, R., Cave, R., ... & Tomanek, K. (2021). Automatic Speech Recognition of Disordered Speech: Personalized models outperforming human listeners on short phrases. *Proc. Interspeech* 2021, 4778-4782.
- Hair, A.**, Zhao, G., Ahmed, B., Ballard, K. J., & Gutierrez-Osuna, R. (2021). Assessing Posterior-Based Mispronunciation Detection on Field-Collected Recordings from Child Speech Therapy Sessions. *Proc. Interspeech* 2021, 2936-2940.
- Jaacks, P.** & Jonas, K. Digitale Diagnostik: Innovative Wege für die Sprachtherapie. *Spektrum Patholinguistik* 14 (2021) 1–29.
- Jäncke, L.** (2017). *Lehrbuch Kognitive Neurowissenschaften* (2., überarbeitete Aufl.). Bern: Hofgrete.

- Kauschke, C.,** Fauck, A., & Nachbarschulte, A. (2010). Zur hierarchischen Organisation des mentalen Lexikons bei Kindern mit spezifischer Sprachentwicklungsstörung. *Sprache· Stimme· Gehör*, 34(04), 228-236.
- MacWhinney B.** Understanding spoken language through TalkBank. *Behav Res Methods*. 2019 Aug;51(4):1919-1927. doi: 10.3758/s13428-018-1174-9. PMID: 30511153; PMCID: PMC6546550.
- McKechnie, J.,** Ahmed, B., Gutierrez-Osuna, R., Monroe, P., McCabe, P. & Ballard, K.J. (2018). Automated speech analysis tools for children's speech production: A systematic literature review. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 20(6), 583-598.
- Rudzicz, Frank.** *Clear Speech: Technologies That Enable the Expression and Reception of Language*. San Rafael, California (1537 Fourth Street, San Rafael, CA 94901 USA): Morgan & Claypool, 2016. Web.
- Young, V.;** Mihailidis, A. Difficulties in automatic speech recognition of dysarthric speakers and implications for speech-based applications used by the elderly: A literature review. *Assistive Technology*, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 99–112, 2010. DOI 10.1080/10400435.2010.483646

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit bestätigte ich, dass ich diese Bachelorarbeit mit dem Titel "Möglichkeiten und Grenzen der Computerlinguistik in der Logopädie" selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Thalwil, 11.02.2022


Cathrin Senn-Baumgartner